



Entrenamiento en cirugía laparoscópica urológica con modelo diseñado en el Hospital de Especialidades CMN SXXI, IMSS

Francisco Ramos Salgado,* Efraín Maldonado Alcaraz,* Jorge Moreno Palacios,* Eduardo Serrano Brambila**

RESUMEN

Objetivo: Definir si el entrenamiento en cirugía laparoscópica con un modelo inanimado diseñado en el Servicio de Urología por el autor aplicado a nuestros residentes puede disminuir el tiempo y mejorar la exactitud para realizar cuatro destrezas básicas comparado con el estándar internacional, definiendo que destreza requiere mayor entrenamiento. **Material y métodos:** Participaron 21 residentes del Servicio de Urología, los cuales realizaron cuatro destrezas básicas en cirugía laparoscópica, coordinación ojo-mano, corte, sutura extracorpórea y sutura intracorpórea, con modelo inanimado, se basaron en el sistema de entrenamiento MISTELS como estándar internacional, de forma semanal registrándose avances en tiempo y exactitud durante ocho semanas. **Resultados:** Se observó una mejoría estadísticamente significativa con $p < 0.001$ en el tiempo y exactitud de cada habilidad. Para la habilidad de coordinación ojo-mano el tiempo final promedio fue 44.7 segundos, para la habilidad de nudo extracorpóreo el tiempo final promedio fue 154.2 segundos, para la habilidad de corte el tiempo final promedio fue 134.4 segundos y para la habilidad de nudo intracorpóreo el tiempo final promedio fue 169 segundos. Llegando 100, 66.6, 52.3 y 23.8% de los participantes al estándar internacional, respectivamente. **Conclusión:** La habilidad que requiere menor curva de aprendizaje fue la coordinación ojo-mano. Es importante la motivación de cada participante para alcanzar los objetivos, la habilidad innata de cada participante es un punto indiscutible. La prolongación en el tiempo de entrenamiento y en el aumento de la periodicidad de los ejercicios puede ayudar al cumplimiento de las metas marcadas como estándar internacional.

Palabras clave: Laparoscopia, modelo inanimado, entrenamiento laparoscópico.

ABSTRACT

Objective: To define whether laparoscopic surgery training with an inanimate model designed in the urology department by the author applied to our residents can reduce time and improve accuracy for four basic skills compared with the international standard, defining which skill requires more training. **Material and methods:** A total of 21 urology residents, performing four basic skills in laparoscopic surgery, hand-eye coordination, cutting, suturing and intracorporeal suturing bypass with inanimate model based on the training system MISTELS as an international standard on a weekly basis progress recorded in time and accuracy for 8 weeks. **Results:** There was a statistically significant improvement $p < 0.001$ for time and accuracy of each skill. For the ability to hand-eye coordination the final time averaged 44.7 seconds for the ability of extracorporeal knot average finish time was 154.2 seconds for the ability to cut the average finish time was 134.4 seconds and the ability of the intracorporeal knot average finish time was 169 seconds. Reaching 100, 66.6, 52.3 and 23.8% of participants to the international standard respectively. **Conclusion:** The skill that requires a shorter learning curve was hand-eye coordination. It is important for the motivation of each participant to achieve the objectives, the innate ability of each participant is an indisputable point. The extension of training time and increasing the frequency of exercise can help to fulfill the goal set as an international standard.

Key words: Laparoscopy, inanimate model, laparoscopic training.

* Servicio de Urología del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS. ** Jefe del Servicio de Urología del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS.

INTRODUCCIÓN

La laparoscopia urológica siguió en gran medida los cambios producidos en la cirugía general. En 1991, Clayman y cols. realizaron su primera nefrectomía laparoscópica clínica.¹ En 1991, Figenshau y cols. describieron la primera nefrectomía retroperitoneoscópica.² En 1995, Kavoussi y cols. realizaron su primera nefrectomía clínica en un donante de órganos.

Desde entonces la técnica laparoscópica se introdujo al armamentario quirúrgico, siendo cada vez mejor aceptada y expandiendo sus fronteras e indicaciones quirúrgicas. Sin embargo, por ser una técnica de mínimo acceso, no está exenta de complicaciones relativas a la curva de aprendizaje, a la experiencia del cirujano en el área laparoscópica y a las nuevas habilidades quirúrgicas específicas.

