



Original

Desarrollo y validación de una herramienta para la evaluación de la anastomosis intestinal laparoscópica en simulación

María José Fernández^{a,b}, Enrique Toledo^{a,b,*}, Marta Cañón^{c,b},
José Carlos Manuel-Palazuelos^{a,b} y José M. Maestre^b

^aServicio de Cirugía General, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, España

^bHospital virtual Valdecilla, Santander, España

^cHospital Universitario de León, León, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 2 de julio de 2019

Aceptado el 20 de octubre de 2019

On-line el 31 de diciembre de 2019

Palabras clave:

Anastomosis intestinal

Laparoscopia

Evaluación

Simulación

Enseñanza

Aprendizaje

RESUMEN

Introducción: La anastomosis intestinal laterolateral laparoscópica es una práctica habitual en la clínica y entrenada en simulación. El objetivo del estudio es el diseño y posterior validación de una herramienta fiable y reproducible para su evaluación.

Métodos: Se utilizó un método Delphi modificado para desarrollar los elementos de evaluación al que finalmente incluyeron 5 apartados (separación entre puntos, eversión, tensión, estanqueidad y iatrogenia). Se incluyeron 21 participantes, 10 residentes quirúrgicos de primer año y 11 expertos. Realizaron anastomosis enteroentéricas laterolateral laparoscópica en víscera *ex-vivo* porcina de 5 cm. Las evaluaciones fueron ciegas y realizadas por 2 evaluadores de forma independiente.

Resultados: Las medias obtenidas por noveles y expertos fueron respectivamente: separación entre puntos 3,2 vs. 5,7 ($p < 0,001$), eversión 3,3 vs. 5,9 ($p = 0,004$), tensión 2,9 vs. 5,9 ($p = 0,001$), estanqueidad 3,2 vs. 5,7 ($p = 0,005$), iatrogenia 6,9 vs. 7 ($p = 0,47$). El parámetro iatrogenia no es discriminatorio, por lo que fue eliminado de la herramienta. Los resultados totales fueron 12,5 los noveles y 23,2 los expertos ($p = 0,001$).

La correlación entre observadores presenta un coeficiente de correlación intraclass de 0,99 para la separación entre puntos, 0,94 la eversión, 0,98 la tensión y 0,99 la estanqueidad.

La relación entre la puntuación y la fuga anastomótica sin presión presenta una R de Rosenthal de $-0,71$ ($p < 0,001$); con presión se obtiene una $R = -0,55$ ($p = 0,01$).

Conclusiones: La herramienta diseñada es válida para discriminar entre participantes noveles y expertos, presenta muy alta concordancia entre observadores y se correlaciona con el riesgo de fuga.

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

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: etoledomartinez@gmail.com (E. Toledo).

<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2019.10.005>

0009-739X/© 2019 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Development and Validation of a Tool for the Evaluation of Laparoscopic Intestinal Anastomosis in Simulation

ABSTRACT

Keywords:

Intestinal anastomosis
Laparoscopic
Assessment
Simulation
Teaching
Learning

Introduction: Laparoscopic side-to-side intestinal anastomosis is a common in clinic practice and training simulation. The aim of this study is to design and validate a reliable and reproducible tool for its evaluation.

Methods: A modified Delphi method was used to design a tool with elements that determine quality, including 5 items: separation between stiches, eversion, tension, leak and iatrogenesis. The study included 21 participants (10 first-year residents and 11 experts) who performed a 5 cm laparoscopic intestinal side-to-side anastomosis with porcine viscera. The evaluations were blinded and done independently by 2 evaluators.

Results: The means obtained by novice and expert participants were, respectively: separation between stiches 3.2 vs. 5.7 ($P < .001$), eversion 3.3 vs. 5.9 ($P = .004$), tension 2.9 vs. 5.9 ($P = .001$), leak tightness 3.2 vs. 5.7 ($P = .005$), iatrogenesis 6.9 vs. 7 ($P = .47$). The iatrogenesis parameter was not discriminatory, so it was removed from the tool. The total results were 12.5 for novices and 23.2 for experts ($P = .001$).

The correlation between observers presented an intraclass correlation coefficient of 0.99 for the separation between stiches, 0.94 for eversion, 0.98 for tension and 0.99 for leak.

The correlation between the score and the leak without pressure presented a Rosenthal's R of -0.71 ($P < .001$); with pressure $R = -0.55$ ($P = .01$).

