

Entrenadores laparoscópicos de óptica dinámica para mejorar la calidad de la intervención quirúrgica. Diseño y construcción

José Ortiz, Martha Aguilera, Mario Santos, Nicolás Cruz y Nicomedes Salazar

J. Ortiz, M. Aguilera, Mario Santos, N. Cruz, J. Guzmán y N. Salazar.
Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo, Reforma Sur 2007 Col Fundadores Nuevo Laredo Tam. CP 88000
joseortizsimon@hotmail.com

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

In surgery and specifically laparoscopic surgery, the continuing training is crucial for a quality surgery. Unfortunately, in medical schools practicing laparoscopic surgery is not yet established before the student graduates. The practice is often done in the operating room under the supervision of an experienced surgeon. In this paper, we show the design and construction of trainers for laparoscopic surgery that are to be donated to local hospitals to contribute to improve their training programs. Materials and methods. The laparoscopic trainers were designed and assembled with adjustable viewing optics with maniquies made of fiberglass.

We place three input ports on the lower part to allow access to instrumental. The laparoscope was simulated with a mini color camera of 380 lines of resolution, and a flat screen television of 32 was used as a video monitor for visual feedback. We designed a simple mechanism to allow adjustment of the optical vision. Settings. The work was done in collaboration with members of the academic group Applied Robotics and students of Electronics and Mechatronic Engineering at the facilities of the Technological Institute of Nuevo Laredo and students of the Technological University of Nuevo Laredo. Results. Ten trainers with video monitor and a model for the practice of transfer task according the MISTELs protocol were designed and assembled.

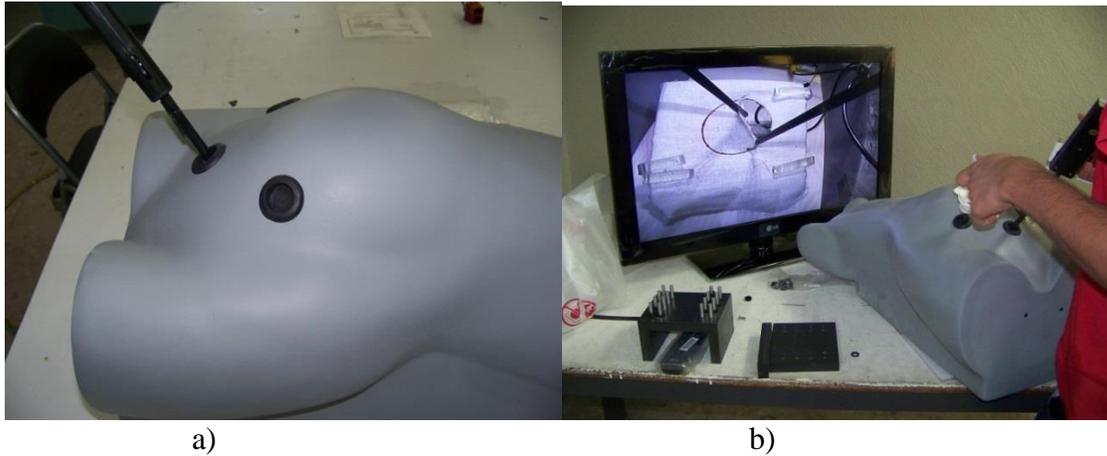
Expert surgeons from UMF 78 IMSS hospital and Specialty Hospital of Nuevo Laredo Tamaulipas performed satisfactory tests to the system. The first donations were conducted for improving training programs of these institutions.

17 Materiales y métodos

El sistema de entrenamiento fue diseñado y construido por el equipo de investigadores que forman el cuerpo académico Robótica Aplicada en el Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo con el gran apoyo de los investigadores del cuerpo académico Innovación y Tecnología Aplicada de la Universidad Tecnológica de Nuevo Laredo. Con el auxilio de alumnos de ambas instituciones, se ensamblaron los sistemas y se realizaron pruebas con médicos especialistas de hospitales locales. Todo esto fue posible gracias al financiamiento logrado con COTACyT en la aprobación de un proyecto bajo el programa FOMIX de apoyo a la investigación y desarrollo tecnológico.

