



Artículo original

Utilidad del simulador de habilidades en el entrenamiento estructurado de procedimientos laparoscópicos

Utility of the skills simulator in structured training of laparoscopic procedures

David Valadez-Caballero,^{*†} José de Jesús Urbina-Cabello,^{*||} Christian Salinas-Ocampo,^{*,**}
Javier Alvarado-Durán,^{†‡‡} José Melesio Cristóbal-Luna^{§§§}

* Centro de Formación en Cirugía de Mínima Invasión. Ciudad de México, México.

† Alta especialidad en cirugía bariátrica y gastrointestinal laparoscópica avanzada, Head médico quirúrgico del área de bariatría. Hospital Ángeles Pedregal. Ciudad de México, México.

§ Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México.

ORCID:

† 0009-0006-7498-6310

|| 0009-0008-3782-0463

** 0009-0005-5701-0431

‡‡ 0009-0008-0636-3423

§§ 0000-0003-4765-5568

RESUMEN

Introducción: la formación basada en simulación es una técnica eficaz para mejorar las habilidades en un plan de estudios centrado en el desarrollo de competencias en cirugía general. El objetivo de este estudio fue evaluar la aceptabilidad y eficacia de un programa estructurado de entrenamiento con simulación para desarrollar habilidades laparoscópicas. **Material y métodos:** el estudio experimental se llevó a cabo con 47 estudiantes de posgrado; diseñándose un módulo de capacitación y evaluación estructurado, con duración de 20 semanas con entrenadores de simulación laparoscópica, con un entrenamiento de una a dos horas diarias hasta el término de sus prácticas, con supervisión guiada por profesores experimentados. Las puntuaciones y tiempo de la evaluación previa y posterior a la capacitación se compararon aplicando la prueba de t pareada, un ANOVA de 2 vías pos hoc Student-Newman-Keuls (SNK) y un ANOVA on ranks dependiendo de los datos obtenidos, utilizando el programa SigmaPlot.v12 para calcular la significancia estadística. **Resultados:** se evaluaron a 47 participantes de los cuales, 23 correspondían a cirujanos titulados y 24 residentes de cirugía general, al realizarse

ABSTRACT

Introduction: simulation-based training is an effective technique for enhancing skills in a curriculum focused on developing competencies in general surgery. The aim of this study was to evaluate the acceptability and effectiveness of a structured simulation training program for developing laparoscopic skills. **Material and methods:** the experimental study involved 47 participants, a structured training and evaluation module was designed and validated, spanning 20 weeks on laparoscopic simulation trainers, with training sessions lasting 1 to 2 hours under the guided supervision of experienced instructors. Pre- and post-training scores and times were compared using paired t-tests, two-way ANOVA post hoc Student-Newman-Keuls (SNK), and ANOVA on ranks, depending on the data obtained, utilizing SigmaPlot 14.0 for statistical significance. **Results:** the study evaluated 47 participants, comprising 23 certified surgeons and 24 general surgery residents; but within-group comparisons revealed improvements in performance times and skill levels at the end of the training, with notable enhancements in scores and task completion times based on the exercises and skills assessed.

Recibido: 08/08/2024. Aceptado: 03/02/2025.

Correspondencia: Dr. José de Jesús Urbina Cabello

E-mail: jesus0684@gmail.com

Citar como: Valadez-Caballero D, Urbina-Cabello JJ, Salinas-Ocampo C, Alvarado-Durán J, Cristóbal-Luna JM. Utilidad del simulador de habilidades en el entrenamiento estructurado de procedimientos laparoscópicos. Rev Mex Cir Endoscop. 2025; 26 (1-4): 9-17. <https://dx.doi.org/10.35366/122140>



la comparación de grupos de forma independiente se pudo observar mejoría en cuanto al rendimiento en tiempo al final del entrenamiento y las habilidades obtenidas. **Conclusiones:** la aplicación de un simulador fácil de usar permite una formación y evaluación significativas durante la formación quirúrgica, favoreciendo un aprendizaje antes del paso a modelos anatómicos y posteriormente a la realización de procedimiento en pacientes reales.

Palabras clave: entrenamiento, laparoscopía, cirugía de mínima invasión, simulación, evaluación estructurada.

Abreviaturas:

FLS = *Fundamentals of Laparoscopic Surgery* (Fundamentos de Cirugía Laparoscópica)
GOALS = *Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills* (Evaluación Operativa Global de Habilidades Laparoscópicas)
SNK = Student-Newman-Keuls

