CIRUGÍA ESPAÑOLA

www.elsevier.es/cirugía

Original

# Influencia de la experiencia previa en los beneficios del entrenamiento quirúrgico laparoscópico basado en la simulación

*Enrique Toledo Martínez* [a,*], *Jose Ignacio Martín Parra* [a], *Cristina Magadán Álvarez* [a], *Antonio López Useros* [a], *Roberto Fernández Santiago* [a], *Sara Regaño Díez* [b], *José Luis Ruiz Gómez* [c], *Juan Carlos Rodriguez Sanjuan* [a] y *Carlos Manuel Palazuelos* [a]

[a] *Servicio de Cirugía, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, Cantabria, España*
[b] *Servicio de Cirugía, Hospital de Laredo, Laredo, Cantabria, España*
[c] *Servicio de Cirugía, Hospital Comarcal Sierrallana, Torrelavega, Cantabria, España*

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

*Historia del artículo:*
Recibido el 16 de octubre de 2018
Aceptado el 12 de diciembre de 2018
*On-line* el 29 de enero de 2019

*Palabras clave:*
Simulación
Entrenamiento
Laparoscopia
Anastomosis
Residentes
Especialistas

RESUMEN

*Introducción:* El entrenamiento quirúrgico basado en simulación busca la adquisición de habilidades en los participantes noveles y la capacitación en los expertos. El objetivo de este estudio es valorar la evolución de los alumnos en un curso intensivo de anastomosis laparoscópica y el análisis de sus resultados dependiendo de su nivel y experiencia previa.
*Métodos:* Se analizaron los alumnos de todos los cursos de anastomosis realizados durante 30 meses en el Hospital virtual Valdecilla (Santander). Se realizaron anastomosis intestinales latero-laterales manuales con vísceras «ex vivo» porcinas en un endotrainer laparoscópico.

Se analizaron las diferencias técnicas y de calidad entre la primera y la última anastomosis y se comparó la progresión entre residentes y los facultativos especialistas.
*Resultados:* Se analizaron 45 participantes, 22 de ellos residentes y 23 especialistas. Se observó una mejoría estadísticamente significativa del 80,5% en todos los parámetros procedimentales (94,8% residentes vs. 67,3% especialistas). El tiempo se redujo un 48,1% en los residentes y un 43,2% en los especialistas ($p < 0{,}001$).

En cuanto a calidad, se obtuvieron mejorías significativas en el grupo de residentes: incremento del 90% de tensión adecuada, reducción del 75% de bordes evertidos y 60% de las fugas. Además, obtuvieron resultados comparables a los especialistas (27,3% fuga en última anastomosis vs. 34,8% especialistas, $p = 0{,}59$), los cuales presentaron mejoría sin significación estadística.
*Conclusiones:* El grupo de residentes presenta una mejora mayor y significativa en habilidades procedimentales y en calidad de la técnica, alcanzando el nivel de los especialistas tras completar el curso.

© 2019 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* *Autor para correspondencia.*
Correo electrónico: etoledomartinez@gmail.com (E. Toledo Martínez).
https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2018.12.004
0009-739X/© 2019 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Influence of previous experience on the benefits of laparoscopic surgical training based on simulation

*Keywords:*
Simulation
Training
Laparoscopy
Anastomosis
Residents
Specialists

ABSTRACT

*Introduction:* Surgical training based on simulation seeks the acquisition of skills in novice participants and ongoing sill development in experts. The aim of this study is to assess the evolution of students in an intensive laparoscopic anastomosis course and to analyse their results depending on their level and previous experience.

*Methods:* The students of all the anastomosis courses conducted during 30 months in the Valdecilla virtual hospital (Santander) were analysed. Manual side-to-side intestinal anastomoses with porcine 'ex vivo' viscera were performed in a laparoscopic endotrainer.

The technical and quality differences between the first and the last anastomoses were analyzed and the progression between residents and specialists was compared.

*Results:* We analyzed 45 participants, 22 of them residents and 23 specialists. A statistically significant improvement of 80.5% was observed in all procedural parameters (94.8% residents vs. 67.3% specialists). The time was reduced by 48.1% in the residents and 43.2% in the specialists ($p < .001$).