El sistema de entrenamiento fue hecho a partir de un busto hecho con fibra de vidrio. La forma es de un ser humano sin piernas ni brazos y con el abdomen abultado simulando el pneumoperitoneo (Fig.1). El busto cuenta con varias perforaciones para permitir el ingreso del instrumental laparoscópico y la alimentación eléctrica de 12 V. Un puerto central se utiliza para el ingreso de la cámara que simula el laparoscopio. La cámara utilizada es una mini cámara cuadrada a color de 380 TVL de resolución y como monitor de video se utilizó un televisor de alta resolución de pantalla plana de cristal líquido de 32 pulgadas.

Figura 17 Entrenador físico a) Puertos de entrada de instrumental y laparoscopio. b) Pruebas del sistema



El laparoscopio se simula con una cámara sostenida en su extremo por un mecanismo que permite el ajuste de óptica de vision desde 0° a 45° . Este mecanismo se diseño de tal forma que el usuario pueda cambiar ajustar la óptica de forma externa a su conveniencia. Este ajuste permite visualizar un espacio de trabajo considerablemente mayor que con una óptica fija (Fig.2).

Figura 17.1 Mecanismo de ajuste de óptica.



Los modelos de entrenamiento permiten la práctica de las tareas de transferencia y corte. Para la tarea de transferencia se maquinaron en una fresadora y un torno (adquiridos con el presupuesto de apoyo Fig.3) un modelo con placas de PVC donde se insertaron pernos de aluminio y con un grupo de 8 anillos de hule permite practicar la tarea de transferencia. Para la tarea de corte, se fabricó una base de acrílico para sostener un trozo de tela con un círculo dibujado al centro. Esto permite practicar el corte utilizando una pinza grasper genérica para sostener la tela y una pinza de corte (Fig. 4).

Figura 17.2 Maquinado de piezas con maquinaria adquirida del financiamiento por COTACyT

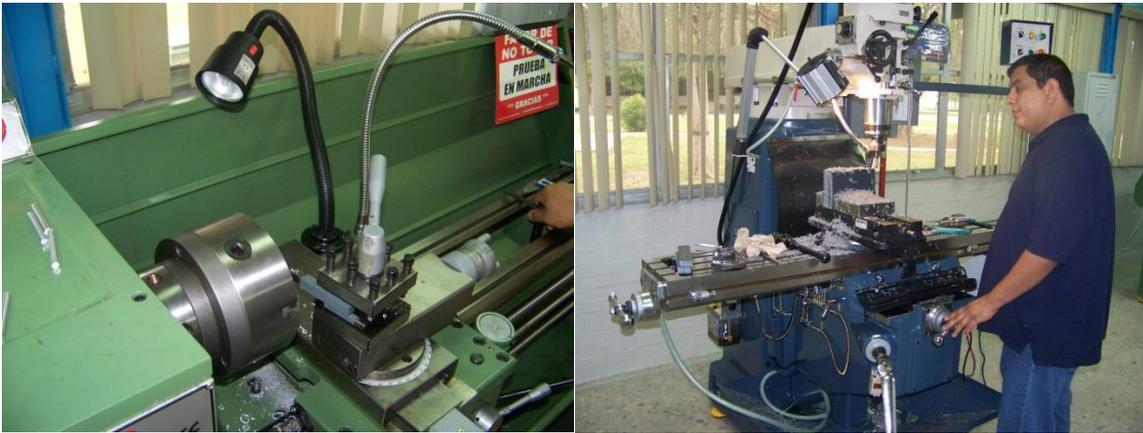


Figura 17.3 Modelos de entrenamiento para tareas de transferencia y corte



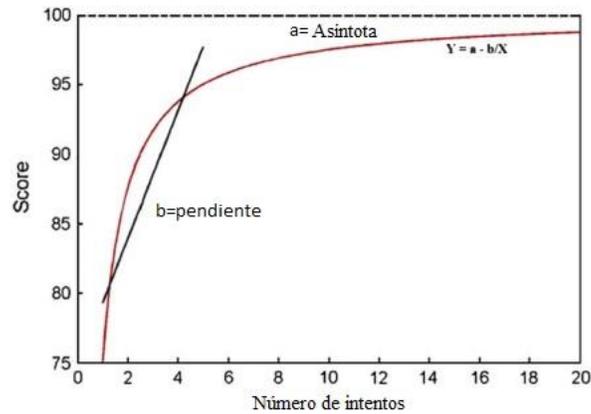
Se seleccionaron los modelos para realizar las tareas de transferencia y corte ya que son de las actividades más realizadas en una cirugía real. Se realizaron pruebas del sistema con médicos expertos del Hospital del IMSS quienes retroalimentaron para modificar y sugerir acerca de la construcción del sistema entrenador.