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la cirugía laparoscópica ha revolucionado la terapia quirúrgica y es parte fundamental de la formación de especialidades quirúrgicas, al demostrar el potencial de mejorar las habilidades quirúrgicas de los residentes, reduciendo riesgos y enfatizando la importancia de la simulación como una herramienta didáctica, convirtiéndose en un punto focal en los últimos años. Organizaciones influyentes como el American College of Surgeons, la Association of Program Directors in Surgery, así como otras organizaciones profesionales y académicas en diferentes países han hecho obligatoria la inclusión de simulaciones en el currículo de las residencias quirúrgicas,¹⁻³ donde tales simulaciones funcionan además como herramientas de evaluación en los procesos de autoevaluación, retroalimentación, así como en las tareas de credencialización y certificación de las capacidades técnicas del cirujano novel. Tiene como propósito primordial en cirugía la adquisición y el perfeccionamiento de habilidades y destrezas psicomotoras transferibles a la cirugía real, en el paciente real.⁴⁻⁶

El presente estudio es esencial para evaluar la efectividad de un programa estructurado de entrenamiento en simuladores para desarrollar habilidades laparoscópicas en cirujanos titulados y residentes de cirugía general. La implementación de programas de entrenamiento estructurados basados en simulación puede estandarizar la formación quirúrgica, reducir la variabilidad en las curvas de aprendizaje y mejorar los estándares de atención quirúrgica en el ámbito mundial. Tiene como objetivo evaluar la aceptabilidad y efectividad del entrenamiento de simulación estructurado para desarrollar habilidades laparoscópicas en alumnos de diferente grado académico y diversos grados de experiencia.⁷⁻¹⁰

Conclusions: the implementation of an easy-to-use simulator provides significant training and evaluation during surgical education, facilitating learning before progressing to anatomical models and subsequently performing procedures on real patients.

Keywords: training, laparoscopy, minimally invasive surgery, simulation, structured evaluation.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño experimental

Se realizó un diseño experimental donde se evaluó a residentes de tercer y cuarto año, así como cirujanos ya titulados en la realización de actividades laparoscópicas, en el Centro de Formación en Cirugía de Mínima Invasión en la Ciudad de México, con una recopilación de datos de marzo de 2024 a agosto de 2024.

Participantes del estudio

Participaron 47 estudiantes de forma voluntaria, correspondientes a residentes de cirugía general (23) y cirujanos titulados (24), los cuales tuvieron de 1-2 horas diarias de entrenamiento, durante un total de 20 semanas, hasta la conclusión de los ejercicios establecidos. Durante la evaluación se tomó el tiempo de realización de cada uno de los ejercicios como variable de mejoría en el aprendizaje laparoscópico, considerando un tiempo inicial y después de tres intentos el tiempo final. Los participantes fueron supervisados por tres miembros del profesorado que participaron de forma voluntaria durante el estudio.

Recursos materiales

1. Caja de entrenamiento: diez simuladores de laparoscopía que consisten en una caja de entrenamiento, sobre una mesa con una cámara con 0° de inclinación, un monitor de visualización y una fuente de luz fluorescente de fibra óptica para iluminar el interior de la caja. Un entrenador de caja que utiliza la cámara, la pantalla, la fuente de luz y los instrumentos endoscópicos.
2. Instrumentos de laparoscopía: pinza de agarre atraumática (apertura de ambas mandíbulas), pinza de agarre curvada hacia la izquierda (apertura de ambas mandíbulas, disector Maryland), tijeras curvadas hacia la izquierda (apertura de ambas ho-

jas, Metzenbaum) y portaagujas modular, con los cuales se efectuaron cada una de las tareas establecidas (*Figura 1*).

Se diseñó y validó un módulo de capacitación, el cual fue supervisado por un docente, con retroalimentación de los ejercicios realizados de forma presencial y mediante los videos grabados y subidos en una plataforma para la evaluación de los mismos por otro docente. Los métodos de entrenamiento diseñados fueron los siguientes: el cronometraje de cada tarea comenzaba cuando el alumno tocaba el primer objeto y finalizaba cuando soltaba el último objeto. Se consideró la escala de GOALS (*Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills*) como herramienta de evaluación ya validada y ampliamente utilizada para calificar las habilidades quirúrgicas laparoscópicas, la cual consta de cinco elementos: percepción de profundidad, destreza bimanual, eficiencia, manejo de tejidos y autonomía. Cada elemento se calificó en una escala de Likert entre 1 y 5, lo que da como resultado una puntuación total de entre 5 y 25,^{11,12} realizando la evaluación de los siguientes ejercicios (*Figura 2*):

