



Confiabilidad y validez de simuladores inanimados de bajo costo para el desarrollo de habilidades básicas en Cirugía de Invasión Mínima

Vicente González-Ruiz,* Mariel González-Calatayud,** Jaime Justo-Janeiro,***
 David Valadez-Caballero,** Miguel Darío Santana-Domínguez****

Resumen

Antecedentes: En las últimas tres décadas, secundario a la cirugía laparoscópica se ha ido incluyendo el entrenamiento en laboratorios y simuladores para el desarrollo de habilidades. **Material y métodos:** Participaron 276 residentes de Especialidades Quirúrgicas, utilizaron simuladores inanimados e instrumentos convencionales de cirugía laparoscópica por 15 días, durante 4 horas diarias, con evaluaciones correspondientes al tiempo inicial intermedia y final de cada ejercicio. **Cuatro ejercicios:** Ejercicio 1 (movimiento finos), ejercicio 2 (dissección), ejercicio 3 (tracción) y ejercicio 4 (nudos intracorpóreos). **Resultados:** Ejercicio 1, disminución del tiempo en las diferentes especialidades del día 1 al 15 entre 31.7 y 39.1% sin encontrar diferencia significativa entre las diferentes especialidades, p significativa de < 0.0001. Ejercicio 2, un promedio de disminución entre el día 1 y el 15 del 68%, teniendo una significancia estadística para ambos cortes (< 0.0001). Ejercicio 3, disminución del tiempo inicial del final de 43% en promedio, ambos cortes con p significativa. Ejercicio 4, encontramos significancia estadística en el tiempo inicial entre las diferentes especialidades; sin embargo, no se mantiene para el final del ejercicio. En general existe significancia estadística del día 1 al 15. **Conclusión:** En todas las sesiones de los ejercicios, encontramos p < 0.0001. Entre los residentes no hubo diferencia significativa.

Palabras clave: Cirugía de mínima invasión, simuladores, entrenamiento básico laparoscópico.

Abstract

Introduction: Over the last decades, simulators and laboratory training have been used to gain surgical skills for minimally invasive surgery. **Material and methods:** 276 residents of different surgical specialties, using a low cost simulator, plus conventional laparoscopic instruments, for 15 days, 4 hours a day; with evaluations by an expert surgeon at the first, 8th and 15th days. 4 basic exercises were examined: 1 (fine movements), 2 (dissection), 3 (traction) and 4 (intracorporeal knots). **Results:** Exercise 1: statistical difference from day 1 to 15th, 35.4% with p value < 0.0001, no statistical significance regarding specialties. Exercise 2: The decrease of the time on average from day 1 to day 15 was 68%, with a significant p in both measurements. Exercise 3: 43% less time from the beginning to the 15th day with a significant p < 0.0001. Exercise 4: the only one where there were significant differences among residents to start with, nevertheless, they were not constant through the end of the trial; in general, there was significant difference in time throughout the study. **Conclusion:** In every exercise and session, we found significant difference with a p value less than 0.0001 throughout the study. Among residents, there were no significant differences.

Key words: Minimally invasive surgery, simulators, basic laparoscopic training.

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años, el entrenamiento en cirugía se había basado tradicionalmente en un modelo de aprendizaje donde la sala de operaciones servía como única vía para adquirir habilidades técnicas necesarias en los procedimientos quirúrgicos.¹ Sin embargo, durante las últimas tres décadas se ha ido incluyendo de forma gradual el entrenamiento en laboratorios y simuladores para el desarrollo de habilidades quirúrgicas, e indudablemente el gran paso en su desarrollo fue la introducción de la cirugía laparoscópica en los años ochenta.²

Correspondencia:

Dr. Vicente González Ruiz

Fray Martín de Valencia Núm. 98

Col. Vasco de Quiroga,

Del. Gustavo A. Madero, 07440 México D.F.

