

## Original

## Mejora de la curva de aprendizaje en la hernioplastia inguinal laparoscópica tipo transabdominal (TAPP) con la utilización de un nuevo modelo de simulación



*Improving a surgeon's learning curve for transabdominal preperitoneal (TAPP) hernia repair using a new model for laparoscopic simulation*

Ana Paula Ruiz Funes Molina, Alejandro Cruz Zárate, Fernando Barbosa Villarreal, Andrés de Jesús Sosa López, Jorge Farell Rivas, Víctor José Cuevas Osorio

Hospital Central Sur de Alta Especialidad PEMEX. Ciudad de México (México)

### Resumen

**Introducción:** Se denomina curva de aprendizaje al tiempo o a los procedimientos necesarios para que un cirujano aprenda o domine una nueva técnica. Existe controversia en el número de procedimientos necesarios para perfeccionar una hernioplastia inguinal laparoscópica. El uso de simuladores puede ser de utilidad para el aprendizaje de técnicas específicas, especialmente procedimientos complejos, como la hernioplastia inguinal transabdominal.

**Objetivo:** Evaluar las variables de habilidades quirúrgicas utilizando la escala de GOALS-GH para la realización de una hernioplastia inguinal tipo TAPP en un nuevo modelo de simulación en la región inguinal derecha.

**Métodos:** Diseñamos un nuevo modelo de la región inguinal utilizando materiales reciclables y una pelvis plástica. Se realiza la simulación de una plastia TAPP con la adaptación del modelo a un simulador prediseñado. Participaron residentes de cirugía general (del primer año de residencia al cuarto) de un hospital mexicano. La técnica se evalúa con videos, otorgando una puntuación a cada procedimiento con la escala GOALS-GH.

**Resultados:** Se evaluaron 12 residentes. Cada uno realizó entre 6 y 10 procedimientos. El promedio de curva de aprendizaje establecido fue de 6.4 procedimientos necesarios para lograr la puntuación óptima. Obtuvimos un promedio de puntuación de  $18 (\pm 1.2)$  entre los participantes. Únicamente el 16% de los participantes no logró la puntuación óptima (23 de 25).

**Conclusiones:** Nuestro estudio demuestra que el uso de simuladores ayuda a residentes y cirujanos a aprender y a perfeccionar una técnica antes operar un paciente real. Usando nuestro modelo encontramos que se requieren entre 6 y 10 procedimientos para alcanzar una puntuación óptima.

**Recibido:** 24-07-2019

**Aceptado:** 27-08-2019

### Palabras clave:

Hernia inguinal, laparoscopia, curva de aprendizaje, puntuación óptima.

*Conflicto de intereses:* los autores declaran no tener conflicto de intereses.

*Autor para correspondencia:* Ana Paula Ruiz Funes Molina. Hospital Central Sur de Alta Especialidad PEMEX. Anillo Perif. 4091. Fuentes del Pedregal. Tlalpan, 14140. Ciudad de México (México)  
Correo electrónico: [draruizfunesmolina@gmail.com](mailto:draruizfunesmolina@gmail.com)

Ruiz Funes Molina AP, Cruz Zárate A, Barbosa Villarreal F, Sosa López AJ, Farell Rivas J, Cuevas Osorio VJ. Mejora de la curva de aprendizaje en la hernioplastia inguinal laparoscópica tipo transabdominal (TAPP) con la utilización de un nuevo modelo de simulación. Rev Hispanoam Hernia. 2020;8(4):156-161

## Abstract

**Introduction:** The term “learning curve” is defined as the time or procedures necessary for a surgeon to learn or master a new technique. There is controversy on the number of procedures needed by a surgeon to master a laparoscopic hernia repair. Laparoscopic simulators are useful for surgeons to learn specific techniques, especially for difficult procedures, such as a transabdominal hernia repair.

**Objective:** Evaluate surgical abilities' variables using the GOALS-GH score in a TAPP laparoscopic inguinal repair using a new simulation model of right inguinal region.