Ejercicios

1. Corte: el corte de precisión «semicírculo» se basó en habilidades escalonadas en sucesión cronológica: toma del instrumento adecuado, sujeción del instrumento con la mano dominante, introducción del instrumento en el simulador, movimientos de rotación utilizados, ambidextría, control de la fuerza de la mano durante el corte, cortes afilados y limpios, y precisión en los límites de corte. La retroalimentación constructiva del profesor guía se realizó con base en la observación directa y corrección de movimientos, con una duración de cinco minutos.
2. Transferencia bimanual: consiste en transportar seis objetos insertados en un arreglo de clavijas hasta otro y llevarlos de regreso a su posición inicial, transfiriendo los objetos de una mano a la otra en el aire, observando la coordinación bimanual, coordinación ojo-mano y movilización fina, verificando la caída de cuenta, el no intercambio de manos y el tiempo para la realización de la actividad, con una duración de cinco minutos, contando con retroalimentación respecto a los movimientos realizados por el profesor guía.
3. Cuerda: se realizó la evaluación del paso de cuerda sobre argollas considerando la adecuada toma de la cuerda y su paso de la misma, generando habilidades de coordinación bimanual y coordinación ojo-mano, verificando la adecuada coordinación de manos, con una duración de tres minutos.
4. Nudo extracorpóreo: mediante el uso de una sutura, se evalúa la generación de un nudo extracorpóreo, previo al uso del mismo sobre un simulador de apéndice de material espuma, verificando la coordinación fina y el manejo de tejidos, con el adecuado deslizamiento del nudo sobre la marca establecida en el simulador de apéndice, tomando como error un nudo mal confeccionado, no deslizante, no colocarlo de forma adecuada o rotura del apéndice.
5. Posicionamiento de aguja: mediante el uso de una aguja y sutura (mono y multifilamento), se realizaron técnicas para sujetar y posicionar la aguja en diferentes ángulos, con introducción de la aguja en diferentes puntos marcados en un material de sutura, evaluando la falta de sujeción adecuada de aguja, no posicionamiento adecuado, caída o no introducción adecuada de la aguja.
6. Sutura intracorpórea: la lista de verificación para suturar y hacer nudos se basó en habilidades paso a



Figura 1:

Endotrainer e instrumentos de laparoscopía.

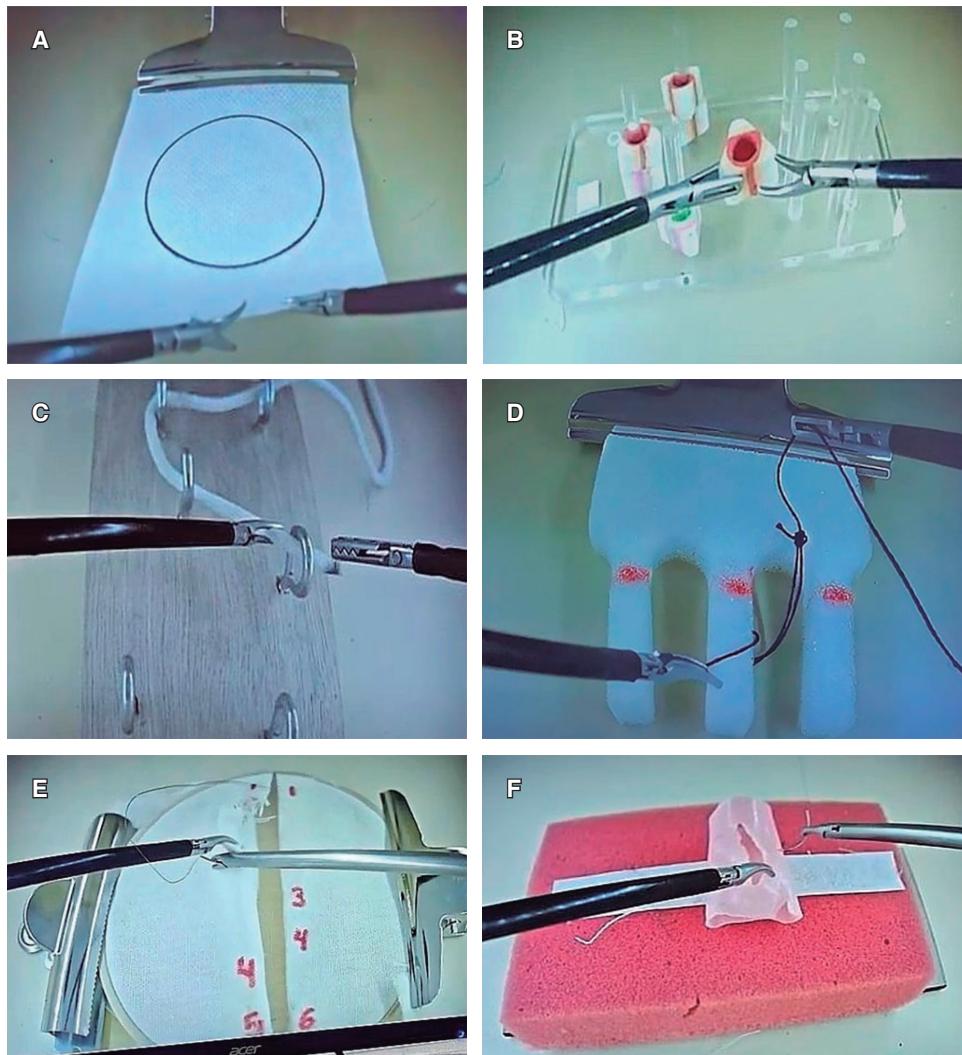


Figura 2:

Ejercicios básicos de laparoscopía.

