



CIRUGÍA y CIRUJANOS

Órgano de difusión científica de la Academia Mexicana de Cirugía
Fundada en 1933

www.amc.org.mx www.elsevier.es/circir



ARTÍCULO ORIGINAL

Comparación de destrezas en simulador de laparoscopia: imagen en 2D vs. 3D



CrossMark

Sujey Romero-Loera*, Luis Eduardo Cárdenas-Lailson,
Florencio de la Concha-Bermejillo, Braulio Aaron Crisanto-Campos,
Carlos Valenzuela-Salazar y Mucio Moreno-Portillo

División de Cirugía General y Endoscópica, Hospital General Dr. Manuel Gea González, México D. F., México

Recibido el 3 de diciembre de 2014; aceptado el 2 de junio de 2015

Disponible en Internet el 8 de agosto de 2015

PALABRAS CLAVE

Simulador de laparoscopia tridimensional; Comparación de destrezas

Resumen

Antecedentes: El desarrollo y aplicación de imágenes tridimensionales en cirugía laparoscópica ha brindado los beneficios de la percepción de profundidad, de la que la laparoscopia tradicional carecía. Existen estudios al respecto en poblaciones con experiencia quirúrgica previa y para limitar este sesgo de selección realizamos este estudio en población sin experiencia previa.

Material y métodos: Estudio experimental, abierto, transversal y comparativo en el que se evaluaron los logros obtenidos con un equipo 2D de cirugía laparoscópica y un equipo 3D, siendo cada sujeto su propio control. Se evaluaron 6 destrezas realizadas en 2D y 3D.

Resultados: Se incluyó a un total de 40 participantes, de los cuales 20 comenzaron los ejercicios en 2D y 20 en 3D. En el 72%, de 118 destrezas se mejoró el tiempo de realización con 3D, contra solo 37% en 2D ($p=0.000$). El porcentaje al final de los ejercicios en el grupo de 3D tanto en el primero como en el segundo ejercicio fue mayor de manera estadísticamente significativa y se observaron menores tiempos al realizar los ejercicios en 3D. Un 52.5% de los participantes prefirieron el equipo 3D, el 15% el 2D y el 32.5% no tuvieron preferencia por ninguno.

Discusión: Como se ha encontrado en diversos estudios, existió mejoría en el desempeño en el grupo 3D. Al ser población sin experiencia quirúrgica previa, se elimina este sesgo del estudio.

Conclusiones: La realización de destrezas laparoscópicas en 3D mostró ventajas en comparación con 2D, con mayor porcentaje de finalización, menores tiempos para realizarlas y menor curva de aprendizaje.

© 2015 Academia Mexicana de Cirugía A.C. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia. Hospital General Dr. Manuel Gea González, División de Cirugía General y Endoscópica, Calzada de Tlalpan, 4800 6° piso, Col Sección XVI, Delegación Tlalpan C.P. 14080, México, D.F., México. Tel.: +4000 3000 ext 3329; fax: +4000 3000 ext 3329. Correo electrónico: carlosvalenzuelas@gmail.com (S. Romero-Loera).

KEYWORDS

3D laparoscopy
simulator;
Skills comparison

Skills comparison using a 2D vs. 3D laparoscopic simulator**Abstract**

Background: The development and application of 3D images in laparoscopic surgery has brought the benefit of in-depth perception that traditional laparoscopic surgery lacked. Previous studies in surgical populations have demonstrated the advantages of 3D technology. To limit bias of the previous experiences of participants, this study was performed in a population without any experience in this area.

Material and methods: An experimental, open, cross-sectional, comparative study between surgical skills achievements using 2D and a 3D laparoscopy equipment, using each subject as their own control. Six skills were evaluated in 2D and 3D modalities.