Descripción de la tarea

Se realizaron evaluaciones para calcular la ventaja y desventajas de un entrenador con una óptica diferente a cero grados. Para el caso de la tarea de transferencia, el usuario maneja el laparoscopio con la mano derecha y guiado con retroalimentación visual con la pinza en la mano izquierda recoge y transfiere los anillos de hule a la parte derecha del modelo. Posteriormente intercambia las funciones para cada mano. El tiempo de la tarea se registra y termina cuando los anillos están en la posición original. La curva de aprendizaje del usuario es obtenida mediante un modelo de regresión lineal.

Los datos se ajustan al tipo de curva $y = a - \frac{b}{x}$, para cada grupo de datos, mapeando un factor de asíntota a , y un factor de pendiente b , para cada curva. Estos parámetros permiten determinar los 2 valores de interés en el modelo de la curva de aprendizaje, del cual se sugiere el valor de a , como la meseta de aprendizaje, que representa en teoría el score promedio que puede obtener el usuario cuando su tiempo de práctica se vuelve infinito (cuando $x = \infty, y = a$); también se definió la velocidad de aprendizaje, como el número teórico de intentos para que el usuario alcance el 90% de su meseta de aprendizaje, lo que representa una aproximación de la rapidez con que cada usuario se aclimata a la tarea ($y = 0.9a$ cuando $x = 10 \frac{b}{a}$) [12] la Fig. 5 ejemplifica gráficamente el comportamiento de la curva de aprendizaje y los valores obtenidos del análisis estadístico.

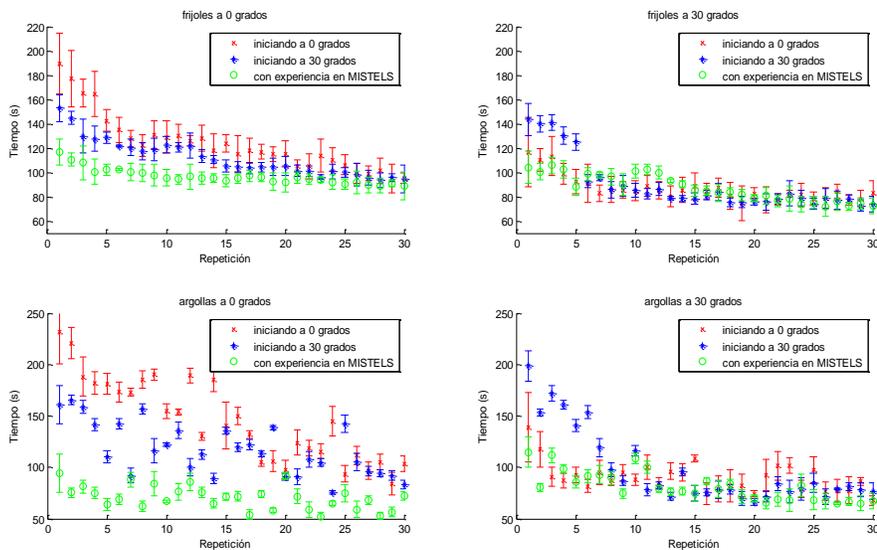
Figura 17.4 Curva de aprendizaje



17.1 Resultados

De las pruebas logradas por dos médicos expertos utilizados como grupo control y dos grupos de dos alumnos del instituto, se observan los tiempos de ejecución de cada grupo en la Fig. 6, donde las marcas representan la media, y las líneas representan la desviación estándar de cada grupo de usuarios correspondiente al número de repetición de la misma tarea.

Figura 17.5 Resultados de la evaluación de la tarea de transferencia con ópticas de cero y 45 grados



Para definir la curva de aprendizaje, se agruparon las calificaciones de las 30 repeticiones de cada tarea en orden secuencial para cada usuario. Dichos datos se utilizaron para crear el modelo de regresión no lineal resultando una significativa variabilidad individual entre los usuarios en general. La media del tiempo de ejecución en el primer intento de todas las tareas y todos los usuarios bajo la óptica de 0 grados fue de 157.8 ± 49.1 segundos, mejorando en todos los casos hasta 89.7 ± 11.9 segundos. En el caso de las tareas bajo la óptica de 45 grados, se observó que el tiempo inicial es de 136.2 ± 36.9 segundos, llegando a la mejora hasta 73.6 ± 8.4 segundos en el tiempo medio de ejecución de cada tarea.

