

## Original

## Evaluación del entrenamiento de residentes en cirugía laparoscópica en el laboratorio basado en un modelo de anastomosis digestivas

Juan Carlos Rodríguez-Sanjuán\*, Carlos Manuel-Palazuelos, María José Fernández-Díez, José Manuel Gutiérrez-Cabezas, Joaquín Alonso-Martín, Carlos Redondo-Figuero, Luis Antonio Herrera-Noreña y Manuel Gómez-Fleitas

Servicio de Cirugía General, Centro de Entrenamiento en Cirugía Endoscópica y Laparoscópica (CENDOS), Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Universidad de Cantabria, Santander, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historia del artículo:

Recibido el 11 de junio de 2009

Aceptado el 13 de agosto de 2009

On-line el 31 de octubre de 2009

## Palabras clave:

Entrenamiento laparoscópico

Endotrainer

Anastomosis intestinales

## RESUMEN

**Introducción:** La complejidad de la cirugía laparoscópica hace necesario un entrenamiento específico fuera del quirófano para acortar la curva de aprendizaje y reducir la morbilidad. El objetivo del estudio es analizar la progresión en habilidades laparoscópicas tras un programa de entrenamiento en laboratorio.

**Material y métodos:** Estudio prospectivo de un programa de entrenamiento de residentes de 4 semanas anuales (20 h semanales) basado en anastomosis en *endotrainer*, realizado entre 2004 y 2007. Los parámetros principales fueron tiempo y número de anastomosis necesarias hasta llegar a una correcta ejecución. Una vez completada, la anastomosis se revisó conjuntamente mediante un residente y un monitor. Se registraron tiempo de ejecución y fallos anastomóticos (sutura floja, eversión de bordes y fuga).

**Resultados:** Doce residentes realizaron 189 anastomosis yeyunoyeyunales (Ayy) (media: 15,8) y 197 anastomosis gastroyeyunales (AGY) (media: 16,4). El tiempo medio de las Ayy fue de 72,7 min y el de las AGY fue de 87,2 min. Se observó una gran reducción en el tiempo de ejecución desde el comienzo al final del programa. El porcentaje de anastomosis incorrectas disminuyó en función del tiempo de entrenamiento: el 26,6; el 21,8; el 17,1; el 17; el 16,1 y el 10,5% después de 20; 40; 60; 80; 100 y 120 h, respectivamente. Considerando la reducción, tanto en tiempo de ejecución como en el índice de anastomosis incorrectas, después de 70 h de entrenamiento la curva de aprendizaje alcanzaba una meseta.

**Conclusiones:** El entrenamiento en *endotrainer* basado en anastomosis intestinales (tanto Ayy o AGY) constituye un método útil de entrenamiento laparoscópico. Después de un entrenamiento de 70 h se aprecia poca progresión.

© 2009 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cgdrsj@humv.es (J.C. Rodríguez-Sanjuán).

## Assessment of resident training in laparoscopic surgery based on a digestive system anastomosis model in the laboratory

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Laparoscopic training  
Endotrainer  
Intestinal anastomosis

**Background:** The complexity of laparoscopic surgery makes specific training out of the operating rooms necessary to shorten learning curves and to minimise morbidity rates. Our aim was to analyse the increase in laparoscopic skills after completion of a laboratory training program.

**Material and methods:** Prospective study of surgical resident training based on anastomosis performance on an "endotrainer". The program consisted of 4 weeks per year (20 h per week) between 2004 and 2007. The outcome measures were the time and number of anastomosis necessary to perform a proper anastomosis. Upon completion, the anastomosis was checked by both trainee and evaluator and quality was assessed. Time and technical failures (loose suture, edge eversion, leakage) were recorded.

**Results:** Twelve surgical residents were trained. They performed 189 jejunum-jejunal anastomoses (JJA), mean 15.8 per resident and 197 gastro-jejunal anastomoses (GJA), mean 16.4 per resident. The performance mean time was 72.7 min for JJA and 87.2 for GJA. There was a marked reduction in time from the beginning to completion of training. The percentage of flawed anastomosis decreased with training: 26.6%, 21.8%, 17.1%, 17%, 16.1% and 10.5% after 20, 40, 60, 80, 100 and 120 h, respectively. Bearing in mind reduction in both performance time and flawed anastomosis rate, it appears that after 70 h of training the learning curve reaches a plateau zone.

**Conclusions:** Intestinal anastomosis (either JJA or GJA) performed in "endotrainer" is a suitable model for laparoscopic training, without the need of live animals. After a training period of 70 hours, the improvement seems of little benefit.