Cel. 044(55)5105 1652

Por otro lado, en los últimos años múltiples causas tanto éticas como económicas, han estimulado la creación y aceptación de los laboratorios y simuladores inanimados para el desarrollo de habilidades quirúrgicas.³ La cirugía de invasión mínima ha sido un área donde los planes de estudio y entrenamiento basados en simuladores han atraído mucho interés debido a la necesidad de adquirir habilidades únicas no sólo por cirujanos en entrenamiento sino por cirujanos en práctica, donde la meta principal es proporcionar oportunidades para aprender, practicar y desarrollar habilidades en un ambiente relajado y poco costoso que a su vez permita alcanzar un nivel básico fundamental de habilidades quirúrgicas que puedan ser transferidas del laboratorio a la sala de operaciones.³⁻⁶

El proceso para desarrollar y probar la validez de un simulador físico en la adquisición de habilidades quirúrgicas conlleva una serie de pasos. Primero, identificar la habilidad única que se quiere adquirir y convertirla en un ejercicio que pueda ser llevado a cabo en un simulador. Lo siguiente es desarrollar un sistema de medición cuantitativo y objetivo que permita evaluar de forma precisa y eficiente cada ejercicio. Posteriormente, se evalúa la fiabilidad y validez de las mediciones. El aspecto más importante de la validación es evaluar la relación de la habilidad adquirida en el simulador con la necesaria en la sala de operaciones. Si esta relación se encuentra estrecha, el entrenamiento en simulador puede ser utilizado para predecir los resultados en la sala de operaciones.⁷

Debido a que el entrenamiento en simuladores requiere tanto de inversión en equipo como en tiempo de entrenamiento, es necesario que estos demuestren utilidad en el desarrollo de habilidades. De ahí que actualmente el entrenamiento basado en simuladores para cirugía laparoscópica se encuentra enfocado en construir validez y confiabilidad para transferir las habilidades a la práctica clínica.⁸

OBJETIVO

- Evaluar la confiabilidad y validez del entrenamiento en simuladores inanimados de bajo costo en el desarrollo de habilidades fundamentales en Cirugía de Invasión Mínima.
- Evaluar el plan de estudios y entrenamiento basado en simuladores del Hospital General de México O.D. para el desarrollo de habilidades en cirugía de invasión mínima en residentes de tres especialidades quirúrgicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio: Estudio experimental, longitudinal, prospectivo y comparativo. En el laboratorio de Cirugía Experimental del Hospital General de México O.D. del 1 de enero de 2006 al 31 de diciembre de 2010. Se identificaron

cuatro habilidades básicas fundamentales en cirugía laparoscópica y se desarrollaron cuatro ejercicios en simuladores inanimados tipo Endobox utilizando equipo e instrumentos convencionales de cirugía laparoscópica para realizarlos. El programa de desarrollo de actividades se realizó como 15 días de entrenamiento de 4 horas diarias. Dedicando 60 minutos de entrenamiento a cada ejercicio. Se realizaron evaluaciones diarias por un cirujano experto al inicio de cada jornada evaluando y cronometrando el tiempo en segundos para realizar de forma adecuada cada ejercicio.

Análisis estadístico

Se analizaron los tiempos de realización en cada ejercicio como variables dimensionales, se realizó una comparación entre el tiempo inicial (día 1), intermedia (día 8) y final (día 15) de cada ejercicio con la prueba *t* de Student para grupos pareados, calculándose además el porcentaje de disminución de éste. A su vez se realizó una prueba de Levene para grupos independientes para la comparación de las calificaciones entre residentes de diferentes especialidades. Se evaluaron media y desviación estándar para cada ejercicio por especialidades. Se utilizó el paquete estadístico SPSS v.17 (SPSS, Inc.; Chicago, IL, EUA) y se consideró una diferencia estadísticamente significativa un valor de $p \leq 0.05$.

