



Simuladores para cirugía endoscópica

Jaime M Justo Janeiro*

Resumen

Introducción: Debido a la naturaleza propia de la cirugía laparoscópica se requiere de entrenamiento específico, el quirófano es un método muy caro y que lleva a un alto índice de complicaciones, por ello el uso de simuladores que disminuyan la curva de aprendizaje es importante.

Objetivo: Describir los equipos simuladores de laparoscopia existentes a la fecha.

Método: Revisión sistemática de la literatura, buscando artículos que describan el desarrollo, evaluación o características de equipos simuladores para laparoscopia, así como las páginas web de las empresas fabricantes de los mismos.

Resultados: 4 categorías: 1) Simuladores sin equipo de adquisición electrónica de la imagen, 2) Simuladores con equipo de adquisición electrónica de la imagen, 3) Sistemas de rastreo mecánico de movimiento y 4) Simuladores virtuales. Se encontraron y describen 15 diferentes simuladores.

Conclusiones: A pesar de las diferentes características de los simuladores, siempre que se practica y se repite lo suficiente alguna técnica, la mejoría existe, incluso sin importar el simulador que se utilice. Los laboratorios de simulación en laparoscopia son necesarios.

Palabras clave: Simuladores, entrenamiento en laparoscopia, enseñanza de laparoscopia.

Abstract

Introduction: Due to the characteristics of the laparoscopic surgery, specific training is needed. The operating room is expensive and its use has a high complication rate, because of that, it is very important to use simulators that help to decrease the learning curve.

Objective: To describe the laparoscopic simulators that exist to date.

Method: Systematic review of the literature looking for articles which describe the development, assessment or characteristics of laparoscopic simulators and the web sites of the manufacturers.

Results: 4 categories: 1) Simulators without an electronic image acquisition device, 2) Simulators with an electronic image acquisition device, 3) Tracking systems, 4) Virtual reality. We found and describe 15 different simulators.

Conclusions: Despite the different characteristics of the simulators, with practice and sufficient repetitions of a technique, there is always an improvement, independently of what type of simulator was used. Laparoscopic simulator laboratories are necessary.

Key words: Simulators, laparoscopic training, laparoscopic teaching.

INTRODUCCIÓN

Debido a la propia naturaleza de la cirugía endoscópica (CE), es evidente la necesidad de entrenamiento específico en el área, hay un cambio en la visión de tercera dimensión a un monitor de dos dimensiones, cambia la percepción de profundidad y relaciones espaciales, es necesario adquirir coordinación óculo-manual, adaptarse a la acción de pivote de los instrumentos con la pared del paciente, así como a los instrumentos largos (temblor, poca transmisión háptica y pocos grados de libertad), también hay que adaptarse a un campo quirúrgico con visión reducida.¹

Desde la introducción de la colecistectomía laparoscópica como un procedimiento estándar, se notó el alarmante incre-

mento en las complicaciones, aunque sin dejar de observarse los beneficios para los pacientes, por ello se insistió en la necesidad de entrenar en la nueva destreza quirúrgica a los cirujanos formados y en formación. Algunas asociaciones académicas trataron de determinar los requisitos mínimos para practicar la CE, para ello diseñaron cursos teóricos-prácticos que trataron de enseñar las destrezas endoscópicas básicas en cajones donde se introducían materiales biológicos o sintéticos y en los que la imagen se obtenía con un laparoscopio estándar o la realización de una colecistectomía en cerdos anestesiados,² sin embargo se duda de la utilidad real de dichos cursos, ya que no se puede realizar el lunes la cirugía que se aprendió el domingo.³

A pesar de que la CE se inició como un procedimiento común hace más de 15 años, hasta hace poco tiempo se ha determinado la necesidad de contar con sistemas de entrenamiento que ayuden a adquirir destrezas específicas.⁴ En la actualidad no se puede concebir un centro de adiestramiento en CE que no cuente con un sistema estructurado de enseñanza que incluya el uso de simuladores.⁵

* Profesor Titular de Cirugía. Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Servicio de Cirugía, Hospital General de Puebla "Dr. Eduardo Vázquez Navarro".

