



Original

Validación de un modelo de formación intensiva en cirugía digestiva laparoscópica

Silvia Enciso^{a,*}, Idoia Díaz-Güemes^a, Jesús Usón^b y Francisco Miguel Sánchez-Margallo^c^aUnidad de Laparoscopia, Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón, Cáceres, España^bPresidente de Honor, Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón, Cáceres, España^cDirección Científica, Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón, Cáceres, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 5 de junio de 2015

Aceptado el 6 de octubre de 2015

On-line el 24 de noviembre de 2015

Palabras clave:

Formación

Cirugía laparoscópica

Cirugía general

Evaluación

Habilidades

RESUMEN

Introducción: Nuestro objetivo fue validar un modelo de formación en cirugía laparoscópica para residentes de cirugía general.

Métodos: Doce residentes de cirugía general realizaron un programa formativo, consistente en una sesión teórica (una hora) y una sesión práctica en simulador (7 h) y modelo animal (13 h). En la primera y última repetición de los ejercicios y la funduplicatura de Nissen, se registró el tiempo y la puntuación de la escala de puntuación global *objective structured assessment of technical skills* (OSATS). Antes y después del curso, los participantes realizaron 4 ejercicios en el simulador virtual LAPMentorTM: 1) coordinación ojo-mano, 2) coordinación mano-mano, 3) transferencia de objetos y 4) ejercicio de colecistectomía, registrándose las métricas de tiempo y movimiento. Además, rellenaron un cuestionario sobre los elementos formativos en una escala del 1 al 5.

Resultados: La última repetición de los ejercicios y de la funduplicatura de Nissen se realizaron más rápido y con mejor puntuación OSATS. Tras el curso, los participantes realizaron todos los ejercicios en LAPMentorTM más rápido, aumentando la velocidad de movimientos en todos ellos. El número de movimientos disminuyó en los ejercicios 2, 3 y 4, así como la distancia recorrida en los ejercicios 2 y 4. Los elementos del programa fueron valorados positivamente. El ejercicio de sutura fue el aspecto mejor valorado ($4,90 \pm 0,32$).

Conclusiones: Este modelo de formación en cirugía laparoscópica ha demostrado ser válido para la mejora de habilidades básicas y avanzadas de médicos residentes de cirugía general. La sutura intracorpórea y el modelo animal fueron los elementos formativos mejor valorados.

© 2015 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: senciso@ccmijesususon.com, silviaenci@hotmail.com (S. Enciso).<http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2015.10.005>

0009-739X/© 2015 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Validation of a model of intensive training in digestive laparoscopic surgery

ABSTRACT

Keywords:
Training
Laparoscopy
General surgery
Assessment
Surgical skills

Introduction: Our objective was to assess a laparoscopic training model for general surgery residents.

Methods: Twelve general surgery residents carried out a training program, consisting of a theoretical session (one hour) and a hands-on session on simulator (7 h) and on animal model (13 h). For the first and last repetitions of simulator tasks and the Nissen fundoplication technique, time and scores from the global rating scale *objective structured assessment of technical skills* (OSATS) were registered. Before and after the course, participants performed 4 tasks on the virtual reality simulator LAPMentor™: 1) hand-eye coordination, 2) hand-hand coordination, 3) transference of objects and 4) cholecystectomy task, registering time and movement metrics. Moreover, the residents completed a questionnaire related to the training components on a 5-point rating scale.

Results: The last repetition of the tasks and the Nissen fundoplication technique were performed faster and with a higher OSATS score. After the course, the participants performed all LAPMentor™ tasks faster, increasing the speed of movements in all tasks. Number of movements decreased in tasks 2, 3 and 4; as well as path length in tasks 2 and 4. Training components were positively rated by residents, being the suture task the aspect best rated (4.90 ± 0.32).

Conclusions: This training model in digestive laparoscopic surgery has demonstrated to be valid for the improvement of basic and advanced skills of general surgery residents. Intracorporeal suturing and the animal model were the best rated training elements.

© 2015 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Recientemente, se han desarrollado distintos métodos de aprendizaje y programas de entrenamiento para la adquisición de habilidades en cirugía laparoscópica^{1,2}. Estos programas combinan formación clínica, tales como residencias en el ámbito hospitalario (*fellowships*), y no clínica, como módulos prácticos con una duración habitual de 2 a 3 días y donde se combina el uso de simuladores y modelos experimentales³.

Los primeros, implementados principalmente en Estados Unidos y Canadá, han obtenido buenos resultados formativos. Sin embargo, en Europa no ha existido una política común en este sentido, ni se ha propuesto o desarrollado un modelo uniforme a nivel comunitario⁴.

