




## ESÓFAGO PORCINO: MODELO EX VIVO DE ENTRENAMIENTO LAPAROSCÓPICO PARA LA MIOTOMÍA DE HELLER Y FUNDUPLICATURA DE DOR

RHAYNIVETH SEQUERA V<sup>1</sup>   
MIGUEL VASSALLO P<sup>2</sup>   
HÉCTOR E CANTELE P<sup>3</sup>   
INÉS VILLEGAS<sup>4</sup>

### PORCINE ESOPHAGUS: EX VIVO LAPAROSCOPIC TRAINING MODEL FOR HELLER'S MYOTOMY AND DOR'S FUNDUPLICATION

#### RESUMEN

El dominio de procedimientos avanzados en laparoscopia es fundamental para los cirujanos, por ello el entrenamiento es imprescindible. La miotomía de Heller y funduplicatura de Dor requieren el desarrollo de habilidades y destrezas para realizar la cirugía de forma segura y eficaz, superar la curva de aprendizaje es un reto para el cirujano en formación, por lo que se propone el esófago porcino como modelo ex vivo de entrenamiento laparoscópico, con el fin de permitir desarrollar las habilidades necesarias y así llevar a cabo con éxito el procedimiento quirúrgico. **Objetivo:** Aplicar el esófago porcino como modelo ex vivo para el entrenamiento laparoscópico de la miotomía de Heller y funduplicatura de Dor. **Métodos:** Se realizó un estudio prospectivo, experimental y longitudinal, aplicado en un período de 17 semanas, en sesiones de 1 hora cada una, una sesión por semana. **Resultados:** Se llevaron a cabo 17 prácticas realizadas por el autor, evaluadas por cirujanos expertos, observando un aumento de la puntuación obtenida en la escala GOALS y disminución del tiempo de ejecución a medida que aumentaba el número de prácticas con una correlación altamente significativa, según la tau-B de Kendall ( $p=0,000$ ). **Conclusión:** El modelo ex vivo permitió recrear la mayoría de los pasos quirúrgicos y demostró ser una herramienta útil y valiosa, disminuyendo el tiempo de ejecución del procedimiento y aumentando significativamente las habilidades laparoscópicas.

**Palabras clave:** Miotomía de Heller, laparoscopia, funduplicatura de Dor, modelo porcino

#### ABSTRACT

Mastery of advanced procedures in laparoscopy is important for surgeons, therefore training is essential. Heller's myotomy and Dor's fundoplication require the development of abilities and skills to perform the surgery safely and effectively, overcoming the learning curve is a challenge for the surgeon in training, so the porcine esophagus is proposed as an ex vivo model of laparoscopic training in order to develop the necessary skills to successfully carry out the surgical procedure. **Objective:** To apply the porcine esophagus as an ex vivo model for laparoscopic training of Heller's myotomy and Dor's fundoplication. **Methods:** A prospective, experimental and longitudinal study was carried out, applied by the authors in a period of 17 weeks, in sessions of 1 hour each, one session per week. **Results:** 17 practices carried out by the author were carried out, evaluated by expert surgeons, observing an increase in the score obtained on the GOALS scale and a decrease in execution time as the number of practices with a high significant influence increase, according to Kendall's tau-B ( $p=0.000$ ). **Conclusion:** The ex vivo model allowed recreating most of the surgical steps and stood out as a useful and valuable tool, decreasing the execution time of the procedure and significantly increasing laparoscopic skills.

**Key words:** Heller myotomy, laparoscopy, Dor fundoplication, porcine model

1. Cirujano General. Adjunto servicio de Cirugía Hospital Domingo Luciani. Caracas- Venezuela. Correo-e: dra.rsequera@gmail.com.
2. Cirujano General. Jefe de servicio Cirugía II Hospital Universitario de Caracas. Caracas-Venezuela
3. PhD. Prof. Titular. Escuela de Medicina Luis Razetti. UCV. Director del Curso de Cirugía laparoscópica y Robótica. Caracas- Venezuela
4. Cirujano General. Adjunto servicio de Cirugía IV Hospital Universitario de Caracas