**Methods:** We designed a new model of the inguinal region using reusable materials and a plastic pelvis. The TAPP repair simulation was made adapting the model to a predesigned laparoscopic simulator. Participants were general surgery residents (1<sup>st</sup> to 4<sup>th</sup> year of training) in a Mexican Hospital. The technique was evaluated with recorded videos, giving a score to each video using the GOALS-SH score.

**Results:** Twelve residents were evaluated, each of them carried out between 6 and 10 procedures. The average learning curve was established on 6.4 procedures needed to accomplish an optimal score. We found an average score of 18 ( 1.2) among all participants. Only 16% of the participants did not reach an optimal score (23 points out of 25).

**Conclusions:** Our study demonstrates that the use of a simulator helps residents and surgeons learn and master a technique before applying it on a real patient. We found that between 6 and 10 repetitions are necessary to achieve an optimal score, using this model.

### Keywords:

Inguinal hernia, laparoscopy, learning curve, optimal score.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se realizan más de 20 millones de hernioplastias inguinales por año. La primera descripción de una hernioplastia laparoscópica la hizo Ger en 1982, aunque la técnica no se popularizó hasta después de 1990, cuando se introdujo la colecistectomía laparoscópica<sup>1,2</sup>. Desde entonces, se han incrementado las cirugías de hernia realizadas por medio de esta vía de mínima invasión y, actualmente, se realizan por laparoscopia del 15 al 20% del total de hernioplastias inguinales, lo que supone un aumento en la popularidad, ya que ofrecen un menor dolor posoperatorio y tiempo de recuperación<sup>1,3,4</sup>.

Cuando se realiza una hernioplastia laparoscópica (inguinal o femoral), se realiza un abordaje posterior del defecto y la reparación se realiza colocando una malla en el espacio preperitoneal. El abordaje anatómico de este espacio depende de la técnica utilizada. Puede realizarse sin acceso a la cavidad abdominal en el tipo totalmente extraperitoneal (TEP) o a través de la cavidad en el tipo transabdominal preperitoneal (TAPP)<sup>5,6</sup>. Los criterios que se utilizan para elegir uno u otro tipo dependen de la hernia, de la preferencia del paciente y de la habilidad del cirujano. Hay estudios que demuestran que la recurrencia disminuye de forma significativa conforme el cirujano va ganando experiencia<sup>7</sup>.

A pesar de las ventajas de ambos procedimientos laparoscópicos, aún existen algunas desventajas relacionadas con la complejidad de la técnica quirúrgica. Se considera una intervención más difícil de enseñar y de aprender, por lo que requiere de una curva de aprendizaje más larga con respecto a las técnicas clásicas abiertas<sup>1,8</sup>.

El desempeño de un cirujano en cualquier práctica puede ser evaluado por medio de curvas de aprendizaje establecidas que predican el número de procedimientos que se necesitan para alcanzar los mismos resultados quirúrgicos que un cirujano experimentado. Las guías de la Asociación Internacional de Endohernia (IEHS) no establecen de forma clara cuántos procedimientos TAPP deberían realizarse; sin embargo, hay algunos artículos que describen rangos tan amplios como de 13 a 80 operaciones<sup>8,9</sup>. En una revisión sobre curvas de aprendizaje, Ramsay y cols. describen que hay dos tipos de variables que se pueden utilizar para medir el aprendizaje: 1) medidas sobre los resultados del paciente y 2) medidas sobre el procedimiento o la eficiencia de las tareas realizadas<sup>10</sup>. Por todo ello, se determina que el uso de un simulador

para la realización de una plastia inguinal TAPP ayudaría a mejorar las habilidades del cirujano antes de enfrentarse a la realización de la cirugía *in vivo*<sup>11,12</sup>.

