

Curvas de aprendizaje en laparoscopia

D. Peláez Mata¹, S. Herrero Álvarez², A. Gómez Sánchez³, L. Pérez Egado¹, C. Corona Bellostas⁴, J.C. de Agustín Asensio¹

¹Servicio de Cirugía Pediátrica. Hospital Infantil Gregorio Marañón. Madrid. ²Servicio de Cirugía Maxilofacial. Hospital Clínico San Carlos. Madrid. ³Servicio de Traumatología. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. ⁴Servicio de Cirugía Pediátrica. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.

RESUMEN

Objetivos. La curva de aprendizaje en cirugía laparoscópica es lenta y no existen modelos uniformes de adquisición de habilidades quirúrgicas. Tratamos de establecer la idoneidad de un programa de aprendizaje de habilidades laparoscópicas en sujetos sin experiencia quirúrgica, analizando la curva de aprendizaje utilizando un simulador artesanal homologado. Comprobar si la experiencia quirúrgica previa modifica la curva de aprendizaje.

Material y métodos. Se empleó un simulador artesanal validado e instrumental laparoscópico para evaluar a 20 estudiantes universitarios que realizaron 10 repeticiones de tres ejercicios de dificultad creciente (coordinación ojo-mano, coordinación mano-mano y corte). Se evaluaron tres parámetros: tiempo total y con cada mano, errores totales y con cada mano y tres ítems de habilidad técnica OSATS. Comparación de los dos primeros ejercicios con un grupo de 14 cirujanos con experiencia. Análisis estadístico mediante Anova para medidas repetidas y t de Student ($p < 0,05$).

Resultados. Se demostró la mejoría significativa del tiempo con cada repetición en los tres ejercicios. La estabilización de la curva fue más precoz entre los cirujanos (2-4 repeticiones) que los estudiantes (8-9). Se comprobó la reducción del tiempo invertido para el primer y segundo ejercicio en ambos grupos, que en los estudiantes fue del 44,08% y 33,1% respectivamente.

Conclusiones. Individuos sin experiencia quirúrgica desarrollan habilidades laparoscópicas básicas utilizando un simulador artesanal, que permite practicar técnicas quirúrgicas sencillas de forma barata y accesible. La experiencia quirúrgica previa se asocia con el acortamiento de la curva de aprendizaje. El simulador artesanal permite discriminar entre sujetos con y sin experiencia quirúrgica.

PALABRAS CLAVE: Laparoscopia/educación; Curva de aprendizaje; Simulación entrenamiento.

LAPAROSCOPIC LEARNING CURVES

ABSTRACT

Objectives. Laparoscopic learning curves are slow, and there are no uniform surgical skill acquisition models. Therefore, our objective was to assess a laparoscopic skill learning program in individuals without any surgical experience, analyzing the learning curve by means of a certified custom-made simulator, and evaluating whether previous surgical experience had an impact on the learning curve.

Materials and methods. A certified custom-made simulator and laparoscopic instruments were used to assess 20 university students who performed 10 repetitions of 3 exercises of growing difficulty (eye-hand coordination, hand-hand coordination, and cutting). Three parameters were analyzed: total time with each hand, total mistakes with each hand, and three items of the OSATS technical skill scale. The two first exercises were compared with a group of 14 experienced surgeons. Statistical analysis using repeated-measures Anova and Student's t-test was carried out ($p < 0.05$).

Results. Significant time improvement with each repetition was demonstrated in the three exercises. Curve stabilization was faster in surgeons (2-4 repetitions) than in students (8-9). Time reduction was noted in the first and second exercises in both groups, with 44.08% and 33.1% shorter times, respectively.

Conclusions. Individuals without surgical experience acquired basic laparoscopic skills using a custom-made simulator, which allows simple surgical techniques to be carried out in an inexpensive, accessible fashion. Previous surgical experience was associated with a shorter learning curve. The custom-made simulator allowed individuals with and without surgical experience to be distinguished from each other.

KEY WORDS: Laparoscopy/education; Learning curve; Simulation; Training.

INTRODUCCIÓN

La laparoscopia es la técnica de elección para realizar múltiples intervenciones, tanto en adultos como en niños, y su importancia crece de manera exponencial^(1,2). De todos son conocidas sus ventajas sobre la cirugía abierta convencional: mejor visualización del campo quirúrgico, menor tasa de complicaciones asociadas a la herida quirúrgica, menor dolor y tiempo de recuperación posoperatorios (lo que acorta

Correspondencia: Dr. David J. Peláez Mata. C/ Fortunata y Jacinta, 7 - 7º C. 28020 Madrid.