Results: Of the 40 participants included, 20 began the skills in the 2D modality and then performed them in 3D, and the other 20 began in 3D. Of the 118 skills evaluated there was a time improvement in 72% in the 3D group compared to 37% in the 2D modality ($P=.000$). The accomplishment percentage using the 3D laparoscopy was greater for both groups. There was a statistically significant difference in the better time for the 3D performed tasks. Just over half (52.5%) of participants preferred 3D laparoscopy, 15% preferred 2D, and 32.5% had no preferences.

Discussion: As other studies have demonstrated, there was improvement in the overall performance using the 3D laparoscope. Bias was limited by using a population without surgical experience.

Conclusions: 3D laparoscopic surgical skills showed superior to 2D, with higher percentages of tasks completion, less time in performing them, and a shorter learning curve.

© 2015 Academia Mexicana de Cirugía A.C. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Antecedentes

La irrupción de las técnicas de cirugía de invasión mínima, con la consabida necesidad de adquirir nuevos y diferentes tipos de destrezas manuales y psicomotrices^{1,2}, ha generado la necesidad de conocer cuáles son las mejores o más efectivas maneras de aprender estas destrezas, para valorar los subsecuentes avances en el diseño de los equipos, y cuáles efectivamente representan una ventaja para realizar las técnicas que facilitan los procedimientos^{3,4}.

La introducción de las videocámaras y monitores con imagen en tercera dimensión viene a ser un claro ejemplo de estos avances que es necesario evaluar.

Desde una perspectiva *a priori*, la tercera dimensión debe representar ventajas, en particular, en los pasos o etapas de los procedimientos en los que la visión de diferentes niveles de profundidad es esencial, por ejemplo en la realización de nudos intracorpóreos. Hasta el momento ha habido pocos estudios que evalúen esta variante, dentro de las diferentes videocámaras y, sin embargo, se ha indicado que acarrea cierta ventaja^{4,5}. Desde nuestro punto de vista, estos estudios tienen un problema metodológico consistente en la heterogeneidad de las poblaciones estudiadas, ya que prácticamente todos los estudios publicados⁵⁻⁷ se han realizado con residentes de cirugía o con cirujanos ya graduados.

Es conocido que cada año los nuevos alumnos tienen conocimientos y destrezas ya aprendidas por los residentes de nuevo ingreso, y que estos varían considerablemente de acuerdo con sus antecedentes geográficos, académicos, sitios de sus rotaciones en pregrado y, en particular, la

asociación con algún familiar con la especialidad de cirugía laparoscópica. De esa manera, evaluar los aspectos básicos de los equipos 3D sobre destrezas psicomotrices puede resultar sesgado de manera significativa. Ahora bien, como el principio fundamental de la evaluación de las supuestas ventajas de las imágenes en 3D es eminentemente desde la perspectiva psicomotriz y para nada nos interesa evaluar o medir el grado en conocimientos teóricos de Medicina (anatomía y aspectos de técnicas quirúrgicas), hemos preferido llevar a cabo nuestra primera evaluación en una población, *a priori*, supuestamente más alejada de cualquier contacto con este tipo de técnicas y equipos.

Material y métodos

Estudio experimental, abierto, transversal y comparativo en el que se evaluaron los logros obtenidos con un equipo 2D de cirugía laparoscópica y un equipo 3D. El estudio se llevó a cabo en el Hospital General Dr. Manuel Gea González, en Ciudad de México, del 1 de febrero al 1 de marzo del 2014.

Los criterios de inclusión fueron estudiantes mayores de 16 años, que se encontraban realizando prácticas en el hospital sede y sin ningún contacto previo con la cirugía laparoscópica, simuladores ni con sus equipos. Se *incluyó* a alumnos de nivel preparatorio, alumnos de la carrera de Nutrición, alumnos de la carrera de Psicología, alumnos de pregrado de la carrera de Medicina, antes de comenzar sus prácticas hospitalarias (internado), estudiantes de pregrado de la carrera de Medicina Veterinaria y a alumnos pasantes en la carrera de Informática.