Conclusions: The designed tool is valid to discriminate between novice and expert participants, presents very high concordance between observers and correlates with the risk of leak.

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

Introducción

El empleo de la simulación laparoscópica como método docente es un pilar fundamental en la formación del cirujano, siendo más eficaz que los métodos tradicionales en la integración de conocimientos, la adquisición de habilidades clínico-quirúrgicas complejas¹⁻⁴ y de comportamiento, así como para la toma de decisiones^{5,6}.

La simulación quirúrgica ha evolucionado desde la realización de ejercicios de iniciación y el desarrollo de habilidades sencillas⁷⁻⁹ a llevar a cabo técnicas complejas^{10,11}; todo ello con el objetivo de transferir posteriormente las competencias a la práctica clínica¹². Debido a tal objetivo, se ha generado la necesidad de herramientas que constaten el nivel de desempeño de los participantes a lo largo de su entrenamiento, establecer el momento óptimo para iniciar la técnica con supervisión en pacientes y analizar los métodos docentes que pueden permitir esta transición de modo más eficiente¹³⁻¹⁵. Con este objetivo, se ha desarrollado la evaluación objetiva estructurada de habilidad técnica (Objective Structured Assessment of Technical Skill, OSATS)¹⁶, que valora el desempeño del procedimiento, pero no evalúa el resultado final.

En cuanto al tipo de procedimiento quirúrgico, una de las habilidades más comúnmente entrenadas en nuestro medio es la anastomosis enteroentérica laterolateral manual debido a que se considera una técnica frecuente en laparoscopia y de cuya calidad depende la seguridad de los pacientes¹⁷⁻¹⁹. Su uso como práctica de nivel medio está ampliamente estudiado y extendido; no obstante, la evaluación de sus resultados ha

variado entre grupos y dentro de los mismos, según monitor y evaluador.

Por tanto, el objetivo de este estudio es el diseño y posterior validación de una herramienta fiable y reproducible para la evaluación de anastomosis intestinales laterolaterales manuales laparoscópicas en el contexto de simulación.

Métodos

Desarrollo de la herramienta

Para establecer un consenso de expertos sobre los elementos de calidad de las anastomosis, así como sus descriptores y medición (validez de contenido), se utilizó un método Delphi modificado²⁰. Se realizó un proceso iterativo de encuestas y votaciones anónimas en el que se recurrió a 10 cirujanos laparoscopistas expertos considerados representativos de la especialidad de Cirugía General (al menos 10 años de experiencia, realización de más de 100 anastomosis laparoscópicas en la práctica clínica y procedentes de 5 hospitales del país). La participación fue voluntaria, sin ningún tipo de remuneración, y se obtuvo el consentimiento antes de comenzar el estudio. En la primera ronda se interrogó acerca de los elementos (que son conceptos de alto nivel que describen una característica de la anastomosis) y descriptores (que reflejan los parámetros específicos que determinan la calidad en cada elemento) a evaluar por la herramienta. En la segunda ronda, se pidió la valoración por importancia de cada elemento y descriptor. También se ofreció la posibilidad de hacer comentarios en forma de texto libre. En la tercera ronda,

Tabla 1 – Herramienta para la evaluación de la anastomosis intestinal laparoscópica en simulación (Szabo-Berci-Sackier Laparoscopic Trainer Storz)