La Sociedad Americana de Cirujanos Endoscopistas y Gastrointestinales (SAGES) y La Asociación Europea para Cirugía Endoscópica (EAES) revisaron las medidas para vencer los problemas derivados de la curva de aprendizaje con procedimientos laparoscópicos.

En 2002 se requirieron programas de entrenamiento en Estados Unidos, fueron requeridos para implementar recomendaciones en la educación médica y para alcanzar una certificación, fue entonces cuando se recomendó el uso de simuladores para la adquisición de habilidades.³

Tradicionalmente, el método de aprendizaje de habilidades técnicas en cirugía ha sido basado en el principio de Halsted (“observar, hacer y enseñar”), este método es útil en procedimientos en cirugía abierta, y aplicable cuando el aprendiz puede observar los instrumentos, las manos del cirujano y los resultados de su manipulación directa. La cirugía laparoscópica sin embargo requiere habilidades y técnicas especiales que difieren significativamente de las requeridas en cirugía abierta, por ejemplo, orientación espacial, trabajo con instrumentos largos que reducen la retroalimentación táctil, manipulación ambiental en tercera dimensión en una pantalla en dos dimensiones y el efecto de punto de acomodación y calidad de imagen.

Semm, en la década de los ochentas, fue el primero en establecer el “Pelvi-trainer” como un modelo para cirugía ginecológica.⁴ En urología, con la introducción de la nefrectomía laparoscópica, el Pelvi-trainer también representó un paso esencial, pero aún más con el advenimiento de la prostatectomía radical laparoscópica.

La técnica requiere el uso de instrumentos largos que amplifican el temblor natural y que requieren un control más fino que el utilizado en los instrumentos convencionales. Otro problema es la visión en dos dimensiones que provee la cámara, la ausencia de sombras, estereovisión y diferencia de movimiento al ser observado desde otro ángulo de orientación, hace difícil al cirujano el determinar la distancia espacial y movimientos precisos, así como, coordinación ojo-mano, particularmente en cirugía reconstructiva urológica (pieloplastias, anastomosis uretrovesical, reimplantes, etc.).⁵

Existe una diversidad de modalidades para entrenamiento en cirugía laparoscópica como modelos mecá-

nicos inanimados, modelos híbridos o de realidad virtual.⁵

El objetivo del entrenamiento fuera de la sala quirúrgica es minimizar los accidentes e incrementar la seguridad evitando errores.

Hay múltiples condiciones que se presentan en la adquisición de habilidades técnicas, incluyendo poco tiempo de contacto con el instrumental laparoscópico para habituarse a su uso, costo elevado para el entrenamiento en la sala quirúrgica por la baja disponibilidad del equipo especializado, errores médicos con su implicación legal y ética en cuanto a la adquisición de habilidades en el aprendizaje directo en el paciente.

En respuesta a esas demandas, se han desarrollado simuladores laparoscópicos con menor precio comparado con otras modalidades de entrenamiento que facilitan la transferencia de habilidades a la sala de operaciones en un ambiente relajado.^{6,7}

Los modelos de entrenamiento se han enfocado en diversas habilidades como la técnica de sutura endoscópica, considerada como una de las habilidades más difíciles de adquirir, entre otras, se debe tener cuidado con los aspectos geométricos para la adecuada adquisición de habilidades mediante modelos inanimados.

El objetivo del siguiente estudio es presentar un entrenamiento en cirugía laparoscópica utilizando un modelo inanimado diseñado en nuestro servicio aplicado a nuestros residentes con el fin de mejorar sus habilidades en laparoscopia urológica.⁸

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo, experimental de cohorte observacional, aplicado a residentes del Servicio de Urología del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI, en el que se realizaron ejercicios básicos para la adquisición de habilidades en cirugía laparoscópica utilizando un modelo inanimado desarrollado en este servicio, los cuales se describen más adelante.

Modelo inanimado mecánico desarrollado por el autor en nuestra institución hecho de acrílico cuyo diseño es basado en las condiciones normales del quirófano, una cavidad semicilíndrica que simula la cavidad abdominal con neumoperitoneo con un sistema de imagen por cámara (*Figura 1*).