Sujetos de estudio

Se incluyó a residentes de tres especialidades quirúrgicas de nuestra institución en grados determinados previamente por el programa académico y los cuales no habían recibido entrenamiento formal en cirugía laparoscópica previamente. Se incluyeron residentes de las siguientes especialidades: Cirugía General tercer año, Urología cuarto año y Coloproctología quinto año. El grupo total de sujetos que realizaron las prácticas fue de 276 residentes, 189 de Cirugía General, 50 de Urología y 37 de Coloproctología. Todos completaron el curso de manera satisfactoria y evaluación realizada en este estudio.

Descripción de los ejercicios

Ejercicio 1. Movimientos finos: Mediante una pinza laparoscópica tipo Meryland 5 mm se localiza y sujetada de forma individual «chaquira o lentejuela» y pasarl a la mano contralateral e introducirla en un alambre giratorio, el cual es sujetado con la mano contralateral. Repetir el ejercicio cambiando manos. Este ejercicio permite desarrollar percepción espacial así como la habilidad en mano dominante y no dominante (*Figuras 1, 2 y 3*).

Ejercicio 2. Disección: Disecar una uva clavada a una superficie fija la cual gira al contacto, sujetarla por medio de una pinza laparoscópica tipo Grasper 5 mm rotable y



Figura 1. Ejercicios de movimientos finos donde se localiza y sujeta de forma individual «chaquira o lentejuela.»



Figura 2. Ejercicios de movimientos finos donde se introduce «chaquira o lentejuela» dentro de alambre giratorio sujetando con la mano contralateral este.



Figura 3. Ejercicios de movimientos finos donde se traslada la «chaquira o lentejuela» a la base del alambre.

mediante una pinza laparoscópica tipo Meryland 5 mm rotatable disecar la cáscara. Repetir ejercicio cambiando manos. Este ejercicio permite desarrollar habilidades de disección fina en ambas manos (*Figuras 4 y 5*).

Ejercicio 3. Tracción: Mediante una pinza laparoscópica tipo Grasper 5 mm rotatable sujetar una caja de cerillos y con una pinza laparoscópica tipo Meryland 5 mm rotatable abrir la caja, sujetar un cerillo, encenderlo, apagarlo y cerrar la caja. Repetir ejercicio de forma contralateral. Este ejercicio permite desarrollar la tracción, transporte y fuerza de objetos (*Figuras 6, 7, 8 y 9*).

Ejercicio 4. Nudos intracorpóreos: Mediante tijera laparoscópica curva realizar corte transversal en tráquea de pollo 180 grados en su circunferencia. Introducción de sutura tipo seda 000 con aguja curva, posicionarla,



Figura 4. Ejercicio de disección donde se coloca una uva sobre base de madera sujetada por un clavo.

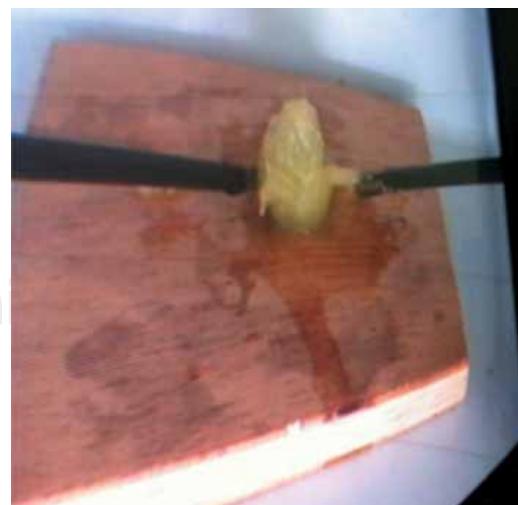


Figura 5. Ejercicio de disección donde se sujetá uva y mediante una pinza laparoscópica tipo Meryland se diseca la cáscara en su totalidad.



Figura 6. Ejercicio de tracción mostrando a una de las Residentes utilizando el simulador de bajo costo.



Figura 7. Ejercicio de tracción donde se muestra una caja de cerillos y con la ayuda de pinzas de Grasper y Maryland se abre dicha caja.