Por otro lado, la modalidad de cursos prácticos intensivos es una de las opciones de formación más demandadas, ya que es compatible con la limitación de tiempo de los cirujanos y responde a la necesidad de una formación adicional en técnicas avanzadas por parte de la comunidad médica⁴. Además, se ha señalado que este tipo de cursos debería ser un requisito básico para los residentes^{5,6}. Sin embargo, deben ser validados como herramientas de aprendizaje útiles.

En paralelo al desarrollo de las distintas modalidades de entrenamiento, han surgido métodos de evaluación de habilidades quirúrgicas que permiten realizar un seguimiento del aprendizaje. Entre estos métodos, destacan las métricas de los simuladores virtuales, las herramientas observacionales de evaluación y los sistemas de seguimiento del movimiento⁷.

Con este trabajo se pretende determinar objetivamente la utilidad de nuestro modelo de formación en cirugía laparoscópica para la adquisición de destrezas en médicos residentes de la especialidad de cirugía general y del aparato digestivo.

Métodos

Sujetos de estudio

Participaron en el estudio 12 médicos residentes que acudieron a nuestro centro para realizar un curso básico de cirugía laparoscópica durante el año 2012. Los criterios de inclusión englobaron residentes de últimos años (R4 y R5) de la especialidad de cirugía general y del aparato digestivo y que, además, hubieran realizado menos de 10 cirugías laparoscópicas como cirujano principal. Antes del curso, los participantes rellenaron una encuesta demográfica, en la que se registró también información sobre su experiencia previa en simulación laparoscópica.

Programa formativo

Todas las actividades de formación fueron aprobadas por el Comité de Ética y de Bienestar Animal de nuestro centro, y cumplieron los requerimientos especificados en la normativa vigente en el momento de realización del estudio (Directiva 2010/63/UE, Real Decreto 1201/2005 y Ley 32/2007).

Los cursos prácticos de cirugía laparoscópica tuvieron una duración de 2 días y medio. El programa se basó en una parte teórica (1 hora) y una parte práctica en el simulador físico Simulap® (7 h) y en animal de experimentación (13 h). La parte teórica consistió en sesiones sobre formación, ergonomía, instrumental y dispositivos, y torre de laparoscopia. La parte práctica llevada a cabo en simulador se realizó durante el primer día del curso, realizando los ejercicios en orden creciente de dificultad: coordinación ojo-mano, coordinación mano-mano, corte, disección y sutura. Durante el día y medio siguientes, se llevó a cabo la práctica *in vivo* en el modelo porcino, dada la similitud anatómica del aparato gastrointestinal con la del ser humano⁸. Durante esta fase, los asistentes practicaron la funduplicatura de Nissen y anastomosis gastroyeyunal con sutura intracorpórea. Antes de la práctica en simulador y en modelo animal, los profesores del curso realizaron una demostración para explicar cada ejercicio, la técnica quirúrgica y la anatomía comparada entre el modelo porcino y el humano. Durante toda la práctica en modelo experimental, los animales fueron tratados mediante una anestesia inhalatoria, y permanecieron en todo momento bajo supervisión veterinaria para proporcionarles la anestesia y analgesia necesarias. Por otro lado, los cirujanos fueron supervisados y tutorizados por cirujanos con gran experiencia en cirugía laparoscópica clínica y experimental.

Evaluación de habilidades quirúrgicas

Antes de comenzar el curso y tras su finalización, los cirujanos realizaron 4 ejercicios en el simulador de realidad virtual LAPMentor™ (Simbionix Corporation, Cleveland, OH, Estados

Unidos). La ejecución de los ejercicios se evaluó mediante las métricas generadas por LAPMentor™: tiempo total, número de movimientos, distancia recorrida y velocidad media del instrumental derecho e izquierdo. Los 4 ejercicios se describen a continuación.

- Ejercicio 1. Coordinación ojo-mano, cuyo objetivo es tocar 20 bolas, 10 de color azul (con la mano derecha) y 10 rojas (con la mano izquierda), siguiendo el orden aleatorio que se indica en la pantalla.
- Ejercicio 2. Coordinación mano-mano, cuya misión es extraer 9 bolas incluidas en un gel y depositarlas en un recipiente.
- Ejercicio 3. Transferencia de objetos. Consiste en colocar 2 objetos en la posición indicada por el simulador mediante su traspaso de una mano a otra.
- Ejercicio 4. Colocación de clips y corte de la arteria y el conducto cístico.

Finalmente, durante la fase de formación en simulador y modelo experimental se registró el tiempo de ejecución de la primera y última repetición de los ejercicios y de la funduplicatura de Nissen. Los ejercicios y procedimientos fueron evaluados de manera ciega mediante la escala de puntuación global validada *objective structured assessment of technical skills* (OSATS)⁹ por 2 cirujanos expertos ajenos al estudio.