In terms of quality, significant improvements were obtained in the group of residents: an increase of 90% in adequate tension, and a reduction of 75% of everted edges and 60% of leaks. In addition, they obtained results comparable to the specialists (27.3% leak in the last anastomosis vs. 34.8% by the specialists, $p = .59$), which presented improvement without statistical significance.

*Conclusions:* The group of residents presented a major and significant improvement in procedural skills and in the quality of the technique, reaching the level of the specialists after completion of the course.

© 2019 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

El entrenamiento del cirujano ha evolucionado desde la relación maestro-aprendiz del siglo XVIII, basada en la visualización-imitación de las técnicas quirúrgicas, hasta llegar a las complejas simulaciones informáticas y la realidad virtual presentes actualmente. Sin embargo, un hito en este desarrollo lo marcarían William Stewart Halsted y Franklin P. Mall al iniciar en 1886, en Baltimore, el entrenamiento de las suturas intestinales en animales de experimentación[1]. Previamente en 1847 fue creada la *American Medical Association (AMA)* con el objeto de aumentar los estándares éticos en el campo de la medicina; así mismo, en el campo de la formación cabe resaltar la primera asociación creada para reformar la educación médica, la *Association of American Medical Colleges (AAMC)*, en 1876. Como se puede comprobar, la ética y la formación médica evolucionaba, lo que hacía necesaria una capacitación técnica previa a la atención de pacientes y una alta calidad de la misma[2].

En el momento actual, con la evolución social y tecnológica de las últimas generaciones, la enseñanza debería tomar un cariz muy experiencial en contenidos y en metodología[3], adaptándose a este nuevo perfil, ya que tanto su forma de aprendizaje como sus motivaciones difieren de aquellas de las generaciones previas[4].

Ante esta situación, la simulación se postula como una importante herramienta de adquisición de habilidades quirúrgicas, respondiendo además a la creciente demanda en la capacitación de las competencias del cirujano[5].

El empleo de la simulación como herramienta de entrenamiento quirúrgico ha probado ser más eficaz en la integración de conocimientos y habilidades clínico-quirúrgicas complejas en comparación con los métodos tradicionales[6-9], siendo validado tanto en técnicas de comportamiento como en toma de decisiones[10,11].

El objetivo de este estudio es la valoración de la evolución de los alumnos que participan en un curso práctico intensivo de técnicas laparoscópicas avanzadas (anastomosis intestinales) basado en simulación. Posteriormente, se analizarán los resultados según el nivel formativo y la experiencia clínica previa de los participantes para comprobar la influencia de estos parámetros en la adquisición de competencias y la necesidad de evolución u optimización de los sistemas de entrenamiento.

## Métodos

Se realizó un estudio observacional analizando los participantes en los cursos de anastomosis celebrados en el Hospital virtual Valdecilla (Santander, Cantabria) entre marzo de 2015

y noviembre de 2017. Se incluyeron todos los participantes pertenecientes a la especialidad de Cirugía General y del Aparato Digestivo que completaron el curso y lo realizaban por primera vez.

El formato de los cursos fue intensivo; sesiones de entrenamiento largas (10 h/día) concentradas en un periodo de tiempo corto (5 días). Se realizaron trimestralmente, con entre 4 y 8 participantes por curso y un instructor para un máximo de 3 alumnos. Durante las sesiones se realizaron anastomosis intestinales latero-laterales manuales con vísceras «ex vivo» porcinas en un endotrainer laparoscópico. Este equipo está compuesto por una caja cerrada de metacrilato tintado con entradas de silicona sobre su cara superior por las que se introducen los trocares laparoscópicos y una óptica fija mediante un brazo metálico (fig. 1). La técnica de confección de la anastomosis incluye la realización de puntos sueltos de sostén y doble sutura continua con puntos de Connell en los vértices (fig. 2).

La metodología docente empleada constaba de los siguientes pasos: aportar al participante bibliografía y vídeos demostrando la técnica quirúrgica, reunión previa para toma de contacto con el laboratorio de simulación, discusión de artículos y revisión del procedimiento; pasos críticos de la técnica demostrados por el instructor, manipulación de los instrumentos laparoscópicos, retroalimentación *(feedback)* constante con el instructor, control del tiempo y calidad, reflexión rigurosa al finalizar la sesión *(debriefing)*, práctica deliberada y repetitiva.