El simulador es diseñado para realizar las diversas habilidades descritas en “The McGill Inanimate System for Training and Evaluation of Laparoscopic Skills” (MISTELS), sistema para entrenamiento y evaluación de habilidades en laparoscopia inanimado de la Universidad de McGill, programa validado y ampliamente utilizado como estándar internacional para la adquisición de las habilidades requeridas en cirugía laparoscópica^{6,7,9,10} (*Figura 2A y B*).

Se incluyen cuatro habilidades en el entrenamiento laparoscópico:

1. Coordinación motora-visual (Coordinación háptica).
2. Habilidad de corte.



Figura 1. Modelo inanimado mecánico.

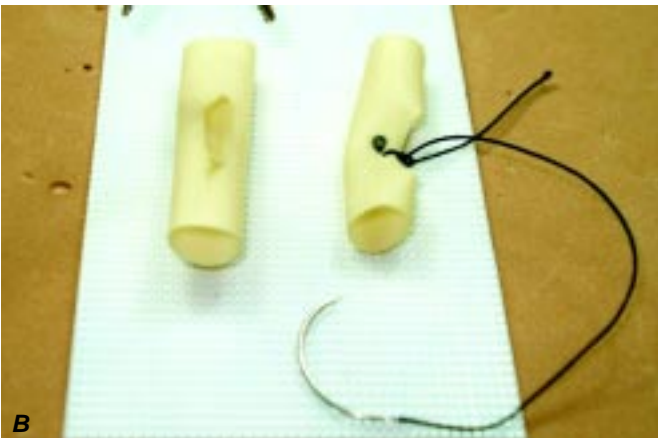


Figura 2. A. Coordinación motora-visual. **B.** Habilidad de nudo intracorpóreo.

3. Habilidad de realizar nudos extracorpóreos.
4. Habilidad de realizar nudos intracorpóreos.

Se registró el tiempo requerido por cada residente y cada habilidad, para realizar las cuatro habilidades que consisten en un ciclo de 12 veces para la coordinación

motora-visual (Coordinación háptica*) que radica en tomar uno de seis aros de plástico colocados en clavos distribuidos en forma circular de un lado del tablero con la pinza de la mano diestra y pasarlo a la pinza de la mano siniestra antes de colocarla en otro grupo de clavos distribuidos en forma rectangular al otro lado del tablero, con el objetivo de realizarse en 48 segundos (estándar internacional) y con precisión, Anexo 1; Ciclo de dos veces para la habilidad de corte que consiste en cortar sobre una circulo dibujado en una hoja de papel de 10 x 10 cm cuyo diámetro del círculo sea de 6 cm, con el objetivo de realizarse en 98 segundos (estándar internacional) y con precisión; Ciclo de dos veces para la habilidad de realizar nudos extracorpóreos sobre un Penrose de 1/2 de 3 cm de longitud con una abertura en el centro de 1 cm con un punto dibujado lateral a la abertura indicando donde debe ser colocado el nudo extracorpóreo tipo "GEA", colocado sobre velcro, finalizando el ejercicio al realizar el corte de los cabos, lo que infiere exactitud y movimiento fino para realizar la actividad, con el objetivo de realizarse en 136 segundos (estándar internacional) y con precisión y finalmente un ciclo de 12 veces para la habilidad de realizar nudos intracorpóreos sobre Penrose antes descrito realizándose dos lazadas en primer nudo y dos nudos simples, finalizando al realizar el corte de los cabos, con el objetivo de realizarse en 112 segundos (estándar internacional).

Se registró el avance desde el inicio del entrenamiento, realizándose el entrenamiento de forma semanal de acuerdo con el tiempo libre de cada residente para no interferir en sus actividades normales y se registró el avance a las ocho semanas, registrando los datos de cada actividad descrita (Anexo 1).

Se realizó sesgo y curtosis** para valorar la homogeneidad de varianzas de la muestra según la prueba de Shapiro-Wilks para las variables cuantitativas con distribución normal, se evaluaron con la prueba de Wilcoxon las muestras no paramétricas, considerando $p < 0.05$ como significativo estadístico, utilizando el paquete estadístico SPSS 17.