Evaluación subjetiva

Al finalizar el curso, los participantes rellenaron un cuestionario subjetivo relativo a los componentes del programa

Tabla 1 – Resultados del cuestionario subjetivo relativo a los elementos del programa formativo (escala 1-5)

Preguntas	Media	DE
1. Duración		
1.2. Global del curso	4,60	0,70
Fase de entrenamiento en simulación física	3,60	1,07
Fase de entrenamiento en modelo experimental	4,70	0,48
2. Utilidad de los ejercicios para el aprendizaje de habilidades básicas		
2.1. Ejercicio de coordinación	4,60	0,52
2.2. Ejercicio de corte	4,50	0,71
2.3. Ejercicio de disección	4,60	0,52
2.4. Ejercicio de sutura	4,90	0,32
3. Utilidad de los siguientes métodos de entrenamiento para el mantenimiento de habilidades		
3.1. Prácticas en simulador	3,60	1,35
3.2. Prácticas en modelo experimental	4,60	1,26
4. Utilidad de los siguientes métodos de entrenamiento para el aprendizaje de nuevas técnicas		
4.1. Prácticas en simulador	3,70	1,25
4.2. Prácticas en modelo experimental	4,70	0,67
5. La utilidad de la evaluación por parte de...		
5.1. Un experto	3,90	0,99
5.2. Un simulador virtual	3,10	1,37
6. Otros aspectos		
6.1. ¿Cuánto considera que ha avanzado con el programa de simulación?	3,70	1,34
6.2. ¿Considera necesaria la realización del programa de simulación antes de practicar laparoscopia en el modelo animal?	3,30	1,49
6.3. ¿Cuánto considera que ha avanzado con el entrenamiento en el modelo animal?	4,70	0,48
6.4. ¿Considera necesaria la práctica en modelo animal antes de practicar laparoscopia en el paciente real?	4,60	0,70

DE: desviación estándar.

formativo (tabla 1), con una escala de valoración tipo Likert del 1 (muy negativo) al 5 (muy positivo).

Análisis estadístico

Para realizar el estudio estadístico se utilizó el programa informático Statistical Package for the Social Sciences, versión 15.0 (SPSS, Chicago, Estados Unidos). Con relación al tamaño de la muestra, en un trabajo previo en el cual se empleó la escala OSATS, determinaron que el número mínimo de participantes para que hubiese una diferencia mínima relevante de 1,3, con un α de 0,05 y un poder estadístico de 0,80, debía ser 9¹⁰. Se empleó el test no paramétrico de Wilcoxon para muestras relacionadas para comparar los resultados iniciales y finales obtenidos en los ejercicios en simulador, en la funduplicatura de Nissen y en LAPMentorTM. El coeficiente de alfa de Cronbach se calculó para determinar la fiabilidad entre evaluadores para las puntuaciones OSATS. Un valor de $p < 0,05$ fue considerado significativo.

Resultados

Todos los participantes completaron todas las fases de la actividad formativa. La población constó de 9 mujeres y 3 hombres. La mitad de los cirujanos eran diestros.

Habían participado como ayudantes en más de 50 y menos de 100 cirugías laparoscópicas 8 participantes, mientras el resto había ayudado en más de 10 y menos de 50 cirugías. En cuanto a la simulación física, 6 cirujanos tenían escasa experiencia y el resto, ninguna. En simulación híbrida y de realidad virtual, 10 participantes no poseían ninguna experiencia y el resto de participantes, poca experiencia.

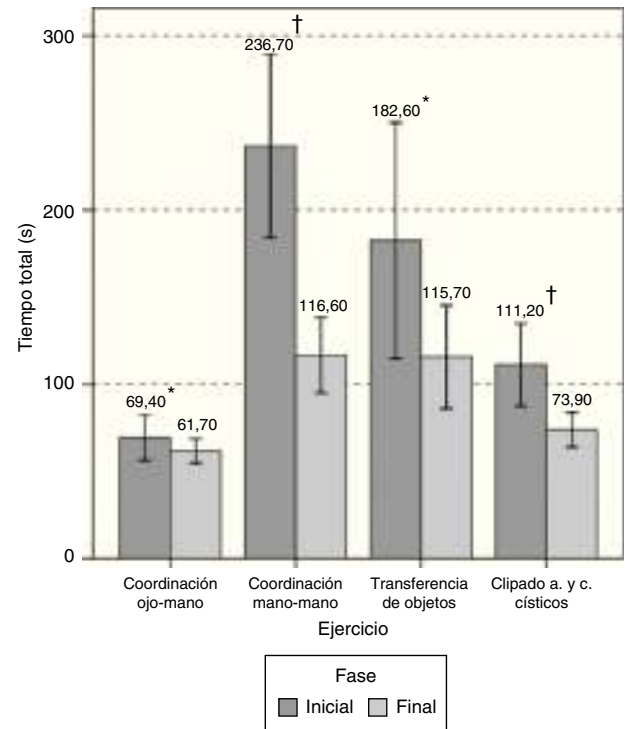


Figura 1 – Tiempo total registrado por LAPMentor para cada ejercicio (los valores indican la media). * $p < 0,05$ y † $p < 0,01$ en el test de Wilcoxon.