Las variables analizadas fueron los parámetros de calidad de las anastomosis estandarizados según un método Delphi[12]: distancia entre puntos correcta (2,5-3,5 mm), tensión de la sutura (< 1 cm de hilo sobrante tras sección y tracción del mismo), eversión de bordes y presencia de fuga (tras comprobación neumática con manómetro).

Las variables técnicas estudiadas fueron: cuidado de tejidos, técnica de sutura y anudado, tiempo y movimiento, desarrollo de la técnica y nivel de independencia. El desarrollo de la práctica se analizó mediante la evaluación objetiva estructurada de habilidad técnica (*objective structured assessment of technical skill* [OSATS]); un sistema de evaluación de competencias ya validado para las habilidades quirúrgicas básicas[13]. Autores como Reznick han diseñado una escala OSATS para evaluar las anastomosis intestinales en animal vivo[14], incluyendo una lista de verificación de tareas que es utilizada en nuestra experiencia dándoles una valoración del 1 al 5.

**Figura 1 – Endotrainer laparoscópico, óptica, fuente de luz e instrumental laparoscópico.**

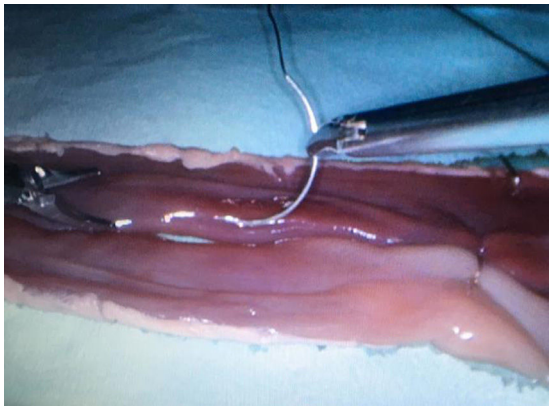

**Figura 2 – Inicio de puntos sueltos de sostén en anastomosis entero-entérica latero-lateral manual con vísceras «ex vivo» porcinas en un endotrainer laparoscópico.**

Se analizaron y puntuaron por parte del mismo grupo de instructores todas las anastomosis realizadas y fueron comparados los resultados obtenidos entre la primera y última de cada participante.

Se realizó una comparación de los resultados entre residentes en formación y especialistas. Así mismo, durante el análisis se realizó un subgrupo de participantes expertos, los cuales presentaban experiencia avanzada en clínica (≥ 50 anastomosis).

### *Análisis estadístico*

Ha sido realizado mediante el programa informático IBM Corp. Released 2016. IBM SPSS Statistics for Windows, versión 24.0 (Armonk, NY: IBM Corp).

Se realizó una prueba de Kolmogorov-Smirnov confirmando una distribución normal únicamente para la variable *tiempo*, para la cual se utilizó un análisis bivariante mediante t de Student para datos apareados en la comparación de los resultados de las anastomosis al inicio y final del curso. Para el resto de variables cuantitativas se realizó la prueba de Mann-Whitney, utilizando la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas. Las variables categóricas se analizaron mediante Chi cuadrado y McNemar en muestras relacionadas. En las situaciones en las que las frecuencias esperadas eran inferiores a 5 se recurrió a la prueba exacta de Fisher.

La significación estadística se estableció en $p < 0,05$.

## Resultados

Han sido analizados 45 participantes, 36 mujeres y 19 varones; 22 de los participantes eran residentes y 23 especialistas. Su experiencia clínica era de 70,8 anastomosis de media realizadas en cirugía abierta (una media de 15,6 los residentes y 136,5 los especialistas) y 1,4 en laparoscopia (0,5 residentes