E-mail: david.pelaez@salud.madrid.org

Recibido: Mayo 2020

Aceptado: Septiembre 2020

la estancia hospitalaria) y mejor resultado estético^(2,3). En cirugía pediátrica, la introducción de la laparoscopia ha sido más tardía debido a las limitaciones del instrumental adaptado a la edad pediátrica y al menor volumen de pacientes quirúrgicos, lo cual asocia un enlentecimiento de la curva de aprendizaje⁽²⁾.

La curva de aprendizaje hace referencia a una representación gráfica del número de veces que se debe repetir un determinado procedimiento para lograr la adquisición de las habilidades necesarias para su correcta y segura realización. La inclinación de la curva varía en función de los individuos y procedimientos⁽³⁾. En laparoscopia, la curva de aprendizaje es más compleja, lenta y tendente a errores que en cirugía abierta, debido a diversos factores, como son el bajo número de intervenciones que resultan adecuadas para la formación, las dificultades de coordinación vídeo-ojo-mano, la pérdida de la tercera dimensión y del tacto y el efecto *fulcrum* o palanca del instrumental por el cual se invierte el movimiento y aumenta el temblor^(1,4). Para mayor seguridad del paciente, la curva de aprendizaje no debería basarse simplemente en la experiencia adquirida mediante “ensayo y error” dentro del propio quirófano, sino que la formación debe iniciarse fuera de la práctica clínica^(4,5).

No existe un modelo uniforme de adquisición de habilidades laparoscópicas a nivel comunitario⁽⁶⁾. Tradicionalmente, la forma más habitual ha sido la realización de cursos prácticos intensivos⁽⁵⁾, pero existen una serie de simuladores quirúrgicos laparoscópicos diseñados para el aprendizaje a todos los niveles⁽⁷⁾. Entre ellos hay sistemas vivos (animales anestesiados) e inertes (cadáveres humanos o animales, realidad virtual, simuladores sintéticos y simuladores artesanales o *custom made*). El objetivo es crear un entorno realista que permita implementar las habilidades laparoscópicas fuera de quirófano de forma segura y sin complicaciones éticas, con la única limitación del tiempo y del coste⁽⁷⁾. Además, estos simuladores no son solo útiles en el aprendizaje inicial laparoscópico, sino que también han demostrado su utilidad para mejorar las habilidades técnicas en cirujanos experimentados.

El objetivo del trabajo fue establecer la idoneidad de un programa de formación estructurado en el aprendizaje de habilidades laparoscópicas básicas en sujetos sin experiencia quirúrgica, mediante la elaboración y análisis de su curva de aprendizaje utilizando un simulador *custom made* (artesanal) validado⁽¹⁾. Para comprobar si la experiencia quirúrgica previa modificaba la curva de aprendizaje laparoscópica se compararon las curvas de este grupo sin experiencia con las de otro grupo de cirujanos expertos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la evaluación de habilidades quirúrgicas se empleó un simulador artesanal y los ejercicios se diseñaron con niveles crecientes de dificultad (Fig. 1).



Figura 1. Simulador artesanal y placas de ejercicios. A) Coordinación ojo-mano. B) Coordinación mano-mano. C) Corte. D) Aspecto final del simulador artesanal.

Simulador artesanal y placas de ejercicios

El simulador estaba formado por una caja de plástico traslúcido de 38 x 27 x 20 cm con un panel de madera interior inclinado 30°, sobre el que se adhirieron dos tiras de velcro para fijar en ellas las placas de ejercicios, que son intercambiables (Fig. 1D). Se colocó una cámara web en la cubierta de la caja, centrada respecto a los orificios de la tapadera para el instrumental, y un fluorescente para iluminación. La imagen se obtuvo a través de un ordenador personal conectado a la cámara. Se emplearon placas intercambiables fijadas en el panel inclinado del simulador, con una superficie de goma para la realización de tres ejercicios distintos de dificultad creciente: coordinación ojo-mano, coordinación mano-mano y corte.

Como instrumental para realizar los ejercicios laparoscópicos se utilizaron pinzas de agarre tipo “cocodrilo”, pinzas de disección y tijeras de 5 mm de diámetro.

Evaluación de los ejercicios

Cada participante realizó en el simulador artesanal 10 repeticiones de cada ejercicio. Se siguió un orden creciente de dificultad: coordinación ojo-mano inicial, seguido de coordinación mano-mano y finalmente corte, no pudiendo pasar al siguiente ejercicio hasta no haber completado las 10 repeticiones. La evaluación de los ejercicios se basó en tres parámetros: tiempo en minutos, número de errores y los tres primeros ítems de la escala OSATS (*Objective Structured Assessment of Technical Skills*)⁽⁸⁾, medidos por los investigadores principales (S.H.A. y A.G.S.), supervisados por el autor del trabajo. Se evaluó la puntuación de cada ejercicio

añadiendo al tiempo final una penalización de 10 segundos por cada error cometido.

