



Sistemas de evaluación de destreza en cirugía endoscópica

Jaime M Justo Janeiro*

Resumen

Introducción: El entrenamiento en cirugía requiere de una evaluación objetiva válida y confiable. Para cirugía endoscópica se han desarrollado sistemas que ayudan a evaluar la destreza que se adquiere con la práctica, así como la proeficiencia y la competencia de cirujanos y sujetos en entrenamiento.

Objetivo: Realizar una revisión sistemática de la literatura, recopilando los artículos que contengan sistemas de evaluación de destreza en cirugía endoscópica, su análisis y sus métodos de validación y consistencia.

Método: Búsqueda en Medline de 1991 a diciembre de 2005 y análisis de los artículos aleatorizados y controlados.

Resultados: 1,117 resultados se obtuvieron, de ellos se recopilaron 89 disponibles y 58 cumplieron con los criterios de inclusión; 52 se usaron para la revisión. Incluyen a 18 diferentes sistemas de evaluación que se describen.

Conclusiones: Los sistemas de evaluación de destreza en cirugía endoscópica son una herramienta necesaria durante el entrenamiento y en la práctica clínica.

Palabras clave: Evaluación, enseñanza, laparoscopia, técnicas.

Abstract

Introduction: Surgical training require from an objective, validity and reliability assessment. In endoscopic surgery systems has been developed to help the assessment the skill acquired with practice, so the proficiency and competency of surgeons and trainees.

Objective: Systematic review of the literature, taking the articles which contents skill assessment systems for endoscopic surgery, their analysis and their validity and reliability methods.

Method: Medline search from 1991 to 2005 and analysis of the controlled and randomized trials.

Results: 1,117 articles was obtained, 89 were available and 58 meet the inclusion criteria, 52 were used for the review. They include 18 different assessment systems and they are described.

Conclusions: Skill assessment systems for endoscopic surgery are a necessary tool in training and in the clinical practice.

Key words: Evaluation, technic, teacher methods, laparoscopy.

INTRODUCCIÓN

Desde que se inició la cirugía endoscópica (inicialmente laparoscópica) como un procedimiento ampliamente difundido en todo el mundo, se identificaron situaciones propias de la técnica que requerían un nuevo entrenamiento dirigido a adquirir habilidades específicas.¹

Para resolverlo se diseñaron cursos teóricos que son útiles para adquirir conocimiento en los equipos y técnicas en cirugía endoscópica, pero que no ayudan a adquirir habilidades específicas;² entonces se les agregaron prácticas en cajones simuladores que contenían objetos inanimados sintéticos o biológicos en su interior, prácticas en animales vivos e incluso en cadáveres humanos o no humanos.

Se tuvieron que enfrentar varios problemas: la poca disponibilidad y alto costo de los equipos de laparoscopia para realizar prácticas, el difícil manejo de animales vivos o la poca disponibilidad de cadáveres humanos, la falta de un lugar especialmente diseñado para prácticas y el manejo de animales vivos, entre otros.

Aunado a ello se requirió demostrar la eficacia de los ejercicios diseñados para los cursos, por lo que se elaboraron diferentes sistemas que ayudan a evaluar objetivamente el desempeño de los alumnos. Algunos de ellos han sido validados por centros de experiencia comprobada en el adiestramiento en cirugía endoscópica, definiendo a la validez como la propiedad de ser cierto, correcto y en conformidad con la realidad,³ refiriéndose a sistemas de evaluación es que se mida lo que se supone debe medir.

Se han usado simuladores para su elaboración y validación, ya que se ha demostrado que contribuyen al cuidado de los pacientes proveyendo la oportunidad de practicar las destrezas cognitivas y técnicas de un procedimiento a un

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

nivel de proeficiencia antes de realizarlo en pacientes,⁴ definiendo a la proeficiencia como «el avance en la adquisición de cualquier arte, ciencia o conocimiento; progresión en el conocimiento; mejoría».