Figura 8. Ejercicio de tracción cerrando la caja de cerillos y preparando uno para encenderlo sujetado por pinza Grasper.

colocar un punto en una traquea de pollo y realizar tres nudos intracorpóreos con porta agujas laparoscópico y pinza laparoscópica tipo Maryland 5 mm rotatable para contracción. Permite desarrollar una habilidad fundamental en el cirujano laparoscopista, colocar un punto y anudarlo (*Figuras 10, 11 y 12*).

Bioética

Este tipo de estudio no requiere ninguna consideración especial, salvo la autorización de los participantes para utilizar los datos recabados con garantía de confidencialidad. Tam-



Figura 9. Ejercicio de tracción donde se muestra la posición correcta para encender el cerillo de forma laparoscópica.



Figura 10. Ejercicio de nudos intracorpóreos colocando traquea de pollo sobre endotrainer y disecando la traquea en la totalidad de la circunferencia con pinza de Maryland.

bién se garantiza que los resultados no influyen de ninguna manera en su evaluación académica, que tampoco existe ningún tipo de remuneración por participar y que podrán retirarse del estudio en el momento en que lo deseen sin ningún tipo de penalización.



Figura 11. Ejercicio de nudos intracorporeos, ya disecada la traquea, se corta de forma transversal con tijera laparoscópica toda su circunferencia.

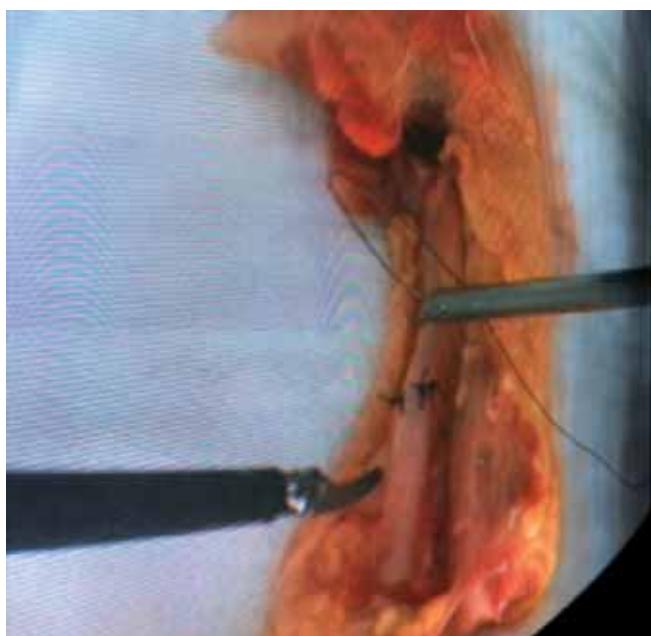


Figura 12. Ejercicio de nudos intracorporeos en donde se colocan puntos simples de seda 4-0 en los 4 puntos cardinales para anastomosar ambos extremos de traquea previamente cortada.

RESULTADOS

Ejercicio 1

Como se muestra en el *cuadro 1*, disminuye el tiempo en las diferentes especialidades del día 1 al 15 entre 31.7 y 39.1% sin encontrar diferencia significativa entre cada una de ellas. Se observa una *p* significativa de < 0.0001 del día 1 al 8 que continúa su descenso siendo aún significativo del día 8 al 15 con promedios de disminución del 12.5 y 11.4%, respectivamente (*Figura 13*).

Ejercicio 2

El ejercicio 2 es en donde se observa la disminución del tiempo para realizar la práctica más significativa de este estudio encontrando un promedio de disminución entre el día 1 y el 15 del 68%, logrando obtener una mejoría

Cuadro 1. Tiempos promedio realizados por las diferentes especialidades en el ejercicio 1.