Coordinación ojo-mano (“piedras”)

La placa de ejercicio se formó con cuatro cajitas de plástico transparente fijadas a la superficie; tres de ellas se distinguieron con colores diferentes, rojo, azul y verde, y la cuarta llena de piedrecitas irregulares de los mismos colores. Para la ejecución de este ejercicio se emplearon dos pinzas de agarre tipo “cocodrilo” (Fig. 1A).

Se inició con todas las piedras de colores mezcladas en el recipiente más cercano a la cámara. El ejercicio consistió en trasladar las piedras a los recipientes de su mismo color, empleando para ello la mano derecha. Después de ordenarlas todas por colores, se devolvieron al recipiente inicial, pero esta vez con la mano izquierda. Se realizaron 10 repeticiones antes de pasar al siguiente ejercicio.

En cada repetición de este ejercicio se recogieron el tiempo total en minutos, el tiempo empleado con cada mano, número de veces que se cae la piedra (totales y con cada mano), se obtuvo una puntuación total de tiempo penalizando 10 segundos por cada error cometido y se evaluaron el segundo y tercer ítem de la escala OSATS (tiempo y movimiento, manejo del instrumental).

Coordinación mano-mano (“anillas”)

En la placa de ejercicio se colocaron cuatro clavos de distintas longitudes clavados en la base y aros de goma de tres diámetros distintos. El material quirúrgico para la realización de este ejercicio fueron dos pinzas de disección (Fig. 1B).

Se inició el ejercicio con todas las anillas de diferentes tamaños colocadas en el clavo más cerca de la cámara. El ejercicio consistió en apresar una por una las anillas con la mano derecha, pasarlas a la mano izquierda en el aire e ir las colocando en los diferentes clavos según su tamaño (las anillas grandes en el clavo más grande, las medianas en el mediano y las pequeñas en el pequeño). Una vez ordenadas las anillas, se devolvieron al clavo inicial cogiéndolas con la mano izquierda y pasándolas a la derecha. Se llevaron a cabo 10 repeticiones para pasar al siguiente ejercicio.

En cada repetición de este ejercicio se recogieron el tiempo total en minutos, el número de anillas caídas con cada mano y durante las transferencias, y asimismo se obtuvo una puntuación total de tiempo penalizando 10 segundos por cada error cometido. Se evaluaron el segundo y tercer ítem de la escala OSATS (tiempo y movimiento, manejo del instrumental).

Corte

La placa de ejercicio se preparó con una gasa anclada a la plancha de goma, sobre la que se dibujó con un rotulador un círculo de 5 cm de diámetro. Los instrumentos empleados fueron una pinza de disección y una tijera laparoscópica (Fig. 1C).

El ejercicio consistió en recortar el borde del círculo sin salirse del trazo. La mitad derecha del círculo se cortó con la

mano derecha, y la mitad izquierda se recortó con la mano izquierda. Fue necesario realizar 10 repeticiones.

En cada repetición de este ejercicio se recogieron el tiempo total en minutos, el tiempo empleado con cada mano, el número de cortes fuera de la línea, totales y con cada mano; se obtuvo una puntuación total de tiempo penalizando 10 segundos por cada error cometido y se evaluaron los tres primeros ítems de la escala OSATS (respeto por el tejido, tiempo y movimiento, manejo del instrumental).

Asíntota

Se objetivó estadísticamente el momento de estabilización de la curva de aprendizaje para cada ejercicio.

Sujetos de estudio

Se seleccionaron 20 sujetos sin experiencia quirúrgica que fueron evaluados personalmente para poder trazar y analizar su curva de aprendizaje.

En los ejercicios de coordinación ojo-mano y mano-mano se compararon los resultados de nuestra muestra con los resultados obtenidos en los mismos ejercicios por 12 médicos especialistas en Cirugía Pediátrica y cinco residentes del servicio de Cirugía Pediátrica de nuestro centro. De ellos, siete con experiencia de más de 50 procedimientos laparoscópicos llevados a cabo como cirujano y 10 como ayudante y 10 como menos. (Datos obtenidos de la tesis doctoral *Contribución al análisis de curvas de aprendizaje en cirugía laparoscópica*, de la Dra. Carolina Corona Bellostas⁽¹⁾).

Análisis estadístico

Se empleó el paquete estadístico SPSS 15 para Windows. Para considerar los resultados estadísticamente significativos se estableció un valor de $p < 0,05$. En el análisis general de la curva de aprendizaje, para demostrar la existencia de mejoría significativa con el aprendizaje en cada uno de los ejercicios, se realizó el test ANOVA para medidas repetidas. Para el estudio de la asíntota se llevó a cabo la prueba t de Student aplicada a las medias de tiempo total y puntuación total de cada repetición.