Sin embargo, la pregunta importante en este momento es: ¿el equipo o la estrategia de entrenamiento, adiestra o evalúa las destrezas que se suponen? Aunque esta pregunta puede ser parcialmente respondida en el laboratorio de prácticas, sólo debe contestarse de manera concluyente en el quirófano,³ pero existen estudios iniciales que han demostrado que las habilidades adquiridas en simuladores son transferidas a operaciones reales,² aunque desarrolladas en cerdos vivos anestesiados.⁵

Otro concepto utilizado ampliamente es el de «competencia», definido como: «el estado o calidad de estar adecuadamente o bien calificado; habilidad... Un rango específico de destreza o conocimiento o habilidad... La calidad o condición de estar legalmente calificado para realizar un acto».⁶ Existen además una serie de definiciones de otros conceptos relacionados, descripción de ejercicios y niveles de entrenamiento que están en proceso de ser avalados por consensos internacionales.⁷ A medida que se refieran en el texto haremos hincapié en ellos.

Un problema identificado desde el inicio de la cirugía laparoscópica fue la curva de aprendizaje, es decir, la velocidad a la que se adquiere la destreza necesaria para realizar con seguridad un procedimiento laparoscópico. La curva es inicialmente pronunciada (por ejemplo disminuyendo el tiempo necesario para realizar una tarea) y llega a un punto en el que la disminución es menor hasta llegar a una meseta donde no hay, ni puede haber, mejoría;⁸ esto llevó a una observación interesante, la curva del tiempo en los ejercicios de adquisición de destreza es muy similar a la curva de disminución de las complicaciones en cirugías en humanos, lo que nos lleva a concluir que se requiere de un entrenamiento estructurado en laparoscopia, idealmente antes de llegar al quirófano;⁹ es ahí donde los equipos simuladores juegan un papel importante.

Existe una implicación económica relevante, ya que el costo de entrenamiento en los Estados Unidos de un residente en el quirófano, es de \$48,000.00 dólares americanos (53 millones anualmente), pero este costo puede reducirse dramáticamente si se lleva a los residentes al laboratorio de entrenamiento hasta que adquieran la destreza necesaria para practicar en el quirófano.¹⁰

El objetivo del trabajo es compilar artículos indexados que contengan sistemas de evaluación de la adquisición de destreza en cirugía endoscópica, su análisis y sus métodos de validación y consistencia.

MÉTODO

Se realizó una búsqueda en la base de datos Medline con las siguientes palabras clave: laparoscopic skills (destrezas la-

paroscópicas), skills assessment (evaluación de destrezas), laparoscopic training (entrenamiento en laparoscopia) y laparoscopic simulators (simuladores laparoscópicos).

Debido a que la cirugía endoscópica (laparoscópica inicialmente) se difundió ampliamente a partir de 1991, se limitó a partir de ese año la búsqueda, ya que todos los artículos referentes al tema han sido publicados después de esa fecha.

Los artículos obtenidos fueron analizados individualmente y se buscaron los siguientes criterios de inclusión: Estudios controlados y randomizados, uso de un método estadístico adecuado, rigor metodológico y calidad científica, aplicación de resultados e impacto económico y definición de otros problemas.^{11,12}

Ya que algunos sistemas de evaluación son realizados por centros que publican frecuentemente sus diferentes avances o resultados en la validación de sus instrumentos, se agruparon de acuerdo al centro de entrenamiento en donde se generó la publicación, de tal manera que sus criterios de inclusión fueran similares y sus sistemas de medición homogéneos.

RESULTADOS

Se obtuvo un total de 1,117 artículos que contenían las palabras clave, se leyó el resumen y los que coincidieron con los criterios de inclusión se buscaron en los centros de información disponibles. El total recopilado fue de 89 y, de ellos, 58 describen un estudio controlado y randomizado, sistema de evaluación o alguna forma de validación; 52 fueron incluidos en la revisión; el mayor número se publicó en el 2005 (37.9%) (Figura 1). Se han reunido en 23 grupos de trabajo, por lo que la descripción y el análisis comprende a ellos (Cuadro 1).