Evaluación en LAPMentorTM

Tras finalizar el curso, los cirujanos realizaron todos los ejercicios en LAPMentorTM con valoraciones superiores a las

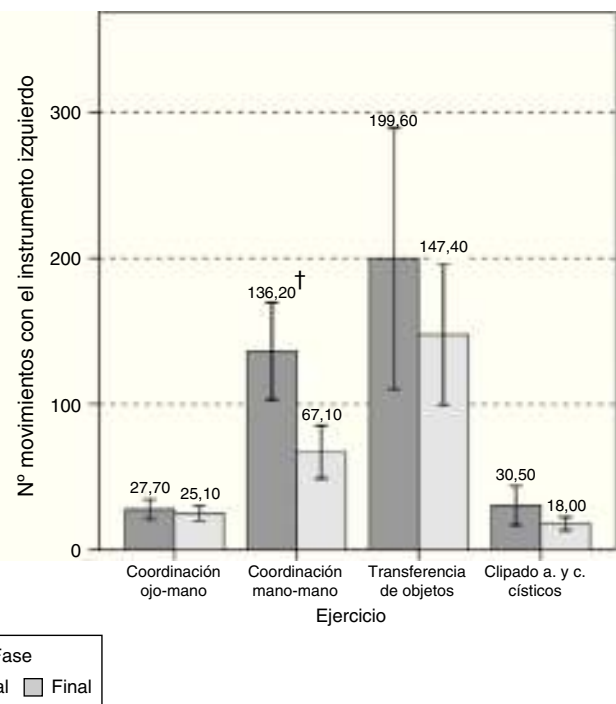
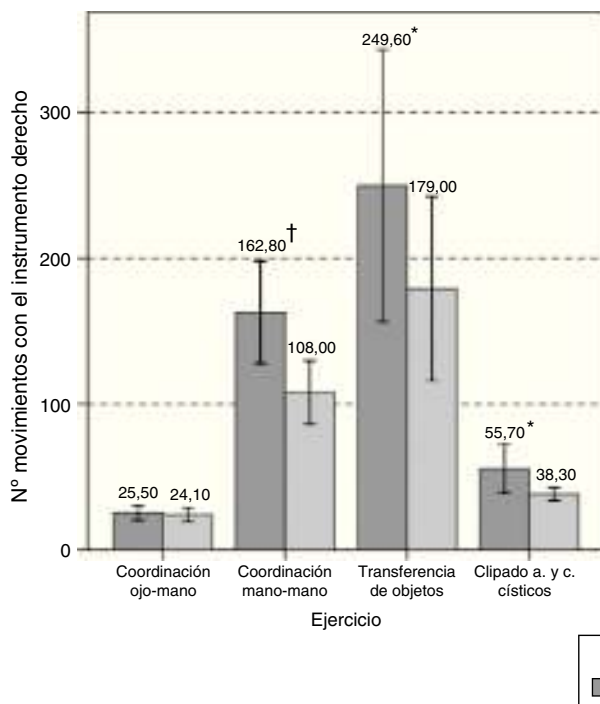


Figura 2 – Número de movimientos realizados por el instrumental derecho e izquierdo en el simulador virtual LAPMentor (los valores indican la media). * $p < 0,05$ y † $p < 0,01$ en el test de Wilcoxon.