DIMENSIÓN	Puntuación							Puntos
	1	2	3	4	5	6	7	
	1. Riesgo seguro de dehiscencia	2: Riesgo muy probable de dehiscencia	3. Riesgo probable dehiscencia	4. Riesgo mínimo dehiscencia	5. Sin riesgo dehiscencia y pobre calidad	6. Sin riesgo de dehiscencia y calidad buena	7. Sin riesgo de dehiscencia y calidad excelente	
Elemento 1: Separación entre puntos en cara anterior de anastomosis: distancia entre cada uno de los puntos y cantidad de puntos que no cumplen la distancia adecuada.	Distancia entre puntos y discrepancia inaceptables			Distancia entre puntos y discrepancia aceptables			Distancia entre puntos precisa y sin discrepancia	
Elemento 2: Eversión de mucosa: Visualización de la mucosa intestinal fuera de las líneas de sutura, anterior o posterior de la anastomosis	La eversión de mucosa total es inaceptable			La eversión de mucosa total es aceptable			No existe eversión de mucosa	
Elemento 3: Tensión de la sutura: Elemento 3: Tensión de la sutura: Valoración del tamaño de la anastomosis a través de la medición de la longitud de la anastomosis y la tracción del hilo de sutura.	La medida de la anastomosis de ángulo a ángulo es inaceptable El hilo sobrante después de tensar el mismo en la línea de sutura es inaceptable			La medida de la anastomosis de ángulo a ángulo es aceptable. El hilo sobrante después de tensar el mismo en la línea de sutura es aceptable			La medida de la anastomosis de ángulo a ángulo es precisa. No hay hilo sobrante después de tensar el mismo	
Elemento 4: Estanqueidad: Evaluación de la fuga de aire a través de las líneas de sutura cuando los intestinos que forman la anastomosis están distendidos. Se considera estanca cuando no existe fuga de aire por la misma.	Existe salida de aire por cualquier parte de la anastomosis y de forma manifiesta no permite la distensión de la anastomosis.			Existe pequeña salida de aire por alguno de los pases de la aguja y no por los puntos con las asas intestinales distendidas.			No existe salida de aire por ningún punto de la anastomosis y las asas intestinales están distendidas.	
Elemento 5: Iatrogenia: Valoración de la existencia o no de desgarros o deserosamientos en las asas intestinales de la anastomosis.	Desgarro intestinal con perforación. Deserosamiento amplio en el asa anastomosada.			No existe desgarro o perforación intestinal. Pequeño deserosamiento que afecta solo a la capa superficial.			No hay desgarro, ni deserosamiento	
Total = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 (mínimo 5 y máximo 35)								
* El elemento iatrogenia fue eliminado de la versión final de la herramienta por no ser discriminativo.								

una vez determinados, se preguntó acerca del sistema de evaluación de estos. Con estos datos, se diseñó una herramienta de valoración global con anclaje de 5 elementos, cada uno de los cuales se valora con puntuaciones de 1 a 7: separación entre puntos, eversión, tensión, estanqueidad y iatrogenia. Se estandarizó un formulario de recogida de datos objetivos (Anexo 1), una herramienta de evaluación (tabla 1) y unas instrucciones para el evaluador (Anexo 2).

Estudio de cohortes

Con el objetivo de estudiar la validez de constructo de la herramienta y analizar si las mediciones se relacionan con la trayectoria de aprendizaje de cirujanos noveles y expertos al realizar anastomosis intestinales, se incluyeron en el estudio 21 participantes: 10 residentes quirúrgicos de primer año iniciados en la cirugía laparoscópica y 11 especialistas expertos (al menos 5 años de experiencia y haber realizado más de 50 anastomosis), los cuales fueron informados y firmaron el consentimiento de participación. Se llevó a cabo en el Hospital virtual Valdecilla (Santander, Cantabria) entre noviembre de 2017 y agosto de 2018. Se recogen las características y experiencia de los participantes, así como el tiempo empleado, la longitud y la fuga de la anastomosis.

Participaron dos evaluadores, cirujanos generales instructores habituales del centro de simulación, los cuales no habían participado en la encuesta Delphi. Las evaluaciones fueron ciegas y cada una de ellas fue realizada por ambos de forma independiente a excepción de la prueba de fuga que se realizó de forma conjunta. La formación de los evaluadores consistió en una sesión teórica de 30 minutos para la presentación de la herramienta y un taller práctico de medición de anastomosis. Se evaluó la consistencia o estabilidad de las medidas obtenidas de un mismo cirujano (fiabilidad) por los distintos evaluadores.

Procedimiento

Se realizaron anastomosis intestinales laterolaterales manuales de 5 cm con vísceras *ex vivo* porcinas en un *endotrainer* laparoscópico (Szabo-Berci-Sackier Laparoscopic Trainer Storz). 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. 1).

La metodología docente empleada constaba de aportar al participante bibliografía sobre el procedimiento, un vídeo para modelar la técnica y la posterior realización de la práctica junto al instructor (siempre el mismo y no evaluador).

Posteriormente, las anastomosis fueron evaluadas mediante la herramienta diseñada, y se realizaron pruebas de estanqueidad neumática sin presión y midiendo la presión a la que ocurría fuga anastomótica (Manómetro digital WIKA® DG-10).

