



## Original

## ¿Mejora la incorporación de un simulador virtual las capacidades en cirugía endoscópica adquiridas con simuladores inanimados? ☆

José Ignacio Rodríguez García<sup>a,\*</sup>, Estrella Turienzo Santos<sup>b</sup> y Juan José González González<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Centro de Entrenamiento Quirúrgico y Transferencia Tecnológica (CEQTT), Servicio de Cirugía General y del Aparato Digestivo, Hospital Universitario Central de Asturias, Oviedo, España

<sup>b</sup>Centro de Entrenamiento Quirúrgico y Transferencia Tecnológica (CEQTT), Servicio de Cirugía General y del Aparato Digestivo, Hospital de Jarrío, Jarrío, Asturias, España

<sup>c</sup>Centro de Entrenamiento Quirúrgico y Transferencia Tecnológica (CEQTT), Servicio de Cirugía General y del Aparato Digestivo, Departamento de Cirugía y Especialidades Médico-Quirúrgicas, Hospital Universitario Central de Asturias, Universidad de Oviedo, Oviedo, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historia del artículo:

Recibido el 12 de diciembre de 2008

Aceptado el 20 de abril de 2009

On-line el 17 de julio de 2009

## Palabras clave:

Formación

Simulación

Cirugía endoscópica

Médico interno y residente

Simulador virtual

Capacidades laparoscópicas

## RESUMEN

Se ha generalizado la realización de cursos y programas de formación en cirugía endoscópica en centros de entrenamiento. Además de una adecuada planificación de las actividades, se deben introducir sistemas de simulación para el aprendizaje y monitorizar la progresión.

Se valoró la mejor adquisición de capacidades en un programa de formación en cirugía endoscópica al incorporar un simulador virtual a la práctica con cajas de entrenamiento. **Material y método:** Se incluyó a 17 médicos residentes con un registro basal: grupo control. Se constituyeron 2 grupos: el grupo A, con 6 h de entrenamiento con simulador inanimado, y el grupo B, con lo mismo más 4 h de prácticas con LapSim. Se planificaron ejercicios de movilización-desplazamiento de objetos, corte y sutura-anudado en el simulador simple y en el virtual. Se evaluó el tiempo (medias e intervalos de confianza del 95%) empleado en cada ejercicio sobre el simulador inanimado, antes y después del entrenamiento.

**Resultados:** Ejercicio de movilización: el tiempo del grupo control fue de 223,6 s, el del grupo A fue de 103,7 s y el del grupo B fue de 89,9 s (grupo control frente al grupo A,  $p < 0,05$ ). Ejercicio de corte: el tiempo del grupo control fue de 317,72 s, el del grupo A fue de 232,8 s y el del grupo B fue de 163,6 s, (grupo control frente al grupo B,  $p < 0,05$ ). En el ejercicio de sutura todos consiguen dar un punto tras el entrenamiento. El tiempo del grupo control fue de 518,4 s, el de A fue de 309,4 s y el de B fue de 189,5 s (grupo control frente al grupo A,  $p < 0,05$ ).

**Conclusiones:** El entrenamiento con simulador inanimado consiguió mejorar tanto el tiempo de movilización como el de sutura-anudado con respecto al grupo control. La incorporación del simulador virtual ha logrado superar los resultados obtenidos, sobre todo en el corte.

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

☆Trabajado con resultados presentados parcialmente en una Comunicación Oral del XXVII Congreso Nacional de Cirugía de la Asociación Española de Cirujanos.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: joseignacio.rodriguez@sespa.princast.es (J.I. Rodríguez García).

0009-739X/\$ - see front matter © 2009 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

doi:10.1016/j.ciresp.2009.04.008

## Does the incorporation of a virtual simulator improve abilities in endoscopic surgery acquired with an inanimate simulator?

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Training  
Simulation  
Endoscopic surgery  
Resident  
Virtual simulator  
Laparoscopic skills

**Introduction:** The carrying out of training courses in surgical endoscopy for surgeons in training centres, is becoming more common. In addition to adequately planning activities, simulation systems are used to improve learning and monitor progression. Inanimate models and virtual reality programs increase psychomotor skills and assessment of performance.

In this work we tried to improve our training program, basically in training boxes by introducing a virtual simulator.

**Material and method:** Seventeen surgical residents, with a basic training were chosen as the control group. Two additional groups were established, group A: with 6 hours of training with inanimate simulator. Group B: the same training system plus 4h of practice with LapSim. Exercises in the endotrainer and virtual simulator with moving-replacing objects, cutting and suturing-knotting were planned. End-point was time (mean with 95% confidence interval) in every exercise in box trainer, before and after the training period.