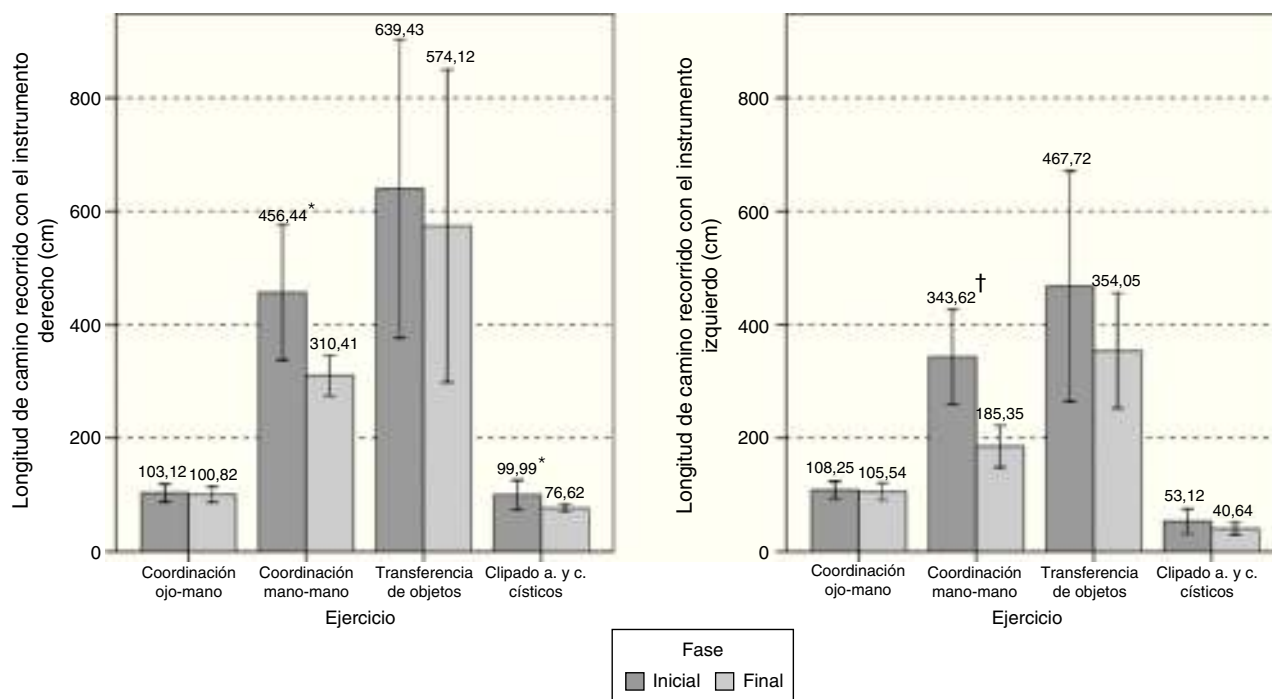


Figura 3 – Longitud de movimientos realizada para completar los ejercicios en LAPMentor (los valores indican la media). * $p < 0,05$ y † $p < 0,01$ en el test de Wilcoxon.

basales. Así, realizaron todos los ejercicios más rápido (fig. 1). El número de movimientos disminuyó significativamente en los ejercicios 2, 3 y 4 (fig. 2) y la distancia recorrida en los ejercicios 2 y 4 (fig. 3). La velocidad de movimientos aumentó significativamente en todos los ejercicios (fig. 4).

Evaluación en simulador y modelo animal

Los asistentes realizaron significativamente más rápido la última repetición de los ejercicios en simulador ($8,39 \pm 4,55$ min frente a $6,33 \pm 4,14$ min; $p = 0,004$) y de la