RESULTADOS

Se seleccionaron 20 estudiantes de Medicina sin experiencia quirúrgica previa: ocho de Primero (40%), seis de Cuarto (30%) y seis estudiantes de Sexto curso (30%). Trece de los participantes eran mujeres (63%) y siete varones, con una edad media de 21,2 años (rango 18-28 años). Todos los participantes eran diestros.

Análisis general de la curva de aprendizaje

- **Coordinación ojo-mano (“piedras”).** Se comprobó mejoría estadísticamente significativa con cada repetición sucesiva en el tiempo total invertido en la realización del ejercicio y el empleado con ambas manos (Tabla I), nú-

Tabla I. Medias de tiempo empleado para cada repetición en cada ejercicio (en minutos:segundos).

Número de repetición	Coordinación ojo-mano ("piedras")	Coordinación mano-mano ("anillas")	Corte
1	5:38 ± 1:56	6:41 ± 1:14	6:42 ± 2:39
2	4:48 ± 1:37	6:26 ± 1:31	5:01 ± 1:35
3	4:28 ± 1:06	5:39 ± 1:06	4:54 ± 1:30
4	3:59 ± 1:11	5:25 ± 1:25	4:42 ± 1:29
5	3:53 ± 1:06	5:15 ± 0:50	4:14 ± 1:08
6	3:31 ± 5:38	5:21 ± 1:02	4:07 ± 1:13
7	3:39 ± 0:53	4:53 ± 0:54	4:00 ± 0:57
8	3:28 ± 0:47	4:53 ± 0:47	3:42 ± 0:56
9	3:23 ± 0:50	4:30 ± 0:54	3:43 ± 1:01
10	3:09 ± 0:51	4:24 ± 0:45	3:36 ± 0:46
p	<0,05	<0,05	<0,05

Tabla II. Medias de errores cometidos para cada repetición en cada ejercicio (en minutos:segundos).

Número de repetición	Coordinación ojo-mano ("piedras")	Coordinación mano-mano ("anillas")	Corte
1	4:65 ± 3:17	3:80 ± 2:59	6:25 ± 1:71
2	3:85 ± 1:81	3:70 ± 2:13	5:15 ± 1:53
3	4:00 ± 2:22	3:15 ± 2:37	3:85 ± 1:49
4	3:40 ± 1:54	2:75 ± 2:29	3:95 ± 1:39
5	2:65 ± 1:81	2:10 ± 1:62	3:35 ± 1:31
6	2:60 ± 2:01	2:50 ± 1:70	3:40 ± 1:46
7	2:50 ± 1:36	2:20 ± 1:77	3:45 ± 1:35
8	2:10 ± 1:62	2:40 ± 1:93	3:75 ± 1:37
9	2:40 ± 1:35	2:65 ± 2:30	3:00 ± 1:12
10	2:95 ± 1:79	2:50 ± 1:96	3:50 ± 1:23
p	0,221	0,087	<0,05

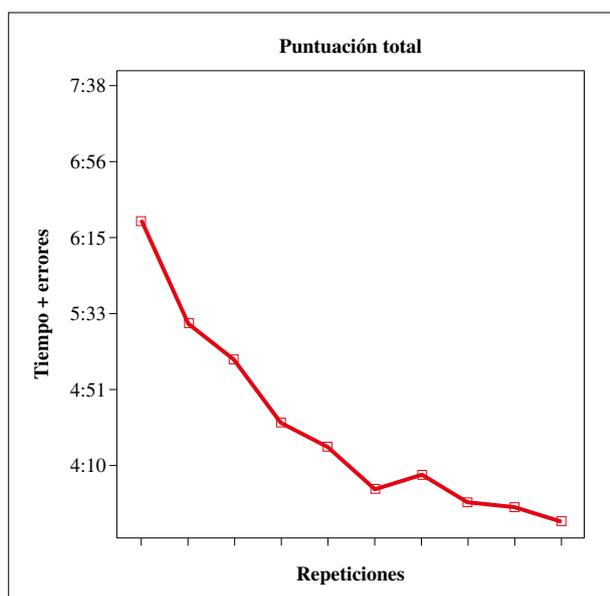


Figura 2. Puntuación del ejercicio de coordinación ojo-mano ("piedras") en minutos y segundos (tiempo total y penalización de 10 segundos por error cometido) en cada repetición del ejercicio.

mero de errores con la mano derecha (Tabla II), puntuación total del ejercicio (Fig. 2) e ítems 2 y 3 de la escala OSATS. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al analizar el número de errores totales y con la mano izquierda en cada repetición (se especifican los tiempos y errores con cada mano en la Tabla III).