Con estas premisas planteamos el objetivo de este trabajo: cómo evaluar las variables de habilidades quirúrgicas utilizando la escala de GOALS-GH para la realización de una hernioplastia inguinal tipo TAPP en un nuevo modelo de simulación en la región inguinal derecha.

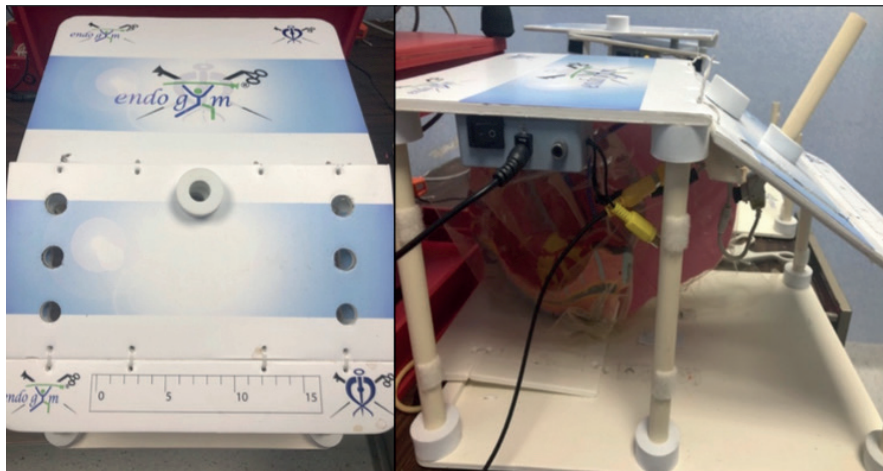
## MATERIAL Y MÉTODOS

Realizamos un modelo de simulación de la región inguinal posterior derecha reproducible para la evaluación repetida de puntos claves en la técnica TAPP<sup>13</sup>. Se utiliza un simulador prediseñado hecho con cartón, plástico y espuma, con una cámara de video sencilla, y puertos fijos de trabajo que permiten alternar el uso de puertos dependiendo de la posición deseada, así como los movimientos de los instrumentos de trabajo (fig. 1).

Se crea la región inguinal derecha utilizando un modelo de pelvis femenina de plástico, que permite su división por la mitad, para mejorar la exposición durante el procedimiento deseado (fig. 2). A esta pelvis plástica se le agrega la pared abdominal, que se adapta con espuma gruesa, recubierta por tela delgada que simula el peritoneo y permite la realización de la disección. Las estructuras óseas (pubis) y el ligamento de Cooper están formadas por silicona y espuma, lo que conforma una textura más rígida que ayuda a su identificación. La arteria y la vena ilíaca están formadas por cintas trenzadas, que se colocan en su posición anatómica correcta. El conducto deferente y los vasos del cordón están formados por cordones plásticos. Se colocan adecuadamente las estructuras relevantes y los sitios potenciales de hernia (triángulos) para lograr una adecuada identificación del área inguinal; los sacos inguinales están formados por globos. La simulación de la malla se realiza con tela de yute (figs. 3 y 4)<sup>14-16</sup>.

Con este diseño personal, se evaluó a residentes de la especialidad de Cirugía General, de entre el primer y el cuarto año de residencia, en un hospital de Ciudad de México. La idea de este estudio fue evaluar la técnica, dividida por pasos, para sistematizar el procedimiento y evaluar la curva de aprendizaje utilizando este modelo.