**Results:** Movement exercises: Time in control group was 223.6s, A:103.7s, and B:89.9s (Control vs. A,  $P < 0.05$ ). Cutting exercises: Time in control group was 317.7s, group A: 232.8s and in the B: 163.6s, (Control vs. B,  $P < 0.05$ ). In the suture/knot exercise everyone was able to carry out a stitch after the training period. Time in control group was 518.4s, in group A: 309.4s,  $P < 0.05$ , and in B:189.5s (Control vs. A,  $P < 0.05$ ).

**Conclusions:** Training in inanimate boxes was able to improve the skills of students, particularly for moving and suture/knots. The incorporation of a virtual simulator increased the learning capabilities, mainly in cutting exercises.

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

## Introducción

El grado de implantación, desarrollo y peculiaridades de aprendizaje de los procedimientos mínimamente invasivos ha generalizado la realización de programas de formación específicos para cirugía endoscópica. Además de una planificación adecuada de las actividades docentes, uno de los avances más significativos en el entrenamiento ha sido la incorporación de diferentes sistemas de simulación: simuladores inanimados (cajas de entrenamiento), simuladores virtuales, animales de investigación e incluso cadáveres humanos. De modo simultáneo, se han desarrollado técnicas de evaluación que permiten monitorizar la progresión de los alumnos<sup>1-3</sup>.

Se empieza a conocer el papel real de las diferentes posibilidades de simulación y organización para conseguir la competencia necesaria, así como el modo de garantizar una transferencia segura de los conocimientos y las capacidades adquiridas a la atención de los pacientes, pero se necesita más conocimiento al respecto para introducirlos definitivamente en los programas oficiales de formación de especialistas.

Este trabajo se diseñó para valorar si la incorporación de un simulador virtual, en un programa de formación en cirugía endoscópica que utiliza simuladores inanimados, mejora la adquisición de capacidades básicas o simplemente añade complejidad al proceso.

## Material y método

Se incluyó a 17 médicos internos y residentes (MIR) de segundo y tercer año de residencia de diversas especialidades quirúrgicas (Cirugía General y del Aparato Digestivo, Cirugía Pediátrica, Urología y Ginecología), que han participado en los programas de formación en cirugía mínimamente invasiva del Centro de Entrenamiento Quirúrgico y Transferencia tecnológica (CEQTt) de los años 2007 y 2008. Ninguno tenía experiencia previa en cirugía laparoscópica. Se consideraron datos del grupo control a los obtenidos al principio de la actividad y después se constituyeron 2 grupos con asignación aleatorizada: grupo A (7 MIR), con 6h de entrenamiento con simulador inanimado en sesiones de 2 y 4h, 2 días separados entre sí por una semana de práctica libre con pinzas-tijeras, y grupo B (10 MIR), con el mismo programa, más 4h de prácticas con simulador virtual.

Se utilizaron como simulador inanimado las tradicionales cajas de entrenamiento que impiden la visión directa del procedimiento, una cámara con óptica de 0°, fuente de luz y un monitor de vídeo, así como un disector, una tijera y un portaagujas laparoscópico. Como simulador virtual se recurrió al LapSim versión 3.0 (SurgicalScience Ltd. Goteborg, Suecia) no háptico.

Tanto en las cajas de entrenamiento como en el simulador virtual se realizaron ejercicios equivalentes (tabla 1). En el primer caso se utilizaron pinzas y tijeras desechables, así

como platinas y otros elementos de simulación estandarizados. Con el LapSim se realizaron sólo los ejercicios equivalentes preestablecidos de carácter básico. En ambos se ejercitaba durante no más de 30 min seguidos de al menos 5 min de descanso, y se alternaban ejercicios en un simulador inanimado y virtual cuando se dispuso de éste.

Se consideró como indicador de la evaluación el tiempo empleado en cada ejercicio y se planteó su consecución como objetivo concreto por cumplir, reduciendo al mínimo las posibilidades de desviación, sobre todo en el corte. En el ejercicio de corte, se hizo una valoración en un estudio preliminar, con una escala psicométrica de Likert que valoraba la calidad del borde como 0 = muy irregular, 1 = regular y 2 = muy ajustado a la línea, sin que se obtuvieran datos aceptables en relación con su fiabilidad como medida.

Se evaluó el tiempo (medias e intervalos de confianza del 95%) empleado en cada ejercicio en el simulador inanimado antes y después del entrenamiento en los 2 grupos constituidos. Se consideró significativa una  $p < 0,05$ .