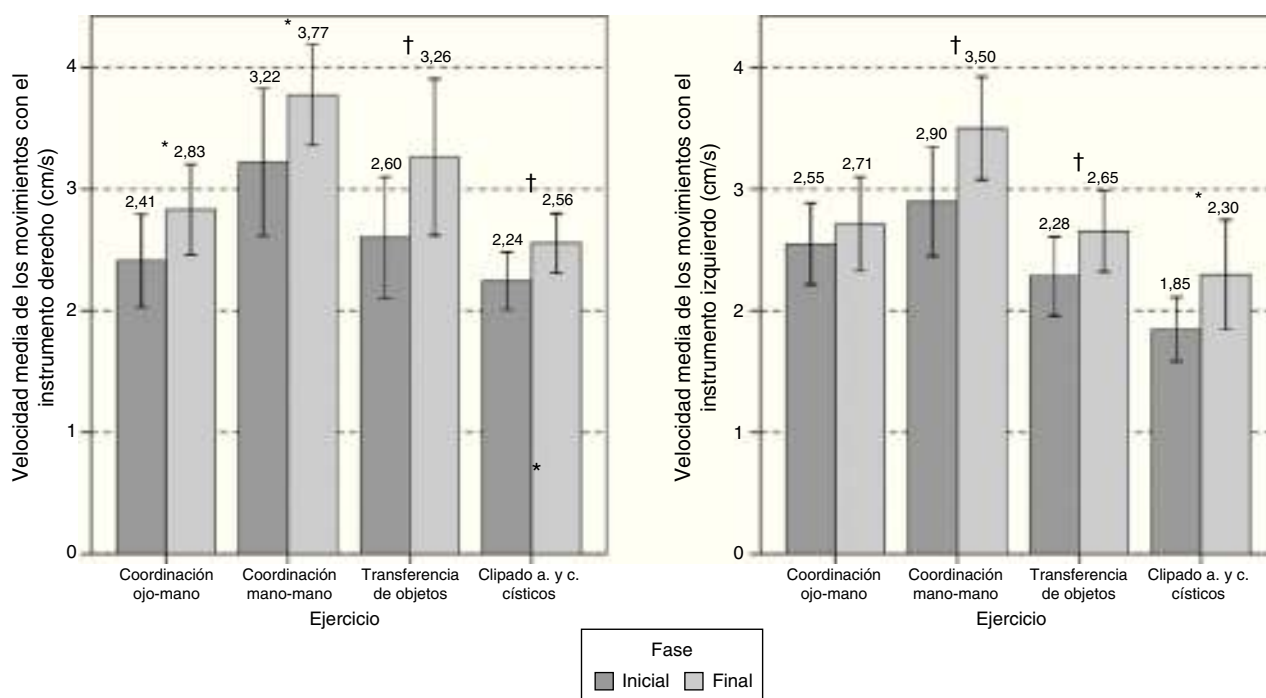


Figura 4 – Velocidad registrada en los instrumentos al llevar a cabo los ejercicios en LAPMentor (los valores indican la media). * $p < 0,05$ y † $p < 0,01$ en el test de Wilcoxon.

funduplicatura de Nissen ($89,81 \pm 27,08$ min frente a $63,29 \pm 17,38$ min; $p = 0,005$) y aumentaron la puntuación de la escala OSATS (simulador: $18,99 \pm 1,27$ frente a $21,22 \pm 1,39$; $p = 0,001$; funduplicatura de Nissen: $17,8 \pm 1,48$ frente a $21,9 \pm 1,66$; $p = 0,004$). El coeficiente alfa de Cronbach entre los evaluadores fue de 0,85.

Evaluación subjetiva del los elementos formativos

Respecto a la duración del curso, los participantes indicaron que esta era adecuada ($4,60 \pm 0,70$), tanto globalmente como el tiempo destinado a la práctica en simulador ($3,60 \pm 1,07$) y en modelo experimental ($4,70 \pm 0,48$).

La pregunta mejor valorada fue «Utilidad del ejercicio de sutura para el aprendizaje de habilidades» ($4,90 \pm 0,32$).

El resto de los ejercicios realizados en el simulador fueron peor valorados, pero en todos los casos superaron los 3 puntos (tabla 1). Por otro lado, la cuestión valorada con menor puntuación fue «Utilidad de la evaluación por un simulador de realidad virtual», que obtuvo una puntuación media de $3,10 \pm 1,37$. Sin embargo, se obtuvo una puntuación media de $3,90 \pm 0,99$ para «Utilidad de la evaluación por un experto» y «Necesidad de evaluación de la ejecución del ejercicio».

Los cirujanos consideraron más útil el modelo animal que el simulador, tanto para el aprendizaje de nuevas técnicas ($4,70 \pm 0,67$ frente a $3,70 \pm 1,25$) como para el mantenimiento de habilidades ($4,60 \pm 1,26$ frente a $3,60 \pm 1,35$). Además, los participantes creían haber avanzado más con el entrenamiento en modelo animal ($4,70 \pm 0,48$) que en el simulador físico ($3,70 \pm 1,34$) (tabla 1).

Discusión

Este estudio ha demostrado que el programa de formación en cirugía laparoscópica descrito es útil para el aprendizaje y la mejora de las habilidades quirúrgicas de residentes de la especialidad de cirugía general y del aparato digestivo. Asimismo, los participantes mostraron un alto grado de satisfacción con la duración y los elementos didácticos del programa.

Nuestro modelo de formación está basado en un sistema de aprendizaje secuencial¹¹. El primer nivel comprende la formación básica en cirugía laparoscópica e incluye la fase de simulación física en el simulador Simulap® (CCMIJU, Cáceres, España), el cual ha sido validado previamente, y ha demostrado poseer validez aparente, de contenidos y constructiva¹². En esta fase, se practican los ejercicios en un orden de dificultad creciente, de modo que se acorta la curva de aprendizaje de ejercicios más complejos como la sutura, lo que supone, además, un ahorro económico sustancial¹³. Además, creemos que este aprendizaje gradual en simulador es necesario para obtener un mejor rendimiento en la parte práctica en modelo animal, con lo que puede disminuirse su uso.