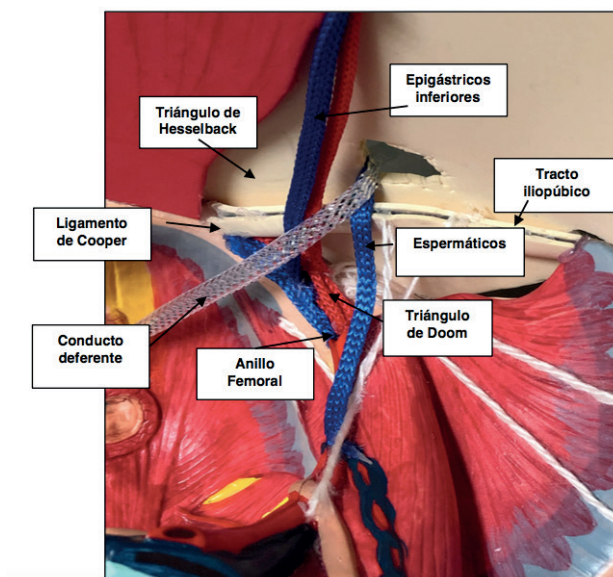
Todos los ejercicios fueron grabados de forma digital y posteriormente se evaluó cada uno de los procedimientos utilizando la escala validada GOALS-GH.



**Figura 1.** Endotrainer (simulador prediseñado).



**Figura 2.** Modelo de pelvis plástica.



**Figura 3.** Modelo de región inguinal derecha antes de la colocación del peritoneo.



**Figura 4.** Modelo de región inguinal derecha después de la colocación del peritoneo.

Esta escala evalúa los pasos principales para la realización de una hernioplastia inguinal laparoscópica de forma correcta y segura. Después de la realización de varios procedimientos, se estableció la curva de aprendizaje para cada participante, definida como el número de procedimientos necesarios para alcanzar la puntuación óptima.

## RESULTADOS

Se evaluaron 12 residentes de la especialidad de Cirugía General, entre el primero y cuarto año de residencia (tabla I). Cada uno realizó entre 6 y 10 repeticiones del ejercicio en el simulador de hernioplastia inguinal laparoscópica TAPP, con un promedio de 8 repeticiones por residente (fig. 5). Cada uno de los procedimientos se grabó y, posteriormente, se evaluó mediante la escala GOALS-GH. El total de ejercicios evaluados fue de 96. El tiempo de duración promedio de los ejercicios fue de 16 minutos ( $\pm 5$ ).

Se evaluó cada uno de los videos, en los que se otorgó una puntuación para cada uno de los pasos relevantes: colocación de trocares, identificación de estructuras anatómicas y precisión del manejo de tejidos, disección del colgajo de peritoneo, identificación del saco herniario y colocación de la malla (tabla II). Se obtuvo una puntuación promedio de 4.4 ( $\pm 1.1$ ) para la colocación de los trocares, 3.3 ( $\pm 1.4$ ) para la identificación de estructuras anatómicas/precisión de manejo de tejidos, 3.7 ( $\pm 1.4$ ) para disección de colgajo de peritoneo, 3.5 ( $\pm 1.3$ ) para identificación del saco herniario y 3.4 ( $\pm 1.2$ ) para la colocación de la malla.

El promedio de puntuaciones totales obtenido por los participantes fue de 18 ( $\pm 1.2$ ). Se identificaron los errores de los participantes en cada uno de los videos (tabla III) con la finalidad de determinar el error más frecuente, y se encontró un promedio de 2.8 1.7 errores por ejercicio. El error más frecuente (68 casos, 71%) fue el fallo en la colocación de la malla,

Tabla I. Descripción de la población de estudio

Variable	Residentes evaluados (n = 12)
Año de residencia	
1	3 (26 %)
2	4 (33 %)
3	4 (33 %)
4	1 (8 %)

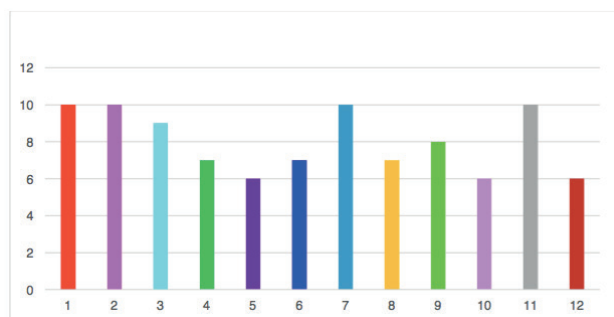


Figura 5. Número de repeticiones por residente (n = 96).