Sesión/ especialidad	1 (seg)	15 (seg)	%
Cirugía General	M: 287.33 DE: 66.97	M: 196.19 DE: 29.18	31.7
Urología	M: 311.76 DE: 94.09	M: 203.18 DE: 34.0	34.7
Coloproctología	M: 296.65 DE: 99.41	M: 180.65 DE: 29.42	39.1

M: Media, DE: Desviación estándar

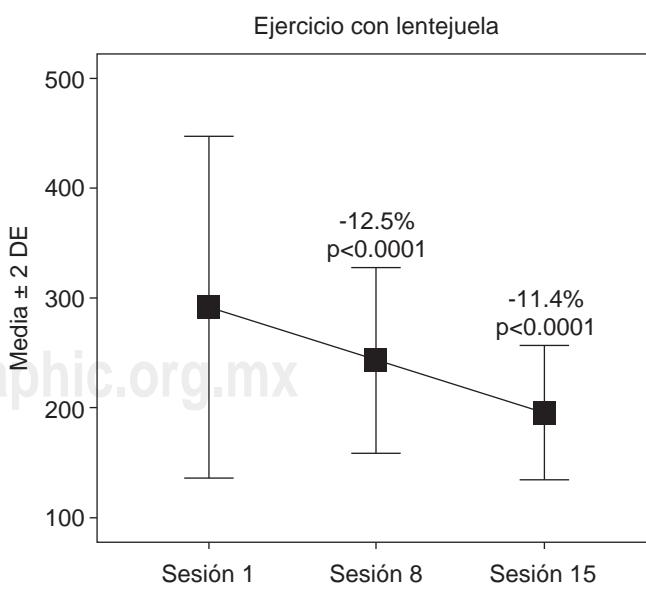


Figura 13. Relación de tiempo en el ejercicio 1, según las diferentes sesiones.

significativa de menos de la mitad del tiempo inicial con el final. Igualmente no se encuentra diferencia significativa entre las diferentes especialidades sin importar los años de experiencia en la práctica de la cirugía convencional en sala de operaciones (*Cuadro 2*). La *figura 14* muestra la relación del tiempo entre el día 1 y el 8 en donde disminuye más del 44% y además que persiste esta disminución entre el día 8 y el 15 de forma importante en 42.85% teniendo una significancia estadística para ambos cortes (< 0.0001).

Ejercicio 3

Tanto en la *figura 15* como en el *cuadro 3* demuestra que el ejercicio de tracción, transporte y fuerza necesaria para sacar y encender un cerillo, igualmente muestra diferencia estadísticamente significativa con una disminución del tiempo inicial del final de 43.6% para los

residentes de tercer año de cirugía general, 40.6% para los residentes de cuarto año de Urología y 44.1% en los residentes de quinto año de Coloproctología, donde la p entre estas especialidades no es estadísticamente significativa. Se observa una disminución promedio entre el día 1 y 8 cerca del 17%; sin embargo, del día 8 al 15, se incrementa esta disminución siendo de más del 30%, ambas medidas con p significativa.

Ejercicio 4

Encontramos significancia estadística en el tiempo inicial de las diferentes especialidades en donde el grupo de residentes de Urología, presentan una media inicial de 306.12 segundos mientras que en el grupo de Cirugía General y Coloproctología de 530.25 y 429.89 segundos respectivamente siendo el único valor significativo entre especialidades; sin embargo, en el transcurso de las

Cuadro 2. Tiempos promedio realizados por las diferentes especialidades en el ejercicio 2.

Sesión/ especialidad	1 (seg)	15 (seg)	%
Cirugía General	M: 604.13 DE: 24.39	M: 191.03 DE: 24.06	68.3
Urología	M: 602.00 DE: 29.06	M: 194.12 DE: 13.08	67.7
Coloproctología	M: 605.68 DE: 22.49	M: 191.03 DE: 24.06	68.4

M: Media, DE: Desviación estándar

Cuadro 3. Tiempos promedio realizados por las diferentes especialidades en el ejercicio 3.