Se *excluyó* del protocolo a los individuos que hubiesen tenido un contacto directo con las técnicas y equipos de cirugía laparoscópica, a aquellos sujetos que refirieron padecer enfermedades visuales incapacitantes, así como a los sujetos que no hubieran aceptado participar en el estudio y también se eliminó del estudio a aquellos sujetos que no terminaron sus destrezas.

El tamaño de muestra se calculó esperando una diferencia de 45% entre los porcentajes de mejoría en el tiempo de realización de los ejercicios (30 con 2D vs. 75% con 3D), con una potencia de 80% y alfa de 0.05, siendo necesarios los datos de al menos 38 sujetos (19 en el grupo 2D y 19 en el grupo 3D).

A todos los sujetos se les mostró un video en el cual previamente se había filmado a un cirujano experto en cirugía laparoscópica realizando cada una de las destrezas. Asimismo, llenaron un cuestionario en el que se les solicitaba información sobre datos demográficos, uso de lentes, si tenían familiares en la profesión de cirugía, si previamente habían visto este tipo de procedimientos, así como las horas semanales pasadas en videojuegos.

Acto seguido se realizó una distribución al azar, mediante números aleatorios generados por computadora (Programa Epidat versión 4.0), para determinar con qué tipo de equipo habría de comenzar cada uno, registrando el tiempo de cada uno de los procedimientos.

Para evaluar los equipos con visión 2D contra 3D se llevó a cabo un diseño cruzado, en el que un grupo 2D realizó una serie de ejercicios inicialmente con un equipo 2D y, posteriormente una segunda serie de ejercicios con el equipo 3D; mientras que en el grupo 3D la secuencia fue en sentido inverso.

Para evaluar la curva inicial de aprendizaje, se compararon los resultados obtenidos en un primer intento de cada destreza psicomotriz y un segundo intento (aprendizaje), independientemente del tipo de equipo de cirugía laparoscópica utilizado, siendo cada sujeto su propio control. Al final se les pidió que determinaran con cuál equipo se sintieron más cómodos.

Descripción de las destrezas

El modelo utilizado consistió en un simulador utilizado para entrenamiento de cirugía laparoscópica, caracterizado por una caja de madera de 40 cm de largo, por 30 cm de ancho y, 30 cm de altura. La cara superior era desarmable y tenía 3 orificios de 15 mm, con 12 cm de distancia entre cada uno, distribuidos de manera triangular. Los 3 orificios permitían la entrada al simulador de un lente de laparoscopia y 2 pinzas de tipo intestinal Storz® de 5 mm de diámetro, por 30 cm de largo. Se utilizó un lente laparoscópico 2D y fuente de luz marca Storz® y un lente de laparoscopia 3D y fuente de luz marca Viking® para las destrezas en 2 dimensiones y 3 dimensiones, respectivamente.

Las destrezas evaluadas fueron:

1. **Pompones.** Que consiste en introducir una serie de 30 pompones de felpa con un diámetro de 1.5 cm con 3 colores diferentes en 3 respectivos recipientes, con un diámetro de 6 cm y altura de 3 cm (fig. 1).



Figura 1 Pompones.

2. **Trenzas.** Se debe desenredar un listón de doble filamento trenzado, con una longitud de 10 cm y un grosor de 0.5 cm. (fig. 2).
3. **Ligas.** Sobre una plataforma cuadrada de plástico de 100 cm² y sobre su superficie emergen 25 espolones de plástico de un grosor de 3 mm y con una altura de 0.5 cm del mismo material; se instruye al individuo para que acomode 3 ligas elásticas con una longitud en reposo de 3 cm sobre dichos espelones, formando 3 figuras que son un triángulo equilátero de 5 cm de lado, un rectángulo de 3.5 x 7 cm y una línea recta de 9.5 cm de longitud (fig. 3).
4. **Anillos.** Esta actividad requiere colocar 18 anillos de plástico en series de 3 colores, con grosor de 0.5 cm y, una luz de 1 cm de diámetro, sobre 3 respectivas columnas de madera con el ajuste exacto al diámetro de los anillos (fig. 4).
5. **Pipetas.** Sobre una plataforma de madera en forma de triángulo isósceles (de 12.5 cm de base y 11.5 cm en sus lados), se ubican orificios de 0.4 cm de diámetro en los que embonan una serie de 12 barras de plástico con 3 colores diferentes, con longitud de 1.3 cm que están coronadas con una cabeza circular de 1 cm de diámetro. La destreza consiste en rotar 180° las disposiciones de las



Figura 2 Trenzas.