© 2009 AEC. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

Hasta hace poco, el aprendizaje de cualquier procedimiento quirúrgico se basaba en su realización, inicialmente supervisada, sobre los propios pacientes. Esto supone una larga curva de aprendizaje con mayores tasas de morbilidad y posiblemente de mortalidad, así como peores resultados a largo plazo. Los procedimientos laparoscópicos exigen un entrenamiento aun más complejo y prolongado, por carecerse del sentido del tacto y realizarse según una imagen en 2 dimensiones. Además, el aprendizaje aumenta los costes de los quirófanos por la prolongación de la cirugía<sup>1</sup>. Este entrenamiento adquiere aún mayor importancia en el caso de los residentes, que tienen lógicamente menor experiencia quirúrgica.

Para acelerar el aprendizaje y no realizar los primeros pasos sobre pacientes se han diseñado los laboratorios de entrenamiento. En éstos pueden realizarse prácticas con sistemas de realidad virtual<sup>2,3</sup> o simuladores físicos<sup>4,5</sup>. En ambos pueden desarrollarse técnicas quirúrgicas básicas, como disección-corte y suturas. Los simuladores físicos permiten además el entrenamiento sobre órganos procedentes de animales. Junto a este tipo de simulación existe otra para realizar sobre animales vivos e incluso cadáveres. Con todas éstas se ha observado el progreso técnico de los entrenados<sup>3,5-8</sup>. Algunos trabajos incluso avanzan que el entrenamiento en anastomosis intestinales en *endotrainer* es posible<sup>9</sup>.

Sin embargo, aún no se ha establecido claramente el método adecuado ni los tiempos necesarios de entrenamiento. Este trabajo pretende analizar una estrategia de entre-

namiento en cirugía laparoscópica consistente en la realización de anastomosis en *endotrainer* y medir el progreso técnico. En concreto, el objetivo principal fue analizar el tiempo y el número de anastomosis necesarias hasta llegar a un correcto grado de ejecución. Como objetivos secundarios analizamos algunos factores que podrían influir, como la especialidad y el año de residencia.

## Material y métodos

Estudio prospectivo en el que se analizan los resultados del entrenamiento laparoscópico de residentes de especialidades quirúrgicas en un laboratorio de habilidades. El estudio se realizó en el Centro de Formación en Cirugía Laparoscópica y Endoscópica del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla de Santander.

Participaron 7 residentes de Cirugía General (2 residentes de 4.º año [R4] y 5 residentes de 5.º año [R5]), 3 residentes de Ginecología (3R4) y 2 residentes de Urología (1R4-1R5). Realizaron un programa entre 2004 y 2007 consistente en una semana (20 h) trimestral de entrenamiento durante su tiempo de residencia. Este entrenamiento se realizó en un equipo compuesto por *endotrainer*, óptica de 10 mm anclada con soporte (lo que permitía el entrenamiento sin ayudante) y una torre de laparoscopia con monitor, insuflador y control de cámara. Al principio del programa realizaron ejercicios básicos de orientación espacial, disección elemental, sutura y anudado laparoscópico. Simultáneamente, realizaron técnicas quirúrgicas en cerdos vivos anestesiados —colecistectomía,

antirreflujo, gastrectomía o colectomía—. Todos éstos estaban familiarizados con la técnica de anastomosis intestinal en cirugía abierta. Al comienzo del estudio se establecieron los parámetros para valorar: tiempo empleado en realizar la anastomosis y correcta ejecución, definida por no eversión de bordes, adecuada tensión de la sutura e inexistencia de escape. Para su evaluación se examinó la sutura instrumentalmente y se realizó una prueba hidrostática mediante llenado de la víscera con suero salino, previo cierre de los extremos. Realizaron anastomosis yeyunoyeyunales (AYY) y gastroyeyunales (AGY) sobre segmentos de yeyuno y estómago de cerdo, obtenidos de otros experimentos realizados en el centro de formación. La técnica consistió en sutura sero-serosa de cara posterior con 7 puntos sueltos con seda, seguida de sutura continua de espesor total con monofilamento monosin 0000 (Braun), que partían de la mitad de la cara posterior y formaban 2 semicircunferencias que finalizaban en la mitad de la cara anterior. El tamaño de la anastomosis fue de 5 cm. En cada práctica se registraron los parámetros del estudio. Los monitores supervisaron el entrenamiento (cirujanos con más de 15 años de experiencia en cirugía y experiencia en procedimientos laparoscópicos avanzados). Al finalizar cada anastomosis se realizó una revisión conjunta entre residente y monitor para evaluar los fallos.