Aunque está aceptado que, en la actualidad, no hay ningún modelo simple universalmente recomendado para evaluar la simulación en laparoscopia,⁶ se identificaron en la literatura recopilada los siguientes sistemas:

1. Evaluación subjetiva por observador
 - a) In Training Evaluation Reports (ITER)
 - b) Observación directa y calificación en escala Likert

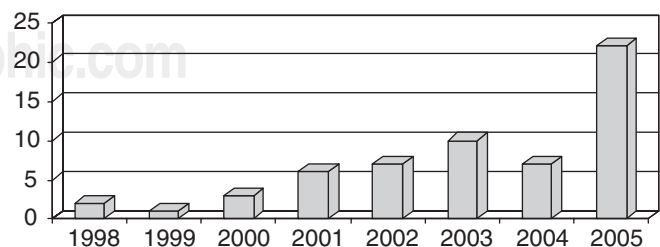


Figura 1. Número de artículos por año de publicación.

Cuadro 1. Centros de investigación y artículos publicados.

Centro	Ciudad	País	Núm.	%
Universidad McGill	Montreal	Canadá	9	15
Colegio Imperial	Londres	Inglaterra	8	14
Universidad Emory	Atlanta	Estados Unidos	7	13
Universidad Tulane	Nueva Orleans	Estados Unidos	7	13
Hospital Catharina	Endhoven	Holanda	4	7
Universidad Aarhus	–	Dinamarca	3	5
Universidad de Texas	Dallas	Estados Unidos	3	5
Universidad de Yale	New Haven	Estados Unidos	2	3
15 centros con un artículo cada uno			15	25
Total			58	100

- c) Observación en video por uno o varios expertos y calificación directa¹³
2. Evaluación objetiva por el observador
 - a) Cuantificación de tiempo y errores (diferentes métodos de calificación)
 - b) Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS)
 - c) Rosser
 - d) McGill Inanimate System for Training and Evaluation of Laparoscopic Skills (MISTELS)
 - e) Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills (GOALS).
 - f) American Board of Surgery In Training Examination (ABSITE)¹⁴
 - g) Objective Structured Clinical Examination (OSCE) y su derivación: Multiple Objective Measures of Surgery (MOMS)^{15,16}
 - h) Objective Component Rating Scale (OCRS)¹⁷
3. Sistemas de rastreo mecánico de movimiento
 - a) Imperial College Surgical Assessment Device (ICSAD)¹⁸
 - b) Advanced Dundee Endoscopic Psychomotor Tester (ADEPT)
4. Software de realidad virtual
 - a) Lapsim[®] (Surgical Science, Gothenberg, Suecia)^{13,18,19}
 - b) MIST-VR[®] (Mentice, San Diego, California, EUA)^{5,20-24}
 - c) Xitact LS500[®] (Xitact, Morges, Suiza)^{25,26}
 - d) ProMis[®] (Háptica, Dublín, Irlanda)²⁷
 - e) LapMentor[®] (Simbionix, Cleveland, Ohio, EUA).

Debido a la naturaleza propia de los sistemas de realidad virtual, así como de los sistemas de rastreo mecánico de movimiento, el análisis de su sistema de evaluación está más allá del objetivo de esta revisión, por lo que sólo nos limitamos a mencionarlos y a referir los estudios en los que se han utilizado.

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE EVALUACIÓN

1. Evaluación subjetiva por observador.

1.1 Escala Likert.

Usada principalmente por el grupo de trabajo de Londres, consta de tres categorías principales (síntesis, cirugía y análisis), que a su vez se dividen en 12 temas (explicación de la cirugía, objetivos, guías de entrenamiento, asistencia, tiempo, errores, campo quirúrgico, sistema de supervisión, explicación de la técnica quirúrgica, retroalimentación y metas finales). Construida por consenso de expertos, discusión con entrenadores y entrenados y búsqueda en la literatura, fue evaluada en un estudio piloto de fiabilidad, practicabilidad y aplicabilidad en 42 procedimientos quirúrgicos (26 abiertos y 16 laparoscópicos) en 14 residentes. Hubo 10 evaluadores y dio como resultado un coeficiente K de 0.77 ($p < 0.05$).²⁸ Tiene el gran problema de requerir al observador en el evento quirúrgico, aunque se ha sugerido grabar los procedimientos en video y después evaluarlos; sin embargo, las respuestas a preguntas directas debe hacerse en tiempo real.