Tamaño muestral

El cálculo del tamaño muestral se basa en las experiencias previas, realizándose con las puntuaciones OSAT obtenidas entre participantes noveles y expertos en la realización de las anastomosis enteroentéricas laterolaterales manuales laparoscópicas. Se calcula empleando la comparación de medias, con 3,47 para los noveles y 4,63 en el caso de los expertos, con

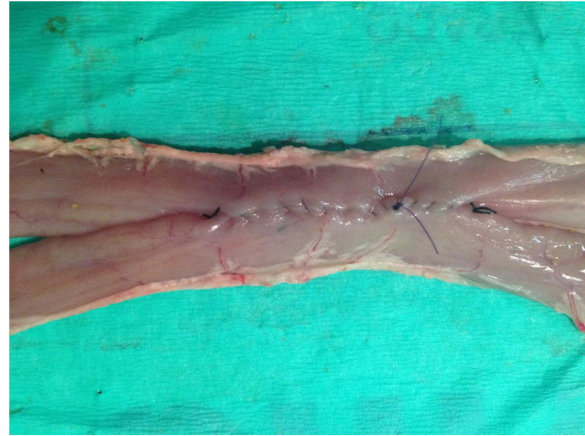


Figura 1 – Anastomosis intestinal laterolateral manual con vísceras «ex vivo» porcinas.

una desviación estándar de 0,504. Se obtiene la necesidad de 4,1 participantes en cada grupo para un riesgo $\alpha = 0,05$ y una potencia estadística del 95%.

Análisis estadístico

Ha sido realizado mediante el programa informático IBM Corp. Released 2016. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0 (Armonk, NY: IBM Corp). Para evaluar la reproducibilidad de la herramienta se ha calculado el índice de concordancia entre evaluadores (coeficiente de correlación intraclass). Se ha utilizado el test de U de Mann-Whitney para comparar las medias de participantes noveles y expertos, y para la relación entre fuga anastomótica y su puntuación, analizando su correlación mediante la R de Rosenthal. La significancia estadística se estableció en $p < 0,05$.

Resultados

Delphi

De la encuesta se extrae que la anastomosis enteroentérica lateral manual óptima debe de presentar una distancia entre puntos de 3-4 mm, sin poder visualizar mucosa intestinal entre los mismos, lo que se catalogaría como eversión de la misma. El tamaño ideal debe de estar entre los 4 y 5 centímetros.

Para valorar la tensión de la sutura se traccionará suavemente mediante un instrumento del hilo de sutura para valorar si se desliza y se medirá la longitud del hilo que sobra tras dicha tensión, se considerará como sutura floja cuando el hilo sobrante es 5 mm o superior.

La iatrogenia es definida como la presencia de perforaciones o desgarros viscerales debidos a la inadecuada manipulación.

Cohorte

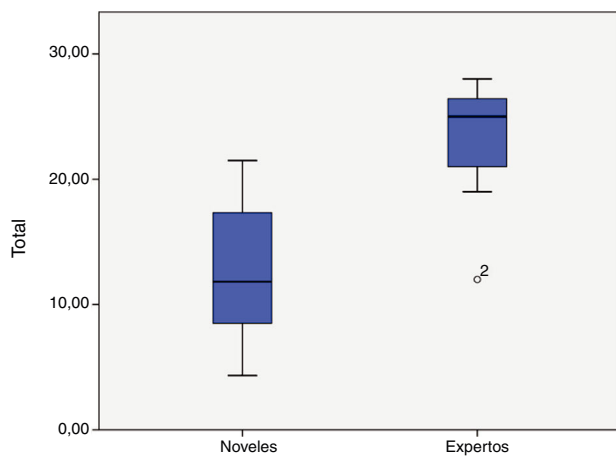
Se estudian 21 cirujanos generales; 12 mujeres y 9 varones, todos ellos diestros. Del total, 10 son residentes de cirugía con una edad media de 26,4 años y 11 expertos con una media de

Tabla 2 – Concordancia entre observadores

	Media	Varianza	Correlación interclase
Separación entre puntos	4,24	0,007	0,986
Eversión	4,52	0,27	0,944
Tensión	3,43	0,061	0,981
Estanqueidad	4,48	0,088	0,989

Tabla 3 – Medias de puntuaciones obtenidas entre participantes noveles y expertos

	Noveles	Expertos	p
Separación entre puntos	3,149	5,757	0,0003
Eversión	3,299	5,878	0,004
Tensión	2,865	5,848	0,001
Estanqueidad	3,231	5,682	0,005
Iatrogenia	6,850	7	0,468
Total	19,394	30,166	0,0003
Total sin iatrogenia	12,544	23,166	0,0003