Sesión/ especialidad	1 (seg)	15 (seg)	%
Cirugía General	M: 245.65 DE: 51.30	M: 138.51 DE: 29.54	43.6
Urología	M: 252.01 DE: 14.86	M: 149.59 DE: 27.08	40.6
Coloproctología	M: 244.62 DE: 42.34	M: 136.62 DE: 29.48	44.1

M: Media, DE: Desviación estándar

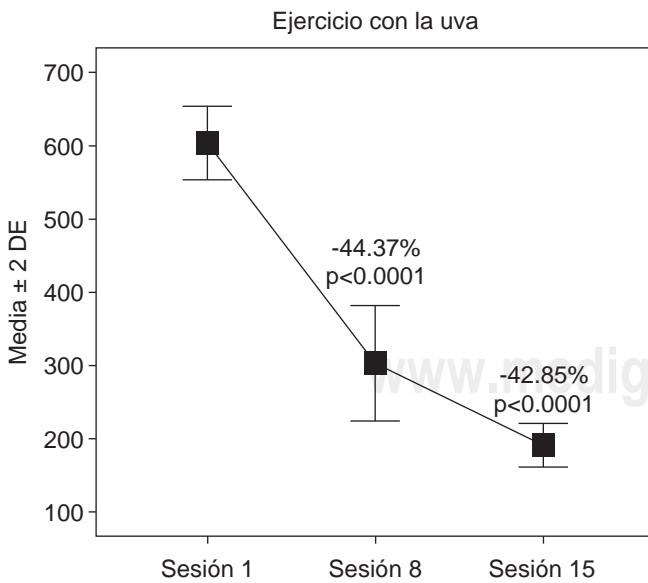


Figura 14. Relación de tiempo en el ejercicio 2, según las diferentes sesiones.

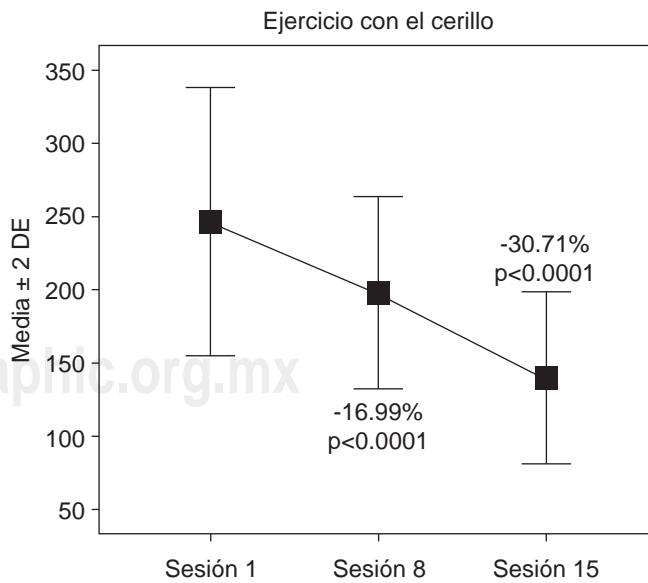


Figura 15. Relación de tiempo en el ejercicio 3, según las diferentes sesiones.

sesiones, se encuentra más estrecha esta diferencia con una media del tiempo en la sesión 15 de Cirugía General, Urología y Coloproctología de 235.39, 251.64 y 246.65 seg respectivamente sin presentar significancia estadística a este momento. También podemos observar que el grupo de Urología fueron quienes disminuyeron su tiempo en menor proporción siendo de 17.7% del día 1 al 15, en cuanto a los residentes de Coloproctología fue de 42.6% y de Cirugía General de 55.6% (*Cuadro 4*). En general, de todo el grupo de residentes se encuentra una disminución del tiempo de la sesión 1 a la 8 de 31.9% que continúa siendo estadísticamente significativa de la sesión 8 a la 15 de 26.2% (*Figura 16*).