Tabla II. Puntuaciones obtenidas de acuerdo a la escala GOALS-GH

Colocación de trocares	4.4 $\pm$ 1.1
Identificación de estructuras anatómicas	3.3 $\pm$ 1.4
Flap	3.7 $\pm$ 1.4
Identificación del saco herniario	3.5 $\pm$ 1.3
Colocación de la malla	3.4 $\pm$ 1.2
Puntuación total	18 $\pm$ 5.2

Tabla III. Fallos en la técnica de hernioplastia inguinal laparoscópica

Variable	Número de repeticiones (n = 96)
Numero de fallos por ejercicio	2.8 $\pm$ 1.7
Fallo en la colocación de la malla	68 (71 %)
Fallo en la identificación de las estructuras Anatómicas	63 (66 %)
Fallo en la identificación del saco herniario	61 (64 %)
Fallo en el colgajo	53 (56 %)
Fallo en la colocación de los trocares	23 (24 %)

Tabla IV. Puntuaciones óptimas y perfectas por participantes

Variable	Residentes evaluados (n = 12)
Puntuación óptima	10 (84 %)
Puntuación perfecta	6 (50 %)

lo que abarca problemas con el tamaño, la introducción y la posición final de la malla. La segunda causa más frecuente de error fue la identificación de estructuras anatómicas o la poca destreza en el manejo de los tejidos (63 casos, 66%). Se identificaron 61 errores en la identificación del saco herniario (64%), 53 errores en la disección del colgajo peritoneal (56%) y 23 en la colocación, selección y posición de los trocares (24%).

De los 12 residentes que participaron, 10 lograron una puntuación óptima después de la realización de múltiples repeticiones (23 puntos); únicamente 6 lograron una puntuación perfecta (25 puntos) (tabla IV). El 84% de los participantes alcanzó una puntuación óptima y el 50%, perfecta. De las 96 repeticiones totales analizadas, en 17 se obtuvo una puntuación óptima (18%), con un tiempo promedio por ejercicio de 14 minutos ( $\pm 4.2$ ), y en 9 se obtuvo una puntuación perfecta (9%), con un tiempo promedio de 13 minutos ( $\pm 1.4$ ) (tabla V).

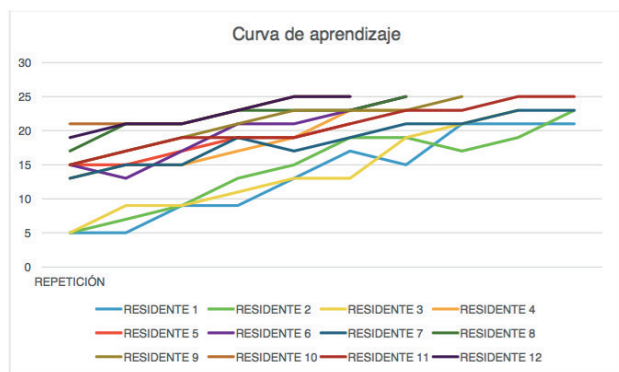
- Utilizando este modelo (figs. 6 y 7), el promedio de curva de aprendizaje se estableció en 6.4 procedimientos necesarios para lograr una puntuación óptima. Encontramos variaciones

**Tabla V. Puntuaciones óptimas y perfectas por número de repeticiones**

Variable	Número de repeticiones (n = 96)
Puntuación óptima	17 (18 %)
Tiempo (mín.)	14 ± 4.2
Puntuación perfecta	9 (9 %)
Tiempo (mín.)	13 ± 1.4