Recepción: 19/08/2023  
Aprobación: 10/11/2023  
DOI: [10.48104/RVC.2023.76.2.11](https://doi.org/10.48104/RVC.2023.76.2.11)  
[www.revistavenezolanadecirugia.com](http://www.revistavenezolanadecirugia.com)

## INTRODUCCIÓN

La cirugía laparoscópica, desde su advenimiento hace cuatro décadas, se ha convertido en el abordaje de elección de un gran número de intervenciones quirúrgicas. El conocimiento de sus múltiples beneficios, ha permitido en los últimos años implementar este abordaje para cirugías cada vez más complejas. Sin embargo, la capacidad de realizar un procedimiento en un entorno tridimensional con retroalimentación bidimensional, incrementa y entelatece el proceso de entrenamiento, por lo que el cirujano debe superar una curva de aprendizaje para poder obtener las habilidades necesarias. <sup>(1)</sup>

Dentro de los procedimientos laparoscópicos avanzados se encuentra la cirugía de la acalasia, la cual consiste en la miotomía de Heller laparoscópica acompañada de un procedimiento antirreflujo (funduplicatura). Por ser la acalasia una patología infrecuente con una incidencia de 1 de cada 100.000 personas, alcanzar la curva de aprendizaje para dichas intervenciones es un reto para el cirujano. <sup>(2)</sup>

Debido a la necesidad de adquirir habilidades laparoscópicas fuera del quirófano, por las implicaciones éticas, riesgos asociados a la carencia de habilidades, se han desarrollado diferentes modelos de entrenamiento, para recrear condiciones quirúrgicas similares a la realidad y permitir al cirujano entrenarse, procurando técnicas más depuradas, en un ambiente seguro, así como, disminuir su tiempo de ejecución y enfrentarse con mayor seguridad a un entorno quirúrgico real. <sup>(1)</sup>

En centros seleccionados, los cirujanos todavía practican sus habilidades de procedimiento en animales vivos, pero debido a objeciones éticas y altos costos, estos no se utilizan con frecuencia. Por otro lado, los modelos de entrenamiento laparoscópicos conformados por objetos inanimados, carecen de realismo debido a que no proporcionan una sensibilidad táctil similar a los tejidos. <sup>(3)</sup>

El modelo *ex vivo* de esófago porcino, por sus similitudes al tejido humano podría ofrecer grandes beneficios en la obtención de destrezas quirúrgicas, en especial en técnicas como la miotomía de Heller y funduplicatura de Dor como tratamiento de la acalasia, siendo un modelo ideal para el aprendizaje residentes y cirujanos en formación. <sup>(1)</sup>

El objetivo de esta investigación fue proponer la utilización del esófago porcino como modelo *ex vivo* de entrenamiento laparoscópico para la miotomía de Heller y la funduplicatura de Dor y evaluar la adquisición de habilidades quirúrgicas mediante la aplicación de la escala GOALS (*Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills*) a través de prácticas supervisadas por cirujanos expertos.

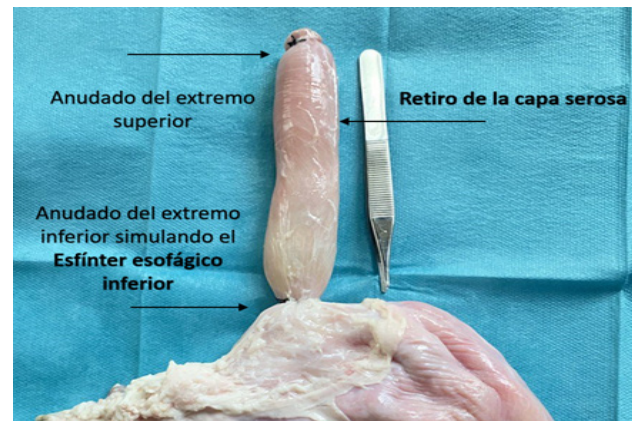
## MÉTODOS

Se desarrolló un estudio observacional y prospectivo, con carácter experimental y longitudinal, cuyo objetivo fue Aplicar el esófago porcino como modelo *ex vivo* para el entrenamiento laparoscópico de la miotomía de Heller y funduplicatura de Dor.