El grupo de la Universidad de Emory desarrolló una escala de 5 puntos para evaluar 3 categorías en 4 características de desarrollo (tiempo y movimiento, manejo de instrumentos, flujo del ejercicio y desempeño global), se probó en 22 residentes que se dividieron en 2 grupos, entrenados y no entrenados,²⁹ la proporción de la eficiencia se calculó como: $[1-(errores \times 0.1)]/\text{tiempo del ejercicio}$; el factor se multiplica por 100.

También en la Universidad de Texas se ha usado un sistema similar³⁰ con un enfoque específico hacia la relación costo-beneficio o hacia niveles de competencia.³¹

2. Evaluación objetiva por observador.

2.1 Cuantificación de tiempo y errores.

Es el método más usado, ha demostrado ser fácil de utilizar y ha sido validado en varios estudios³² usando diferentes equipos simuladores. Su problema es que es poco específico si se

diseña para tareas complejas como la realización de un nudo intracorpóreo; sin embargo es útil para evaluar desempeño global.

2.2 OSATS (Objective Structured Assessment of Technical Skills).

Desarrollado por la Universidad de Toronto es una combinación de una lista de control y una escala global de calificación que juzga el desempeño del residente en una cirugía y ha sido capaz de discriminar entre diferentes niveles de entrenamiento, tiene consistencia interna con $r = 0.78$ para la lista de control y $r = 0.85$ para la escala global. Puede ser usado en evaluaciones con simuladores y en el quirófano.³⁰

2.3 GOALS (Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills).

El grupo de la Universidad de McGill (Montreal) lo desarrolló como una alternativa laparoscópica a OSATS;³³ se basó en una escala global de calificación presentada por Reznick para cirugía abierta; evalúa percepción de profundidad, destreza bimanual, eficiencia, manejo de tejidos, autonomía, repaso del ejercicio específico; la calificación se otorga en una escala visual análoga; se probó en 21 sujetos durante una colecistectomía laparoscópica electiva evaluada por 9 observadores.

Probaron su consistencia interna, α de Cronbach de 0.91 a 0.93; el coeficiente de correlación intraclase (CCI) fue de 0.82 (IC_{95%} 0.67 – 0.92); validez de constructo, ya que diferenció entre novatos, intermedios y expertos; las pruebas t y la U de Mann-Whitney fueron significativas (p entre 0.2 y 0.0006).

2.3 Rosser.

Diseñado por el Dr. Rosser, consta de 3 ejercicios de transferencia de objetos realizados en una caja con un laparoscopio y un ejercicio de sutura intracorpórea; no cuenta con un sistema de evaluación específico, pero proporciona validez de constructo, ya que hace que quien practique los ejercicios mejore hacia otros cada vez más complejos.³⁴

2.4 MISTELS (McGill Inanimate System for Training and Evaluation of Laparoscopic Skills).

Consiste en un sistema de 7 ejercicios realizados en una caja con un laparoscopio, que se derivaron de observaciones hechas a cintas de video con grabaciones de cirugías laparoscópicas básicas y avanzadas; las observaciones las hicieron un panel de expertos^{1,35} y fue capaz de diferenciar entre cirujanos expertos y avanzados ($r = 0.72$); inclusive fue superior a la evaluación subjetiva realizada por el ITER³⁶ (In Training Evaluation Reports) ($r = 0.51$, $p < 0.01$). La calificación global se logra con exactitud en el desarrollo del ejercicio, tiempo y penalizaciones por errores. Ha sido validado con más de 250 sujetos en 20 instituciones de 5 países diferentes; demostró validez de constructo, interna, externa, predictiva y concurrente.³⁷

Actualmente ya se ha integrado a un sistema con un curso y exámenes de conocimientos generales, así como

evaluación de la adquisición de destreza, adoptado por la Sociedad Americana de Cirujanos Endoscopistas Gastrointestinales (SAGES), llamado Fundamentals in Laparoscopic Surgery (FLS),^{9,38,39} que otorga créditos para educación médica continua.

2.5 También del grupo de Londres se ha descrito la evaluación a base de identificación de errores durante una colecistectomía laparoscópica simulada;⁴⁰ el entrenamiento muestra ser efectivo cuando se disminuye el número de errores por procedimiento. Se calculó la probabilidad de error de cada ejercicio como: (número de errores representados) / (número de pasos utilizados para terminar el ejercicio) x 100; también la probabilidad de error del instrumento, calculada: (número de errores observados) / (número de pasos del instrumento) x 100.