Sin embargo existe poco conocimiento acerca de los equipos disponibles, así como de su utilidad en la adquisición de destreza que pueda ayudar a realizar una cirugía endoscópica de manera más segura para el paciente, por ello el objetivo de la presente revisión es describir los equipos simuladores disponibles a la fecha.

MÉTODO

Se realizó una búsqueda en la base de datos Medline con las siguientes palabras clave: Laparoscopic skills (destrezas laparoscópicas), laparoscopic training (entrenamiento en laparoscopia) y laparoscopic simulators (simuladores de laparoscopia).

La búsqueda se limitó a los últimos 15 años, ya que desde entonces se inició la CE. Los artículos, resultado de la búsqueda, se analizaron y todos aquellos que describen un equipo simulador fueron incluidos en la revisión, en el caso de que dos o más artículos describieran a un mismo equipo, se incluyó el (o los) que proveyeron mejor información acerca de la descripción del equipo.

Debido a la naturaleza comercial de muchos de estos equipos, también se consultaron las páginas web de los fabricantes de simuladores para CE con el objeto de obtener una mejor información técnica sobre sus equipos; también incluiremos en la descripción las páginas web de los fabricantes para referencia y vista de imágenes en caso de que las tengan disponibles.

RESULTADOS

Los equipos simuladores encontrados en la bibliografía se agruparon de acuerdo a su forma de trabajo, así obtuvimos 4 categorías básicas: 1) Simuladores sin equipo de adquisición electrónica de la imagen, 2) Simuladores con equipo de adquisición electrónica de la imagen, 3) Sistemas de rastreo mecánico de movimiento y 4) Simuladores virtuales. Los equipos considerados en cada categoría se enlistan en el *cuadro 1*.

DESCRIPCIÓN DE LOS SIMULADORES

- 1) Simuladores sin equipo de adquisición electrónica de la imagen
 - a) Cajas abiertas. Son cajas plásticas con una cubierta transparente, la cubierta tiene dos orificios por los que se introducen pinzas de CE, en el interior se coloca cualquier objeto que se desee para el ejercicio, mismo que se realiza bajo visión directa a través de la tapa transparente.⁶ Se puede ver en <http://www.simulab.com/Popup%20Pelvic%20Trainer.htm>. Tienen la ventaja de ser

Cuadro 1. Simuladores disponibles.

1	Simuladores sin adquisición de imagen		
	Cajas abiertas		
	Cajas de espejos		
2	Simuladores con equipo de adquisición de imagen		
	Caja con laparoscopio estándar		
	Caja con cámara de video comercial		
	MISTELS (McGill Inanimate System for Training and Evaluation of Laparoscopic Skills)		
	Simulap®		
	Laptrainer®		
3	Análisis de movimiento		
	ICSAD (Imperial College Surgical Assessment Device) ⁶		
	ADEPT (Advanced Dundee Endoscopic Psychomotor Tester) ⁷		
4	Virtuales		
	Marca	Fabricante	Lugar
	MIST-VR	Mentice	San Diego, Cal, EUA
	LapSim	Surgical Science	Gothenburg, Suecia
	Xitact LS500	Xitact	Morges, Suiza
	Reachin Laparoscopic Trainer	Reachin	Estocolmo, Suecia
	ProMIS	Haptica	Dublin, Irlanda
	LapMentor	Imbionix	Cleveland, Ohio, EUA

muy económicos, aunque tienen varias desventajas: no se puede adquirir la coordinación óculo-manual ni adaptarse a la pérdida de la profundidad de campo y a la visión en dos dimensiones, ya que se está observando de manera directa, tampoco se puede obtener un acercamiento de la imagen ni se pueden grabar los ejercicios para su análisis posterior.

- b) Cajas de espejos. Son equipos en los que la imagen del interior se obtiene mediante un sistema de espejos con doble reflejo, así la imagen que se observa en el espejo principal semeja a la que se obtiene en un monitor,⁷ existen varias versiones de ellos, la caja original, un modelo plegable y transportable y un modelo tipo periscopio (torre), en el que el interior está iluminado y se observa a través de un espejo desde arriba, en su interior se coloca lo que se desee para los ejercicios.⁸ Igual que los anteriores, son económicos, sin embargo adolecen de los mismos problemas que ellos. Pueden ser vistos en la dirección electrónica <http://www.simulab.com/Tower%20Trainer.htm>.