La muestra del estudio fue no probabilística o intencional, conformada por 17 sesiones prácticas realizadas por el autor.

### Preparación del modelo

Se incluyeron en el presente estudio un total de 17 bloques anatómicos conformados por esófago y estómago porcino, preparados para el entrenamiento por el autor, retirando la capa serosa, realizando anudado en la unión gastroesofágica con seda 0, dilatación del esófago mediante instilación de 10-15 ml de agua con una jeringa de 20 cc a través de su extremo proximal y posteriormente anudado del mismo (Figura 1). Los materiales necesarios para dicho modelo fueron: Bloque anatómico porcino, jeringa de 20 cc, caja de entrenamiento laparoscópico, disectores, endotijera, lámina de anime de 20 x 20 cm, seda 0, poliéster 2-0 RB-1.



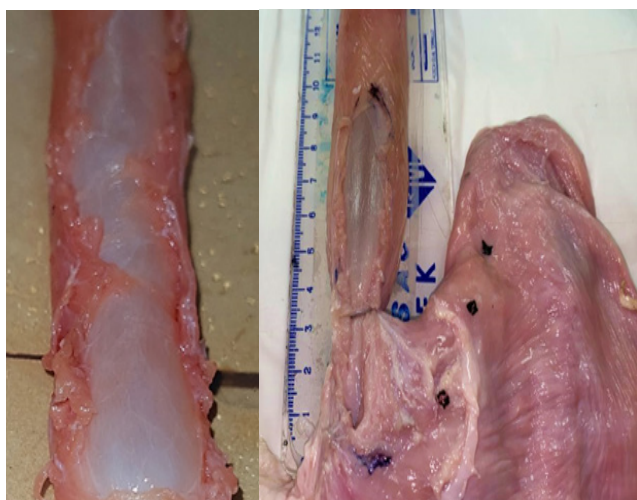
**Figura 1. Preparación del modelo anatómico.**  
Fuente propia

### Procedimiento

Se realizaron en un período de 17 semanas continuas, 17 prácticas en caja negra, fijando el bloque anatómico a una lámina de anime para limitar los movimientos de la pieza. Se recreó la técnica de miotomía de Heller 6 cm en esófago distal y 2 cm por debajo de la unión gastroesofágica (Figuras 2 y 3), finalizando con la funduplicatura de Dor (Figura 4), realizando 3 nudos intracorpóreos en cada extremo de la miotomía. Las prácticas fueron supervisadas por 3 cirujanos expertos, los cuales evaluaron cada sesión a través de la escala de GOALS y cuantificaron la duración de estas (Tablas 1 y 2).



**Figura 2. Medición de la extensión de la miotomía.**  
Fuente propia



**Figura 3. Medición de la extensión de la miotomía. Fuente propia**



**Figura 4. Funduplicatura de Dor. Fuente propia**

## RESULTADOS

La puntuación obtenida en cada uno de los ítems de la escala GOALS para la miotomía de Heller fue aumentando progresivamente, observando que la autonomía presentó puntuación máxima en el 82,4% de las prácticas; mientras que la destreza bimanual y la eficiencia tuvieron puntuación máxima en un 64,7% de las prácticas. En cuanto a la percepción de profundidad y al manejo de los tejidos, se obtuvo puntuación máxima en el 58,8% de las prácticas (Tabla 3).

En cuanto a cada uno de los ítems de la escala GOALS para la funduplicatura de Dor, la puntuación fue incrementándose, observando que la autonomía presentó puntuación máxima en el 82,4% de las prácticas; mientras que la destreza bimanual y la eficiencia tuvieron puntuación máxima en un 76,5% y 47,1% respectivamente. En cuanto a la percepción de la profundidad en un 58,8% y en el manejo de los tejidos, se obtuvo puntuación máxima en el 64,7% de las prácticas (Tabla 4). Observando un aumento progresivo en la puntuación total, obteniendo 19 y 17 puntos respectivamente en la primera práctica, hasta posicionarse en 23 y 25 puntos en las últimas prácticas (Gráficos 1 y 2).