## Resultados

El tiempo medio empleado en el ejercicio de movilización antes del entrenamiento (grupo control) fue superior al del grupo A y éste inferior al del grupo B, con diferencias significativas entre el grupo control y el grupo A. En el ejercicio de corte, aunque los tiempos también fueron inferiores en los grupos A y B con respecto al grupo control,

**Tabla 1 – Descripción de los ejercicios evaluados en el simulador inanimado**

Ejercicio	Descripción
Movilización-desplazamiento	Se movilizan 8 cilindros de plástico con un disector y se colocan en el menor tiempo posible sobre un soporte con pivotes dibujando un cuadrado de $3 \times 3$ .
Corte	Se recorta el círculo dibujado sobre una platina con esponja fina (contorno de un euro) sosteniendo una pinza de agarre con la mano no dominante y recortando con una tijera en la mano dominante.
Sutura	En la platina se dibuja una línea, se debe recortar en la longitud indicada y a cada lado de ésta colocar un punto de sutura con nudo intracorpóreo entre 2 puntos enfrentados a cada lado de la línea.

sólo se obtuvieron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo B. En el ejercicio de sutura, todos los MIR consiguieron dar un punto tras el entrenamiento, aunque 4 no lo lograron inicialmente. Se obtuvieron diferencias significativas en el grupo A con respecto al grupo control, pero no las hubo entre los grupos A y B (tabla 2).

## Discusión

Ya se ha demostrado y se acepta que tanto el entrenamiento con simuladores inanimados como la utilización de simuladores virtuales permiten conseguir capacidades en cirugía laparoscópica<sup>4-6</sup>. En la actualidad hay una amplia oferta de dispositivos simples que se pueden utilizar como simulador inanimado y varios simuladores virtuales de efectividad validada<sup>7,8</sup>.

Hay que considerar, no obstante, las ventajas y las limitaciones de cada uno de ellos. Mientras que los simuladores inanimados son más baratos, realistas, con *feedback* háptico y permiten maniobras ilimitadas, presentan como principales inconvenientes la necesidad de monitores cualificados y la recogida manual de datos de evaluación. A diferencia de éstos, los simuladores virtuales conceden más autonomía al alumno y la recogida automática de los datos, pero son más caros, en general menos realistas, en ocasiones presentan limitaciones hápticas y las maniobras que se pueden simular están condicionadas al *software* disponible.

En este trabajo se han utilizado cajas simples de entrenamiento con visión indirecta y el mismo instrumental que se utiliza en el quirófano asistencial, así como 3 ejercicios equivalentes a los del programa Fundamentals of Laparoscopic Surgery (FLS), que introdujo la Society of American Gastrointestinal Endoscopic Surgery (SAGES) en 2004. De entre las posibilidades que brinda el LapSim, sólo se practicaron aquellos ejercicios más relacionados con las anteriores, de nivel básico. Se comprobó cómo se mejoran, con un entrenamiento parcialmente autónomo, las destrezas inicialmente desarrolladas bajo el control y la supervisión de un monitor experto. Sólo con el entrenamiento en cajas tras  $9,7 \pm 2,4$  h (rango de 6 a 14 h), el 100% de los alumnos supera los mínimos exigidos para obtener el certificado del programa FLS<sup>9</sup>.

Conocer el tiempo que se tarda en realizar cada ejercicio permite mejorar su ejecución, sin que las instrucciones sobre cómo hacerlo mejor supongan diferencias sustanciales en los resultados finales, al menos en el caso de la sutura<sup>10</sup>.

La simulación virtual puede sustituir al entrenamiento quirúrgico laparoscópico estándar<sup>11-13</sup>. Los resultados

**Tabla 2 – Tiempo consumido por cada grupo en cada ejercicio, con intervalo de confianza del 95%**

Grupo/tiempo (s)	Grupo control	Grupo A	Grupo B	p
Movilización-desplazamiento	223,6* (181,4-265,6)	103,7* (76,1-131,3)	89,9 (66,5-113,3)	* < 0,05
Corte	317,7* (261,7-373,7)	232,8 (181,2-284,4)	163,3* (124,5-202,7)	* < 0,05
Sutura	518,4* (405,8-631)	309,4* (250,6-368,2)	189,5 (110,8-268,2)	* < 0,05

\* Grupos objeto de comparación con significación estadística.

obtenidos en este trabajo indican que, además, la simulación virtual mejora las capacidades adquiridas con el simulador inanimado. Por lo que se puede considerar como un recurso útil para avanzar con autonomía obteniendo simultáneamente datos referentes al mantenimiento o progresión de las habilidades adquiridas. Otros trabajos han demostrado diferencias en relación con los distintos aspectos que mejoran, según qué simulación se utilice: mayor avance global en cuanto a precisión con el simulador virtual pero más rapidez con el uso de pinzas en el simulador inanimado<sup>14</sup>, por lo que los autores también sugieren una apropiada combinación de métodos que pueda resultar complementaria.