Entre los ejercicios practicados en el simulador, la sutura intracorpórea fue el ejercicio que consideraron más útil para la adquisición de habilidades. Esto puede estar influido por la mayor relación práctica de este ejercicio con los procedimientos quirúrgicos y por el mayor grado de satisfacción

personal al aprender una tarea compleja y muy útil para muchas cirugías.

A pesar de la mejora de habilidades lograda a través de la simulación, para el aprendizaje de maniobras más exigentes y técnicas quirúrgicas completas, los modelos animales constituyen el medio más realista^{14,15}. Por ello, el segundo nivel de nuestro programa formativo está dedicado a la adquisición de habilidades más avanzadas a través de la práctica quirúrgica en modelo experimental. A lo largo de esta fase de entrenamiento, los participantes disminuyeron el tiempo quirúrgico y aumentaron la calidad de la técnica quirúrgica.

En la evaluación subjetiva, los participantes consideraron más útil el modelo animal que el simulador para el aprendizaje de nuevas técnicas y el mantenimiento de habilidades y creyeron haber avanzado más con el entrenamiento en el modelo animal. Además, los participantes consideraron muy necesaria la práctica en el modelo animal antes de realizar laparoscopia clínica ($4,60 \pm 0,70$) y estuvieron muy de acuerdo con la duración del entrenamiento en modelo animal ($4,70 \pm 0,48$). Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Palter et al.¹⁶, quienes indican que los residentes prefieren el modelo animal antes que la simulación física, y sitúan en último lugar a la simulación de realidad virtual.

La gran aceptación de los modelos animales por parte de los cirujanos probablemente se deba al hecho de simular mejor una cirugía real que otros dispositivos sintéticos o virtuales, causándoles por ello una experiencia más satisfactoria. Sin embargo, a partir de nuestra experiencia, cuando un cirujano novel se enfrenta a un procedimiento en un animal sin tener las habilidades básicas necesarias, el entrenamiento es probable que acabe siendo frustrante y contraproducente.

Por otro lado, los cirujanos consideran que la evaluación de su práctica quirúrgica es necesaria, sin embargo, han mostrado preferencia por que esta sea realizada por un cirujano experto, más que por un simulador virtual. Aunque se ha demostrado la utilidad de los simuladores virtuales como herramientas de evaluación de habilidades¹⁷, la tutorización y evaluación por parte de un cirujano experto parece ser la opción más aceptada durante la formación.

Las herramientas de evaluación objetivas seleccionadas en nuestro estudio son el simulador de realidad virtual LAPMentor™, ya que se ha demostrado la validez constructiva de los ejercicios empleados en nuestro estudio¹⁷⁻²⁰, y la escala de puntuación global del examen OSATS⁹, dado que es la más empleada y validada actualmente⁷.

Los resultados obtenidos en LAPMentor™ indican que con el programa de formación intensivo los participantes obtienen una mayor eficiencia en los movimientos, al reducir el número de movimientos innecesarios y realizar los movimientos más rápidamente y de manera más automática.

Sarker et al.²¹ evaluaron los cursos *Core skills in laparoscopic surgery* (CSLS), promovidos por el Royal College of Surgeons, empleando el mismo simulador de realidad virtual y los ejercicios de coordinación ojo-mano y mano-mano. En su caso, únicamente emplearon simulación física, con una duración de 17 h, y no evaluaron la velocidad de movimientos. Estos autores obtuvieron mayor número de diferencias significativas en el ejercicio de coordinación ojo-mano que en nuestro caso, aunque, a diferencia de nuestros resultados, ellos no las observaron para la distancia recorrida con la mano

izquierda. Las diferencias en el ejercicio de coordinación ojo-mano posiblemente se deban a que es un ejercicio muy básico y nuestro tamaño muestral es reducido.

Para solventar esta limitación, se intentará aumentar este número en futuras ediciones del curso para obtener una validación más sólida. Otro aspecto a tener en cuenta es la duración del curso. Según los resultados obtenidos, se requerirían más estudios para determinar si se puede reducir el tiempo dedicado a simulación, así como definir cuándo se alcanza la meseta de tiempo y calidad de la ejecución de la técnica en modelo experimental, esto es, definir un indicador objetivo que señale con seguridad y eficacia cuándo el residente está preparado para realizar la técnica, en un primer momento bajo tutorización, en la clínica. En definitiva, determinar la transferencia de habilidades desde este programa formativo a la práctica clínica en el hospital.

El modelo de formación en cirugía laparoscópica digestiva presentado en este trabajo ha demostrado ser válido para la mejora de habilidades tanto básicas como avanzadas de cirujanos residentes. La sutura intracorpórea y el modelo animal fueron los elementos formativos más valorados.

Conflicto de intereses

Ninguno de los autores tiene conflictos de interés que declarar ni ha recibido financiación.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los participantes de este estudio su disposición y colaboración, así como a todo el personal del CCMIJU involucrado.