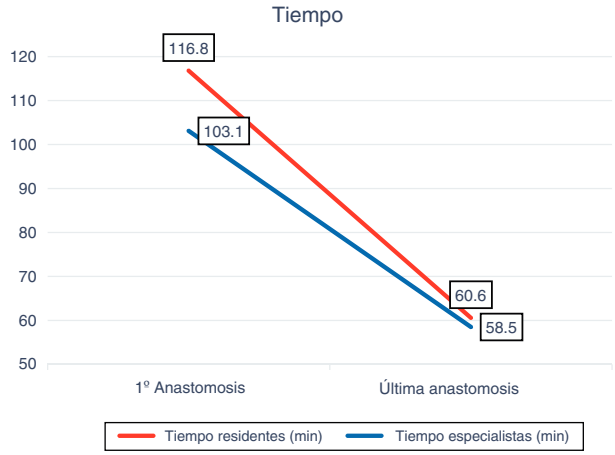


**Figura 3 – Tiempo empleado en la realización de la primera y la última anastomosis por residentes y especialistas.**

vs. 3,1 especialistas). Trece participantes habían realizado ≥ 50 anastomosis en clínica (entre cirugía abierta o laparoscópica), especialistas todos ellos. Se completaron una media de 16,2 anastomosis por participante durante el curso.

El tiempo empleado se redujo de 116,8 a 60,6 min (48,1%) en los residentes y de 103,1 a 58,5 min en los especialistas (43,2%), con $p < 0{,}001$ en ambos grupos. La longitud de la anastomosis fue de 49 mm la primera y de 46 mm la última en residentes ($p = 0{,}090$), mientras que en especialistas fue de 51 mm la primera y de 46 mm la última ($p = 0{,}020$) (fig. 3).

Los resultados aparecen reflejados en la tabla 1, observándose una mejora global de los parámetros procedimentales del 80,5% (67,3% en especialistas y 94,8% en residentes), con $p < 0{,}001$. En la última práctica no hay diferencias significativas entre residentes y especialistas en cuanto a cuidado de tejidos (4,1 y 4,2, respectivamente), desarrollo de procedimiento (4,5 vs. 4,5), tiempo en movimientos (3,7 vs. 4,0), nivel de independencia (4,5 vs. 4,5) y sutura y anudado (3,8 vs. 4,1) (fig. 4).

En cuanto a la calidad de las anastomosis, se obtienen mejorías en el grupo de residentes: incremento del 90% de tensión adecuada ($p = 0{,}012$), reducción del 75% de bordes evertidos ($p = 0{,}004$) y 60% de las fugas ($p = 0{,}035$) (fig. 5). Además, obtienen resultados finales comparables a los especialistas (27,3% fuga en última anastomosis vs. 34,8% especialistas, $p = 0{,}5864$).

Los especialistas disminuyeron la fuga un 20% ($p = 0{,}754$), la eversión un 33,3% ($p = 0{,}453$) y la distancia excesiva entre puntos un 57,1% ($p = 0{,}344$). El subgrupo con mayor experiencia previa (≥ 50 anastomosis) presenta resultados similares, sin alcanzar significación estadística en su mejoría en cuanto a calidad anastomótica.

## Discusión

La indiscutible importancia de la laparoscopia en la cirugía actual obliga a un cambio en la enseñanza de la especialidad a los residentes y en el entrenamiento de los especialistas, obteniendo un mayor peso durante la etapa formativa[15]. La implementación de la simulación como parte fundamental de la formación es un recurso muy valorado y ampliamente aceptado[16,17], con posterior repercusión en la clínica[18].

Desde el trabajo de Zendejas et al.[19] y el realizado en nuestro centro por Ruiz-Gómez[12] parece confirmada la utilidad de la simulación y se propone estandarizar una metodología docente. Continuando la base de este último trabajo se ha buscado valorar la influencia de la experiencia en los resultados finales.

En el presente estudio podemos confirmar como un entrenamiento intensivo en simulación laparoscópica conlleva una mejoría significativa en términos de habilidad técnica, desarrollo procedimental y tiempo en todos los participantes, independientemente de su nivel formativo o experiencia previa.

En cuanto a parámetros de calidad, únicamente el grupo de residentes presenta mejores resultados finales en todos los parámetros analizados.

En el grupo de especialistas, la mejora de las habilidades no se correlaciona con mejores resultados técnicos, pudiendo ser una limitación del tamaño muestral del estudio.

Si comparamos los resultados finales globales de residentes y especialistas, no encontramos diferencias, con una puntuación de 20,6 y 21,3 respectivamente ($p = 0{,}51$).