**Figura 2 – Puntuación total sin iatrogenia de noveles y expertos.**

48,9 años; con una edad global de 38,2. La experiencia previa es nula para el primer grupo, sin realizar de forma autónoma ningún procedimiento laparoscópico ni anastomosis en clínica ni en simulación. En el grupo de expertos se obtiene una media de 545,5 procedimientos laparoscópicos, con una media de 220 anastomosis laparoscópicas clínicas (enteroentéricas, gastroentéricas y coloentéricas) y 43,6 en simulación. El tiempo empleado por anastomosis es de 52,2 minutos.

Fiabilidad entre observadores

Se obtiene una concordancia muy alta entre los diferentes evaluadores con un coeficiente de correlación intraclase de 0,99 para la separación entre puntos, 0,94 en la eversión, 0,98 en la tensión y 0,99 en la estanqueidad (tabla 2). La iatrogenia era similar entre todas las observaciones.

Validez interna

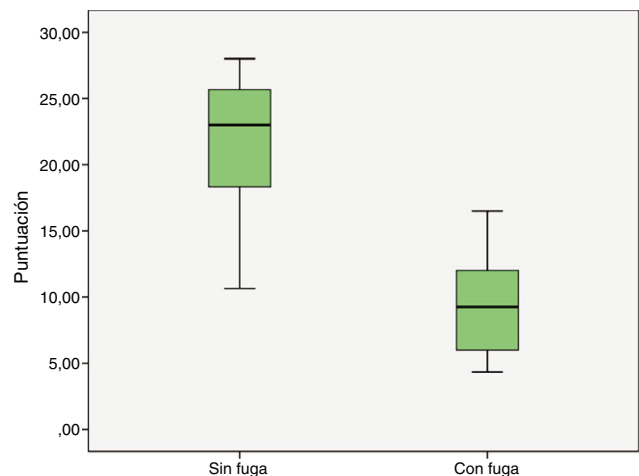
Las medias obtenidas por los participantes noveles y los expertos fueron respectivamente: separación entre puntos 3,2

vs. 5,7 ($p < 0,001$), eversión 3,3 vs. 5,9 ($p = 0,004$), tensión 2,9 vs. 5,9 ($p = 0,001$), estanqueidad 3,2 vs. 5,7 ($p = 0,005$), iatrogenia 6,9 vs. 7 ($p = 0,47$). Con una puntuación total de 19,4 vs. 30,2 ($p < 0,001$) (tabla 3). El tiempo medio fue de 122 minutos vs. 52,2 ($p < 0,001$).

Se aprecia cómo el parámetro iatrogenia es muy similar entre grupos, no siendo significativo ni discriminatorio. Por lo tanto, puede ser eliminado de la herramienta sin cambios en cuanto a la significación, obteniendo unos resultados totales de 12,5 los noveles y 23,2 los expertos ($p = 0,001$) (fig. 2).

Así mismo, se calculó la relación entre la puntuación total y la fuga anastomótica. En el caso de la prueba sin presión la R de Rosenthal es de 0,71 ($p < 0,001$) (fig. 3), mientras que con presión se obtiene una R = 0,55 ($p = 0,01$).

En el grupo de noveles se obtiene una correlación de R = 0,69 ($p = 0,03$) en la fuga sin presión y R = 0,66 ($p = 0,04$) con presión; mientras que en el grupo de expertos la R es de 0,48 ($p = 0,11$) en la fuga sin presión y de 0,66 en la fuga con presión ($p = 0,03$).

**Figura 3 – Puntuación total de las anastomosis divididas según el resultado de la prueba de estanqueidad sin presión.**

Discusión

La herramienta desarrollada para la evaluación de las anastomosis intestinales laparoscópicas en simulación, compuesta finalmente por 4 elementos y sus correspondientes descriptores de calidad, discrimina de modo significativo entre participantes con experiencia y noveles. Así mismo, obtiene una correlación inversamente proporcional con la fuga anastomótica y gran concordancia entre observadores. El parámetro iatrogenia, inicialmente incluido en la herramienta como resultado del estudio Delphi, al resultar muy similar entre grupos, no ser significativo, ni discriminatorio, fue eliminado de la versión final de la herramienta (**Anexo 3**).