Figura 3 Ligas.

diferentes barras de colores, en el sentido de las manecillas del reloj; esto implica tomar cada una de las barras, sacarla de su orificio original y pasarla a su ubicación final en otro orificio (fig. 5).

6. *Aguja*. Se requiere ensartar una aguja recta de plástico (con longitud de 7.5 cm y con un ojo de 1×0.1 cm), con un hilo de plástico de longitud de 7.5 cm para posteriormente pasar dicha aguja con el hilo ensartado a través de los 3 botones circulares de plástico de 3.5 cm de diámetro (fig. 6).

Para medir el tiempo se tomó inicialmente el tiempo utilizado para realizar dichas destrezas por un cirujano recién egresado, duplicándose este como el máximo permitido para cada destreza.

Análisis estadístico

Se utilizó una prueba de chi-cuadrado para los siguientes análisis: 1. Diferencias en el grado de éxito (número de



Figura 4 Anillos.



Figura 5 Pipetas.



Figura 6 Aguja.

procedimientos terminados contra incompletos), con la ejecución con el equipo 2D y 3D. 2. Diferencias en logros entre el primero y el segundo intento de cada destreza, independientemente del equipo que se hubiera utilizado (2D vs. 3D).

Se utilizó una t de Student para el análisis de las diferencias cuantitativas de tiempo en las ejecuciones con equipos 2D y 3D, analizando únicamente a los sujetos que terminaron. Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa IBM SPSS Statistics versión 21.

Resultados

Se incluyó a un total de 40 participantes, de los cuales 20 comenzaron la primera serie de 6 destrezas en 2D y 20 en 3D, al final de la cual se cruzaron de equipo para realizar una segunda serie de ejercicios. Los grupos fueron comparables en su distribución por edad, sexo, nivel de escolaridad y lateralidad dominante (tabla 1).

Evaluación entre las destrezas

Al comparar las diferentes destrezas se observó que los alumnos tuvieron mayor porcentaje de éxito con los pompones, seguidos de las trenzas, mientras que el más difícil

Tabla 1 Características generales

Variable	Inicio 2D (n = 20)	Inicio 3D (n = 20)	p
Sexo			0.7
Femenino	10	9	
Masculino	10	11	
Edad	19.5 ± 3.28	19.4 ± 3.33	0.924
Escolaridad			1.00
MIP	6	6	
Estudiante de Preparatoria	8	8	
Otro	6	6	
Dominancia			1.00
Diestro	18	19	
Siniestro	2	1	
Uso de lentes	4	8	0.301

MIP: médico interno de pregrado.

Tabla 2 Comparación del éxito entre las destrezas

Destreza	Primer ejercicio (n = 40) completo	Segundo ejercicio (n = 40) completo	p
Pompones	29 (72.5)	37 (92.5)	0.039
Trenza	24 (60)	31 (77.5)	0.148
Aros	15 (37.5)	26 (65)	0.025
Ligas	4 (10)	5 (12.5)	1.00
Pipetas	10 (25)	10 (25)	0.796
Aguja	10 (25)	7 (17.5)	0.585
N (%).			

fueron las ligas; con dificultad intermedia estuvieron los aros, pipetas y agujas (tabla 2). En general, se encontró una mejoría en el porcentaje de éxito en la realización de las destrezas en el segundo ejercicio, siendo estadísticamente significativo solo en los pompones y en aros. En 2 ejercicios no se observó mejoría en el porcentaje de éxito; incluso en la destreza con agujas hubo una disminución no significativa en dicho porcentaje (tabla 2). También existió mejoría en los tiempos del segundo ejercicio con respecto al primero (tabla 3).