El análisis estadístico consistió en la estadística descriptiva de las variables numéricas mediante la media y la desviación estándar, o la mediana y el rango intercuartílico (IQR) cuando la variable no seguía una distribución normal (por ejemplo, el tiempo empleado en la realización de las anastomosis). Para la comparación de 2 medias se utilizó la prueba de la t de Student y para valorar la asociación de 2 variables cualitativas se empleó la prueba exacta de Fisher. Para describir el tiempo empleado en la realización de las anastomosis en función de las horas de aprendizaje se empleó un modelo de regresión polinómica:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + \dots + \beta_k X^k, \quad i = 1, 2, \dots, k$$

La variable dependiente (Y) es el tiempo empleado en la anastomosis y la variable independiente (X) son las horas de aprendizaje. De los posibles valores de k (el grado del polinomio) se eligió el mínimo que explicase al máximo la variabilidad observada. La importancia de un factor se describe mediante la *odds ratio* y su intervalo de confianza. La relación entre duración de la anastomosis y especialidad del residente se evaluó mediante análisis de regresión múltiple. La relación entre calidad de la anastomosis y los diferentes factores independientes se estudió mediante análisis de regresión múltiple. El nivel de significación se fijó en  $p < 0,05$ .

## Resultados

Doce residentes realizaron 189 AYY, con una media de 15,8 AYY (DE de 4,07) por residente (intervalo: 9-21), de las cuales los residentes de Cirugía General realizaron 114, los residentes de Ginecología realizaron 54 y los residentes de Urología realizaron 21. También realizaron 197 AGY, con una media de 16,4 AGY (DE de 3,55) por residente (intervalo: 10-21), de las

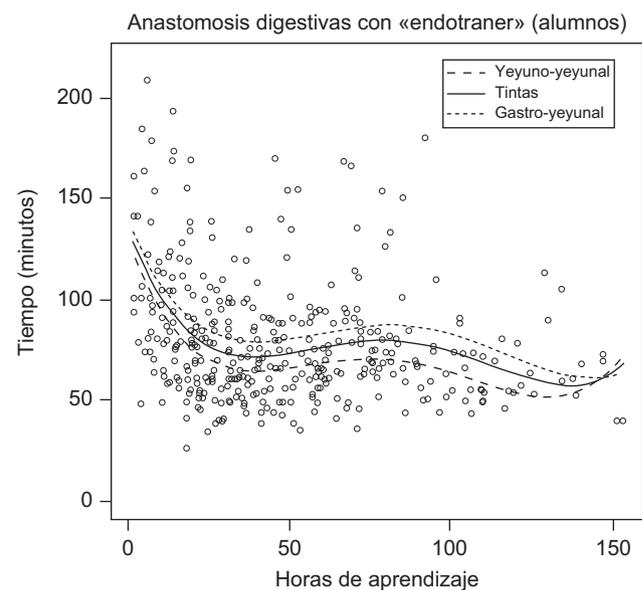
cuales los residentes de Cirugía General realizaron 120, los residentes de Ginecología realizaron 50 y los residentes de Urología realizaron 27.

El tiempo medio de ejecución de la AYY fue de 72,7 min (mediana: 65; IQR: 32) y el de la AGY fue de 87,2 min (mediana: 80; IQR: 35).

El tiempo de ejecución de la anastomosis se representa gráficamente frente a las horas totales de entrenamiento (fig. 1), y se obtiene una nube de puntos que puede indicar si hay cierta tendencia evolutiva ya que la hipótesis inicial es que debería observarse una disminución rápida al inicio y más gradual conforme transcurre el entrenamiento. Se puede observar cómo disminuye el tiempo de ejecución conforme aumenta el tiempo de entrenamiento ( $p < 0,0001$ ). El grado del ajuste, aunque significativo ( $r=0,39$ ), no es muy bueno, pues el modelo sólo explica el 15% de la variabilidad de los datos. En la figura 1 también se han representado las curvas de cada uno de los 2 tipos de anastomosis. Puede observarse que son prácticamente paralelas, por lo que bien se pueden resumir en la curva que representa globalmente a los 2 tipos de anastomosis.