2) Simuladores con equipo de adquisición electrónica de la imagen

a) Caja con laparoscopia estándar. Probablemente sea el primer simulador laparoscópico que existió, se coloca una caja cerrada de cualquier material y a través de su pared superior se introduce un laparoscopia estándar, en su interior se coloca cualquier material sintético o biológico para realizar ejercicios, el equipo requiere de una fuente de luz, un cable de fibra óptica para transmitirla, un laparoscopia rígido de 10 mm y un sistema de adquisición de imagen, generalmente una cámara y su cabezal, es decir se requiere de un equipo completo de laparoscopia, lo que lo hace un equipo caro en nuestro medio, difícil de conseguir y de mantener, aunque el hospital cuente con uno de ellos, generalmente no está disponible para ejercicios, la manera de obtenerlos es solicitando el apoyo de una casa comercial, así hay que esperar turno y sólo está disponible por poco tiempo, sin embargo tiene la gran ventaja de que es el equipo más real, de hecho adiestra al alumno no sólo en la destreza que se defina, sino en el conocimiento directo del equipo mismo; existen laboratorios de destreza laparoscópica donde tiene un gran número de simuladores de este tipo.⁹⁻¹²

b) Caja con cámara de video comercial. Se trata de una caja de cualquier forma en la que se introduce el material que se requiere para realizar los ejercicios que se deseen, se ilumina por dentro o se deja la caja sin paredes, de modo que la iluminación exterior ayude; la imagen se adquiere con una cámara de video de cualquier formato (8 mm, VHS, etc.) que se adapta a la pared de la caja más próxima a nosotros.¹³ Es un equipo fácil de fabricar de manera casera, su costo es relativo, ya que la construcción de la caja puede ser muy barata, pero el costo mismo de la cámara puede variar, desde equipo de muy bajo costo hasta las cámaras punta de lanza en tecnología de grandes precios. Las desventajas de este equipo son: 1) no se pueden hacer fácilmente acercamientos, la cámara se encuentra fija y sólo los puede hacer con el zoom propio de la cámara pero requiere poderse manipular con facilidad, 2) al manipular el interior de la caja se activa y desactiva intermitentemente el foco de la cámara, ya que si se desactiva permanentemente, a la poca distancia del material a la que se trabaja, se pierde nitidez.

c) MISTELS. Se trata de un proyecto integral de la SAGES (Society of American Gastrointestinal Endoscopic Surgeons), quienes en conjunto con la Universidad McGill en Canadá han desarrollado un

sistema de evaluación y un equipo para ejercicios donde evaluar^{14,15} y que se integra en un programa llamado FLS (Fundamentals of Laparoscopic Surgery); en este caso nos limitaremos a la descripción física del equipo. Se trata de una caja de espuma rígida (unicel) construida de dos piezas, que al separarse, una constituye la base y otra la cubierta de una caja sin paredes, en su interior se puede introducir lo que se desee para practicar o usar los equipos recomendados por la misma SAGES (drenajes suaves tipo Penrose, gasa marcadas, etc.), a un lado tiene un foco de neón que ilumina su interior; la imagen se obtiene mediante un dispositivo CCD tipo "cuello de ganso", tiene la ventaja de que puede quedarse fijo en la posición en que se desee, pero la desventaja de poderse mover con facilidad o entrenando con el operador habitual de la cámara, se puede ver en www.flsprogram.org

d) Simulap[®]. Es una caja de figura anatómica y construida de fibra de vidrio, su interior es hueco y se puede introducir cualquier material para ejercicios, su interior se ilumina con 3 focos de neón de 4 watts y la imagen se adquiere con un sistema CCD a color de 420 líneas de resolución horizontal y se transmite vía un cable RCA a cualquier sistema de televisión o monitoreo: El dispositivo CCD está montado en el extremo anterior de un tubo de 30 cm de longitud que simula la lente del laparoscopia y que puede mantenerse estática o moverse como se mueve la lente en cirugía endoscópica, lo que permite entrenar al operador de la cámara (*Figura 1*). La imagen puede ser transmitida hacia dos monitores a la vez para que pueda ser usado en cursos y los ejercicios pueden grabarse en video o DVD. Es el único equipo comercial que se produce en nuestro país, se puede visitar su página web en www.tecnopue.com