- A) Ejercicio de corte.
- B) transferencia bimanual.
- C) Ejercicio de cuerda.
- D) Nudo extracorpóreo.
- E) Posicionamiento de aguja.
- F) Sutura intracorpórea.

paso en la secuencia de tomar el instrumento adecuado, sostenerlo con la mano dominante, introducirlo en el simulador, el patrón de sujeción de la aguja (ángulo recto) en el instrumento, control de la fuerza de la mano en el portaaguja, la aguja ingresa al simulador de sutura en ángulo recto, a una distancia óptima –3 mm del borde cortado, movimiento de la aguja en la entrada y salida a través del simulador usando el eje de la curva de la aguja, formación de lazada para hacer nudos, nudos cuadrados en un lado de la línea de sutura y corte de sutura en la longitud óptima, con una duración de cinco minutos.

Herramienta y técnica de recolección de datos

Para la evaluación de habilidades genéricas, se tomó un formulario validado por la literatura, estructurado por una

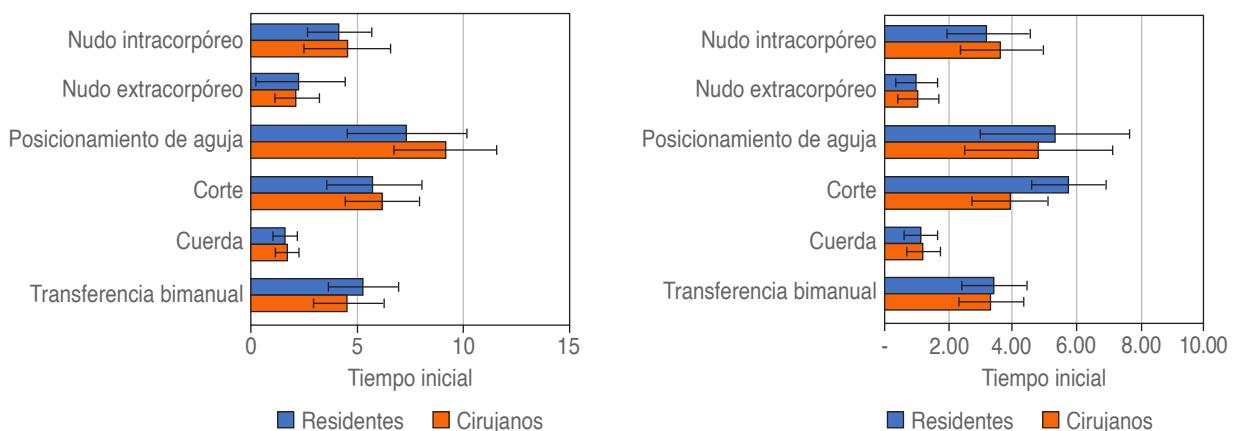
lista de verificación para las habilidades específicas de cada una de las pruebas anteriormente comentadas, dando una puntuación de 1 a cada una de las habilidades efectuadas de forma correcta, para obtener una calificación máxima de 25 puntos (*Tabla 1*).

Recopilación de datos y análisis estadístico

Se analizaron las variables como el tiempo de ejecución de cada ejercicio con una comparación entre el tiempo inicial y final de cada una de las pruebas mediante una prueba t pareada y un ANOVA de dos vías pos hoc Student-Newman-Keuls (SNK). Mientras que las variables como puntuación en la ejecución, destreza, visibilidad, percepción de profundidad, manejo de objetos ambidextría y autonomía se analizaron utilizando mediana y desviación estándar, así como un ANOVA on ranks pos hoc SNK, considerando $p <$

Tabla 1: Escala de calificación.

Habilidades	Puntuación de calificación por el desempeño de las tareas				
	1	2	3	4	5
Navegación del instrumento (destreza)	A menudo muestra movimientos dudosos o torpes	Exhibe movimientos torpes ocasionales	Fluidez al usar los instrumentos, sin movimientos torpes o engorrosos		
Centrado de la punta del instrumento en pantalla (visibilidad)	La punta del instrumento a menudo está fuera del centro y de la mira	La punta del instrumento se encuentra principalmente en el centro, a veces fuera de la vista	La punta del instrumento se mantiene centrada y permite una buena visión		
Percepción de profundidad (orientación 3D/2D)	A menudo no alcanza el objeto que apunta, hace golpes dispersos, apunta al objeto, es lento para corregir	A veces no alcanza el objetivo y lo corrige inmediatamente	Alta precisión para agarrar el objeto apuntado		
Manejo de objetos	Áspero, con poco control de agarre, a menudo se le resbala el objeto	Agarrando razonablemente bien	Manejo suave de objetos. Buen agarre y rara vez se le resbala el objeto		
Ambidextría	Utiliza únicamente la mano dominante	Utiliza hábilmente ambas manos con algunas acciones armonizadoras	Utiliza hábilmente ambas manos con buenas acciones de armonización		
Autonomía	No se puede completar ni siquiera con orientación importante	Capaz de completar la tarea con orientación moderada	Capaz de completar la tarea de forma independiente, sin necesidad de orientación		

Tarea 1, Tarea 2 y Tarea 3 (puntuación máxima = 6 variables x puntuación 5 = 30).⁴**Figura 3:** Rendimiento en ejercicios laparoscópicos entre residentes y cirujanos. Los resultados demuestran experimentos independientes, $p = 0.825$ y $p = 0.984$, respectivamente, de acuerdo a ANOVA. Cada barra representa la media \pm desviación estándar.