La evaluación del resultado de una anastomosis intestinal es compleja, debido al gran número de variables que la acompañan y la dificultad de probar y correlacionar la técnica con el resultado final; motivo por el cual, sigue siendo objeto de estudio actualmente en la práctica clínica^{21,22}. A esto debe añadirse la elasticidad de los tejidos y las peculiaridades de la simulación, ya que en otras disciplinas como la cirugía microvascular, se dispone de mayor número de métodos de comprobación y evaluación²³⁻²⁵. No obstante, el desarrollo formativo y tecnológico apremia la necesidad de búsqueda de herramientas válidas, sencillas y reproducibles con las que evaluar progresos²⁶. La necesidad de capacitar diferentes técnicas y su incorporación en los currículos integrales ha provocado la aparición de estudios que abarcan desde las habilidades básicas²⁷ a técnicas más complejas como colecistectomías²⁸, funduplicaturas²⁹, etc. Según nuestra experiencia, la OSATS, ya validada por Reznick³⁰ para las anastomosis intestinales en animal vivo, parece ser un buen estimador de la habilidad procedimental, aunque no se correlaciona de manera adecuada con la calidad final de la anastomosis¹⁵. Además, la OSATS requiere más tiempo e importantes recursos humanos y económicos, pudiendo la herramienta diseñada en este estudio aliviar estas barreras, a la vez que objetiviza la recopilación de datos^{31,32} y se correlaciona con el resultado técnico final.

Las implicaciones para la práctica docente en posteriores cursos formativos incluyen la individualización de la trayectoria de aprendizaje de los participantes y conocer los elementos de la anastomosis en los que se ha alcanzado la proficiencia y en los que necesita seguir progresando. Ello posibilita transformar un currículum de entrenamiento basado en tiempo de práctica, por otro basado en la evaluación del rendimiento según parámetros estandarizados y validados. Además, permite abrir una futura línea de investigación de cara a crear un marco de referencia valorando el número de anastomosis o la puntuación que determine la transición a la práctica clínica.

El estudio tiene varias limitaciones. Por un lado, los evaluadores están familiarizados con la técnica y la simulación, lo que puede limitar la posibilidad de generalizar a los evaluadores que no son expertos en contenido o no desarrollan esta práctica. Puede resultar de interés la inclusión de nuevos evaluadores y su uso en diferentes centros de cara a comprobar si se mantiene la concordancia entre ellos. La difusión de la herramienta entre nuevos evaluadores requerirá una guía de evaluación y taller de práctica.

Posibles investigaciones futuras incluyen ampliar el tamaño muestral y probar si la potencia estadística obtenida se mantiene al introducir participantes entrenados y de nivel medio, los cuales no estaban representados en el presente estudio.

Tras estos pasos, se podría estudiar su implementación y validación en las anastomosis realizadas en animal vivo y posteriormente tenerla en cuenta en la práctica clínica en humanos como criterio de calidad.

Conclusiones

El estudio ha conseguido diseñar y validar una herramienta para la evaluación de anastomosis enteroentéricas manuales laparoscópicas en vísceras *ex vivo*, confirmando su capacidad de discriminación entre participantes noveles y expertos, así como una muy alta concordancia entre observadores. Además, obtiene una importante correlación con el riesgo de fuga sin presión.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. El Hospital virtual Valdecilla está afiliado con el *Center for Medical Simulation*, Boston, EE. UU., ambas instituciones docentes sin ánimo de lucro que ofrecen programas de formación clínica y de educación con matrícula.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.ciresp.2019.10.005](https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2019.10.005).

BIBLIOGRAFÍA

1. 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.
2. 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? *JACS*. 2000;191:272-83.
3. 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;236:458-64.
4. 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.
5. 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;240:518-28.
6. Sroka G, Feldman LS, Vassiliou MC, Kaneva PA, Fayed 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.