**Tabla 1 – Resultados procedimentales y de calidad en la primera y última anastomosis realizada**

| | Residentes | | | Especialistas | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.ª anastomosis | Última anastomosis | p | 1.ª anastomosis | Última anastomosis | p | p[b] |
| Cuidado de tejidos[a] | 2,3 | 4,1 | < 0,001 | 2,5 | 4,2 | < 0,001 | 0,556 |
| Desarrollo procedimental[a] | 2,1 | 4,5 | < 0,001 | 2,7 | 4,5 | < 0,001 | 0,978 |
| Tiempo y movimiento[a] | 1,9 | 3,7 | < 0,001 | 2,3 | 4 | < 0,001 | 0,187 |
| Nivel de independencia[a] | 2,1 | 4,5 | < 0,001 | 2,6 | 4,5 | < 0,001 | 0,763 |
| Sutura y anudado[a] | 2,2 | 3,8 | < 0,001 | 2,4 | 4,1 | < 0,001 | 0,121 |
| Total | 10,6 | 20,6 | < 0,001 | 12,7 | 21,3 | < 0,001 | 0,548 |
| Tiempo (min) | 116,8 | 60,6 | < 0,001 | 103,1 | 58,5 | < 0,001 | 0,938 |
| Tamaño (mm) | 49,1 | 45,8 | 0,090 | 51 | 46,2 | 0,020 | 1 |
| Distancia excesiva (n) | 8 | 2 | 0,070 | 7 | 3 | 0,344 | 0,673 |
| Bordes evertidos (n) | 12 | 3 | 0,004 | 9 | 6 | 0,453 | 0,297 |
| Tensión insuficiente (n) | 12 | 3 | 0,012 | 3 | 4 | 1 | 0,728 |
| Fuga (n) | 15 | 6 | 0,035 | 13 | 8 | 0,754 | 0,586 |

[a] Evaluación objetiva estructurada de habilidad técnica (*objective structured assessment of technical skill* [OSATS]), puntuación de 1 a 5.
[b] p = significación estadística de la comparación de la última anastomosis entre residentes y especialistas.

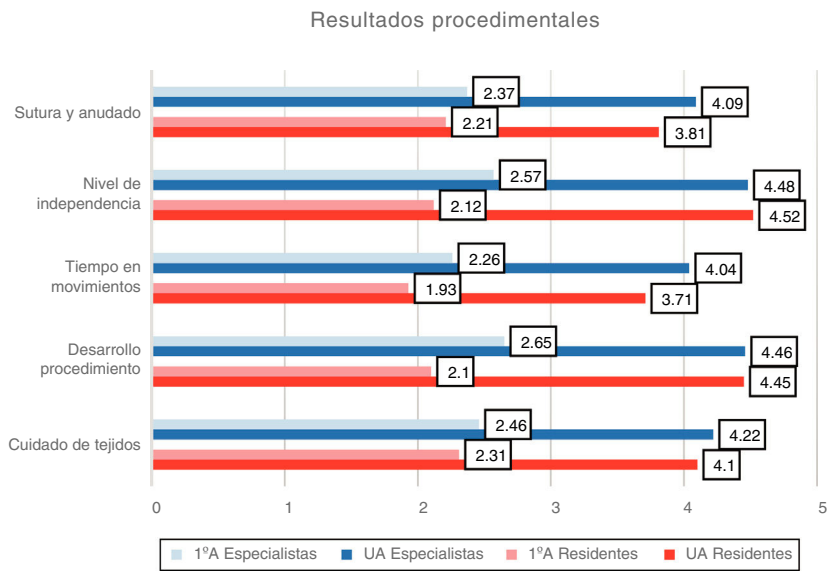


**Figura 4 – Resultados procedimentales de la primera y última anastomosis de residentes y especialistas.**

La simulación en laparoscopia parece ser más eficaz en los participantes noveles, con menor experiencia en la clínica y en residentes[20,21]. Por una parte, los alumnos con menor grado de formación presentarían un mayor margen de mejora, mientras que por otra, la práctica clínica y la experiencia pueden dotar al participante de unas habilidades y dogmas más rígidos, difíciles de modificar con la simulación. Por tanto, se debería valorar la necesidad de una metodología diferente una vez alcanzada la capacitación técnica.