En relación al tiempo quirúrgico se observó menor tiempo de ejecución a medida que avanzaban las prácticas, en la primera práctica la miotomía y la funduplicatura se realizaron en un tiempo de 30 y 29 minutos respectivamente (Tabla 5 y 6), el cual disminuyó progresivamente hasta la sexta práctica, la cual se ejecutó en 14 minutos la miotomía y 15 minutos la funduplicatura, disminuyendo progresivamente hasta la última práctica donde se realizaron en 8 y 9 minutos cada fase del entrenamiento (Gráfica 3).

Al comparar el tiempo quirúrgico con la puntuación de la escala GOALS, se observa que la puntuación de la escala GOALS tienden a aumentar, a medida que van pasando las prácticas, salvo

**Tabla 1. Escala de GOALS**

(A) Percepción de la profundidad			
<b>1</b>	Constantemente sobrepasa el objetivo, movimientos amplios, corrige lentamente.	<b>3</b>	Algunas fallas en la toma del objetivo, pero corrige rápidamente.
		<b>5</b>	Dirige los instrumentos en el plano correcto hacia el objetivo.
			<b>Puntos</b>
(B) Destreza bimanual			
<b>1</b>	Usa solo la mano dominante, pobre coordinación entre ambas.	<b>3</b>	Usa ambas manos, pero la interacción entre ambas no es óptima.
		<b>5</b>	Usa ambas manos de manera complementaria para una óptima exposición.
			<b>Puntos</b>
(C) Eficacia			
<b>1</b>	Muchos movimientos tentativos, cambios frecuentes en el paso a realizar, no progresa.	<b>3</b>	Movimientos lentos pero organizados y razonables.
		<b>5</b>	Confiado, eficiente, se mantiene enfocado en el objetivo
			<b>Puntos</b>
(D) Manejo de los tejidos			
<b>1</b>	Movimientos bruscos, desgarrar el tejido, daño a estructuras, pobre control.	<b>3</b>	Manejo razonable de los tejidos, ocurre daño menor.
		<b>5</b>	Manejo adecuado de los tejidos, tracción apropiada de los mismos.
			<b>Puntos</b>
(E) Autonomía			
<b>1</b>	Incapaz de terminar el procedimiento.	<b>3</b>	Es capaz de terminar la tarea de manera segura, con algo de guía por tutor.
		<b>5</b>	Capaz de completar la tarea por sí solo, sin guía.
			<b>Puntos</b>
Duración del entrenamiento			Tiempo (minutos)
<b>Miotomía:</b>			
<b>Funduplicatura:</b>			

<b>Tabla.2 Materiales</b>	
<b>(A) Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Bloque anatómico porcino	<b>17</b>
Caja de entrenamiento laparoscópico	1
Maryland o Disector	2
Porta agujas	1
Endo tijera	1
(Poliester®2-0 RB-1)	12
Seda 0	2
Lamina de anime de 10x10cm	1
Sujetador metálico	3
Agua	10-15mL
Instrumento de registro: Escala de GOALS	12
Resma de papel tipo carta	1
Computadores con programa Microsoft Office	1
Teléfono celular	1

**Tabla 3. Distribución de puntuaciones de los ítems de la Escala GOALS en las prácticas de Miotomía**

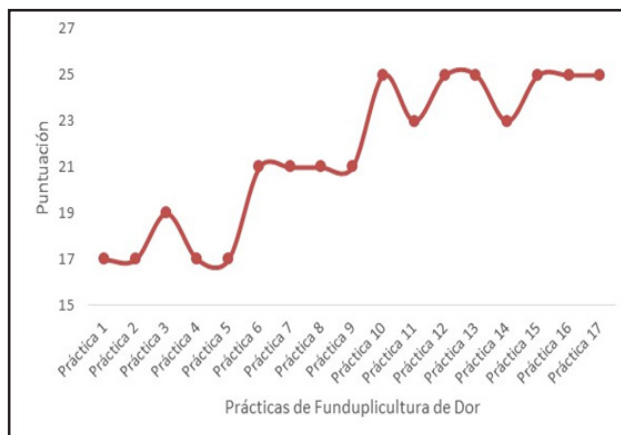
	<b>Percepción de la profundidad</b>		<b>Destreza bimanual</b>		<b>Eficiencia</b>		<b>Manejo de los tejidos</b>		<b>Autonomía</b>	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Puntuación en el Factor										
3 puntos	7	41,2%	6	35,3%	6	35,3%	7	41,2%	3	17,6%
5 puntos	10	58,8%	11	64,7%	11	64,7%	10	58,8%	14	82,4%