2.6 El grupo de la Universidad de Tulane, desarrolló un sistema de evaluación de la realización de nudos en laparoscopia que fue validado en un estudio en 17 residentes,⁴¹ supone que el sistema MISTELS no ha probado su utilidad en suturas y menos transportados al quirófano. La calificación se obtiene mediante la siguiente fórmula: $600 - \text{tiempo en seg} - (\text{castigos} \times 10)$, el resultado de los entrenados se probó contra la calificación obtenida por el experto.

También desarrollaron un sistema de evaluación de navegación laparoscópica probado posteriormente en un modelo porcino de fondoplegadura gástrica (Nissen),⁴² donde se midió la habilidad para seguir y mantener en la imagen un blanco determinado durante 5 seg, usando un endoscopio de 30 grados.

En conjunto con la Universidad de Texas desarrollaron la validación de constructo del sistema de evaluación basado en el tiempo, mediante un estudio multicéntrico⁴³ comparando residentes de diferentes años y comparándolos de acuerdo a su experiencia y desempeño. Usaron la prueba de ANOVA para la comparación que fue significativa ($p < 0.01$) en todos los grupos.

2.7 El único estudio realizado en nuestro país usa un sistema propio de evaluación de los ejercicios que se basa en la asignación de puntos por la realización correcta de cada uno de ellos, sumando por cada repetición o paso del mismo.⁴⁴

2.8 OCRS (Objective Component Rating Scale).

Su objetivo es la evaluación de grabaciones en video de la realización de una fondoplegadura gástrica en un cerdo vivo anestesiado¹⁷ y se mide la selección de instrumentos, planos de disección, colocación de puntos de sutura y evaluación final de la plegadura. Los observadores expertos usaron el video hacia atrás o adelante a su discreción; se usó el coeficiente de correlación intraclase para determinar la fiabilidad interobservador que fue de 0.94 aunque no se mencionan los límites de confianza.

2.9 Evaluación objetiva por observadores expertos en videos de colecistectomía laparoscópica.

Eubanks y cols.⁴⁵ desarrollaron un sistema de calificación que incluye cada paso importante que se realiza durante el procedimiento quirúrgico, asignándole puntos a cada paso que se multiplica por un factor si se termina correctamente, se obtiene un puntaje crudo del que se restan los errores cometidos que se encuentran en otro listado. La correlación entre observadores fue de 0.76 a 0.99 ($p < 0.05$) para los puntos crudos y de 0.74 a 0.96 ($p < 0.05$) y la validez de constructo se demostró con la correlación del puntaje y los años de experiencia ($r = 50$, $p = 0.57$).

3. Sistemas de rastreo mecánico de movimiento

3.1 ICSAD (Imperial College Surgical Assessment Device).

No es un sistema evaluador de destreza en laparoscopia por sí mismo, es un sistema de rastreo de los instrumentos al realizar los ejercicios que se desarrollan en una caja con un laparoscopio; los datos son analizados por un software especialmente diseñado para ello y se trata de evaluar la economía de movimientos, es decir, mide velocidad y la ejecución de movimientos inútiles; es capaz de discernir entre los mejores movimientos de la mano dominante y los movimientos menos «económicos» de la mano no dominante. Este equipo se acopla a las manos del cirujano, por lo que sólo es útil al usarse en simuladores; sin embargo, correlacionó muy bien al ser comparado con la calificación obtenida con sistemas que miden listas de control.^{2,46-48}

3.2 ADEPT (Advanced Dundee Endoscopic Psychomotor Tester).

En este equipo las pinzas están equipadas con sensores que miden las desviaciones angulares y pueden medir errores como el contacto excesivo (entre ellas y con los tejidos); las mediciones son hechas con un software específico; se usa con una caja con laparoscopio; su fiabilidad ha sido probada⁴⁹ ya que correlacionó con prueba – reprobación con 0.6 para tasa de éxito, 0.64 para el tiempo y 0.61 para los errores.