**Tabla VI. Puntuaciones óptimas por año de residencia**

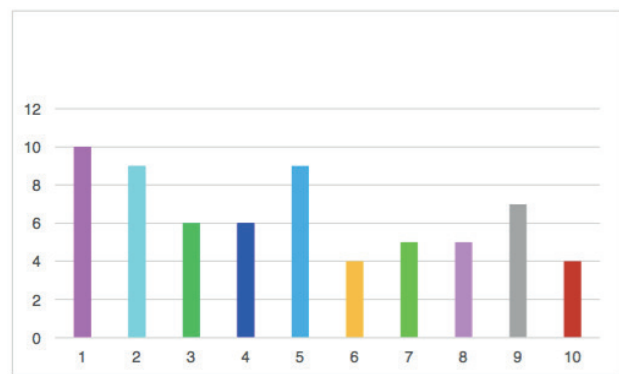
Variable	Residentes
R1	2 (66 %)
R2	3 (75 %)
R3	4 (100 %)
R4	1 (100 %)



**Figura 6.** Número de repeticiones y puntuaciones por residente.

**Tabla VII. Número de repeticiones para lograr la puntuación óptima por año de residencia**

Variable	Número de repeticiones Promedio
R1	9.5 ± 0.7
R2	8 ± 1.7
R3	7.2 ± 1.9
R4	6



**Figura 7.** Repeticiones para alcanzar una puntuación óptima.

desde 4 hasta 10 procedimientos, con un 16% de los participantes que no alcanzaron la meta establecida. Dos de cada tres residentes del primer año (66%) lograron valores óptimos después de la realización de múltiples ejercicios. De los residentes de segundo año, tres obtuvieron la puntuación deseada (75%) y los residentes del tercer y del cuarto año lograron una puntuación óptima en el 100% de los casos (tabla VI).

- Se identificó un promedio de repeticiones necesarias para lograr la puntuación óptima mayor en residentes de menor jerarquía. Se obtuvo un promedio de repeticiones de  $9.5 \pm 0.7$  para los residentes de primer año,  $8 \pm 1.7$  para residentes de segundo año,  $7.2 \pm 1.9$  para residentes de tercer año y de 6 para el residente de cuarto año evaluado (tabla VII).

## DISCUSIÓN

Existen múltiples estudios que sugieren que la hernioplastia inguinal laparoscópica es segura y efectiva como tratamiento de la hernia inguinal y tiene algunas ventajas sobre los procedimientos abiertos, como menor dolor, mejores resultados estéticos y menor tiempo de recuperación<sup>17</sup>.

Existen cirujanos que dudan ante la realización de una hernioplastia laparoscópica por no estar familiarizados con la anatomía posterior o no contar con la práctica necesaria para realizarla. El uso de simulación es de suma importancia en el entrenamiento quirúrgico. El valor del entrenamiento por medio de la simulación y la capacidad de transferencia a la sala de operaciones han sido ampliamente demostrados. Se ha descrito que la práctica en simulación disminuye la recurrencia una vez que se transfiere al quirófano. La introducción de técnicas quirúrgicas de mínima invasión ha generado la necesidad de crear simuladores específicos para cada uno de los procedimientos; sin embargo, el uso de estos simuladores no se ha generalizado<sup>17-19</sup>.

En este estudio se construye un modelo de región inguinal derecha utilizando una pelvis de plástico y materiales desechables para la creación de las estructuras de la región inguinal por medio de un simulador prediseñado que se adapta al modelo de la región inguinal. Una vez desarrollado el modelo, evaluamos la capacidad de los residentes de Cirugía General. Entre las limitaciones encontradas en el modelo, se encuentra que el simulador prediseñado no permite la colocación de los trócares, por lo que se evalúa a los residentes de forma teórica sobre su posición y selección.

En este estudio se hicieron plastias inguinales derechas para estandarizar la técnica y poder evaluar la curva de aprendizaje. Nuestros resultados son semejantes a los obtenidos por Kurashima y cols. en tiempo del promedio ( $14.4 \pm 3.3$  min frente a  $16 \pm 5$  min) y en puntaje ( $24 \pm 0.6$  frente a  $18 \pm 1.2$ ) en nuestro estudio, aunque utilizando un modelo diferente<sup>19,20</sup>. Estos datos pueden

explicarse porque en nuestro estudio se evaluaron residentes de todos los años, mientras que en el estudio descrito anteriormente solo se evaluaron cirujanos experimentados.