0.05 estadísticamente significativa utilizando el programa SigmaPlot.v12 para calcular la significancia estadística.

RESULTADOS

Rendimiento en ejercicios laparoscópicos por residentes y cirujanos de cirugía general

Dentro de los resultados, se obtuvo la media y desviación estándar de acuerdo al tiempo obtenido al inicio y final del

entrenamiento en cada una de las pruebas realizadas por residentes y cirujanos, donde no se observó una diferencia significativa al comparar al grupo de residentes con el grupo de cirujanos al inicio del entrenamiento y el tiempo final al término de la práctica de cada uno de los ejercicios. Los resultados demuestran experimentos independientes, $p = 0.825$ y $p = 0.984$ respectivamente, de acuerdo a ANOVA (Figura 3).

Por otro lado, se evaluó la mejoría en tiempo respecto a cada una de las pruebas laparoscópicas realizadas por los

cirujanos y residentes al inicio y final de su entrenamiento, observándose una diferencia significativa entre el tiempo inicial y final realizado por cada uno de los grupos, demostrando la mejoría en la realización de los ejercicios con la práctica continua. Con una $p = 0.004$ y $p = 0.032$, respectivamente, de acuerdo a ANOVA, para los ejercicios de transferencia bimanual, posicionamiento de aguja, nudo extracorpóreo y nudo intracorpóreo (Figura 4).

Rendimiento en ejercicios y generación de habilidades laparoscópicos

Se obtuvieron los resultados de acuerdo al tiempo final de cada uno de los ejercicios y la calificación de habilidades de acuerdo a los GOALS entre cirujanos y residentes, observándose una diferencia significativa en la comparación global entre los grupos; sin embargo, no se observó una diferencia significativa en la comparación entre grupos de cada uno de los ejercicios, demostrando que el tiempo efectuado al final del entrenamiento no indica una adecuada obtención de habilidades o realización de los ejercicios (Tabla 2), con una $p = 0.010$ de acuerdo a ANOVA y una $p = 0.083$ de acuerdo a ANOVA on Ranks.

De igual forma, se realizó la comparación entre el tiempo final de los ejercicios efectuados y el puntaje obtenido en las habilidades de acuerdo a GOALS en el grupo de cirujanos y residentes, observándose una diferencia significativa de forma independiente entre grupos, con una $p \leq 0.001$ de acuerdo a ANOVA (Figura 5).

DISCUSIÓN

La capacitación en habilidades laparoscópicas está basada en la competencia, inicialmente en simuladores, antes de que los alumnos pasen a la etapa de realizar cirugía laparoscópica real en pacientes, ya sea bajo supervisión o no, con la intención de disminuir el número de complicaciones al momento de realizar este tipo de procedimientos. De tal forma que el aprendizaje de habilidades técnicas y

no técnicas fuera del quirófano se ha convertido en una parte esencial del entrenamiento quirúrgico. La simulación es una herramienta de gran apoyo para mejorar las propias capacidades para las habilidades de laparoscopía. Las tareas básicas se diseñaron para enseñar habilidades genéricas de laparoscopía (navegación y manipulación de instrumentos, percepción de profundidad, coordinación video-mano-ojo y destreza), las cuales, bajo una evaluación y retroalimentación activas, son valiosas para la formación quirúrgica.¹³⁻¹⁵ Se ha demostrado que los simuladores brindan una mejor capacitación en habilidades de cirugía laparoscópica. Torricelli y colaboradores sugirieron que un periodo corto de capacitación con estimuladores laparoscópicos mejora las habilidades quirúrgicas en técnicas laparoscópicas, al favorecer una retroalimentación háptica realista y evaluación objetiva en entornos no reales, además de reducir el tiempo de entrenamiento y obtener curvas de aprendizaje precisas.^{4,16}

Con la generación de las tareas de FLS (*Fundamentals of Laparoscopic Surgery*), que son relativamente simples y que se pueden utilizar en varias situaciones, incluida la enseñanza de habilidades necesarias para una buena práctica en cirugía laparoscópica, se han desarrollado varios programas de entrenamiento utilizando tareas originales basadas en estas habilidades como entrenamiento quirúrgico laparoscópico para residentes quirúrgicos. Por lo tanto, el entrenamiento con *box trainer* es importante para la adquisición de habilidades quirúrgicas básicas, además que el número de sesiones y tiempo que se necesitan depende de la práctica previa o el seguimiento y corrección por parte de algún tutor al momento de realizarse estas actividades.¹⁷⁻¹⁹

Los estudios realizados por Aggarwal y Grantcharov encontraron que los cirujanos más experimentados exhiben una curva de aprendizaje más pronunciada. Estas investigaciones evaluaron la efectividad de la simulación de realidad virtual, comparando el número de repeticiones necesarias para que la curva de aprendizaje alcance un estado estable entre diferentes grupos, observándose que

Tabla 2: Rendimiento en ejercicios y generación de habilidades laparoscópicos.