4. Software de realidad virtual.

Son equipos complejos que tienen integrado un software que emula virtualmente, con gran fidelidad y alta resolución, un entorno, que puede ir desde los ejercicios básicos como los diseñados para cajas con laparoscopio, como movimiento de instrumentos, transferencia de objetos, navegación del endoscopio y manipulación de órganos intraabdominales, sin transmisión háptica, hasta la emulación de intervenciones quirúrgicas con aplicación de clips, corte de estructuras, uso de electrocoagulación y aplicación de nudos y suturas. Algunos equipos ya cuentan con un sistema que integra la transmisión háptica.

El mismo programa de cómputo lleva un sistema de evaluación del desempeño del ejercicio que incluye tiempo,

errores, economía de movimientos, uso inadecuado de equipo⁵⁰⁻⁵² (por ejemplo electrocoagulación), almacena los datos en su memoria para ser analizados y lleva un registro de cada usuario, elabora gráficos del desempeño conforme se avanza a los ejercicios más complejos y lleva una bitácora de la agenda de prácticas.²¹

Existen por lo menos 5 equipos comerciales, todos ellos similares en su sistema de evaluación.

ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE EVALUACIÓN

El sistema de evaluación ideal debe tener los siguientes componentes: fácil de usar, fácil de interpretar, ser exacto y tener validez y fiabilidad; de los sistemas descritos, exceptuando a los sistemas de rastreo mecánico y los equipos con software de realidad virtual, los sistemas de medición objetiva por expertos son los más utilizados y confiables, sin embargo pocos contienen los componentes mencionados. Probablemente los únicos sistemas que incluyen suficiente evidencia son Goals, Mistels y Ocrs. De ellos tres, el más fácil de utilizar es Mistels; las evaluaciones de videos hechas por observadores expertos tienen el gran inconveniente del tiempo requerido para realizarse, lo que se traduce en un costo importante, además de no poderse realizar como un procedimiento rutinario y constante.

Rogers y cols.⁸ refiriéndose al trabajo de Fitts y Posner sobre la adquisición de destreza motora describe un modelo de tres fases: la primera fase es eminentemente cognitiva, el sujeto entiende la tarea a desarrollar asistido por un instructor que la enseña y la demuestra; la segunda fase es de asociación, donde el sujeto practica la tarea y elimina errores en su desarrollo; en ella el instructor retroalimenta al sujeto, identificando errores y explicando la mejor manera de corregirlos; finalmente en la tercera fase el sujeto entra en el proceso autónomo de aprendizaje, donde desarrolla la tarea de una manera automática con poco contenido cognitivo.

Por ello, los ejercicios diseñados para obtener destreza deben seguir un diseño estructurado, con apoyo didáctico y técnico durante el curso, de manera que el objetivo se cumpla fielmente. El papel de los sistemas de evaluación será determinar si se está cumpliendo con lo planeado y el desempeño mejora, disminuyendo tiempos y errores, realizando cada vez ejercicios más complejos.

CONCLUSIONES

A pesar de que los actuales sistemas de evaluación de la destreza (por lo menos dirigida a la cirugía endoscópica), aún están en fase de validación, su necesidad es innegable, así como también su utilidad. Son necesarios para: 1) Pro-

bar la eficacia de los equipos que se utilizan en el laboratorio de prácticas, 2) medir y seguir en el tiempo el desempeño necesario para lograr un nivel adecuado de habilidad que disminuya eficientemente la curva de aprendizaje, lo que brindará más seguridad a los pacientes en el quirófano, 3) certificar el nivel de destreza de los cirujanos, encaminado a otorgar privilegios para realizar procedimientos específicos.

Un punto importante que los sistemas de evaluación en cirugía endoscópica tendrán que cubrir es revisar la utilidad y eficacia de los cursos cortos que se encuentran todos los días en centros de adiestramiento y congresos, determinando si se deben seguir realizando; deben supervisarse bajo la mira de instituciones públicas o privadas que serán las responsables de proponer cambios o mejoras en su currículo, sobre todo en lo que se refiere al tiempo dedicado a las prácticas.