Se identifica como error más frecuente la mala técnica de colocación de la malla, incluyendo el corte de la malla con un tamaño menor al adecuado (15 × 12 cm), error en su introducción y su la colocación. El error menos frecuente fue la colocación de los trócares, pero como en este modelo no se realiza una colocación real, únicamente se evalúa de forma teórica, podríamos estar ante una mala interpretación y considerar menor dificultad de la técnica en el modelo que en el quirófano real. Por ello, quedamos pendientes de realizar un estudio posterior comparando los resultados obtenidos en el simulador y los obtenidos en una cirugía TAPP real. En este estudio no llegamos a considerar esta posibilidad al encontrarse fuera de los objetivos planteados.

El promedio de curva de aprendizaje se estableció en 6.4 procedimientos necesarios para lograr un puntaje óptimo. Encontramos variaciones desde 4 hasta 10 procedimientos, y un 16% de los residentes no alcanzó la meta establecida. Los residentes de primer año precisaron un mayor número de procedimientos para alcanzar el puntaje óptimo, lo que se corresponde con su menor experiencia quirúrgica. En estudios publicados solo se han evaluado cirujanos experimentados, por lo que no fue posible establecer la utilidad para el aprendizaje de los residentes. Nosotros hemos considerado este hecho y hemos podido describir la mejora que presentaron después de la utilización del nuevo modelo. Este estudio refuerza la importancia del uso de simuladores y del aprendizaje en modelos antes de la realización de una técnica en un paciente real, especialmente en procedimientos que requieren práctica y destreza.

Actualmente, se planea la incorporación de este modelo como parte de la capacitación básica del residente y del cirujano novel de nuestro hospital. Nuestra intención es continuar esta línea de trabajo para ampliar el número de procedimientos y residentes evaluados y poder realizar un estudio analítico posterior. Asimismo, intentaremos plantear estudios comparativos valorando residentes y cirujanos experimentados, y el valor del modelo en simulación y el desempeño en quirófano.

En conclusión, la hernioplastia inguinal laparoscópica TAPP es un abordaje para la reparación de hernia inguinal que se utiliza cada vez con mayor frecuencia en nuestro hospital; de hecho, supera ya en frecuencia a las técnicas abiertas. Algunos pacientes consideran este procedimiento como de elección por las ventajas que ofrece, por lo que su dominio debe ser necesario para que el cirujano pueda ofrecerlo como alternativa.

La técnica TAPP se considera compleja de aprender y enseñar, requiere de gran habilidad, destreza y una práctica mayor para su enseñanza y dominio, por lo que se hace fundamental establecer un modelo de instrucción y superar una curva de aprendizaje. El modelo aquí descrito es reproducible, de bajo costo y aporta datos relevantes para mejorar su enseñanza. La escala GOALS-GH es una herramienta útil para evaluar la hernioplastia inguinal laparoscópica en este nuevo modelo. La curva de aprendizaje media obtenida fue de 6.4 repeticiones, con un alto error en la colocación de la malla, un hallazgo relevante, ya que indica la necesidad de reforzar este paso. De igual manera, se identifica una curva de aprendizaje mayor en residentes de menor jerarquía, lo que demuestra que la experiencia influye en la capacidad para realizar esta técnica. Estos resultados motivan para la introducción