e) Cajas con cámara web. Caja plástica con otro sistema de adquisición de imagen, dispositivo que se ha comercializado con el nombre LapTrainer[®] y consta de una caja con iluminación interna y que no tiene paredes laterales, anterior y posterior; la cámara web adquiere la imagen y, necesariamente, la transmite a una computadora; el costo de la cámara web es muy bajo, así como el de la caja plástica, su inconveniente es que requiere de una computadora para poder usarse, las de escritorio son difíciles de transportar y las personales portátiles son de costo más elevado,¹⁶ su página web es: <http://simulab.com/SimuVision.htm>

3) Simuladores con sistema de rastreo mecánico de instrumentos

Existen 2 sistemas de este tipo y ambos funcionan de una manera similar, ambos utilizan una caja cerrada y

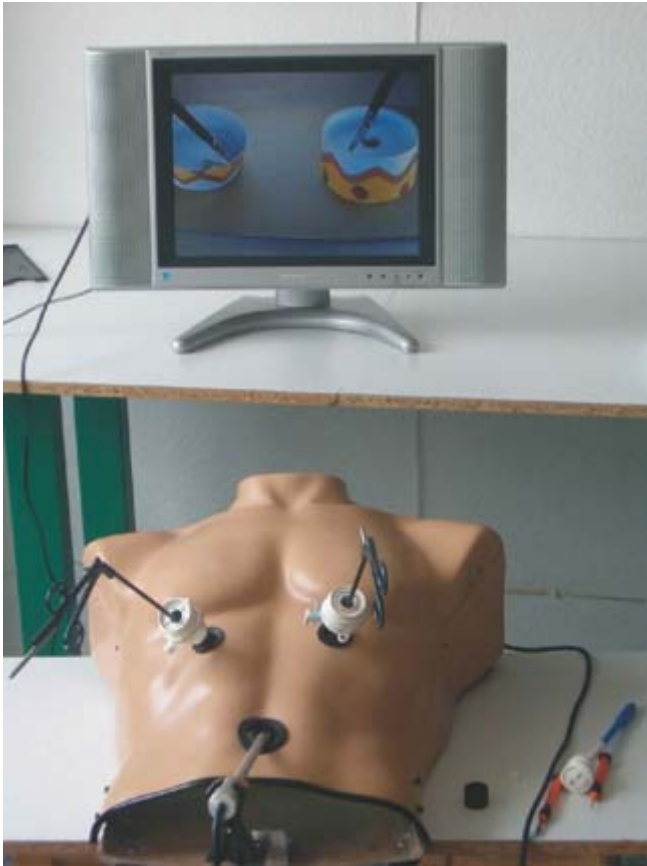


Figura 1. Equipo simulador Simulap®.

un sistema de laparoscopia estándar, ya que más que simuladores en sí, se utilizan para evaluar la economía de movimientos durante un ejercicio, se colocan sensores de movimiento dentro de la caja y los instrumentos tienen marcadores que son seguidos en el espacio por el sistema de rastreo, así se determinará si los movimientos de los instrumentos o la ruta seguida para la realización del ejercicio fueron los óptimos.

4) Simuladores de realidad virtual

Más que simuladores en el sentido físico, son programas de cómputo que reproducen una laparoscopia o la visión interna de ejercicios en una caja cerrada, desde el primer reporte en 1996,¹⁷ la calidad de las imágenes se ha incrementado considerablemente, tiene una gran definición y un gran realismo, sin embargo aún tienen inconvenientes; su mayor virtud es que tienen un sistema de evaluación integrado, muchos de ellos validados, la evaluación se queda en la memoria del sistema y se van agregando las nuevas sesiones de prácticas, así se