DISCUSIÓN

Para realizar el análisis de la evolución de los residentes, se tomaron como puntos de comparación las sesiones o días 1

(inicial), 8 (intermedia) y 15 (final) donde se puede observar el porcentaje de disminución de la calificación conforme se avanza en las sesiones, en todas ellas las diferencias fueron altamente significativas con una $p < 0.0001$. De la misma manera se puede observar que la dispersión del tiempo que disminuye importantemente según avanza la ejecución de cada ejercicio.

La comparación de las calificaciones entre los diferentes grupos de residentes, separados por especialidad y tomando nuevamente como puntos de comparación las sesiones 1 (inicial), 8 (intermedia) y 15 (final), no fueron estadísticamente significativas, sólo algunos valores de la sesión inicial lo fueron como se observa en el ejercicio 4; sin embargo, carecen de importancia al ser sólo en la calificación inicial, ya que al paso de las sesiones, las calificaciones se fueron estrechando hasta no presentar diferencia significativa (p 0.1 a 0.9) por lo que no creemos que sea de relevancia para los resultados de este trabajo.

CONCLUSIÓN

Aunque el conocimiento cognitivo se considera primordial, la adquisición de habilidades técnicas juega un papel importante en la educación quirúrgica de los residentes. La enseñanza y adquisición de habilidades fuera del quirófano ha alcanzado popularidad principalmente debido a las cuestiones tanto éticas como financieras que presenta el entrenamiento en las salas de operaciones.⁹

Los hallazgos encontrados en este estudio permitieron evaluar y validar los resultados obtenidos por nuestro programa de residencia, el cual integra un programa de entrenamiento basado en simuladores con la enseñanza tutorial supervisada por cirujanos expertos. Aunque actualmente no existe un consenso acerca de qué programa de entrenamiento es apropiado, ni cuánto tiempo de entrenamiento es necesario para impactar efectivamente el desempeño en la sala de operaciones, en nuestra experiencia el desarrollo de un programa de estudios y entrenamiento en simuladores animados e inanimados, así como la enseñanza tutorial con cirujanos expertos ha demostrado tener un impacto en el desarrollo de habilidades quirúrgicas en cirugía laparoscópica, las cuales pueden ser transferidas del laboratorio a la sala de operaciones.¹⁰⁻¹²

En conclusión, es necesario tener en mente un cambio en el paradigma de la enseñanza en cirugía, enfocado en métodos eficientes de entrenamiento, los cuales deben incluir la práctica en laboratorios con simuladores quirúrgicos. También es importante establecer estrategias que amplíen dichos laboratorios y permitan estandarizar un plan de estudios y entrenamiento confiable para el desarrollo de cirujanos laparoscópicos de calidad.

Cuadro 4. Tiempos promedio realizados por las diferentes especialidades en el ejercicio 4.			
Sesión/ especialidad	1 (seg)	15 (seg)	%
Cirugía General	M: 530.25 DE: 173.63	M: 235.39 DE: 74.51	55.6
Urología	M: 306.12 DE: 46.18	M: 251.64 DE: 39.93	17.7
Coloproctología	M: 429.89 DE: 171.43	M: 246.65 DE: 25.52	42.6