	Corte		Trans. Bi.		Cuerda		N. Intra.	
	Cirujano	Residente	Cirujano	Residente	Cirujano	Residente	Cirujano	Residente
Tiempo	3.93 ± 0.44	3.76 ± 1.17	3.32 ± 1.07	3.43 ± 1.02	1.22 ± 0.44	1.14 ± 0.51	3.66 ± 1.62	3.24 ± 1.30
Habilidad	21.09 ± 2.41	21.25 ± 1.51	22.78 ± 1.48	23.42 ± 1.41	24.52 ± 0.85	24.63 ± 0.65	21.83 ± 2.52	21.75 ± 2.71

Trans. Bi. = transferencia bimanual. N. Intra. = nudo intracorpóreo.

Demostración de media ± DE del tiempo final del entrenamiento. Puntaje de habilidades de acuerdo a GOALS (*Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills*).

$p = 0.010$ de acuerdo a ANOVA, $p = 0.083$ de acuerdo a ANOVA on Ranks.

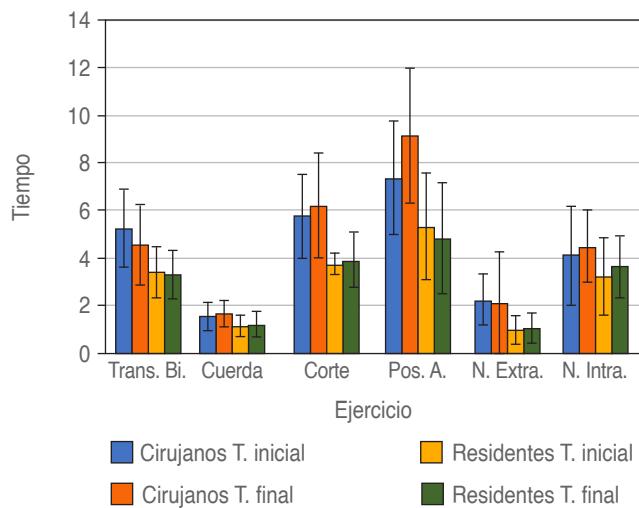


Figura 4: Rendimiento al inicio y final del entrenamiento laparoscópico entre residentes y cirujanos.

Trans. Bi. = transferencia bimanual. Pos. A. = posicionamiento de aguja. N. Extra. = nudo extracorpóreo. N. Intra = nudo intracorpóreo. $p = 0.004$ y $p = 0.032$, respectivamente, de acuerdo a ANOVA. Cada barra representa la media \pm desviación estándar.

el número medio de repeticiones para los cirujanos no entrenados fue de siete, mientras que para los expertos fue de dos,^{20,21} resultados que no concuerdan con los encontrados dentro de nuestro estudio, donde se pudo observar que no hubo diferencias significativas al comparar al grupo de residentes y cirujanos en conjunto para la realización de ejercicios laparoscópicos en cuanto a tiempo inicial y final del entrenamiento y al puntaje obtenido en las habilidades evaluadas laparoscópicas. Sin embargo, hubo diferencia al estudiarlos por separado, encontrando mejoría significativa en cuanto al tiempo desde el inicio de su entrenamiento hasta la última prueba evaluada, de igual forma al evaluar el tiempo final junto con el puntaje de habilidades obtenidas, observándose una diferencia significativa, favoreciendo la teoría que confirma que con la práctica existe mejoría en cuanto a tiempo y técnica, de acuerdo a lo reportado por De Kailash y Nath M.⁴ Si bien existió mejoría en cuanto al puntaje obtenido en las habilidades respecto al tiempo final de las actividades evaluadas, sería importante reportar el puntaje al inicio del entrenamiento y hacer la diferencia entre cada una de las habilidades evaluadas, ya que se pudo observar que, de acuerdo al ejercicio realizado, se entrena una habilidad en específico y que no necesariamente un mejor tiempo corresponde a un mejor puntaje en las habilidades laparoscópicas que se puedan evaluar.