- **Coordinación mano-mano ("anillas").** Se objetivó mejoría significativa con cada repetición sucesiva en el tiempo total y con cada mano para la realización del ejercicio (Tabla I), puntuación total del ejercicio (Fig. 3) e ítems 2 y 3 de la escala OSATS. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas con la repetición en el número de errores durante la transferencia entre manos ni en el número de errores totales (Tabla II).
- **Corte.** Se evidenció la mejoría significativa con cada repetición sucesiva en todas las variables analizadas (Fig. 4).

Estudio comparativo entre cirujanos y estudiantes

Comparamos los resultados obtenidos en nuestro trabajo en los ejercicios de coordinación ojo-mano y mano-mano, con los de cirujanos expertos en los mismos ejercicios⁽¹⁾ (Fig. 5).

Tabla III. Tiempos (en minutos:segundos) y número de errores cometidos con cada mano por separado en el ejercicio de coordinación ojo-mano.

Número de repetición	Tiempo mano derecha	Tiempo mano izquierda	Errores mano derecha	Errores mano izquierda
1	3:05	3:36	2,8	3,45
2	2:03	2:58	2,8	2,85
3	1:54	2:59	1,5	2,35
4	1:54	2:47	1,8	2,15
5	1:45	2:29	1,6	1,75
6	1:50	2:17	1,7	1,9
7	1:46	2:14	1,55	1,9
8	1:33	2:08	1,5	2,25
9	1:31	2:12	1,35	1,65
10	1:26	2:04	1,55	1,95
p	<0,05	<0,05	<0,05	0,3

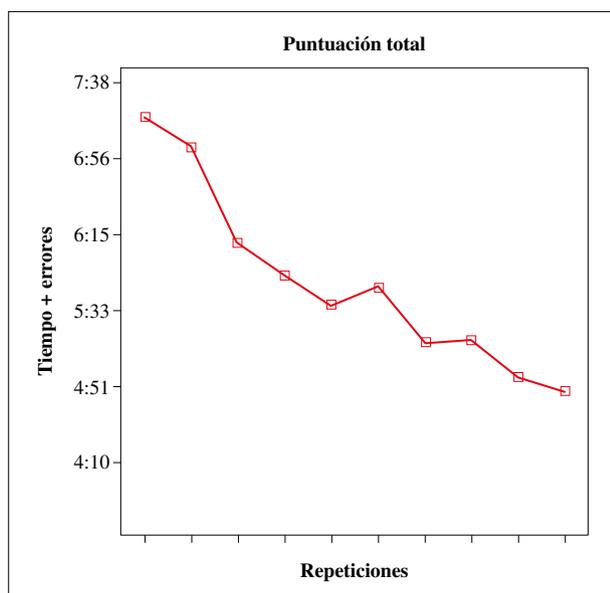


Figura 3. Puntuación del ejercicio de coordinación mano-mano (“anillas”) en minutos y segundos (tiempo total y penalización de 10 segundos por error cometido) en cada repetición.

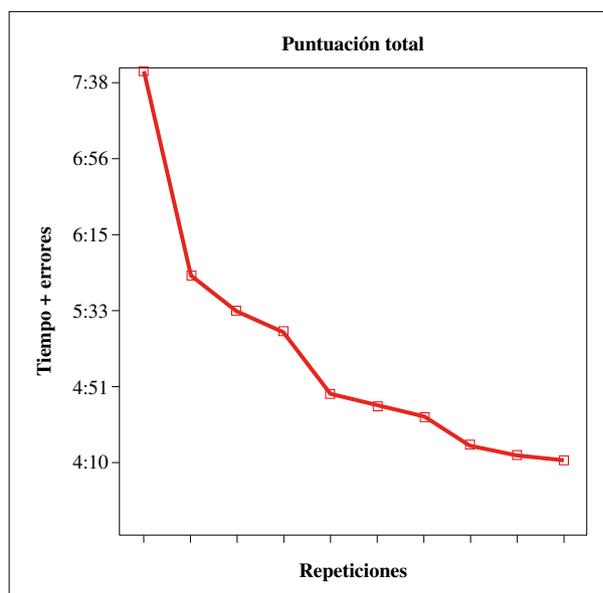


Figura 4. Puntuación del ejercicio “corte” en minutos y segundos (tiempo total y penalización de 10 segundos por error cometido) en cada repetición.

- **Coordinación ojo-mano (“piedras”).** La media del tiempo inicial y la alcanzada en la última repetición fueron más bajas en el grupo de cirujanos que en los estudiantes, aunque el tiempo medio final de los estudiantes fue mejor que el tiempo medio inicial de los cirujanos. La reducción del tiempo invertido fue similar en ambos grupos (Tabla IV).
- **Coordinación mano-mano (“anillas”).** Las medias del tiempo inicial y final fueron menores en el grupo de cirujanos. El tiempo medio registrado en la última repetición de los estudiantes fue mayor que la primera repetición de los cirujanos. La reducción del tiempo invertido (RTI) de

los estudiantes fue mayor que la de los cirujanos (Tabla IV).