Por otra parte, se aprecia cómo los residentes de Cirugía General realizan las anastomosis en menor tiempo ( $r=0,22$ ); los de Urología parten de un tiempo mayor, pero pronto mejoran ( $r=0,73$ ), mientras que la velocidad del aprendizaje de los residentes de Ginecología es intermedia ( $r=0,51$ ). No obstante, el tamaño de los grupos es demasiado pequeño como para alcanzar conclusiones.

En cuanto a la calidad de la anastomosis (tabla 1), se observa que un 18,4% presentó algún fallo que la hacía deficiente. El porcentaje de fallos en las AGY (22,8%) fue mayor que en las AYY (13,8%), aunque sin alcanzarse

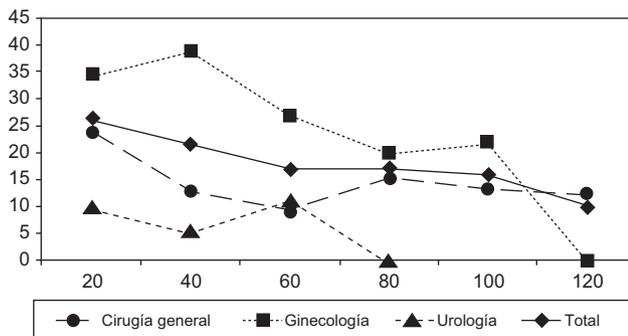


**Figura 1** - El tiempo (en ordenadas) que tardan los residentes en realizar la anastomosis se representa gráficamente frente a las horas totales de entrenamiento (en abscisas) y se obtiene una nube de puntos. Se puede observar cómo disminuye el tiempo quirúrgico conforme aumenta el tiempo de aprendizaje ( $p < 0,0001$ ).

**Tabla 1 – Número, porcentaje e intervalo de confianza del 95% de los fallos observados en las diferentes clases de anastomosis realizadas**

Variable	Anastomosis gastroyeyunal			Anastomosis yeyunoyeyunal			Anastomosis de cualquier tipo		
	n	%	IC del 95%	n	%	IC del 95%	n	%	IC del 95%
Eversión	7	3,6	1,7-7,2	5	2,6	1,1-6,0	12	3,1	1,8-5,4
Sutura floja	12	6,1	3,5-10,3	5	2,6	1,1-6,0	17	4,4	2,8-6,9
Escape	34	17,3	12,6-23,1	19	10,1	6,5-15,2	53	13,7	10,7-17,5
Resultado	45	22,8	17,5-29,2	26	13,8	9,6-19,4	71	18,4	14,8-22,6

IC: intervalo de confianza.

**Figura 2 – Porcentaje de anastomosis con fallos en diferentes momentos del entrenamiento (en horas). Se muestra el índice global y los índices de acuerdo con la especialidad del residente.**

diferencias significativas. Este porcentaje fue disminuyendo a medida que aumentaban las horas de entrenamiento (fig. 2).

Se observó que en una mejor calidad de la anastomosis influyeron varios factores, como un mayor tiempo de entrenamiento, que la especialidad del residente fuera de Urología y el tipo de anastomosis fuera AYY. El coeficiente más alto (además de ser el más significativo) y, por tanto, el que más influye, fue el año de residencia, con una *odds ratio* de 0,23 (intervalo de confianza del 95%: 0,103-0,522).

Teniendo en cuenta las curvas de reducción del tiempo empleado en la realización de una anastomosis y de reducción de fallos en su ejecución, se observa una meseta a partir de las 70 h de entrenamiento, por lo que se podría afirmar que apenas se consigue mejorar a partir de este período.

## Discusión

La larga curva de aprendizaje de los procedimientos laparoscópicos, con los inconvenientes de mayores tasas de morbilidad y posiblemente de mortalidad que conllevaría su enseñanza directamente sobre el paciente, hace aconsejable el entrenamiento en laboratorio previamente al realizado sobre el paciente<sup>10</sup>. Además, las nuevas normas legales limitan cada vez más el tiempo semanal de trabajo de los médicos y, por tanto, sus posibilidades de aprendizaje. Se ha estimado en 100 el número de casos que un residente debería intervenir por laparoscopia para alcanzar la parte plana de su

curva de aprendizaje<sup>11</sup>. Además, el desarrollo de unos métodos de entrenamiento efectivos y reproducibles puede servir también para evaluar a los residentes y detectar déficits formativos<sup>12</sup>.