También sería interesante identificar las características del aprendizaje y si el estilo individual de los participantes (estilos de Kolb[22]) varía con la edad o la experiencia. Sin embargo, ni el grupo de Richard[23] con ortopedas, ni el de Engels[24] con cirujanos generales, encontraron diferencias significativas entre los estilos de aprendizaje de adjuntos y residentes.

Este tipo de cursos intensivos (similares por ejemplo al conocido ATLS), a pesar de haber demostrado su inferioridad con respecto a la práctica distribuida o espaciada (sesiones cortas con periodos de descanso entre ellas)[25,26], permiten a los participantes noveles (residentes en su mayoría) una gran inmersión en las habilidades que les permite, tal y como hemos comprobado, adquirir un nivel de proficiencia final parejo al de los expertos. En cuanto a los participantes con experiencia en las habilidades entrenadas durante el curso (especialistas en su mayoría), este les aporta una dosis de sobreentrenamiento que juega un papel importante en la retención de las habilidades.

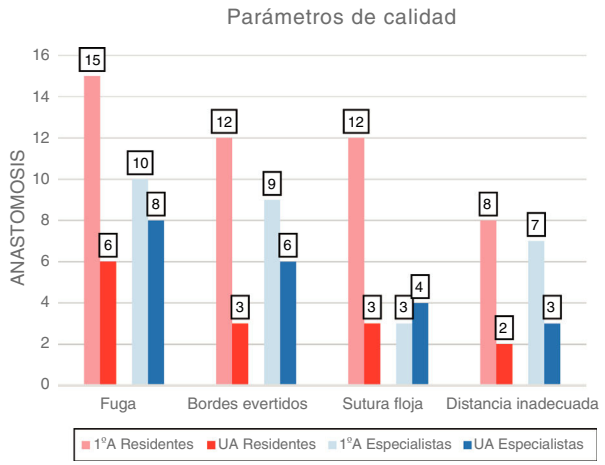


**Figura 5 – Número de anastomosis con deficiencias en los parámetros de calidad entre el grupo de residentes y el de especialistas.**

No obstante, la cantidad exacta de sobreentrenamiento para cada habilidad quirúrgica no ha sido estudiado de momento; lo que sí conocemos es que las tareas más sencillas requieren más sobreentrenamiento que los procedimientos más complejos[27]. Serían necesarios más estudios en este punto; pero lo que parece claro es que el concepto de mantener el entrenamiento más allá de los objetivos debería formar parte de cualquier currículo de habilidades motoras con el fin de optimizar la retención de las habilidades adquiridas mediante simulación[28,29].

Finalmente, cabe reseñar como limitaciones del estudio el tamaño muestral y la variabilidad y posible subjetividad de las evaluaciones. Para evitar este sesgo de medida se ha seleccionado el periodo temporal en el que participaron siempre los mismos instructores, lo que no permitió aumentar el número de participantes.

Por todo ello, nuestra experiencia debería extenderse a más participantes y ampliar exhaustivamente los datos demográficos, curriculares y las individualidades para manejar y asimilar la información que se presenta. De esta manera se podrían hallar patrones de aprendizaje de cara a optimizar e individualizar la docencia.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA


1. Osborne MP. William Stewart Halsted: his life and contributions to surgery. Lancet Oncol. 2007;8:256–65.
2. Martín Parra JI, Gómez Fleitas M, Maestre Alonso JM, Simon R. Diseño de un programa de formación de los residentes de Cirugía General y Aparato Digestivo basado en competencias: integración de la simulación clínica y la práctica asistencial [Tesis doctoral]. Santander: Universidad de Cantabria. 2016
3. Gómez M, Manuel JC. La simulación clínica en la formación quirúrgica en el siglo XXI. Cir Esp. 2011;89:133–5.
4. Evans CH, Schenarts KD. Evolving educational techniques in surgical training. Surg Clin North Am. 2016;96:71–88.
5. Martín JI, Manuel JC, Gómez M. Buscando la calidad en la formación quirúrgica basada en simulación. Cir Esp. 2013;91:623–4.
6. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, et al. Technology enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. JAMA. 2011;306:978–88.
7. 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.
8. 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. discusión 463-4.
9. Ruiz-Gomez JL, Martin-Parra JI, Gonzalez-Noriega M, Redondo-Figuero CG, Manuel-Palazuelos JC. Simulation as a surgical teaching model. Cir Esp. 2018;96:12–7.
10. Fried GM, Feldman LS, Vassiliou MC, Fraser SA, Stanbridge D, Ghitulescu G, et al. Proving the value of simulation in laparoscopic surgery. Ann Sur. 2004;240:518–28.
11. Sroka G, Feldman LS, Vassiliou MC, Kaneva PA, Fayez R, Fried GM. Fundamentals of laparoscopic surgery simulator training to proficiency improves laparoscopic performance in the operating room-a randomized controlled trial. Am J Surg. 2010;199:115–20.
12. Ruiz Gómez JL. Evaluación de la metodología de enseñanza de la anastomosis intestinal laparoscópica en simulador físico apoyado en las opiniones de un grupo de expertos, encuestados mediante metodología Delphi [Tesis doctoral]. Santander: Universidad de Cantabria; 2017: 316.
13. Chipman JG, Schmitz CC. Using objective structured assessment of technical skills to evaluate a basic skills simulation curriculum for first-year surgical residents. J Am Coll Surg. 2009;209:364–70.
14. Reznick RK. Teaching and testing technical skills. Am J Surg. 1993;165:358–61.
15. Nepomnayshy D, Alseidi AA, Fitzgibbons SC, Stefanidis D. Identifying the need for and content of an advanced laparoscopic skills curriculum: results of a national survey. Am J Surg. 2016;211:421–5.
16. León Ferrufino F, Varas Cohen J, Buckel Schaffner E, Crovari Eulufi F, Pimentel Müller F, Martínez Castillo J, et al. Simulation in laparoscopic surgery. Cir Esp. 2015;93:4–11.
17. Varas J, Mejía R, Riquelme A, Maluenda F, Buckel E, Salinas J, et al. Significant transfer of surgical skills obtained with an advanced laparoscopic training program to a laparoscopic jejunojejunostomy in a live porcine model: feasibility of learning advanced laparoscopy in a general surgery residency. Surg Endosc. 2012;26:3486–94.
18. Targarona EM, Balagué C, Martínez C, Hernández MP, Segade M, Franco L, et al. Medium term results on introducing colorrectal laparoscopic surgery into clinical practice after having an intensive training course. Cir Esp. 2011;89:282–9.
19. Zendejas B, Brydges R, Hamstra SJ, Cook DA. State of the evidence on simulation-based training for laparoscopic surgery: a systematic review. Ann Surg. 2013;257:586–93.
20. Aggarwal R, Hance J, Undre S, Cook DA. Training junior operative residents in laparoscopic suturing skills is feasible and efficacious. Surgery. 2006;139:729–34.
21. Castillo R, Buckel E, León F, Varas J, Alvarado J, Achurra P, et al. Effectiveness of learning advanced laparoscopic skills in a brief intensive laparoscopy training program. J Surg Educ. 2015;72:648–53.
22. Kolb A, Kolb D. The Kolb learning style inventory, version 3.1: 2005 technical specifications. Philadelphia: Hay Group, Experience Based Learning Systems, Inc. 2005.
23. Richard RD, Deegan BF, Klena JC. The learning styles of orthopedic residents, faculty, and applicants at an academic program. J Surg Educ. 2014;71:110–8.
24. Engels PT, de Gara C. Learning styles of medical students, general surgery residents, and general surgeons: implications for surgical education. BMC Med Educ. 2010;10:51.
25. Moulton CA, Dubrowski A, Macrae H, Graham B, Grober E, Reznick R. Teaching surgical skills: what kind of practice makes perfect?: a randomized, controlled trial. Ann Surg. 2006;244:400–9.
26. Scott DJ. Proficiency-based training for surgical skills. Semin Colon Rectal Surg. 2008;19:72–80.
27. Kneebone R. Evaluating clinical simulations for learning procedural skills: a theory-based approach. Acad Med. 2005;80:549–53.
28. Stefanidis D, Acker C. Skills and simulation curricula. En: Tsuda ST, Scott DJ, Jones DB, editores. Textbook of simulation skills & team training Woodbury, CT: Ciné-Med, Inc. 2012.
29. Stefanidis D, Acker C, Heniford BT. Proficiency-based laparoscopic simulator training leads to improved operating room skills that is resistant to decay. Surg Innov. 2008;15:69–73.