**Tabla 4. Distribución de puntuaciones de los ítems de la Escala GOALS en las prácticas de funduplicatura de Dor**

	<b>Percepción de la profundidad</b>		<b>Destreza bimanual</b>		<b>Eficiencia</b>		<b>Manejo de los tejidos</b>		<b>Autonomía</b>	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Puntuación en el Factor										
3 puntos	7	41,2%	4	23,5%	9	52,9%	6	35,3%	3	17,6%
5 puntos	10	58,8%	13	76,5%	8	47,1%	11	64,7%	14	82,4%



**Grafica 1. Evolución de los puntajes de la Escala GOALS en las prácticas de Miotomía**



**Grafica 2. Evolución de los puntajes de la Escala GOALS en las prácticas de funduplicatura de Dor**

**Tabla 5. Evolución de la duración y puntuación en la escala GOALS, de las prácticas de Miotomía**

Práctica Nro	Miotomía	
	Duración de prácticas (min)	Puntuación Escala Goals
Práctica 1	30	19
Práctica 2	26	19
Práctica 3	28	17
Práctica 4	29	19
Práctica 5	27	21
Práctica 6	14	21
Práctica 7	13	21
Práctica 8	15	19
Práctica 9	16	21
Práctica 10	15	23
Práctica 11	11	23
Práctica 12	12	23
Práctica 13	11	23
Práctica 14	10	23
Práctica 15	8	25
Práctica 16	7	25
Práctica 17	8	25

**Tabla 6. Evolución de la duración y puntuación en la escala GOALS, de las prácticas de funduplicatura de Dor**

Práctica Nro	Funduplicatura	
	Duración de prácticas (min)	Puntuación Escala GOALS
Práctica 1	29	17
Práctica 2	28	17
Práctica 3	25	19
Práctica 4	23	17
Práctica 5	23	17
Práctica 6	15	21
Práctica 7	15	21
Práctica 8	14	21
Práctica 9	13	21
Práctica 10	12	25
Práctica 11	12	23
Práctica 12	11	25
Práctica 13	12	25
Práctica 14	10	23
Práctica 15	12	25
Práctica 16	10	25
Práctica 17	9	25

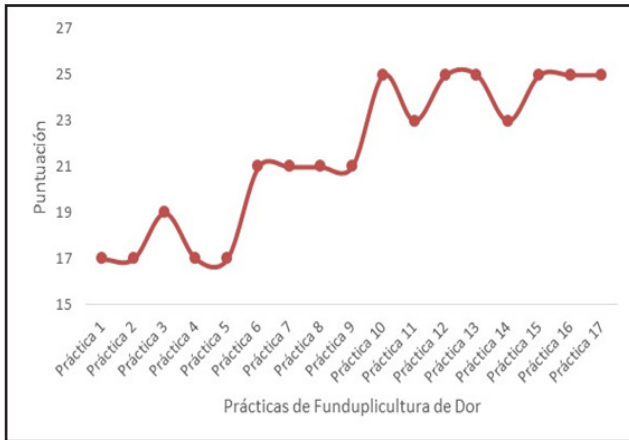
disminuciones puntuales; mientras que la duración de la cirugía presenta una clara tendencia a la baja, a medida que avanzaron las sesiones de entrenamiento (Graficas 4 y 5).