En todos los usuarios reportados el modelo de la curva de aprendizaje mediante una regresión no lineal se ajustó con $r^2 > 0,75$.

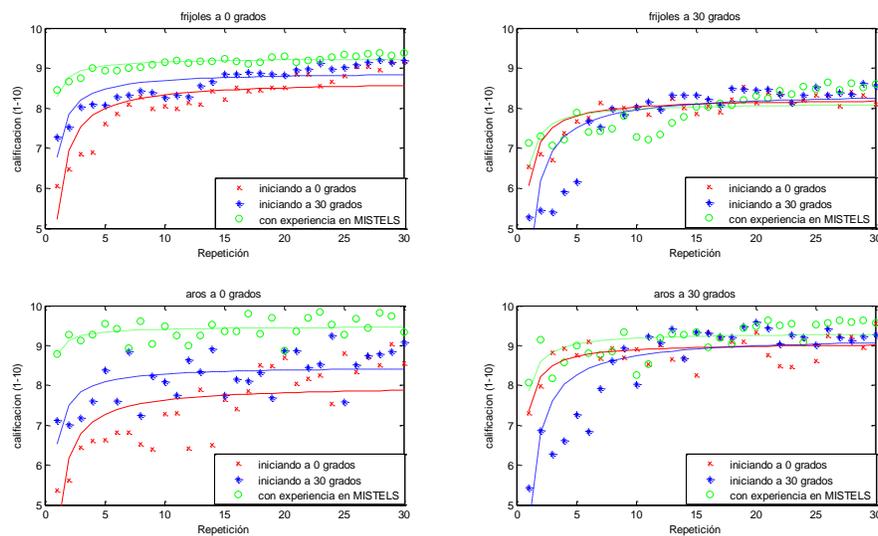
Llegando hasta $r^2 > 0,05$, en los usuarios experimentados (grupo 3) sobre la óptica de 0 grados. Se encontraron un par de casos donde el modelo de aprendizaje nunca presentó una curva asintótica.

Dichos datos fueron eliminados y reemplazados, con el fin de analizar exclusivamente datos que se consideraron válidos en función al desempeño natural y el desarrollo de habilidades en el comportamiento humano.

La figura 7 presenta las gráficas de las medias de la evaluación de cada repetición en cada tarea, para cada grupo, incluyendo el modelo medio de regresión no lineal correspondiente a cada grupo de usuarios.

Figura Resultados de la asignación de calificación de transferencia con ópticas de cero y treinta grados

Figura 17.6



En entrevistas individuales los usuarios reportaron mayor comodidad visual en la óptica de cero grados pero indican mayor visibilidad bajo la óptica de 45 grados.

17.2 Discusión

Se presenta aquí un sistema de entrenamiento físico y nueva opción de protocolo para evaluar comparativamente la curva de aprendizaje del cirujano laparoscopista utilizando óptica diferente a cero grados.

El análisis de los datos nos permite observar que en el grupo de usuarios expertos (grupo 3), existe la tendencia inicial a establecer el mismo patrón de navegación usado cualquiera de las dos ópticas. Razón por la cual en las ejecuciones de las tareas en óptica de cero grados, se observan scores más bajos. Lo que trae por consecuencia que al realizar la regresión no lineal de los scores, se observa que la meseta de aprendizaje disminuye cuando migran al uso de una óptica de 30 grados.

Es notorio que el score inicial es menor en el grupo 2 al ejecutar las tareas de 30 grados, sin embargo la pendiente de la curva de aprendizaje, es menos prolongada, lo que se puede interpretar como un mejor desarrollo de habilidades. Por otro lado se observa una curva de aprendizaje en el grupo 3 (grupo de expertos) con pendiente más prolongada al utilizar la óptica de 30 grados; nos permite inferir que esta clase de tareas representan un mayor desafío, en comparación a las tareas bajo la óptica de cero grados, para esta clase de usuarios. Los datos obtenidos para el grupo 3 muestran que el número de intentos para llegar al 90% de la meseta de aprendizaje no superan a 2. Dicho dato se duplica cuando se utiliza óptica de 30 grados, respecto al uso de óptica de 0 grados.

En conjunto no podemos establecer con precisión el momento en que el usuario domina la nueva óptica, pero se infiere que debe ser mayor al momento cuando se domina la óptica de cero grados, el cual es cercano al séptimo intento.