Estudio de la asíntota (Fig. 5)

- **Coordinación ojo-mano (“piedras”).** En el grupo de los cirujanos la estabilización de la curva de tiempo total se alcanzó tras cuatro repeticiones, y en los estudiantes después de nueve.
- **Coordinación mano-mano (“anillas”).** La estabilización de la curva para tiempo total se objetivó tras dos repeticiones en el grupo de cirujanos y tras nueve en el de estudiantes.

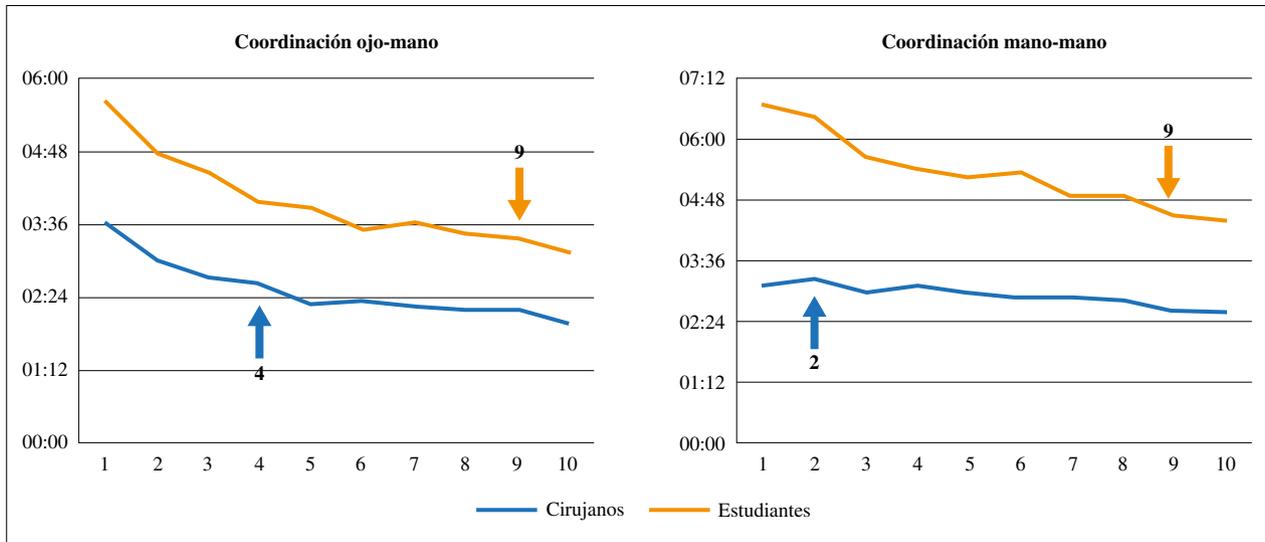


Figura 5. Comparación del tiempo total (minutos y segundos) entre cirujanos y estudiantes en los ejercicios de coordinación ojo-mano (piedras) y mano-mano (anillas). Se incluye la asíntota en las cuatro curvas.

Tabla IV. Comparación de la reducción del tiempo invertido en minutos y segundos para cada ejercicio en cada grupo (cirujanos y estudiantes).

Ejercicio	Grupo	Tiempo inicial	Tiempo final	Reducción del tiempo invertido
Coordinación ojo-mano (“piedras”)	Cirujanos	3:37	1:58	45,62%
	Estudiantes	5:38	3:09	44,08%
Coordinación mano-mano (“anillas”)	Cirujanos	3:07	2:36	16,58%
	Estudiantes	6:41	4:24	33,17%

DISCUSIÓN

Para evitar incumplir el principio ético de no maleficencia se desarrollan métodos formativos fuera de la práctica quirúrgica asistencial que impiden utilizar a los pacientes como método único de aprendizaje⁽⁹⁻¹¹⁾. La práctica quirúrgica con simuladores aplanan la curva de aprendizaje y está demostrado que disminuye la probabilidad de complicaciones intraoperatorias en el futuro⁽¹²⁻¹³⁾.

En cirugía mínimamente invasiva la utilidad de los simuladores comerciales y artesanales ha sido comprobada en múltiples trabajos, comparando el uso de sistemas artesanales frente a *pelvitainers* comerciales⁽¹⁴⁾, y probando que simples cajas adaptadas para el entrenamiento laparoscópico reducen el coste frente a simuladores comerciales, con la ventaja de ser aparatos sencillos y accesibles que se puede utilizar en cualquier lugar^(4,15). El simulador empleado en nuestro trabajo fue validado en un estudio realizado en este mismo centro⁽¹⁾.