7. 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.
8. Reznick RK. Teaching and testing technical skills. *Am J Surg.* 1993;165:358-61.
9. Aggarwal R, Hance J, Undre S, Ratnasothy J, Moorthy K, Chang A, et al. Training junior operative residents in laparoscopic suturing skills is feasible and efficacious. *Surgery.* 2006;139:729-34.
10. 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 jejunojunostomy in a live porcine model: feasibility of learning advanced laparoscopy in a general surgery residency. *Surg Endosc.* 2012;26:3486-94.
11. Bilgic E, Alyafi M, Hada T, Landry T, Fried GM, Vassiliou MC. Simulation platforms to assess laparoscopic suturing skills: a scoping review. *Surg Endosc.* 2019;33:2742-62.
12. 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.
13. Targarona EM, Balagué C, Martínez C, Hernández MP, Segade M, Franco L, et al. Medium term results on introducing colorectal laparoscopic surgery into clinical practice after having an intensive training course. *Cir Esp.* 2011;89:282-9.
14. Scott D, Ritter E, Tesfay S, Pimentel EA, Nagji A, Fried GM. Certification pass rate of 100% for fundamentals of laparoscopic surgery skills after proficiency-based training. *Surg Endosc.* 2008;22:1887-93.
15. Toledo Martínez E, Martín Parra JI, Magadán Álvarez C, López Useros A, Fernández Santiago R, Regaño Díez S, et al. Influence of previous experience on the benefits of laparoscopic surgical training based on simulation. *Cir Esp.* 2019;97:314-9.
16. 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.
17. 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.
18. Ruiz-Gomez JL, Martín-Parra JI, Gonzalez-Noriega M, Redondo-Figuero CG, Manuel-Palazuelos JC. Simulation as a surgical teaching model. *Cir Esp.* 2018;96:12-7.
19. Rowse PG, Ruparel RK, AlJamal YN, Abdelsattar JM, Farley DR. Video skills curricula and simulation: a synergistic way to teach 2-layered hand-sewn small bowel anastomosis. *J Surg Educ.* 2015;72:1057-63.
20. Jones J, Hunter D. Consensus methods for medical and health services research. *BMJ.* 1995;311:376-80.
21. Dong H, Wang YL, Zhang X, Zhang WJ, Dong SH, Zhang FP, et al. The effect of air test and methylene blue perfusion test on detecting the quality of anastomosis during laparoscopic rectal cancer excision (Dixon). *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2019;99:939-42.
22. Allaix ME, Lena A, Degiuli M, Arezzo A, Passera R, Mistrangelo M, et al. Intraoperative air leak test reduces the rate of postoperative anastomotic leak: analysis of 777 laparoscopic left-sided colon resections. *Surg Endosc.* 2019;33:1592-9.
23. Duran CA, Shames M, Bismuth J, Lee JT. Simulation Committee of the Association of Program Directors in Vascular Surgery, Validated assessment tool paves the way for standardized evaluation of trainees on anastomotic models. *Ann Vasc Surg.* 2014;28:115-21.
24. Aoun SG, El Ahmadih TY, El Tecle NE, Daou MR, Adel JG, Park CS, et al. A pilot study to assess the construct and face validity of the Northwestern Objective Microanastomosis Assessment Tool. *J Neurosurg.* 2015;123:103-9.
25. Ghanem AM, Al Omran Y, Shatta B, Kim E, Myers S. Anastomosis Lapse Index (ALI): A Validated End Product Assessment Tool for Simulation Microsurgery Training. *J Reconstr Microsurg.* 2016;32:233-41.
26. Boon JR, Salas N, Avila D, Boone TB, Lipshultz LI, Link RE. Construct validity of the pig intestine model in the simulation of laparoscopic urethrovesical anastomosis: tools for objective evaluation. *J Endourol.* 2008;22:2713-6.
27. Palter VN, Orzech N, Reznick RK, Grantcharov TP. Validation of a structured training and assessment curriculum for technical skill acquisition in minimally invasive surgery: a randomized controlled trial. *Ann Surg.* 2013;257:224-30.
28. López-Mir F, Naranjo V, Fuertes JJ, Alcañiz M, Bueno J, Pareja E. Design and validation of an augmented reality system for laparoscopic surgery in a real environment. *Biomed Res Int.* 2013;2013:758491.
29. Jimbo T, Ieiri S, Obata S, Uemura M, Souzaki R, Matsuoka N, et al. A new innovative laparoscopic fundoplication training simulator with a surgical skill validation system. *Surg Endosc.* 2017;31:1688-96.
30. Reznick RK. Teaching and testing technical skills. *Am J Surg.* 1993;165:358-61.
31. Bhatti NI. Assessment of Surgical Skills and Competency. *Otolaryngol Clin North Am.* 2017;50:959-65.
32. Wikander L, Bouchoucha SL. Facilitating peer based learning through summative assessment - An adaptation of the Objective Structured Clinical Assessment tool for the blended learning environment. *Nurse Educ Pract.* 2018;28:40-5.