## DISCUSIÓN

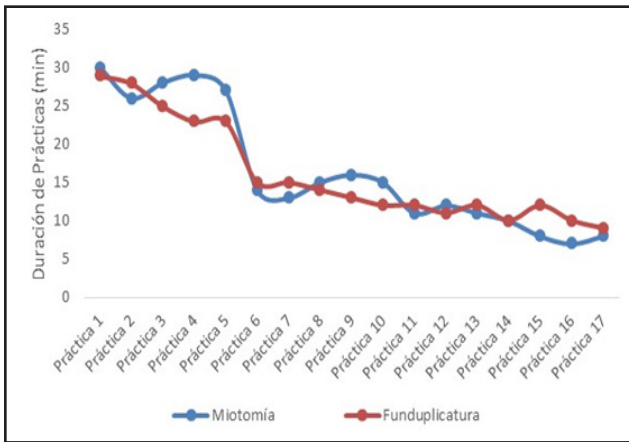
La cirugía laparoscópica demanda destrezas que han revolucionado los métodos de enseñanza. El uso de modelos

de entrenamiento laparoscópico, ofrece una solución a dichos requerimientos. En concordancia con la literatura, el modelo porcino aporta las condiciones ideales para la obtención de habilidades y destrezas quirúrgicas, influyendo positivamente en las curvas de aprendizaje, en especial si los entrenamientos son supervisados por expertos como es el caso de este estudio.<sup>(4-6)</sup>

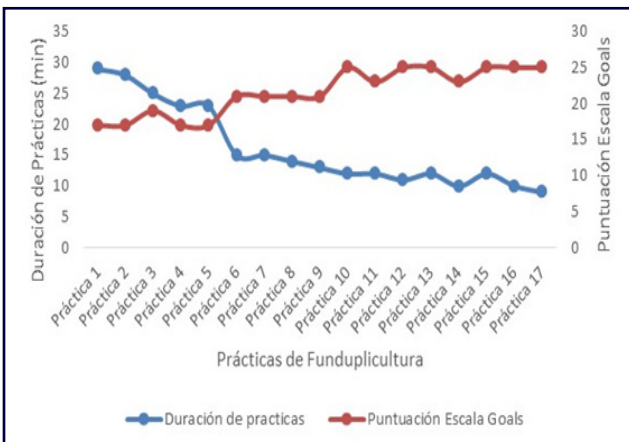
Se efectuaron 17 sesiones prácticas, obteniendo buenos puntajes con mejoras continuas en la adquisición de habilidades y en los tiempos de ejecución de las prácticas, siendo inversamente



**Grafica 3. Evolución de la duración de las prácticas de Miotomía vs funduplicatura de Dor**



**Grafica 4. Evolución de la duración y puntuación en la escala GOALS, de las prácticas de Miotomía**



**Grafica 5. Evolución de la duración y puntuación en la escala GOALS, de las prácticas de funduplicatura de Dor**

proporcional el tiempo de realizarlo con el número de prácticas realizadas.

Se pueden mencionar algunas ventajas relacionadas a las características propias del tejido porcino, a pesar de ser un modelo *ex vivo*, los tejidos brindan la resistencia necesaria, similar a la que pudiese presentarse en el tejido de un paciente con acalasia. Por otro lado, permite recrear la mayoría de los pasos quirúrgicos de la miotomía de Heller y funduplicatura de Dor. Así mismo, el modelo es versátil y puede emplearse en el desarrollo de destrezas de otras técnicas quirúrgicas.<sup>(7-10)</sup>

Con respecto a las limitaciones, cabe destacar el corto período de conservación y el hecho de que solo se pueden utilizar una vez y requiere de un correcto manejo al momento de descartarse, por tratarse de desechos biológicos.

El modelo de esófago porcino *ex vivo* es una herramienta valiosa en la adquisición de habilidad manual, de bajo costo, reproducible y que, a diferencia de los modelos vivos, no requiere de un personal especializado ni un área equipada para su uso.<sup>(11-13)</sup>

Las virtudes del modelo desarrollado superaron sus limitaciones, permitiendo recrear los pasos quirúrgicos de una miotomía de Heller y funduplicatura de Dor, ofreciendo las propiedades y características necesarias para adquirir las competencias en la realización de dicho procedimiento.

**APROBACIÓN ÉTICA:** “Se siguieron todas las pautas institucionales y/o nacionales aplicables para el cuidado y uso de animales”.

**CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses ni haber recibido financiamiento o patrocinio de ninguna organización.