M: Media, DE: Desviación estándar

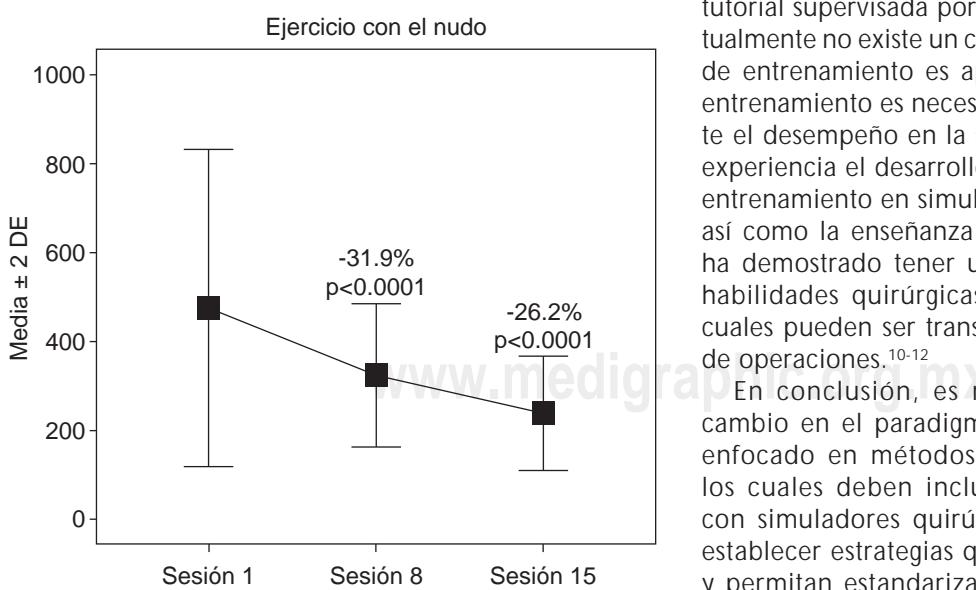


Figura 16. Relación de tiempo en el ejercicio 4, según las diferentes sesiones.

REFERENCIAS

1. Tang B, Hanna GB, Cuschieri A. *Analysis of errors enacted by surgical trainees during skills training courses*. *Surgery*; 2005; 138: 14-19.
2. Reznick RK, MacRae H. Teaching surgical skills-changes in the wind. *N Engl J Med* 2006; 355: 2664-2669.
3. Feldman LS, Hagarty SE, Guitulescu G, Stanbridge DD, Fried GM. Relationship between objective assessment of technical skills and subjective in-training evaluations in surgical residents. *J Am Coll Surg* 2004; 198: 105-110.
4. Fried GM, Feldman LS, Vassiliou MC, Fraser SA, Stanbridge DD, Ghitulescu G, Andrew C. Proving the value of simulation in laparoscopic surgery. *Ann Surg* 2004; 40: 518-528.
5. Peters JH, Fried GM, Swanstrom LL, Soper NJ, Silli LF, Schirmer B, Hoffman K, SAGES FLS Committee. Development and validation of comprehensive program of education and assessment of basic fundamentals of laparoscopic surgery. *Surgery* 2004; 135: 21-27.
6. McCluney AL, Vassiliou MC, Kaneva PA, Cao J, Stanbridge DD, Feldman LS, Fried GM. FLS simulator performance predicts intraoperative laparoscopic skills. *Surg Endosc* 2007; 21: 1991-1995.
7. Vassiliou CM, Feldman LS, Andrew GC, Bergman S, Leffondre K, Stanbridge D, Fried MG. A global assessment tool for evaluation of intraoperative laparoscopic skills. *Am J Surg* 2005; 190: 107-113.
8. Korndorffer JR, Hayes DJ, Dunne JB, et al. Development and transferability of cost-effective laparoscopic camera navigator simulator. *Surg Endosc* 2005; 19: 161-167.
9. Scott JD, Bergen CP, Rege VR et al. Laparoscopic training on bench models: Better and more cost effective than operating room experience? *Am Coll Surg* 2000; 191: 272-285.
10. Adrales GL, Chu UB, Witzke DB et al. Evaluation minimally invasive surgery training using low-cost mechanical simulations. *Surg Endosc* 2003; 17: 580-585.
11. Youngblood LP, Srivastava S, Curet M, Heinrichs WL, Parvati D, Wren MS. Comparison on training on to laparoscopic simulators and assessment of skills transfer to surgical performance. *J Am Coll Surg* 2005; 200: 546-551.
12. Korndorffer JR, Scott DJ, Sierra R, Brunner CW, Dunne JB, Slakey PD, Townsend CM, Hewitt LR. Development and testing competency levels for laparoscopic skills training. *Arch Surg* 2005; 140: 80-85.