Aún no se ha establecido el programa ideal para conseguir una competencia suficiente en cirugía laparoscópica que permita reducir el déficit de seguridad y el tiempo consumido en las curvas de aprendizaje. Programas nacionales como el FLS u otros a menor escala pueden introducir simuladores virtuales que simulen procedimientos completos, animales de investigación o cadáveres, para no sólo desarrollar capacidades consideradas como básicas, sino capacidades avanzadas que requieren equipamiento, ambientes y personal especialmente adiestrado para alcanzar tales objetivos<sup>15-17</sup>. Recientemente, iniciativas como el National Programme in Laparoscopic Colorectal Surgery, con un importante respaldo institucional, pretende mejorar el bajo índice de sustitución del abordaje laparotómico por el laparoscópico en cirugía colorrectal (en torno al 15%) con la participación inicial de 11 centros de entrenamiento, en Gran Bretaña e Irlanda<sup>18</sup>.

Como conclusión se puede decir que el entrenamiento con simulador inanimado consigue disminuir tanto el tiempo de movilización como la sutura-anudado con respecto a la situación basal. La incorporación del simulador virtual ha logrado superar los resultados obtenidos con el simulador inanimado y de forma significativa en aspectos más relacionados con la precisión, como es el corte.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Peters JH, Fried GM, Swanstrom LL, Soper NJ, Sillin LF, Schirmer B, The SAGES FLS Committee, et al. Development and validation of a comprehensive program of education and assessment of the basic fundamentals of laparoscopic surgery. *Surgery*. 2004;135:21-7.
- American College of Surgeons Division of Education Web-site. ACS/APDS Surgical Skill Curriculum for Residents: Phase I. [citado 30 Ene 2009]. Disponible en: URL: <http://elearning.facs.org/>.
- Learning new surgical procedures outside the OR. [citado 30 Ene 2009]. Disponible en: URL: <http://www.hospitalhealthcare.com>.
- 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.
- Dunkin B, Adrales GL, Apelgren K, Mellinger JD. Surgical simulation: A current review. *Surg Endosc*. 2007;21:357-66.
- Sturim LP, Windsor JA, Cosman PH, Grogan P, Hewett PJ, Maddern GJ. A systematic review of skills transfer after surgical simulation training. *Ann Surg*. 2008;248:166-79.
- Feldman LS, Sherman V, Fried GM. Using simulators to assess laparoscopic competence: Ready for widespread use? *Surgery*. 2004;135:28-42.
- Rodríguez-García JI, Turienzo-Santos E, Vigal Brey G, Brea-Pastor A. Formación quirúrgica con simuladores en centros de entrenamiento. *Cir Esp*. 2006;79:342-8.
- Scott DJ, Ritter EM, Pimentel EA, Nagji A, Fried GM. Certification pass rate of 100% for fundamentals of laparoscopic skills after proficiency-based training. *Surg Endosc*. 2008;22:1887-93.
- O'Connor A, Schwaartzberg SD, Cao CGL. How much feedback is necessary for learning to suture? *Surg Endosc*. 2008;22:1614-9.
- Madan AK, Frantzides CT. Substituting virtual reality trainers for inanimate box trainers does not decrease laparoscopic skills acquisition. *JLS*. 2007;11:87-9.
- Gurusamy K, Aggarwal R, Palanivelu L, Davidson BR. Systematic review of randomised controlled trials on the effectiveness of virtual reality training for laparoscopic surgery. *Br J Surg*. 2008;95:1088-97.
- Verdaasdonk EG, Dankelman J, Lange JF, Stassen LP. Transfer validity of laparoscopic knot-tying training on a VR simulator to a realistic environment: A randomised controlled trial. *Surg Endosc*. 2008;22:1636-42.
- Tanoue K, Ieiri S, Konishi K, Yasunaga T, Okazaki K, Yamaguchi S, et al. Effectiveness of endoscopic surgery training for medical students using a virtual reality simulator versus a box trainer: A randomized controlled trial. *Surg Endosc*. 2008;22:985-90.
- Avinash S, Abhay D, Ramkrishna P, Chetan K, Pritha B. Cadaver as a model of laparoscopic training. *Indian J Gastroenterol*. 2005;24:111-3.
- Moorthy K, Munz Y, Adams S, Pandey V, Darzi A. A human factors analysis of technical and team skill among surgical trainees during procedural simulations in a simulated operating theatre. *Ann Surg*. 2005;242:631-9.
- Powers KA, Rehrig ST, Irias N, Albano HA, Malinow A, Jones SB, et al. Simulated laparoscopic operating room crisis: An approach to enhance the surgical team performance. *Surg Endosc*. 2008;22:885-900.
- National Programme in Laparoscopic Colorectal Surgery. [citado 30 Ene 2009]. Disponible en: URL: [http://www.acpgbi.org.uk/resources/articles/ntpnewsletter\\_june08](http://www.acpgbi.org.uk/resources/articles/ntpnewsletter_june08) ACPGBI.