RESULTADOS

Se evaluaron 21 residentes en las habilidades de: coordinación motora-visual, (Coordinación háptica), corte, nudos extracorpóreos y nudos intracorpóreos. Realizadas de forma semanal registrando tiempo y exactitud, iniciales y al término de ocho semanas, observándose una mejora en el tiempo y exactitud cómo se muestra a continuación (Figura 3A y B).

En cuanto al tiempo registrado para la habilidad de coordinación motora-visual, el tiempo inicial promedio fue de 85 segundos (46-126 segundos), tiempo final promedio fue de 44.7 segundos (33-48 segundos) (Figura

* La palabra háptica hace alusión por exclusión a todo el conjunto de sensaciones no visuales y no auditivas que experimenta un individuo.

** Curtosis es una medida de la forma o apuntamiento de las distribuciones, así las medidas de curtosis, tratan de estudiar la mayor o menor concentración de frecuencias alrededor de la media y en la zona central de la distribución



Figura 3. A y B. Médicos residentes del Servicio de Urología realizando el entrenamiento.

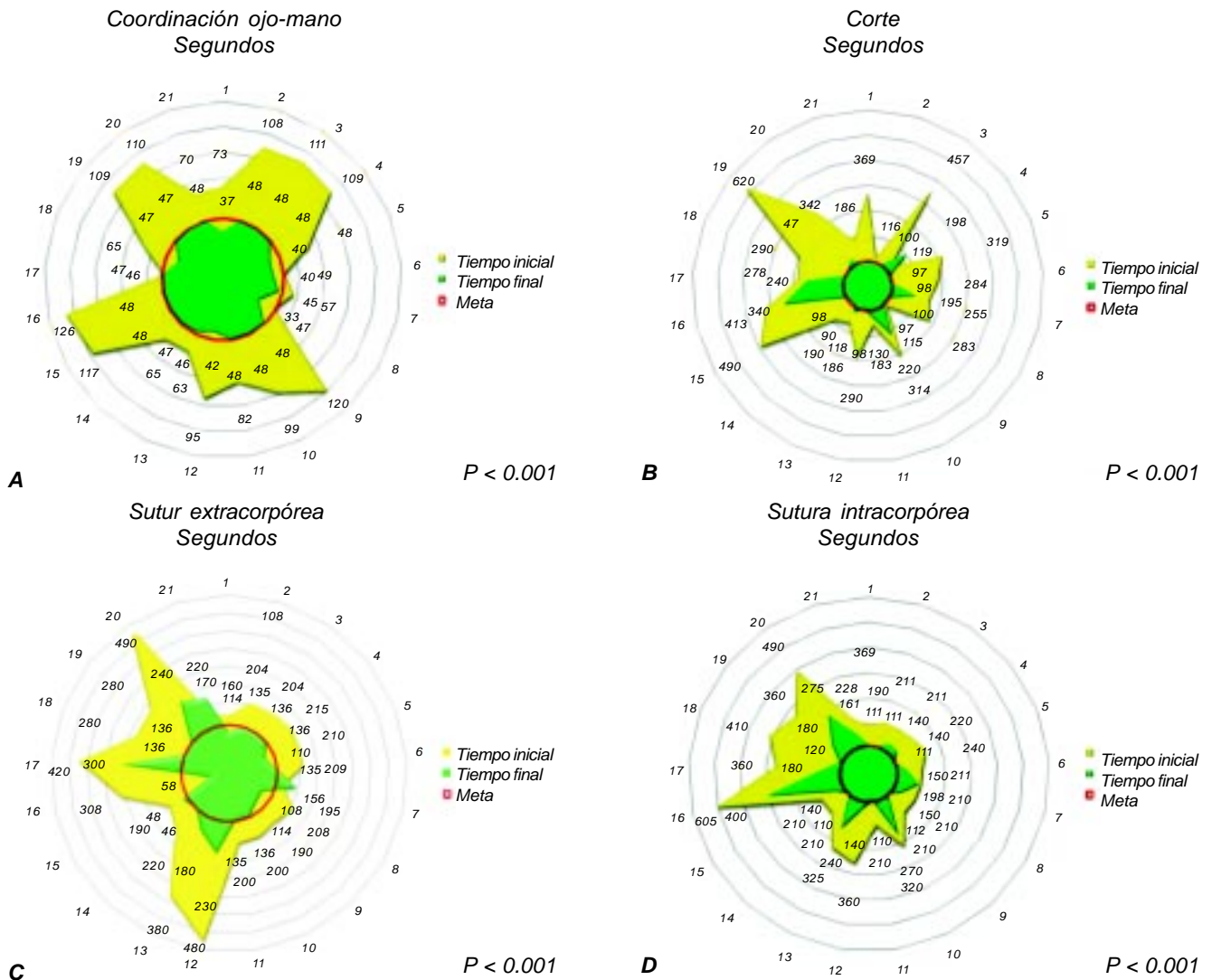


Figura 4. A, B, C y D. Se muestra en color amarillo el tiempo inicial requerido para la realización de las habilidades, en color verde el tiempo requerido al final y en línea roja el estándar internacional, observándose una reducción del tiempo estadísticamente significativa con $p < 0.001$ (Wilcoxon).