va actualizando la evaluación que incluso se presenta en forma gráfica. Algunos de ellos tienen un sistema tutorial en tiempo real, así se va instruyendo al sujeto paso a paso en el procedimiento; casi todos existen en dos versiones: básica y avanzada, en la primera se realizan sólo ejercicios similares a los que se practican en las cajas simuladoras y en el avanzado hay vistas de la anatomía intraperitoneal y se pueden desarrollar intervenciones quirúrgicas completas, aplicar clips, usar electrocauterio, realizar nudos, corte de tejidos, son acciones que se realizan con una gran calidad de visión, sin embargo no todos cuentan aún con transmisión háptica, lo que es un componente indispensable de la simulación realista.¹⁷ Aun así la tecnología sigue avanzando y los nuevos modelos son siempre más fieles y con mejores características técnicas, pero existe una mayor limitación, el costo aún es alto, varía entre 16,000 y 112,500 Euros¹⁷ y ello hace poco factible que podamos tenerlos disponibles en nuestro medio.

DISCUSIÓN

Siempre se ha considerado que un cirujano competente requiere poseer conocimiento, juicio clínico y destreza técnica excelente. El conocimiento tradicionalmente se adquiere a través de un programa de conferencias, lecturas sugeridas y enseñanza directa con el paciente. El juicio clínico se desarrolla en centros con experiencia en unidades de enseñanza clínica. La destreza quirúrgica básica se adquiere en el quirófano y se aprende observando a otros cirujanos en su trabajo y tratando de imitarlos. Debido a que la destreza técnica es una de las cosas más importantes que distingue a los cirujanos de los demás especialistas, es importante que su educación y evaluación se estudie en mayor profundidad.⁵

Se ha idealizado al quirófano como el lugar ideal para adquirir destreza técnica, pero ello es costoso¹⁸ y muchas veces los recursos limitados, aún más, la oportunidad de obtener habilidades específicas variará de acuerdo a la combinación de los casos clínicos. Un currículo de enseñanza técnica no puede depender de las oportunidades que se presenten en el quirófano.

Es por ello que en muchos centros se han desarrollado laboratorios de adquisición de destreza quirúrgica para enseñar y evaluar a los sujetos en entrenamiento; este es un entorno en el que la enseñanza se puede estructurar y realizar en el momento que más convenga al alumno.

El entrenamiento libre de presiones, en un ambiente cómodo y relajado son esenciales para el buen aprendizaje, además de poder realizar ejercicios de bajo costo, repetir cuantas veces sea necesario y que no se requiera de instalaciones especiales.¹⁹

La cirugía endoscópica, ha enfatizado la necesidad de centros de entrenamiento fuera del quirófano, cada vez existe una mayor necesidad de entrenar a los cirujanos, de manera que los procedimientos se realicen de una manera segura para los pacientes.⁵

Se ha demostrado la transferencia de la habilidad obtenida en los simuladores al quirófano. A pesar de que la colecistectomía laparoscópica se ha convertido en el estándar de oro en el tratamiento de la litiasis biliar sintomática, se ha enfatizado en la necesidad de tener programas de enseñanza estructurados para evaluar el desarrollo del aprendizaje antes de pasar a situaciones reales en el quirófano.²

Muchos creen que un curso corto de 1 ó 2 días, puede ser mejor que sólo observar para un cirujano ocupado, pero no provee entrenamiento adecuado para todos los cirujanos y la falta de entrenamiento formal puede contribuir a un incremento de las lesiones de la vía biliar principal durante la colecistectomía laparoscópica comparado con la abierta, complicaciones que disminuyen con la experiencia, lo que se ha dado por llamar "curva de aprendizaje"; la curva de las complicaciones tiene una pendiente muy similar a la pendiente que se obtiene al evaluar la mejoría técnica con la repetición de ejercicios en el simulador, lo que nos lleva a concluir que quien practica fuera del quirófano hasta aplanar su curva con ejercicios en simuladores, tendrá una disminución similar en la probabilidad de tener complicaciones transoperatorias.³ Además de que el mismo sentido común nos hace pensar que practicar es bueno, aprender las técnicas de nudos y suturas laparoscópicas consume gran cantidad de tiempo en el quirófano, por lo que practicar en el simulador lo suficiente para realizarlas con desenvoltura es esencial antes de operar.¹⁸ Los simuladores actuales son capaces de hacer disminuir la curva de aprendizaje, aunque el costo de laboratorios con simuladores virtuales (y aun con laparoscopios reales en cajas de entrenamiento en nuestro medio) hace imposible que cada centro de enseñanza tenga el suyo, tal vez se requiera de tener centros de entrenamiento regionales.²