Por el contrario, los estudios de Moore y Hassan arrojaron resultados dispares,^{20,21} demostrando que los estudiantes sin experiencia mejoraron más rápido en contraste con los cirujanos más experimentados, lo que indicó que

la incorporación temprana de la simulación en realidad virtual, resulta beneficiosa para que los cirujanos y estudiantes en cirugía mejoren sus habilidades quirúrgicas. Lo cual concuerda con nuestra información obtenida y descrita previamente de acuerdo a tiempo y habilidades adquiridas; sin embargo, es importante tener más información sobre el número de sesiones realizadas por cada uno de los participantes en el estudio y comprobar si la práctica continua y repetida favorece un mayor aprendizaje en técnicas laparoscópicas. Asimismo, es imperativo realizar más investigaciones que determinen si las habilidades adquiridas con la formación en realidad virtual pueden garantizar la seguridad del paciente en las intervenciones quirúrgicas.⁸

El entrenamiento basado en simulación se ha convertido en el estándar para la adquisición inicial de habilidades laparoscópicas para garantizar que los residentes puedan aprender técnicas básicas en un entorno seguro. Existen varios estudios, los cuales han demostrado que la simulación mejora el desempeño quirúrgico y los sistemas de evaluación como MISTELS están validados para determinar el desempeño quirúrgico competente.²²

A pesar del conocimiento y la importancia que tiene la formación en simulación laparoscópica, aún existen problemas para implementar programas de formación, los cuales pueden ser el costo, en donde los médicos residentes experimentan limitaciones financieras (el equipo de formación es caro), y las limitaciones de tiempo (especialmente cuando los formadores sólo están disponibles en un centro de simulación), lo que limita su capacidad para participar en la simulación.^{23,24}

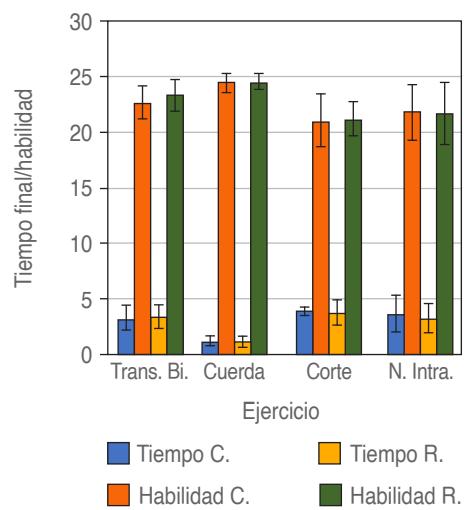


Figura 5: Tiempo y generación de habilidades laparoscópicas en grupo de residentes y cirujanos al término de entrenamiento.

Trans. Bi. = transferencia bimanual. N. Intra. = nudo intracorpóreo. Los resultados demuestran experimentos independientes, $p \leq 0.001$ de acuerdo a ANOVA. Cada barra representa la media \pm desviación estándar.

La aplicación de un modelo práctico para entrenar una habilidad práctica es un prerequisito, sabiendo que los simuladores desarrollan habilidades como la coordinación mano-ojo y la destreza, entre otras. Nuestro estudio demuestra que aún se pueden lograr mejoras en las habilidades laparoscópicas al proporcionar simuladores de entrenamiento, incluso en ausencia de una guía experta o un plan de estudios formal, sugiriendo que una formación autodirigida puede ser tan eficaz como la formación guiada.^{25,26} Y aunque existen varios tipos de simuladores de acuerdo al campo de estudio que se requiere, la ventaja de nuestro tipo de estudio, donde se pasa de técnicas fundamentales a técnicas avanzadas llevando una atención personalizada durante las prácticas y una posterior retroalimentación con los videos proporcionados por los alumnos y su posterior integración a cirugía con paciente real, lo cual favorece la integración de conocimiento no sólo teórico, sino práctico por parte del alumno, teniendo diferencia respecto a otros simuladores dentro del campo quirúrgico.²⁷

CONCLUSIONES

Se pudo observar la mejoría en la realización de los ejercicios tanto fundamentales como avanzados por parte de residentes y cirujanos titulados, así como de las habilidades laparoscópicas sin importar la experiencia o grado académico del alumno, poniendo en evidencia que la realización de este tipo de simuladores favorece la práctica diaria y la mejoría en el aprendizaje de alumnos del área quirúrgica.