Los programas de aprendizaje deben establecerse con ejercicios que aumenten progresivamente el nivel de dificultad, sistemas escalonados para la adquisición de habilidades

laparoscópicas tanto en cirujanos como en estudiantes. Se ha demostrado que la formación estructurada preclínica (estudiantes de último curso y residentes) es mejor que la formación clínica combinada con simulación y que la formación clínica aislada⁽¹⁶⁾.

Nuestro estudio confirmó que sujetos sin experiencia quirúrgica son capaces de aprender técnicas básicas de laparoscopia. El análisis de la curva de puntuación total puso de manifiesto que con las repeticiones el ejercicio se realizó en menos tiempo y se cometieron menos errores. Al analizar ambas variables por separado objetivamos la mejoría significativa del tiempo total en todos los ejercicios, pero solamente en los errores cometidos en el tercer ejercicio (“corte”) y no en los dos primeros (ejercicios de coordinación). Esto podría justificarse porque los sujetos se concentran inicialmente en mejorar el tiempo más que el número de errores durante la realización de los ejercicios. La experiencia previa acumulada podría permitir a los sujetos reducir no solo el tiempo, sino también el número de errores de manera significativa en el tercer ejercicio. El hecho de utilizar una cohorte de estudiantes diestros justificaría que, aunque se produjo mejoría en el tiempo con cada mano por separado, con la mano derecha

se obtuvieron tiempos iniciales y finales mejores que con la mano izquierda.

La escala OSATS (*Objective Structured Assessment of Technical Skill*) evalúa la habilidad técnica de los aprendices quirúrgicos mediante la puntuación de 1 a 5 de siete ítems durante la realización de una variedad de tareas quirúrgicas estructuradas⁽⁸⁾. Comprobamos la mejoría en los parámetros de la escala OSATS en los tres ejercicios. Los estudiantes aprendieron a manejar el material laparoscópico con el que no estaban previamente familiarizados, sin llegar a unos elevados niveles de destreza (puntuación máxima de 3 sobre 5).

Hemos comprobado que la experiencia quirúrgica se traduce en un acortamiento de la curva de aprendizaje. En el grupo de cirujanos la estabilización de la curva se consigue en las primeras 3-4 repeticiones del ejercicio, mientras que los estudiantes precisan 8-9 repeticiones para alcanzar dicha estabilización (Fig. 5). Es posible que la curva de aprendizaje de los estudiantes pueda mejorar más con más repeticiones y conseguir una estabilización más clara de la misma.

En los dos ejercicios evaluados, los cirujanos comienzan y finalizan con un tiempo menor que los estudiantes. La experiencia quirúrgica se contrapone a la falta de familiaridad de los estudiantes con el instrumental empleado y la visualización del campo en una pantalla. En el ejercicio coordinación ojo-mano, el tiempo final obtenido por los estudiantes fue mejor que el tiempo inicial de los cirujanos, siendo la RTI similar para ambos grupos (Fig. 5A). En el ejercicio de coordinación mano-mano, el tiempo final de los estudiantes no mejora el tiempo inicial de los cirujanos. Posiblemente, la mayor complejidad de este segundo ejercicio impide que esto ocurra, a diferencia del primer ejercicio. A pesar de ello, la RTI para este segundo ejercicio es mucho más acusada en el grupo de estudiantes, es decir, a los cirujanos les resulta más difícil mejorar su tiempo que a los estudiantes (Fig. 5B). Probablemente esto sea debido a que los cirujanos parten con un tiempo bajo que es difícil de mejorar, mientras que los estudiantes comienzan con un tiempo elevado que puede reducirse con más facilidad a lo largo de las repeticiones. Podemos concluir que el simulador artesanal utilizado en este trabajo ha sido capaz de discriminar entre los sujetos con y sin experiencia en cirugía laparoscópica, coincidiendo con otros estudios previamente publicados⁽¹⁷⁾.

Una de las debilidades de este trabajo es que la escala de evaluación OSATS fue aplicada por estudiantes de medicina, no por cirujanos especialistas. Los simuladores actuales requieren la supervisión de un cirujano experto para la capacitación y la evaluación de habilidades⁽¹⁸⁾.

Sería recomendable ampliar los estudios evaluando la habilidad de corte en los cirujanos. También se podría completar el estudio de la curva de aprendizaje de estudiantes con la realización de otras habilidades básicas como nudos y suturas y, posteriormente, utilizar modelos animales para la adquisición de habilidades más complejas⁽¹⁹⁾. Por otra parte, se conoce que los estudiantes más expuestos al uso de videojuegos presentaban una mejor coordinación ojo-mano que los no expuestos⁽³⁾.

Conocer el número de horas que invierten los estudiantes jugando a videojuegos podría permitirnos comprobar si esto supone una ventaja en la realización de los ejercicios.