Los datos muestran en general muestran que las habilidades obtenidas permiten un mejor desempeño al momento de cambiar de sistema óptico, cuando el primer acercamiento es sobre la óptica de 30 grados.

17.3 Conclusión

Aunque el propósito de este escrito es dar a conocer el desarrollo de un sistema de entrenamiento para cirugía laparoscópica con optica de visión ajustable, se demuestra que al utilizar la óptica diferente a cero grados (45 en este caso) durante el entrenamiento temprano en cirugía laparoscopia, aumenta la adaptación visuo-espacial y motora del usuario, comparativamente con el método tradicional de entrenamiento MISTELS [13], utilizando la óptica de cero grados.

Consideramos que aun cuando en el quirófano no es normal que el cirujano se autoasista visualmente con ambas manos, el presente protocolo sirve para tener una mejor y rápida adaptación visuo-espacial dinámica en laparoscopia.

17.4 Agradecimientos

El trabajo fue apoyado por el Fondo Mixto COTACyT FOMIX a través del proyecto TAMPS-20111-C35-184790.

17.5 Referencias

James K. Robinson, David M. Kushner. Development and validation of a home-based, mirrored, gynecologic laparoscopy trainer *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, Volume 13, Issue 2, April 2006, Pages 102-107.

Madan A.K., Franzides C.T. Prospective randomized controlled trial of laparoscopic trainers for basic laparoscopic skills acquisition *Surgical endoscopy* 2007, vol. 21, n^o2, pp. 209-213.

Madan AK, Harper JL Taddeucci RJ, Tichansky DS; Goal-directed laparoscopic training leads to better laparoscopic skill acquisition. *Surgery* 2008 Aug, 144(2):345-50

Ayodeji ID, Schijven MP, Jakimowicz JJ. Determination of face validity for the Symbionix LAP mentor virtual reality training module. *Stud Health Technol Inform.* 2006;119:28-30

Verdaasdonk EG, Stassen LP, Monteny LJ, Dankelman J. Validation of a new basic virtual reality simulator for training of basic endoscopic skills: the SIMENDO. *Surg Endosc.* 2006 vol. 20(3) pp511-518.

Maciel A, Liu Y, Ahn W, Singh TP, Dunnican W, De S. Development of the VBLaST: a virtual basic laparoscopic skill trainer. *Int J Med Robot*, 2008,4(2):131-138.

Stefanidis D, Haluck R, Pham T, Dunne JB, Reinke T, Markley S, Korndorffer JR Jr, Arellano P, Jones DB, Scott DJ. Construct and face validity and task workload for laparoscopic camera navigation: virtual reality versus videotrainer systems at the SAGES Learning Center. *Surgical Endoscopy.* 2007 vol.21 (7) pp1158-64.

R S Haluck, R W Webster, A J Snyder, M G Melkonian, B J Mohler, M L Dise, A Lefever A virtual reality surgical trainer for navigation in laparoscopic surgery Department of Surgery, Penn State College of Medicine, MC H070, PO Box 850, Hershey, PA17033, USA.

Pokorny, Morgan R. MB Chb; McClaren, Scott L. MB ChB Inexpensive Home-Made Laparoscopic Trainer and Camera. *ANZ, Journal of Surgery.* 74(8):691-693 2004.

Minor Arturo, Espinoza Daniel Lorias. Novel Laparoscopic Home Trainer, *Surgical Laparoscopy Endoscopy & Percutaneous Techniques*, vol. 17, no. 4, p.p. 300-302, August, 2007.

Menenakos, Evangelos; Nassiopoulos, Konstantinos; Pavlidis, Theodoros; Petropoulos, Panayotis Endokomvos: a simple and secure intracorporeal laparoscopic knot. *JSLs : Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons / Society of Laparoendoscopic Surgeons*, 2004 Apr-Jun, 8(2):207-9.

A method to characterize the learning curve for performance of a fundamental laparoscopic simulator task: Defining “learning plateau” and “learning rate”. Liane S. Feldman, MD,a,b Jiguo Cao, PhD,c Amin Andalib, MD Shannon Fraser, MD, MSc, and Gerald M. Fried, MD. *Surgery* August 2009, Pages 381-386.

Development of a model for training and evaluation of laparoscopic skills. Derossis AM, Fried GM, Abrahamowicz M, Sigman HH, Barkun JS, Meakins JL. Division of General Surgery, McGill University, Montreal, Quebec, Canada. *Am J Surg.* 1998 Jun. 175(6) 482-487.