BIBLIOGRAFÍA

- Morales Garcia D. Clinical simulation in the surgical training in the XXI century. *Cir Esp.* 2012;90:139-40.
- Manuel-Palazuelos JC, Alonso-Martin J, Rodriguez-Sanjuan JC, Fernandez Diaz MJ, Gutierrez Cabezas JM, Revuelta-Alvarez S, et al. Surgical resident training program in minimally invasive surgery experimental laboratory (CENDOS). *Cir Esp.* 2009;85:84-91.
- Autorino R, Haber GP, Stein RJ, Rane A, De Sio M, White MA, et al. Laparoscopic training in urology: Critical analysis of current evidence. *J Endourol.* 2010;24:1377-90.
- Targarona EM, Balague C, Martinez C, Hernandez 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.
- Zimmerman H, Latifi R, Dehdashti B, Ong E, Jie T, Galvani C, et al. Intensive laparoscopic training course for surgical residents: Program description, initial results, and requirements. *Surg Endosc.* 2011;25:3636-41.
- Stefanidis D, Coker AP, Green JM, Casingal VP, Sindram D, Greene FL. Feasibility and value of a procedural workshop for surgery residents based on phase II of the APDS/ACS national skills curriculum. *J Surg Educ.* 2012;69:735-9.
- Van Hove PD, Tuijthof GJ, Verdaasdonk EG, Stassen LP, Dankelman J. Objective assessment of technical surgical skills. *Br J Surg.* 2010;97:972-87.
- Kobayashi E, Hishikawa S, Teratani T, Lefor AT. The pig as a model for translational research: overview of porcine animal models at Jichi Medical University. *Transplant Res.* 2012;1:8.
- Martin JA, Regehr G, Reznick R, MacRae H, Murnaghan J, Hutchison C, et al. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *Br J Surg.* 1997;84:273-8.
- Orzech N, Palter VN, Reznick RK, Aggarwal R, Grantcharov TP. A comparison of 2 ex vivo training curricula for advanced laparoscopic skills: A randomized controlled trial. *Ann Surg.* 2012;255:833-9.
- Uson Gargallo J, Sanchez Margallo FM, Diaz-Guemes Martin-Portugues I, Loscertales Martin de Agar B, Soria Galvez F, Pascual Sanchez-Gijon S. Animal models in urological laparoscopic training. *Actas Urol Esp.* 2006;30:443-50.
- Enciso Sanz S, Sanchez Margallo FM, Diaz-Guemes Martin-Portugues I, Uson Gargallo J. Preliminary validation of the Simulap(R) physical simulator and its assessment system for laparoscopic surgery. *Cir Esp.* 2012;90:38-44.
- Stefanidis D, Hope WW, Korndorffer Jr JR, Markley S, Scott DJ. Initial laparoscopic basic skills training shortens the learning curve of laparoscopic suturing and is cost-effective. *J Am Coll Surg.* 2010;210:436-40.
- Roberts KE, Bell RL, Duffy AJ. Evolution of surgical skills training. *World J Gastroenterol.* 2006;12:3219-24.
- Laguna MP, de Reijke TM, de la Rosette JJ. How far will simulators be involved into training? *Curr Urol Rep.* 2009;10:97-105.
- Palter VN, Orzech N, Aggarwal R, Okrainec A, Grantcharov TP. Resident perceptions of advanced laparoscopic skills training. *Surg Endosc.* 2010;24:2830-4.
- McDougall EM, Corica FA, Boker JR, Sala LG, Stoliar G, Borin JF, et al. Construct validity testing of a laparoscopic surgical simulator. *J Am Coll Surg.* 2006;202:779-87.
- Zhang A, Hunerbein M, Dai Y, Schlag PM, Beller S. Construct validity testing of a laparoscopic surgery simulator (Lap Mentor): Evaluation of surgical skill with a virtual laparoscopic training simulator. *Surg Endosc.* 2008;22:1440-4.
- Aggarwal R, Crochet P, Dias A, Misra A, Ziprin P, Darzi A. Development of a virtual reality training curriculum for laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg.* 2009;96:1086-93.
- Matsuda T, McDougall EM, Ono Y, Hattori R, Baba S, Iwamura M, et al. Positive correlation between motion analysis data on the LapMentor virtual reality laparoscopic surgical simulator and the results from videotape assessment of real laparoscopic surgeries. *J Endourol.* 2012;26:1506-11.
- Sarker SJ, Telfah MM, Onuba L, Patel BP. Objective assessment of skills acquisition during laparoscopic surgery courses. *Surg Innov.* 2013;20:530-8.