En conclusión, se ha demostrado que un grupo de individuos sin experiencia quirúrgica ha sido capaz de desarrollar un aprendizaje en técnicas laparoscópicas básicas mediante la utilización de un simulador artesanal. El estudio comparativo ha verificado que existen diferencias de rendimiento según la experiencia quirúrgica previa, traducándose esta en un acortamiento de la curva de aprendizaje. Se ha corroborado que el simulador artesanal empleado es capaz de discriminar entre sujetos con y sin experiencia quirúrgica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Corona C. Contribución al análisis de curvas de aprendizaje en cirugía laparoscópica [tesis doctoral]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, Departamento de Anatomía e Histología Humanas; 2015.
2. Laufer MR, Reichman DE, Smithers CJ. Overview of laparoscopy in children and adolescents. Uptodate [revista electrónica]. Sep 2016. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-laparoscopy-in-children-and-adolescents>
3. Borahay MA, Jackson M, Tapisiz OL, Lyons E, Patel PR, Nassar R, et al. Assessment of minimally invasive surgical skills of pre-medical students: What can we learn from future learners? J Turk Ger Gynecol Assoc. 2014; 15(2): 69-73.
4. Köckerling F, Pass M, Brunner P, Hafermalz M, Grund S, Sauer J, et al. Simulation-Based Training - Evaluation of the Course Concept "Laparoscopic Surgery Curriculum" by the Participants. Front Surg. 2016; 3(47): 1-7.
5. De Win G, Van Bruwaene S, Kulkarni J, Van Calster B, Aggarwal R, Allen C, et al. An evidence-based laparoscopic simulation curriculum shortens the clinical learning curve and reduces surgical adverse events. Adv Med Educ Pract. 2016; 7: 357-70.
6. Enciso S, Díaz-Güemes I, Usón J, Sánchez-Margallo FM. Validación de un modelo de formación intensiva en cirugía digestiva laparoscópica. Cir Esp. 2016; 94(2): 70-6.
7. Caban AM, Guido C, Silver M, Rossidis G, Sarosi G, Ben-David K. Use of collapsible box trainer as a module for resident education. JSL. 2013; 17(3): 440-4.
8. Martin JA, Regehr G, Reznick R, McRae H, Murnaghan J, et al. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. Br J Surg. 1997; 84: 273-8.
9. Jara Rascón J, Subirá Ríos D. Ética y aprendizaje en cirugía laparoscópica. Actas Urol Esp. 2006; 30(5): 474-8.
10. Nácul M, Cavazzola L, Melo M. Current status of residency training in laparoscopic surgery in Brazil: a critical review. Arq Bras Cir Dig. 2015; 28(1): 81-5.
11. García-Murillo J, Arias-Correa M, Valencia-Díaz E. Diseño de prototipo de simulador para entrenamiento en cirugía laparoscópica. Rev Ing Biomed. 2011; 5(9): 13-9.
12. Hernández-Fernández C. Finalidad de los cursos de adiestramiento práctico. Actas Urol Esp. 2006; 30(5): 461-3.
13. Benito Expósito P, Ortiz Oshiro E, Ramos Carrasco A, Ortega López D, Hernández-Pérez C, Pardo-Martínez C, et al. Formación estructurada en cirugía mínimamente invasiva para residentes quirúrgicos [revista electrónica]. 2016. Disponible en: <http://www.seclaendo>

surgery.com/index.php?option=com_content&view=article&id=170
&Itemid=168

14. Chung SY, Landsittel D, Chon CH, Ng CS, Fuchs GJ. Laparoscopic skills training using a webcam trainer. *J Urol.* 2005; 173(1): 180-3.
15. Lopes-Salazar A, Ramírez M, Ruiz Cerdá JL. Modelos artesanales de simulación para el aprendizaje laparoscópico. *Actas Urol Esp.* 2006; 30(5): 457-60.
16. 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.
17. Morandeira Rivas A, Cabrera Vilanova A, Sabench Pereferer F, Henández González M, Del Castillo Déjardin D. Simulador de bajo coste para el entrenamiento de habilidades laparoscópicas básicas. *Cir Esp.* 2010; 87(1): 26-32.
18. Singapogu R, Burg T, Burg KJ, Smith DE, Eckenrode AH. A perspective on the role and utility of haptic feedback in laparoscopic skills training. *Crit Rev Biomed Eng.* 2014; 42(3-4): 299-318.
19. Pérez Duarte FJ, Díaz Guemes I, Sánchez Hurtado MA, Cano-Novillo I, Berchi García FJ, García Vázquez A, et al. Diseño y validación de un programa formativo en cirugía laparoscópica pediátrica y neonatal. *Cir Pediatr.* 2012; 25: 121-5.