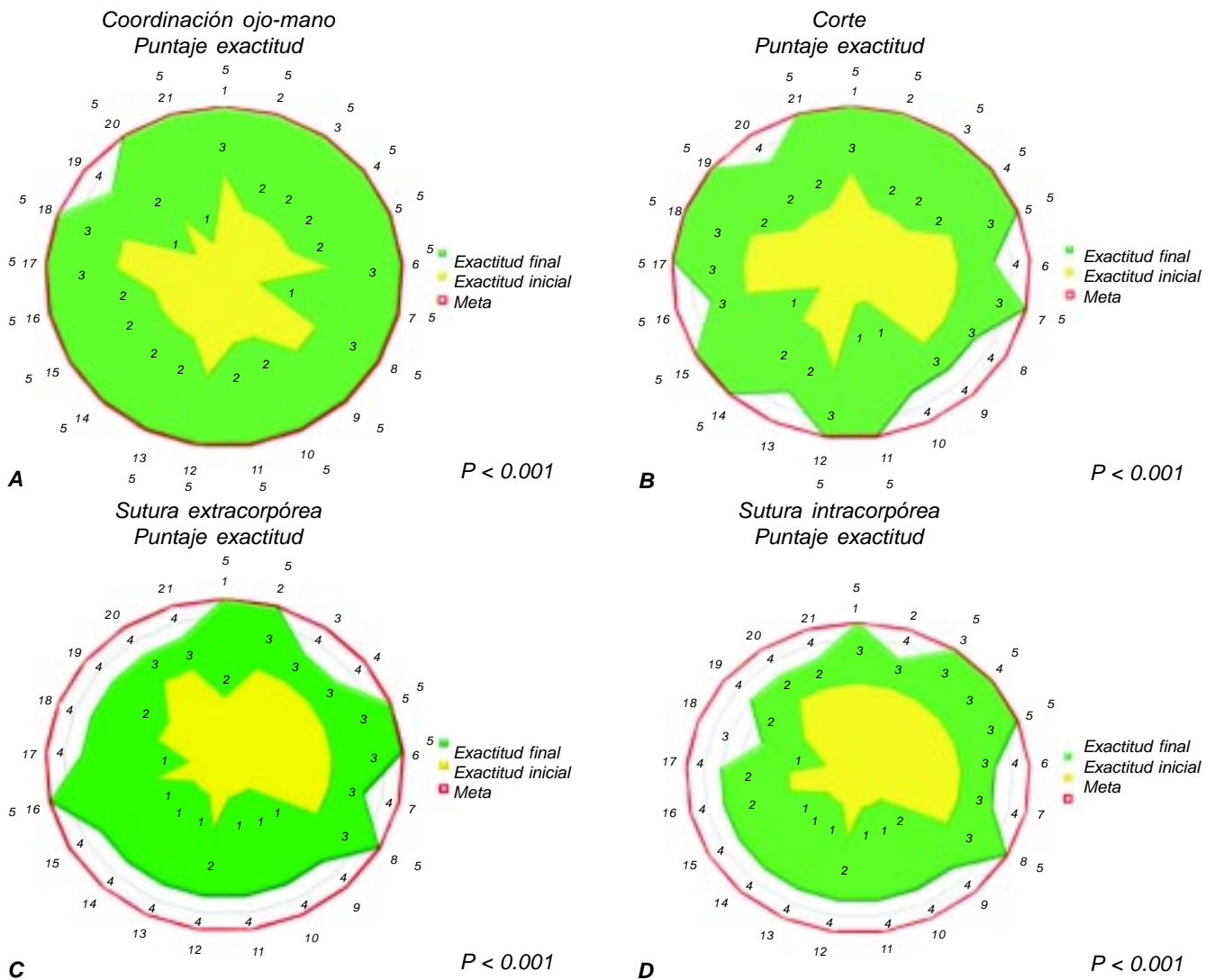


Figura 5. A, B, C, D. Se muestra en color amarillo la exactitud en puntos inicial en la realización de las habilidades, en color verde la exactitud en puntos al final, observándose un aumento en la exactitud para realizar las diferentes habilidades, estadísticamente significativa con $p < 0.001$ (Wilcoxon).

4A). Para la habilidad de corte el tiempo inicial promedio fue de 288.5 segundos (115-620 segundos), tiempo final promedio fue de 134.4 segundos (90-340 segundos) (Figura 4B). Para la habilidad de nudo extracorpóreo el tiempo inicial promedio fue de 255.9 segundos (156-490 segundos), tiempo final promedio fue de 154.2 segundos (58-300 segundos) (Figura 4C). Para la habilidad de nudo intracorpóreo el tiempo inicial promedio fue de 285.76 segundos (190-605 segundos), tiempo final promedio fue de 169 segundos (110-400 segundos) (Figura 4D).

En cuanto a la exactitud registrada para la habilidad de coordinación motora-visual el puntaje de exactitud inicial promedio fue de 2.1 puntos (1-3 puntos), exactitud final promedio fue de 4.95 puntos (4-5 puntos) (Figura 5A). Para la habilidad de

corte el puntaje de exactitud inicial promedio fue de 2.3 puntos (1-3 puntos), exactitud final promedio fue de 4.6 puntos (4-5 puntos) (Figura 5B). Para la habilidad de nudo extracorpóreo el puntaje de exactitud inicial promedio fue de 2.09 puntos (1-3 puntos), exactitud final promedio fue de 4.2 puntos (4-5 puntos) (Figura 5C). Para la habilidad de nudo intracorpóreo el puntaje de exactitud inicial promedio fue de 2.14 puntos (1-3 puntos), exactitud final promedio fue de 4.19 puntos (3-5 puntos) (Figura 5D).

Finalmente se muestra una comparación de la media del tiempo inicial, resultados finales obtenidos en el entrenamiento y el estándar internacional en la Figura 6A y una comparación de la media en porcentaje y el estándar internacional como 100% en la figura 6B.