Es de destacar que existen diversas publicaciones sobre entrenamiento de residentes, pero pocas en las que se mida y se demuestre el aprendizaje<sup>4,8,13</sup>. En este estudio hemos podido documentar la progresión técnica de los residentes. Nuestro método de entrenamiento se basa en la realización de anastomosis, al igual que en otros trabajos<sup>9,13</sup>. Empleamos la técnica de anastomosis en una sola capa con sutura continua, que constituye una técnica ampliamente aceptada<sup>9</sup>. Además de instruir sobre el aprendizaje de anastomosis en sí, supone un entrenamiento en varios aspectos técnicos básicos: orientación espacial, tratamiento de instrumentos, sutura y anudado.

Hemos observado que la realización de anastomosis enteroentérica o gastroentérica es una técnica adecuada como entrenamiento laparoscópico, si nos basamos en varios aspectos. En primer lugar, se puede medir cómo disminuye el tiempo quirúrgico conforme aumenta el tiempo de entrenamiento. En segundo lugar, el porcentaje de fallos va disminuyendo a medida que aumentan las horas de práctica. Sin embargo, no se consigue mejorar este porcentaje a partir de las 70 h, bien porque el número de anastomosis realizadas sea bajo o porque los residentes de especialidades como Cirugía General y Urología ya hayan conseguido unos niveles aceptablemente bajos de fallos. No obstante, el número de anastomosis realizadas por encima de las 70 h es bajo, por lo que esta observación debe tomarse con cautela.

Es de destacar la importancia que tiene la supervisión del monitor y el análisis conjunto de cada experiencia, lo que permite aprender de los errores<sup>14</sup>. Esta estrategia, sin duda, acelera el aprendizaje. No obstante, también hay que tener en cuenta que en nuestro estudio la progresión no sólo dependió de la realización de anastomosis, ya que simultáneamente los residentes se entrenaban en técnicas laparoscópicas en animales vivos y continuaban con su práctica clínica habitual, en la que realizaban técnicas laparoscópicas de complejidad creciente a medida que progresaban en su residencia. También hay que tener en cuenta que no todos los residentes partían de un mismo nivel de destreza y esta variable no fue controlada.

La AGY y la AYY son comparables como medio de entrenamiento, aunque las primeras se asocian a un porcentaje ligeramente mayor de fallos de ejecución. Además, se han observado algunas diferencias en el aprendizaje. Aunque

hay que tener en cuenta el reducido número de residentes que participaron en el estudio y las diferencias en año de residencia entre algunos de éstos, puede apreciarse que los residentes de Cirugía General alcanzan menores tiempos de ejecución al final del entrenamiento que los de Ginecología y Urología, presumiblemente porque en su trabajo diario realizan más práctica quirúrgica. Los residentes de Urología progresan más rápidamente que los demás y alcanzan los mejores resultados en cuanto a calidad, aunque su tiempo mínimo no llega al de los de Cirugía General. Una tendencia a lograr mejores resultados por parte de los residentes de Cirugía General se ha observado en otros trabajos realizados en anastomosis no laparoscópicas<sup>15</sup>. No obstante, el limitado tamaño muestral impide alcanzar conclusiones en cuanto a la relación entre aprendizaje y especialidad del residente.

Se ha establecido en 40 anastomosis el número necesario para adquirir la competencia en su realización<sup>9</sup>, si bien esto se ha definido para especialistas formados y no para residentes.

Los simuladores con técnicas quirúrgicas básicas han demostrado su utilidad en mejorar el rendimiento quirúrgico<sup>4</sup>, así como la realización de anastomosis con materiales sintéticos<sup>15</sup>. La utilización de anastomosis intestinales con vísceras animales, como hemos realizado en nuestro estudio y en otros<sup>13</sup>, parece un método de entrenamiento que se asemeja a las situaciones clínicas y tiene ventajas sobre otras alternativas, como la cirugía sobre animales vivos, la realidad virtual, los cadáveres o los simuladores. El entrenamiento sobre animales vivos reproduce al máximo las condiciones quirúrgicas reales. Sin embargo, tiene varios inconvenientes, como el alto coste —por la necesidad de infraestructuras o de monitores— o la necesidad del sacrificio de animales. Conviene destacar que, aunque en nuestro caso las anastomosis se han realizado sobre vísceras procedentes de animales empleados en otras experiencias de entrenamiento, sería posible realizarlas sobre vísceras procedentes de mataderos industriales, con lo que se evitaría el sacrificio de animales de experimentación y se ahorrarían costes. La cirugía realizada sobre cadáveres también reproduce adecuadamente las condiciones reales<sup>16</sup>, pero su disponibilidad es muy limitada. El entrenamiento, al utilizar la realidad virtual, reproduce menos fielmente las condiciones quirúrgicas reales y existe aún escasa evidencia que valide la eficacia de la mayoría de los sistemas, salvo para el sistema mínimamente invasivo *surgical trainer* en *virtual reality* (MIST-VR)<sup>2</sup>. Los modelos basados en realidad virtual podrían ser de utilidad como primer contacto en el entrenamiento laparoscópico, según se desprende de las conclusiones de revisiones sistemáticas, aunque las ventajas sobre el entrenamiento en *endotrainer* para residentes con cierta experiencia laparoscópica no están claras<sup>16,17</sup>. Por otro lado, los sistemas de simulación son caros, pero, sin embargo, son más baratos que la enseñanza directa sobre el paciente<sup>1</sup>.