Al comparar los ejercicios realizados en 2D contra 3D, existió mejoría significativa en el porcentaje de finalización de algunos ejercicios en el grupo de 3D, tanto en el primero como en el segundo ejercicio. Más aún, al comparar los totales, existió un mayor porcentaje de finalización de

los ejercicios en 3D en los ejercicios de pompones, trenza, aros y agujas con valor estadístico significativo (tabla 4). Finalmente, al valorar el total de los ejercicios, se observó un mayor porcentaje de finalización de los ejercicios en 3D, que fue estadísticamente significativo (tabla 4).

En la tabla 5 se muestran las comparaciones en tiempos entre el grupo que inició en 2D y el que inició en 3D en las que se observa una diferencia estadísticamente significativa con menores tiempos al realizar los ejercicios en 3D, respecto al grupo que inició en 2D, y no se observó esta mejoría en el segundo ejercicio cuando el primero fue realizado en 3D; la mejoría en el rendimiento se ilustra también en el tabla 6. Finalmente, respecto al cuestionamiento de preferencias, el 52.5% de los participantes prefirieron el equipo 3D, el 15% el 2D y el 32.5% no tuvieron preferencia por ninguno.

Tabla 3 Comparación de tiempos entre los ejercicios

	Primer ejercicio (n = 40)	Segundo ejercicio (n = 40)	p
Pompones	3:05 (0.33)	2:36 (0.39)	0.000
Trenza	1:13 (0.30)	0:59 (0.27)	0.000
Aros	3:11 (0.43)	3:01 (0.42)	0.296
Ligas	1:33 (0.24)	1:51 (0.06)	0.000
Pipetas	3:11 (0.40)	3:00 (0.51)	0.286
Aguja	3:16 (0.42)	3:32 (0.32)	0.059
Total (n = 240)	2:35 (1.03)	2:19 (1.03)	0.089

Tiempo en min (DE).

Tabla 4 Comparación del éxito entre los grupos

Primer ejercicio	Grupo 2D (n = 20) Completo n (%)	Grupo 3D (n = 20) Completo n (%)	P
<i>Pompones</i>	12 (60)	17 (85)	0.157
<i>Trenza</i>	10 (50)	14 (70)	0.333
<i>Aros</i>	5 (25)	9 (45)	0.320
<i>Ligas</i>	1 (5)	3 (15)	0.011
<i>Pipetas</i>	4 (20)	6 (30)	0.715
<i>Aguja</i>	1 (5)	9 (45)	0.011
<i>Segundo ejercicio</i>	Completo N (%)	Completo N (%)	p
<i>Pompones</i>	17 (85)	20 (100)	0.230
<i>Trenza</i>	15 (75)	18 (90)	0.405
<i>Aros</i>	10 (50)	16 (80)	0.097
<i>Ligas</i>	2 (10)	3 (15)	1.000
<i>Pipetas</i>	3 (15)	7 (35)	0.273
<i>Aguja</i>	1 (5)	6 (30)	0.096
<i>Total por ejercicio n = 40</i>	Completo N (%)	Completo N (%)	p
<i>Pompones</i>	29 (72.5)	37 (92.5)	0.039
<i>Trenza</i>	25 (62.5)	34 (85)	0.042
<i>Aros</i>	15 (37.5)	25 (62.5)	0.044
<i>Ligas</i>	3 (7.5)	6 (15)	0.479
<i>Pipetas</i>	7 (17.5)	13 (32.5)	0.197
<i>Aguja</i>	2 (5)	15 (37.5)	0.001
<i>Total de todos los ejercicios n = 240</i>	81 (33.7)	130 (54.1)	0.000