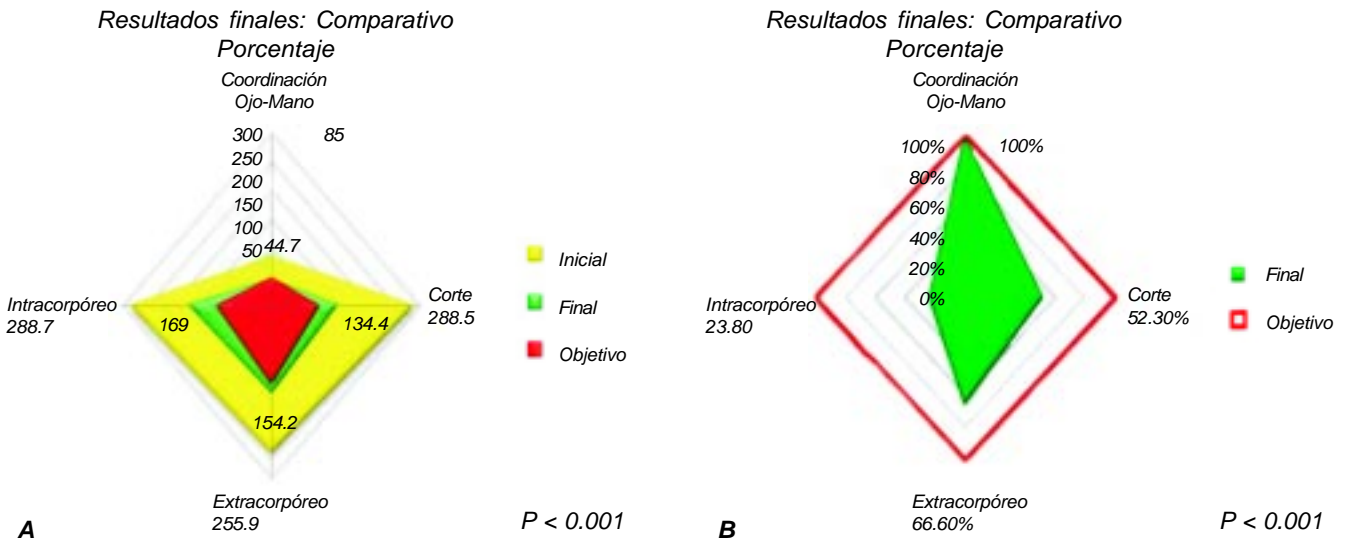


Figura 6. A. Se muestra en color amarillo el tiempo inicial requerido para la realización de las habilidades, en color verde el tiempo requerido al final y en línea roja el estándar internacional, observándose los mejores resultados para la coordinación motora-visual y sutura extracorpórea, estadísticamente significativa con $p < 0.001$. **B.** Se muestra en color verde el porcentaje promedio alcanzado en cada habilidad y en rojo el estándar internacional al 100%, observándose haber alcanzado el estándar internacional 100% de los participantes en la coordinación ojo-mano, 52.3% para corte, 66.6% para la sutura extracorpórea y 23.8% para la sutura intracorpórea, estadísticamente significativa con $p < 0.001$ (Wilcoxon).

DISCUSIÓN

Los pasos técnicos y la factibilidad de algunos procedimientos laparoscópicos nuevos fueron estableciéndose como los descritos por Gill y cols. En 1994 y más recientemente en 2000 comunicaron casos de cistoprostatectomía radical inicial, linfadenectomía pélvica bilateral y derivación ileal del conducto urinario.^{11,12}

Repentinamente, y por primera vez desde comienzos de la década de 1990, se imparten cursos sobre urología laparoscópica a lo largo y ancho del mundo y crece constantemente el interés por esta técnica.

Se han descritos numerosos reportes de entrenamiento con modelos inanimados; sin embargo, no se cuenta con un estudio en el que se evalúe el tiempo y exactitud de cada habilidad realizada ni estudios aplicados a residentes inscritos en el sistema de residencias médicas en este país y en esta institución.

Existen muchas limitaciones, como la dificultad técnica del abordaje e instrumental requerido, con una curva de aprendizaje muy prolongada. Existen muchas modalidades de entrenamiento usadas alrededor del mundo como cursos con modelos animales, instrucción tutorial intraoperatoria, simuladores virtuales y simuladores inanimados, todos ellos de alto costo y de difícil o limitado acceso.

Los simuladores virtuales son muy caros comparados con los entrenadores mecánicos estándar, y requieren un soporte técnico continuo. Numerosos cursos existen con el propósito de aprender cirugía laparoscópica, sin embargo no existe un objetivo medible de las habilidades adquiridas.

Hay un incremento concerniente al entrenamiento de un residente quirúrgico, estimado en \$ 50,000 USD en los Estados Unidos de América y el costo de simuladores varía de \$ 5,000 USD a \$ 200,000 USD dependiendo de lo sofisticado del simulador.

El entrenamiento en animales vivos, específicamente en modelos porcinos provee la mejor retroalimentación táctil (háptica) y anatómica; sin embargo, la regulación en las leyes de protección animal y el elevado costo (uso de anestesia, medicamentos, soluciones, pago por derecho a sala adaptada a procedimientos laparoscópicos), así como la limitada opción de realizar el ejercicio en múltiples ocasiones en el mismo modelo, de esta manera lo hacen un modelo extremadamente caro para su uso de rutina.