En conclusión, en este estudio parece que la realización de anastomosis enteroentérica o gastroentérica es una técnica adecuada como entrenamiento laparoscópico: estandarizable y factible sin animales vivos. La AYY y la AGY son igualmente válidas. Con este modelo apenas se consigue mejorar a partir de las 70 h de entrenamiento.

Queda por demostrar que el aprendizaje en laboratorio de entrenamiento se traduzca en una progresión en cirugía real, aunque existen ya algunos datos que así lo indiquen<sup>3,8,18</sup>.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

- Harrington DT, Roye GD, Ryder BA, Miner TJ, Richardson P, Cioffi WG. A time-cost analysis of teaching a laparoscopic entero-enterostomy. *J Surg Educ.* 2007;64:342-5.
- Carter FJ, Schijven MP, Aggarwal R, Grantcharov T, Francis NK, Hanna GB, et al. Consensus guidelines for validation of virtual reality surgical simulators. *Surg Endosc.* 2005;19:1523-32.
- 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;236:458-63.
- Stefanidis D, Sierra R, Korndorffer JR, Dunne JB, Markley S, Touchard CL, et al. Intensive continuing medical education course training on simulators results in proficiency for laparoscopic suturing. *Am J Surg.* 2006;191:23-7.
- Van Sickle KR, Ritter EM, Baghai M, Goldenberg AE, Huang IP, Gallagher AG, et al. Prospective, randomized, double-blind trial of curriculum-based training for intracorporeal suturing and knot tying. *J Am Coll Surg.* 2008;207:560-8.
- 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;201:23-9.
- Verdaasdonk EG, Dankelman J, Lange JF, Stassen LP. Transfer validity of laparoscopic knot-tying training on a VR simulator to a realistic environment: A randomized controlled trial. *Surg Endosc.* 2008;22:1636-42.
- 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;191:272-83.
- Hamad MA, Mentges B, Buess G. Laparoscopic sutured anastomosis of the bowel. Technique and learning curve. *Surg Endosc.* 2003;17:1840-4.
- MacFadyen Jr BV. Teaching, training, and clinical surgery. *Surg Endosc.* 2004;18:361-2.
- Black M, Gould JC. Measuring laparoscopic operative skill in a video trainer. *Surg Endosc.* 2006;20:1069-71.
- Datta V, Bann S, Aggarwal R, Mandalia M, Hance J, Darzi A. Technical skills examination for general surgical trainees. *Br J Surg.* 2006;93:1139-46.
- Jensen AR, Wright AS, McIntyre LK, Levy AE, Foy HM, Anastakis DJ, et al. Laboratory-based instruction for skin closure and bowel anastomosis for surgical residents. *Arch Surg.* 2008;143:852-9.
- O'Connor A, Schwaitzberg SD, Cao CGL. How much feedback is necessary for learning to suture?. *Surg Endosc.* 2008;22:1614-9.
- Shah J, Munz Y, Manson J, Moorthy K, Darzi A. Objective assessment of small bowel anastomosis skill in trainee general surgeons and urologists. *World J Surg.* 2006;30:248-51.
- Sutherland LM, Middleton PF, Anthony A, Hamdorf J, Cregan P, Scott D, et al. Surgical simulation: A systematic review. *Ann Surg.* 2006;243:291-300.
- Gurusamy K, Aggarwal R, Palanivelu L, Davidson BR. Systematic review of randomized controlled trials on the

- 
- effectiveness of virtual reality training for laparoscopic surgery. *Br J Surg.* 2008;95:1088-97.
18. 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 E.A.E.S. accredited virtual reality trainings curriculum. *Surg Endosc.* 2005;19:1220-6.