De hecho hubo quien consideró un fiasco dichos cursos, ya que se aprendía la cirugía el domingo y se realizaba en el paciente el lunes. Se ha descrito que las sesiones interactivas que proveen la oportunidad para practicar son más efectivas que las sesiones didácticas. Las prácticas constantes disminuyen el tiempo quirúrgico (aunque no es la única variable a mejorar) pero ayudan a disminuir el tiempo de los cursos, sobre todo en lo referente a las prácticas en los animales vivos. Además de que existe una renuencia social, así como implicaciones sanitarias y éticas, para el uso indiscriminado de animales para ejercicios quirúrgicos.⁴

La grabación de las prácticas ayuda a que se hagan revisiones críticas con los instructores o a solas para obtener un mejor provecho de la enseñanza.³

Ya se ha demostrado que existe una mejoría en la colecistectomía laparoscópica después de practicar en cajas simuladoras.⁹ Un estudio prospectivo, aleatorizado y doble ciego mostró que novatos entrenados en un simulador a un nivel de desarrollo psicomotor bimanual semejante al de un cirujano con experiencia en laparoscopia, practican una colecistectomía laparoscópica 30% más rápido y con 5 veces menos errores intraoperatorios que los no entrenados.²⁰

Además, los simuladores contribuyen al cuidado de los pacientes dando la oportunidad de practicar la habilidad técnica y cognitiva de un procedimiento a un nivel de proficiencia antes de desarrollarlo en pacientes.²¹ También se considera que cualquier sujeto novato en entrenamiento requiere de 10 a 40 repeticiones para adquirir destreza en cada ejercicio en particular,²² esto enfatiza la necesidad de contar con laboratorios de simulación quirúrgica, aunque no existe actualmente ningún método único recomendado o universalmente aceptado para la simulación en laparoscopia.

La pregunta a contestar es: ¿este equipo o estrategia de entrenamiento, entrena o evalúa la destreza como se supone que lo debe hacer? Esto puede ser parcialmente contestado en el laboratorio de simulación, pero sólo puede contestarse concluyentemente en el quirófano.²³

La sociedad espera profesionales mejor entrenados y se requiere que su entrenamiento sea estructurado, eficiente, objetivo y uniforme, y que además tenga un beneficio en la relación costo-efecto.⁴

CONCLUSIONES

Es innegable la necesidad que existe de preparar técnicamente a los cirujanos en el desarrollo de destrezas y habilidades específicas, desgraciadamente el quirófano tiene inconvenientes que limitan su uso, además de ser muy caro.

La simulación quirúrgica, sobre todo en el área de la cirugía endoscópica, ha crecido de manera importante y ya se reconoce la necesidad de contar con laboratorios en todos los centros en que se realice adiestramiento en cirugía endoscópica, para practicar tareas específicas y desarrollar la destreza necesaria para disminuir la curva de aprendizaje y con ello la tasa de complicaciones intraoperatorias.

El tipo de simulador que se tenga dependerá de las necesidades específicas de cada centro, todos tienen ventajas y desventajas, el cuidadoso análisis de sus características, así como la capacidad económica y humana del centro de entrenamiento, determinará cuál de ellos debemos tener.