REFERENCIAS

1. Castillo-Castellanos R, Pérez-García R, García-Álvarez J, Álvarez-Cordero R. La importancia de la cirugía laparoscópica para el cirujanogeneral. *Salud en Tabasco*. 2006; 12: 443-448.
2. Quirarte CC, Muñoz HJD. La revolución pedagógica en la cirugía, Parte III. Metodología de la enseñanza de destrezas psicomotoras: los simuladores. *Rev Mex Cir Endoscop*. 2013; 14: 37-51.
3. Reznick RK, MacRae H. Teaching surgical skills-changes in the wind. *N Eng J Med*. 2006; 355: 2664-2669.
4. de Kailash C, Nath MJ. Simulation-based structured training for developing laparoscopy skills in general surgery and obstetrics & gynecology postgraduates. *J Educ Health Promot*. 2021; 10: 387.
5. Scott DJ, Young WN, Tesfay ST, Frawley WH, Rege RV, Jones DB. Laparoscopic skills training. *Am J Surg*. 2001; 182: 137-142.
6. Satava RM. Surgical education and surgical simulation. *World J Surg*. 2001; 25: 1484-1489.
7. Ramos-Tovar DR, Salinas SA. Simuladores virtuales para entrenamiento de habilidades para laparoscopía. *Rev Ing Biomed*. 2016; 10: 45-55.
8. Zhang J, Luo Z, Zhang R, Ding Z, Fang Y, Han C et al. The transition of surgical simulation training and its learning curve: a bibliometric analysis from 2000 to 2023. *Int J Surg*. 2024; 110: 3326-3337.
9. Grantcharov TP, Bardram L, Funch-Jensen P, Rosenberg J. Learning curves and impact of previous operative experience on performance on a virtual reality simulator to test laparoscopic surgical skills. *Am J Surg*. 2003; 185:146-149.
10. Aggarwal R, Grantcharov TP, Eriksen JR, Blirup D, Kristiansen VB, Funch-Jensen P et al. 2006. An evidence-based virtual reality training program for novice laparoscopic surgeons. *Ann Surg*. 2006; 244: 310-314.
11. Ebina K, Abe T, Hotta K, Higuchi M, Furumido J, Iwahara N et al. 2022. Objective evaluation of laparoscopic surgical skills in wet lab training based on motion analysis and machine learning. *Langenbecks Arch Surg*. 2022; 407: 2123-2132.
12. Vassiliou MC, Feldman LS, Andrew CG, Bergman S, Leffondré K, Stanbridge D et al. A global assessment tool for evaluation of intraoperative laparoscopic skills. *Am J Surg*. 2005; 190: 107-113.
13. Nagendran M, Gurusamy KS, Aggarwal R, Loizidou M, Davidson BR. Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013; 2013: CD006575.
14. Mannella P, Malacarne E, Giannini A, Russo E, Caretto M, Papini F et al. Simulation as tool for evaluating and improving technical skills in laparoscopic gynecological surgery. *BMC Surg*. 2019; 19: 146.
15. Al-Kadi AS, Donnon T, Oddone-Paolucci E, Mitchell P, Debru E, Church N. The effect of simulation in improving students' performance in laparoscopic surgery: a meta-analysis. *Surg Endosc*. 2012; 26: 3215-3224.
16. Torricelli FC, Barbosa JA, Marchini GS. Impact of laparoscopic surgery training laboratory on surgeon's performance. *World J Gastrointest Surg*. 2016; 8: 735-743.
17. McCluney AL, Vassiliou MC, Kaneva PA, Cao J, Stanbridge DD, Feldman LS et al. FLS simulator performance predicts intraoperative laparoscopic skill. *Surg Endosc*. 2007; 21: 1991-1995. doi: 10.1007/s00464-007-9451-1.
18. Sroka G, Feldman LS, Vassiliou MC, Kaneva PA, Fayez R, Fried GM. Fundamentals of laparoscopic surgery simulator training to proficiency improves laparoscopic performance in the operating room-a randomized controlled trial. *Am J Surg*. 2010; 199: 115-120.
19. Imaizumi K, Ichikawa N, Homma S, Yamamoto K, Ishizuka C, Takahashi R et al. Effect of continuous box-trainer training on laparoscopic skills of surgical residents: a prospective, observational study. *In Vivo*. 2023; 37: 476-482.
20. Hassan L, Maschuw K, Rothmund M, Koller M, Gerdes B. Novices in surgery are the target group of a virtual reality training laboratory. *Eur Surg Res*. 2006; 38(2): 109-13.
21. Moore AK, Grow DR, Bush RW, Seymour NE. Novices Outperform Experienced Laparoscopists on Virtual Reality Laparoscopy Simulator. *JSLS*. 2008;12(4): 358-362.
22. Fraser SA, Klassen DR, Feldman LS, Ghitulescu GA, Stanbridge D, Fried GM. Evaluating laparoscopic skills: setting the pass/fail score for the MISTELS system. *Surg Endosc*. 2003; 17: 964-967.

23. Crihfield EG, Uppalapati P, Abittan B, Laibangyang A, Brahmhatt S, Burlingame M, et al. Development of laparoscopic skills in skills-naïve trainees using self-directed learning with take-home laparoscopic trainer boxes. *Surg Open Sci.* 2023; 16: 82-93.
24. Caban AM, Guido C, Silver M, Rossidis G, Sarosi G, Ben-David K. Use of collapsible box trainer as a module for resident education. *JSLS.* 2013; 17: 440-444.
25. Badash I, Burtt K, Solorzano CA, Carey JN. Innovations in surgery simulation: a review of past, current and future techniques. *Ann Transl Med.* 2016; 4: 453.
26. Zundel S, Singer N, Florinett L, Aichner J, Jhala T, Szavay P. Development and assessment of a loop ligation simulator for laparoscopic appendectomy. *Pediatr Surg Int.* 2024; 40: 86.
27. Al-Elq AH. Simulation-based medical teaching and learning. *J Family Community Med.* 2010; 17: 35-40.