de modelos de simulación de técnicas específicas en residentes de cirugía desde los primeros años de formación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bökeler U, Schwarz J, Bittner R, et al. Teaching and training in laparoscopic inguinal hernia repair (TAPP): impact of the learning curve on patient outcome. *Surg Endosc*. 2013;27(8):2886-93.
2. Bracale U, Merola G, Sciuto A, et al. Achieving the Learning Curve in Laparoscopic Inguinal Hernia Repair by TAPP: A Quality Improvement Study. *J of Invest Surg* 2019;32(8):738-45.
3. Kavac MS, Roll S. Laparoscopic transabdominal preperitoneal hernia repair (TAPP). In: *Abdominal Wall Hernias*. New York: Springer; 2001. pp. 454-63.
4. Bittner R, Arregui ME, Bisgaard T, et al. Guidelines for laparoscopic (TAPP) and endoscopic (TEP) treatment of inguinal hernia [International Endohernia Society (IEHS)]. *Surg Endosc*. 2011;25(9):2773.
5. Carter J, Duh QY. Laparoscopic repair of inguinal hernias. *World J Surg*. 2011;35(7):1519-25.
6. Yang XF, Liu JL. Laparoscopic repair of inguinal hernia in adults. *Ann Translational Med*. 2016;4(20):1-19.
7. Cawich SO, Mohanty SK, Bonadie KO, et al. Laparoscopic Inguinal Hernia Repair in a Developing Nation: Shortterm Outcomes in 103 Consecutive Procedures. *J of Surg Tech and Case Report*. 2013;5(1):13-7.
8. Edwards CC, Bailey RW. Laparoscopic hernia repair: the learning curve. *Surg Laparosc Endosc & Percutan Tech*. 2000;10(3):149-53.
9. Yang XF, Liu JL. Anatomy essentials for laparoscopic inguinal hernia repair. *Ann of Translational Med*. 2016;4(19):1-7.
10. Bansal VK, Krishna A, Misra MC, et al. Learning curve in laparoscopic inguinal hernia repair: experience at a tertiary care centre. *Indian J Surg*. 2016;78(3):197-202.
11. Hernández-Irizarry R, Zendejas B, Ali SM, et al. Optimizing training cost-effectiveness of simulation-based laparoscopic inguinal hernia repairs. *Am J Surg*. 2016;211(2):326-35.
12. Edwards CC, Bailey RW. Laparoscopic hernia repair: the learning curve. *Surg Laparosc Endosc & Percutan Tech*. 2000;10(3):149-53.
13. Yang XF, Liu JL. Anatomy essentials for laparoscopic inguinal hernia repair. *Ann Translational Med*. 2016;4(19):1-7.
14. Rabe R, Yacapin CPR, Buckley BS, et al. Repeated in vivo inguinal measurements to estimate a single optimal mesh size for inguinal herniorrhaphy. *BMC Surg*. 2012;12(1):19.
15. Kosai N, Sutton PA, Evans J, et al. Laparoscopic preperitoneal mesh repair using a novel self-adhesive mesh. *J of Min Access Surg*. 2011;7(3):192.
16. Wei K, Lu C, Ge L, et al. Different types of mesh fixation for laparoscopic repair of inguinal hernia: A protocol for systematic review and network meta-analysis with randomized controlled trials. *Medicine* 2018;97(16):1-3.
17. Nishihara Y, Isobe Y, Kitagawa Y. Validation of newly developed physical laparoscopy simulator in transabdominal preperitoneal (TAPP) inguinal hernia repair. *Surg Endosc*. 2017;31(12):5429-35.
18. Matsumoto S, Hayakawa T, Kawarada Y, et al. Proper training in laparoscopic hernia repair is necessary to minimize the rising recurrence rate in Japan. *Asian J Endosc Surg*. 2018;11(2):151-4.
19. Kurashima Y, Feldman LS, Al-Sabah S, et al. A tool for training and evaluation of laparoscopic inguinal hernia repair: the global operative assessment of laparoscopic skills-groin hernia (GOALS-GH). *Am J Surg*. 2011;201(1):54-61.
20. Kurashima Y, Feldman L, Al-Sabah S, et al. A novel low-cost simulator for laparoscopic inguinal hernia repair. *Surg Innov*. 2011;18(2):171-5.