Nuestro modelo cumple con las demandas del aprendizaje de una técnica en medicina en términos de factibilidad (aplicación de técnicas quirúrgicas a través de un modelo anatómico), reproductibilidad (calidad de emular un procedimiento en un modelo anatómico basado en la técnica quirúrgica), análogo al modelo real (al utilizar mismos instrumentos laparoscópicos y utilización de tejidos animales) y finalmente barato en comparación con otras modalidades de entrenamiento volviéndolo una opción viable en relación costo-beneficio.^{13,14}

Los resultados en este estudio se compararon con el sistema MISTELS ampliamente validado en cirugía laparoscópica general e incorporado desde 2005 por la Sociedad de Cirujanos Endoscopistas Gastrointestinales de América (SAGES) como modelo de entrenamiento dentro de su programa educacional Fundamentos de Cirugía Laparoscópica (FLS), ya que no existe otro modelo validado donde se comparen los tiempos para las habilidades des-

critas anteriormente, observándose que únicamente para la habilidad de coordinación ojo-mano se logró cumplir con el estándar internacional, el modelo inanimado presentado junto con el programa de entrenamiento descrito permite desarrollar habilidades medibles objetivamente y podría ser incorporada en el entrenamiento del médico interesado en el entrenamiento laparoscópico.^{6,15}

CONCLUSIONES

Se observó una reducción del tiempo y un aumento en la exactitud para realizar las diferentes habilidades.

Se define que la habilidad que requiere menor curva de aprendizaje fue la coordinación motora-visual.

Es importante la motivación de cada participante para alcanzar los objetivos, la habilidad innata de cada participante es un punto indiscutible.

La prolongación en el tiempo de entrenamiento y en el aumento de la periodicidad de los ejercicios puede ayudar al cumplimiento de las metas marcadas como estándar internacional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Clayman RV, Kavoussi LR, Figenshau RS. Laparoscopic nephroureterectomy: Initial clinical case report. *J Laparoendosc Surg* 1991; 1: 343-9.
2. Figenshau RS, Clayman RV, Kavoussi LR. Retroperitoneal laparoscopic nephrectomy: Laboratory and initial clinical experience. *J Endourol* 1991; 5:1 30.
3. Laguna MP, De Reijke MT and De la Rosette JJ. How Far Will Simulators be Involved Into Training? *Current Urology Reports* 2009; 10: 97-105.
4. Semm K. Pelvi-Trainer, a training device for surgical pelviscopy in the teaching of endoscopic ligature and suturing techniques. *Geburtsh Frauenheilk* 1986; 46(1): 60-2.
5. Rassweiler J, Klein J, Teber D, Schulze M and Frede T. Mechanical Simulators for Training for Laparoscopic Surgery in Urology. *J Endourol* 2007; 21(3): 252-63.
6. Derossis AM, Fried GM, Abrahamowicz M, Sigman HH, Meakins JL. Development of a model for training and evaluation of laparoscopic skills. *Am J Surg* 1998; 175: 482-7.
7. Fried MG, Feldman SL, Vassiliou CM, Fraser AS, Stanbridge D, Ghitulescu G, and Andrew GC. Proving the Value of Simulation in Laparoscopic Surgery. *Ann Surg* 2004; 240(3): 518-28.
8. Ramos SF, Quintero BJ, Hernández TN. Modelo para entrenamiento de cirugía laparoscópica urológica. *Rev Mex Urol* 2010; 70(1): 31-5.
9. Dauster B, Steinberg PA, Vassiliou CM, Bergman S, Stanbridge DD, Feldman SL, et al. Validity of the MISTELS Simulator for Laparoscopy Training in Urology. *J Endourol* 2005; 19(5): 541-5.
10. McDougall EM. Validation of Surgical Simulators. *J Endourol* 2007; 21(3): 244-7.
11. Gill IS, Carbone JM, Clayman RV. Laparoscopic live-donor nephrectomy. *J Endourol* 1994; 8: 143-8.
12. Gill IS, Fergany A, Klein EA. Laparoscopic radical cystoprostatectomy with ileal conduit performed completely intracorporeally: The initial 2 cases. *Urology* 2000; 56: 26-30.
13. Avner BD, Amitai Z, Haim B, Yaron M. A Simple, Low-Cost Platform for Basic Laparoscopic Skills Training. *Surg Innov* 2008; 15(2); 136-42.
14. Ramirez BM, Hellawell G, Melo M, Covita A, Jens US. Teaching Laparoscopy to Residents: How Can We Select Good Candidates? *Current Urology Reports* 2009; 10: 106-11.
15. Korndorffer JR, Dunne JB, Sierra R, Stefanidis D, Touchard CL, Scott DJ. Simulator Training for Laparoscopic Suturing Using Performance Goals Translates to the Operating Room. *J Am Coll Surg* 2005; 201: 23-9.