**REFERENCIAS**

1. Botden SMBI, Christie L, Goossens R, Jakimowicz JJ. Training for laparoscopic Nissen fundoplication with a newly designed model: a replacement for animal tissue models? *Surg Endosc.* 2010;24(12):3134-40. <https://doi.org/10.1007/s00464-010-1104-0>
2. Yano F, Omura N, Tsuboi K, Hoshino M, Yamamoto S, Akimoto S, *et al.* Learning curve for laparoscopic Heller myotomy and Dor fundoplication for achalasia. Inoue S, editor. *PLoS One.* 2017;12(7):1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180515>
3. Usón J, Pérez E, Usón, J, Sánchez J, Sánchez F. Modelo de formación piramidal para la enseñanza de cirugía laparoscópica. *Cirugía y Cirujanos.* 2013;81(5):420-430. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66228814009>
4. Artifon E, Tchekmedyan A, Fernandes K, Artifon A, Fonseca A, Otoch J. Entrenamiento en endoscopia con modelos *ex vivo* y simuladores virtuales: nuevos métodos de enseñanza. *Rev Gastroenterol Perú.* 2014;34(4):325-331. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rgp/v34n4/a07v34n4.pdf>

5. Rubin A, Vassallo M. Modelo inorgánico de simulación de gastrostomía laparoscópica con impresión 3D, para adquirir habilidades en sutura intracorpórea. *Rev Venez Cir.* 2021;74(2):32-38. <https://doi.org/10.48104/RVC.2021.74.2.5>
6. García G, Jiménez G, Barrios A, Guevara R, Ruiz J, Mendivelso F. El cambio del paradigma educativo en la enseñanza de la cirugía laparoscópica. *Revista Colombiana de Cirugía.* 2017;32(1):40-44. <http://dx.doi.org/10.30944/20117582.6>
7. Teh JL, Shabbir A. Resection of Gastroesophageal Junction Submucosal Tumors (SMTs). En: *Mastering Endo-Laparoscopic and Thoracoscopic Surgery.* Singapore: Springer Nature Singapore; 2023:207–211. [http://dx.doi.org/10.1007/978-981-19-3755-2\\_32](http://dx.doi.org/10.1007/978-981-19-3755-2_32)
8. Ujiiie H, Kato T, Hu H-P, Bauer P, Patel P, Wada H, *et al.*. Development of a novel ex vivo porcine laparoscopic Heller myotomy and Nissen fundoplication training model (Toronto lap-Nissen simulator). *J Thorac Dis.* 2017;9(6):1517–24. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.05.84>
9. Higuchi M, Abe T, Hotta K, Morita K, Miyata H, Furumido J, *et al.* Development and validation of a porcine organ model for training in essential laparoscopic surgical skills. *Int J Urol.* 2020;27(10):929-938. <https://doi.org/10.1111/iju.14315>
10. Jarry C, Inzunza M, Bellolio F, Marino C, Achurra P, Varas J, *et al.* Desarrollo y evaluación de modelo *ex vivo* para entrenamiento de anastomosis intracorpórea en hemicolectomía derecha laparoscópica. *Rev Cir (Mex).* 2020;72(3):209-216. <http://dx.doi.org/10.35687/s2452-45492020003554>
11. Gómez M, Ruiz O, Marulanda H. Desarrollo de modelos educativos para el aprendizaje de nuevas técnicas endoscópicas: miotomía endoscópica por vía oral (POEM) y elastografía por ultrasonido endoscópico. *Rev Colomb Gastroenterol.* 2020;35(1):8–17. <https://doi.org/10.22516/25007440.454>
12. Bellorin O, Kundel A, Sharma S, Ramirez A, Lee, P. "Training model for laparoscopic Heller and Dor fundoplication: a tool for laparoscopic skills training and assessment construct validity using the GOALS score." *Surg Endosc.* 2015; 30:3654-3660. <https://doi.org/10.1007/s00464-015-4617-8>
13. Jasso R, Rueda E, Pérez M, Baltazares M, Olmos J, Martínez J, *et al.* Técnica de *ex vivo* en modelo biológico para trasplante pulmonar. Una manera de realizar simulación de alto realismo. *NCT Neumol y Cirugía Tórax.* 2020;79(2):78–81. <https://dx.doi.org/10.35366/94631>