Discusión

La principal limitante de la cirugía laparoscópica es la visión en 2D, en comparación con la tridimensionalidad de la cirugía abierta. Esto ha llevado al desarrollo de nuevas tecnologías de imagen como en la laparoscopia en 3D y en

el sistema robótico DaVinci⁸. Una de las principales ventajas del sistema tridimensional ha sido acortar la curva de aprendizaje en los cirujanos poco expertos, ya que les permite familiarizarse con un entorno tan diferente a la cirugía abierta^{9,10}. También se ha demostrado que esta plataforma mejora la percepción de la forma de las figuras y, por lo

Tabla 5 Comparación antes y después de los grupos 2D vs. 3D

Inicio 2D n = 20	Primer ejercicio (2D) Minutos (DE)	Segundo ejercicio (3D) Minutos (DE)	Diferencia (IC 95%)	P
<i>Pompones</i>	3:22 (0.44)	2:09 (0.59)	1.13 (0.80 a 1.46)	0.000
<i>Trenza</i>	0:88 (0.54)	0:53 (0.43)	0.36 (0.07 a 0.64)	0.020
<i>Aros</i>	3:34 (0:58)	2:72 (0.50)	0.62 (0.26 a 1.50)	0.124
<i>Ligas</i>	1:03	NA	NA	NA
<i>Pipetas</i>	2:87 (0.54)	1:96 (0.61)	0.91 (0.27 a 1.55)	0.035
<i>Aguja</i>	3:58	NA	NA	NA
<i>Total (n = 28)</i>	2.47 (1.21)	1.69 (0.99)	0.77 (0.55 a 1.00)	0.000
Inicio 3D n = 20	Primer ejercicio (3D) Minutos (DE)	Segundo ejercicio (2D) Minutos (DE)	Diferencia (IC 95%)	P
<i>Pompones</i>	2.79 (0.55)	2.73 (0.60)	0.05 (−0.34 a 0.45)	0.775
<i>Trenza</i>	0.96 (0.46)	0.97 (0.43)	−0.01 (−0.45 a 0.44)	0.979
<i>Aros</i>	2.77 (0.83)	3.03 (0.64)	−0.26 (−0.84 a 0.32)	0.326
<i>Ligas</i>	1:25	1:50	NA	NA
<i>Pipetas</i>	2.80 (1.21)	3.10 (1.01)	−0.30 (−4.54 a 3.94)	0.790
<i>Aguja</i>	4:00	3:00	NA	NA
<i>Total (n = 41)</i>	2.29 (1.06)	2.33 (1.04)	−0.04 (−0.29 a 0.21)	0.738

Tabla 6 Comparación del rendimiento de los grupos 2D vs. 3D

Inicio 2D, término 3D (n = 20)	Mejor n (%)	No mejoraron n (%)	p
Pompones (n = 20)	20 (100)	0 (0)	0.000
Trenza (n = 20)	18 (90)	2 (10)	0.000
Aros (n = 20)	17 (85)	3 (15)	0.000
Ligas (n = 19)	7 (35)	13 (65)	0.057
Pipetas (n = 19)	12 (60)	8 (40)	0.206
Aguja (n = 20)	11 (55)	9 (45)	0.527
Total (n = 118)	85 (72)	35 (28)	0.005
Inicio 3D, término 2D (n = 20)	Valor de p		
Pompones (n = 20)	9 (45)	11 (55)	0.527
Trenza (18)	9 (45)	11 (55)	0.527
Aros (20)	6 (30)	14 (70)	0.011
Ligas (20)	7 (35)	13 (65)	0.057
Pipetas (20)	3 (15)	17 (85)	0.000
Aguja (19)	3 (15)	17 (85)	0.000
Total (n = 117)	37 (30.9)	83 (69.1)	0.016

tanto, mejora la apreciación anatómica de estudiantes con poca habilidad visoespacial con avance en la retroalimentación óptica¹¹.