REFERENCIAS

1. Munz Y, Kumar BD, Moorthy K, Bann S, Darzi A. Laparoscopic virtual reality and box trainers: is one superior to the other? *Surg Endosc* 2004; 18(3): 485-494.
2. Aggarwal R, Moorthy K, Darzi A. Laparoscopic skills training and assessment. *Br J Surg* 2004; 91(12): 1549-1558.
3. Rogers DA, Elstein AS, Bordage G. Improving continuing medical education for surgical techniques: applying the lessons learned in the first decade of minimal access surgery. *Ann Surg* 2001; 233(2): 159-166.
4. Champion HR, Gallagher AG. Surgical simulation - a 'good idea whose time has come'. *Br J Surg* 2003; 90(7): 767-768.
5. Fried GM. Simulators for laparoscopic surgery: a coming of age. *Asian J Surg* 2004; 27(1): 1-3.
6. 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): 50-54.
7. Keyser EJ, Derossis AM, Antoniuk M, Sigman HH, Fried GM. A simplified simulator for the training and evaluation of laparoscopic skills. *Surg Endosc* 2000; 14(2): 149-153.
8. Youngblood PL, Srivastava S, Curet M, Heinrichs WL, Dev P, Wren SM. Comparison of training on two laparoscopic simulators and assessment of skills transfer to surgical performance. *J Am Coll Surg* 2005; 200(4): 546-551.
9. Scott DJ, Bergen PC, Rege RV, Laycock R, Tesfay ST, Valentine RJ et al. Laparoscopic training on bench models: better and more cost effective than operating room experience? *J Am Coll Surg* 2000; 191(3): 272-283.
10. Korndorffer JR, Jr., Scott DJ, Sierra R, Brunner WC, Dunne JB, Slakey DP et al. Developing and testing competency levels for laparoscopic skills training. *Arch Surg* 2005; 140(1): 80-84.
11. Korndorffer JR, Jr., Hayes DJ, Dunne JB, Sierra R, Touchard CL, Markert RJ et al. Development and transferability of a cost-effective laparoscopic camera navigation simulator. *Surg Endosc* 2005; 19(2): 161-167.
12. Brunner WC, Korndorffer JR, Jr., Sierra R, Massarweh NN, Dunne JB, Yau CL et al. Laparoscopic virtual reality training: are 30 repetitions enough? *J Surg Res* 2004; 122(2): 150-156.
13. Sereno-Trabaldo S, Fregoso-Ambriz JM, Gaxiola-Robles R, Zermeno-Hernandez J, Garcia-Inguez JA, Gonzalez-Ojeda A. Measurement of the development of psychomotor abilities in surgical endoscopy training with the use of a simulator and biological pieces. *Cir Cir* 2005; 73(2): 113-119.
14. Fraser SA, Klassen DR, Feldman LS, Ghitulescu GA, Stanbridge D, Fried GM. Evaluating laparoscopic skills: setting the pass/fail score for the MISTELS system. *Surg Endosc* 2003; 17(6): 964-967.
15. Fried GM, Feldman LS, Vassiliou MC, Fraser SA, Stanbridge D, Ghitulescu G et al. Proving the value of simulation in laparoscopic surgery. *Ann Surg* 2004; 240(3): 518-525.
16. Chung SY, Landsittel D, Chon CH, Ng CS, Fuchs GJ. Laparoscopic skills training using a webcam trainer. *J Urol* 2005; 173(1): 180-183.
17. Schijven M, Jakimowicz J. Virtual reality surgical laparoscopic simulators. *Surg endosc* 2003; 17(12): 1943-1950.
18. Villegas L, Schneider BE, Callery MP, Jones DB. Laparoscopic skills training. *Surg Endosc* 2003; 17(12): 1879-1888.
19. Adrales GL, Chu UB, Witzke DB, Donnelly MB, Hoskins D, Mastrangelo MJ, Jr. et al. Evaluating minimally invasive surgery training using low-cost mechanical simulations. *Surg Endosc* 2003; 17(4): 580-585.
20. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK et al. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *Ann Surg* 2002; 236(4): 458-463.
21. Satava RM, Gallagher AG, Pellegrini CA. Surgical competence and surgical proficiency: definitions, taxonomy, and metrics. *J Am Coll Surg* 2003; 196(6): 933-937.
22. Feldman LS, Sherman V, Fried GM. Using simulators to assess laparoscopic competence: ready for widespread use? *Surgery* 2004; 135(1): 28-42.
23. Gallagher AG, Ritter EM, Satava RM. Fundamental principles of validation, and reliability: rigorous science for the assessment of surgical education and training. *Surg endosc* 2003; 17(10): 1525-1529.

Correspondencia:

Dr. Jaime M. Justo Janeiro

Reforma Sur 3101, Colonia La Paz

Puebla, Puebla, México 72160

Tel. (222) 266-80-10

Fax (222) 266-80-10

Correo electrónico: jjustoj@puebla.megared.net.mx