REFERENCIAS

1. Derossis AM, Bothwell J, Sigman HH, Fried GM. The effect of practice on performance in a laparoscopic simulator. *Surg Endosc* 1998; 12(9): 1117-1120.
2. Aggarwal R, Moorthy K, Darzi A. Laparoscopic skills training and assessment. *Br J Surg* 2004; 91(12): 1549-1558.
3. 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.
4. Satava RM, Gallagher AG, Pellegrini CA. Surgical competence and surgical proficiency: definitions, taxonomy, and metrics. *J Am Coll Surg* 2003; 196(6): 933-937.
5. Grantcharov TP, Kristiansen VB, Bendix J, Bardram L, Rosenberg J, Funch-Jensen P. Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Br J Surg* 2004; 91(2): 146-150.
6. Feldman LS, Sherman V, Fried GM. Using simulators to assess laparoscopic competence: ready for widespread use? *Surgery* 2004; 135(1): 28-42.
7. Satava RM, Cuschieri A, Hamdorf J. Metrics for objective assessment. *Surg Endosc* 2003; 17(2): 220-226.
8. 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.
9. Peters JH, Fried GM, Swanstrom LL, Soper NJ, Sillin LF, Schirmer B et al. Development and validation of a comprehensive program of education and assessment of the basic fundamentals of laparoscopic surgery. *Surgery* 2004; 135(1): 21-27.
10. Villegas L, Schneider BE, Callery MP, Jones DB. Laparoscopic skills training. *Surg Endosc* 2003; 17(12): 1879-1888.
11. Bhandari M, Devereaux PJ, Montori V, Cina C, Tandan V, Guyatt GH. Users' guide to the surgical literature: how to use a systematic literature review and meta-analysis. *Can J Surg* 2004; 47(1): 60-67.
12. Sacks HS, Berrier J, Reitman D, Ancona-Berk VA, Chalmers TC. Meta-analyses of randomized controlled trials. *N Engl J Med* 1987; 316(8): 450-455.
13. 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.
14. 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.
15. Bann S, Davis IM, Moorthy K, Munz Y, Hernandez J, Khan M et al. The reliability of multiple objective measures of surgery and the role of human performance. *Am J Surg* 2005; 189(6): 747-752.
16. Gordon JA, Oriol NE, Cooper JB. Bringing good teaching cases «to life»: a simulator-based medical education service. *Acad Med* 2004; 79(1): 23-27.
17. Dath D, Regehr G, Birch D, Schlachta C, Poulin E, Mamazza J et al. Toward reliable operative assessment: the reliability and feasibility of videotaped assessment of laparoscopic technical skills. *Surg Endosc* 2004; 18(12): 1800-1804.
18. 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.
19. Hylander A, Liljegren E, Rhodin PH, Lonroth H. The transfer of basic skills learned in a laparoscopic simulator to the operating room. *Surg Endosc* 2002; 16(9): 1324-1328.
20. Uchal M, Raftopoulos Y, Tjugum J, Bergamaschi R. Validation of a six-task simulation model in minimally invasive surgery. *Surg Endosc* 2005; 19(1): 109-116.
21. Brunner WC, Korndorffer JR Jr, Sierra R, Dunne JB, Yau CL, Corsetti RL et al. Determining standards for laparoscopic proficiency using virtual reality. *Am Surg* 2005; 71(1): 29-35.
22. 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.
23. Lehmann KS, Ritz JP, Maass H, Cakmak HK, Kuehnappel UG, Germer CT et al. A prospective randomized study to test the transfer of basic psychomotor skills from virtual reality to physical reality in a comparable training setting. *Ann Surg* 2005; 241(3): 442-449.
24. 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.
25. Schijven M, Klaassen R, Jakimowicz J, Terpstra OT. The intercollegiate Basic Surgical Skills Course. *Surg Endosc* 2003; 17(12): 1978-1984.
26. Schijven MP, Jakimowicz JJ, Broeders IA, Tseng LN. The Eindhoven laparoscopic cholecystectomy training course—improving operating room performance using virtual reality training: results from the first EAES accredited virtual reality trainings curriculum. *Surg Endosc* 2005; 19(9): 1220-1226.