Se han realizado estudios comparativos en los que se ha comprobado que la visión laparoscópica en 3 dimensiones mejora los tiempos de desempeño en ejercicios complejos y en cirujanos novatos durante la adquisición de habilidades en cirugía de mínima invasión^{12,13}. No obstante, si bien esto demuestra ciertas ventajas de esta tecnología, los resultados se encuentran determinados también por el nivel de experiencia de cada cirujano en entrenamiento, así como por las habilidades quirúrgicas previamente adquiridas; por lo que, para eliminar estos factores para determinar los beneficios de realizar destrezas laparoscópicas en 3D, la población en este estudio carecía de cualquier experiencia quirúrgica previa. La tendencia en todos los estudios fue hacia la mejoría al realizar los procedimientos en 3D.

Fue evidente, y con diferencias estadísticamente significativas, que los participantes mejoraron en la segunda ocasión en la que realizaron el ejercicio, tanto en porcentaje de finalización de la tarea como en los tiempos empleados, especialmente si la primera vez lo habían realizado en 2D y la segunda en 3D. Hubo mejoría más notoria con el equipo 3D en tareas de mayor complejidad, en comparación con las más simples. Esto coincide con el estudio aleatorizado de Alaraimi⁵ con resultados similares y con mejoría más evidente en tareas complejas.

Algunos autores han publicado que durante el uso de laparoscopia en 3D se han encontrado efectos adversos como vista cansada y mareo^{9,10}. En las poblaciones de nuestro estudio ningún participante presentó efectos colaterales con el uso de lentes para imagen 3D; sin embargo, un porcentaje bajo (15%) prefirió la visión en 2D con respecto a la 3D.

Por otro lado, existen autores que han evaluado la superioridad de la laparoscopia en 3D no solo en desempeño y tiempos, sino también en la cantidad de errores cometidos, lo cual puede tener repercusión en una mayor seguridad para el paciente^{14,15}. Si bien en este estudio no se determinó la cantidad de errores cometidos, el hecho de mejorar

en cuanto al porcentaje de finalización de las tareas en 3D con respecto a 2D y la mejoría en tiempos son un reflejo de una mayor certeza al desempeñar las tareas.

En este estudio cualquier tarea realizada reflejó la curva de aprendizaje desde cero, ya que la población nunca había sido expuesta a tareas similares. Esto nos permitió evidenciar que la curva de aprendizaje es más corta con la imagen 3D, reflejado en mejores tiempos y mejores porcentajes de finalización en la primera fase de los ejercicios en aquellos asignados inicialmente a 3D. Además, estos participantes mostraron buen desempeño posteriormente en el modelo 2D. Los participantes que comenzaron en 2D mostraron una mejoría significativa al realizar la segunda tarea en 3D. Storz et al.¹² también demostraron mejoría en la curva de aprendizaje en estudiantes de Medicina y cirujanos expertos en tareas realizadas en 3D. Otros autores, como Cicione y su equipo¹⁶, han comprobado mejoría en la curva de aprendizaje, utilizando imagen en 3D en un modelo urológico.

Conclusiones

La realización de destrezas laparoscópicas en 3D mostró ventajas en comparación con 2D con mayor porcentaje de finalización, menores tiempos para realizarlas y menor curva de aprendizaje. Gracias a que la población de estudio no había estado en contacto con procedimientos quirúrgicos previamente, podemos concluir que la imagen en 3D aporta estos beneficios, independientemente de la experiencia y habilidad del cirujano.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. De Win G, van Bruwaene S, Aggarwal R, Crea N, Zhang Z, de Ridder D, et al. Laparoscopy training in surgical education:

- The utility of incorporating a structured preclinical laparoscopy course into the traditional apprenticeship method. *J Surg Educ.* 2013;70(5):596–605.
2. Marlow N, Altree M, Babidge W, Field J, Hewett P, Madern GJ. Laparoscopic skills acquisition: A study of simulation and traditional training. *ANZ J Surg.* 2014;84(12):976–80, <http://dx.doi.org/10.1111/ans.12282>. Epub 2013 Jun 19.
 3. Arkenbout EA, Henselmans PW, Jelinek F, Breedveld P. Un estado de la revisión técnica y la categorización de los instrumentos multi-ramificada para las notas y SILS. *Surg Endosc.* 2015;29(6):1281–96. Epub 2014 Sep 24.
 4. Sahu D, Mathew MJ, Reddy PK. 3D Laparoscopy - help or hype; initial experience of a tertiary health centre. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(7). NC01-3. doi: 10.7860/JCDR/2014/8234.4543. Epub 2014 Jul 20.
 5. Alaraimi B, el Bakbak W, Sarker S, Makkiyah S, al-Marzouq A, Goriparthi R, et al. A randomized prospective study comparing acquisition of laparoscopic skills in three-dimensional (3D) vs. two-dimensional (2D) laparoscopy. *World J Surg.* 2014;38(11):2746–52.
 6. Wilhelm D, Reiser S, Kohn N, Witte M, Leiner U, Mühlbach L, et al. Comparative evaluation of HD 2D/3D laparoscopic monitors and benchmarking to a theoretically ideal 3D pseudodisplay: Even well-experienced laparoscopists perform better with 3D. *Surg Endosc.* 2014;28(8):2387–97. Epub 2014 Mar 21.
 7. Lusch A, Bucur PL, Menhadji AD, Okhunov Z, Liss MA, Perez-Lanzac A, et al. Evaluation of the impact of three-dimensional vision on laparoscopic performance. *J Endourol.* 2014;28(2):261–6, <http://dx.doi.org/10.1089/end.2013.0344>. Epub 2014 Jan 10.
 8. Wagner OJ, Hagen M, Kurmann A, Horgan S, Candinas D, Vorburger SA. Three-dimensional vision enhances task performance independently of the surgical method. *Surg Endosc.* 2012;26(10):2961–8, <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-012-2295-3>. Epub 2012 May 12.
 9. Held RT, Hui TT. A guide to stereoscopic 3D displays in medicine. *Acad Radiol.* 2011;18(8):1035–48, <http://dx.doi.org/10.1016/j.acra.2011.04.005>. Epub 2011 Jun 11.
 10. Kong SH, Oh BM, Yoon H, Ahn H, Lee HJ, Chung SG, et al. Comparison of two- and three-dimensional camera systems in laparoscopic performance: A novel 3D system with one camera. *Surg Endosc.* 2010;24(5):1132–43, <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-009-0740-8>. Epub 2009 Nov 13.
 11. Radermacher K, Fischer S, Rau 3D-visualisation in surgery. *Helmholtz-Institut for Biomedical Engineering. Aachen, Germany: Aachen University of Technology; 1998. p. 6.*
 12. Storz P, Buess GF, Kunert W, Kirschniak A. 3D HD versus 2D HD: Surgical task efficiency in standardised phantom tasks. *Surg Endosc.* 2012;26(5):1454–60, <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-011-2055-9>. Epub 2011 Dec 17.
 13. Tanagho YS, Andriole GL, Paradis AG, Madison KM, Sandhu GS, Varela JE, et al. 2D versus 3D visualization: Impact on laparoscopic proficiency using the fundamentals of laparoscopic surgery skill set. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2012;22(9):865–70, <http://dx.doi.org/10.1089/lap.2012.0220>. Epub 2012 Oct 16.
 14. Honeck P, Wendt-Nordahl G, Rassweiler J, Knoll T. Three-dimensional laparoscopic imaging improves surgical performance on standardized ex-vivo laparoscopic tasks. *J Endourol.* 2012;26(8):1085–8, <http://dx.doi.org/10.1089/end.2011.0670>.
 15. Sinha R, Sundaram M, Raje S, Rao G, Sinha M, Sinha R. 3D laparoscopy: Technique and initial experience in 451 cases. *Gynecol Surg.* 2013;10(2):123–8.
 16. Cicione A, Autorino R, Breda A, de Sio M, Damiano R, Fusco F, et al. Three-dimensional vs. standard laparoscopy: comparative assessment using a validated program for laparoscopic urologic skills. *Urology.* 2013;82(6):1444–50. Epub 2013 Oct 2.