27. Van Sickle KR, Iii DA, Gallagher AG, Smith CD. Construct validation of the ProMIS simulator using a novel laparoscopic suturing task. *Surg Endosc* 2005.
28. Sarker SK, Vincent C, Darzi AW. Assessing the teaching of technical skills. *Am J Surg* 2005; 189(4): 416-418.
29. 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.
30. 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.
31. 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.
32. 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.
33. Vassiliou MC, Feldman LS, Andrew CG, Bergman S, Leffondre K, Stanbridge D et al. A global assessment tool for evaluation of intraoperative laparoscopic skills. *Am J Surg* 2005; 190(1): 107-113.
34. Pearson AM, Gallagher AG, Rosser JC, Satava RM. Evaluation of structured and quantitative training methods for teaching intracorporeal knot tying. *Surg Endosc* 2002; 16(1): 130-137.
35. 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; 175(6):482-487.
36. Feldman LS, Hagarty SE, Ghitulescu G, Stanbridge D, Fried GM. Relationship between objective assessment of technical skills and subjective in-training evaluations in surgical residents. *J Am Coll Surg* 2004; 198(1): 105-110.
37. 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.
38. Avgerinos DV, Goodell KH, Waxberg S, Cao CG, Schwaitzberg SD. Comparison of the sensitivity of physical and virtual laparoscopic surgical training simulators to the user's level of experience. *Surg Endosc* 2005; 19(9): 1211-1215.
39. Swanstrom LL, Fried GM, Hoffman KI, Soper NJ. Beta test results of a new system assessing competence in laparoscopic surgery. *J Am Coll Surg* 2006; 202(1): 62-69.
40. Tang B, Hanna GB, Cuschieri A. Analysis of errors enacted by surgical trainees during skills training courses. *Surgery* 2005; 138(1): 14-20.
41. Korndorffer JR Jr, Dunne JB, Sierra R, Stefanidis D, Touchard CL, Scott DJ. Simulator training for laparoscopic suturing using performance goals translates to the operating room. *J Am Coll Surg* 2005; 201(1): 23-29.
42. 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.
43. Korndorffer JR Jr, Clayton JL, Tesfay ST, Brunner WC, Sierra R, Dunne JB et al. Multicenter construct validity for southwestern laparoscopic videotrainer stations. *J Surg Res* 2005; 128(1): 114-119.
44. Sereno-Trabaldo S, Fregoso-Ambriz JM, Gaxiola-Robles R, Zermeno-Hernandez J, Garcia-Iniguez 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.
45. Eubanks TR, Clements RH, Pohl D, Williams N, Schaad DC, Horgan S et al. An objective scoring system for laparoscopic cholecystectomy. *J Am Coll Surg* 1999; 189(6): 566-574.
46. Torkington J, Smith SG, Rees BI, Darzi A. Skill transfer from virtual reality to a real laparoscopic task. *Surg Endosc* 2001; 15(10): 1076-1079.
47. Moorthy K, Munz Y, Dosis A, Bello F, Chang A, Darzi A. Bimodal assessment of laparoscopic suturing skills: Construct and concurrent validity. *Surg Endosc* 2004.
48. Hance J, Aggarwal R, Moorthy K, Munz Y, Undre S, Darzi A. Assessment of psychomotor skills acquisition during laparoscopic cholecystectomy courses. *Am J Surg* 2005; 190(3): 507-511.
49. Schijven MP, Jakimowicz J, Schot C. The Advanced Dundee Endoscopic Psychomotor Tester (ADEPT) objectifying subjective psychomotor test performance. *Surg Endosc* 2002; 16(6): 943-948.
50. Smith CD, Farrell TM, McNatt SS, Metreveli RE. Assessing laparoscopic manipulative skills. *Am J Surg* 2001; 181(6): 547-550.
51. Sherman V, Feldman LS, Stanbridge D, Kazmi R, Fried GM. Assessing the learning curve for the acquisition of laparoscopic skills on a virtual reality simulator. *Surg Endosc* 2005; 19(5): 678-682.
52. Gallagher AG, Satava RM. Virtual reality as a metric for the assessment of laparoscopic psychomotor skills. Learning curves and reliability measures. *Surg Endosc* 2002; 16(12): 1746-1752.

Correspondencia:

Dr. Jaime M. Justo Janeiro

Reforma Sur Núm. 3101,

Colonia La Paz, 72160 Puebla, Puebla, México

Tel. (222) 266-80-10

Fax (222) 266-80-10

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