



## ARTÍCULO ORIGINAL

# Entrenamiento en pilorotomía endoscópica mediante el uso de modelos animales

I. T. Fuentes-Rojas<sup>a,\*</sup>, E. Torices-Escalante<sup>a</sup>, L. Domínguez-Camacho<sup>a</sup>, S. Franco-León<sup>a</sup>, G. Vázquez-Sánchez<sup>a</sup> y S. Sobrino-Cossio<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Endoscopia, Hospital Regional "1º de Octubre", Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), México D.F., México

<sup>b</sup> Departamento de Endoscopia, Instituto Nacional de Cancerología, México D.F., México

### PALABRAS CLAVE

Piloromiotomía extramucosa; Piloromiotomía endoscópica; Modelos biológicos; México.

### Resumen

**Introducción:** Los simuladores biológicos inanimados (SBI) permiten el desarrollo de las destrezas en endoscopia. La piloromiotomía extramucosa es el estándar de tratamiento para la estenosis hipertrófica de píloro (EHP). La vía endoscópica peroral secciona la capa muscular circular hipertrófica. Este procedimiento tiene excelentes resultados, sin embargo, para endoscopistas no expertos el identificar la muscular circular es difícil e incrementa el riesgo de perforación.

**Objetivo:** Evaluar la factibilidad del uso de SBI para el entrenamiento endoscópico en piloromiotomía endoscópica (PME).

**Métodos:** Diseño experimental sin grupo control en SBI porcino. Se llevó a cabo por 2 endoscopistas con experiencia previa en disección de submucosa y cardiomiectomía endoscópica. Evaluamos las diferentes fases (éxito técnico, complicaciones, tiempo). Se realizó estadística descriptiva.

**Resultados:** Realizamos 8 PME, en tiempo promedio  $28.4 \pm 17.9$  minutos. La evaluación de la pieza tuvo una correlación positiva con la imagen endoscópica. El sitio del abordaje para PME se relacionó con el tiempo de procedimiento; siendo superior sobre curvatura mayor del antro. Hubo variabilidad en el tiempo del procedimiento, siendo menor en pared anterosuperior antro. No se presentaron complicaciones como perforación y 6 PME se reportaron incompletas confirmadas por patología.

**Conclusiones:** El SBI porcino permite el adiestramiento en técnicas endoscópicas complejas con amplio margen de seguridad. La situación del túnel submucoso se relacionó directamente con la factibilidad de la PME.

\* Autor para correspondencia: Av. Instituto Politécnico Nacional N° 1669, Colonia Magdalena de las Salinas, Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07300, México D.F., México. TeléfonoS: 5586 6011, ext. 186 / 5586 3027. Correo electrónico: itfuentesrojas@live.com (I. T. Fuentes-Rojas).

**KEYWORDS**

Pyloromyotomy  
extramucosal;  
Endoscopic  
pyloromyotomy;  
Biological models;  
Mexico.

**Endoscopic pyloromyotomy training using animal models****Abstract**

**Introduction:** The biological inanimate simulators (BIS) permit the development of skills in endoscopy. The extramucosal pyloromyotomy is the standard treatment for hypertrophic pyloric stenosis (HPS). The peroral endoscopic approaches severed hypertrophic circular muscular layer. This procedure has excellent results, however, for a non-expert endoscopist is difficult to identify the circular muscle and increases the risk of perforation.

**Objective:** To evaluate the feasibility of using BIS porcine for endoscopic training in endoscopic pyloromyotomy (EPM).

**Methods:** Experimental design without group control in porcine BIS. Two endoscopists with previous experience in endoscopic submucosal dissection and esophagomyotomy used experimental design with no control group for the porcine SBI. We evaluated the different phases (technical success, complications and time) and calculated descriptive statistics.

**Results:** We performed eight EPM, with an average time  $28.4 \pm 17.9$  minutes. The evaluation of the piece had a positive correlation with the endoscopic image. The site of PME approach was related to the procedure time, being greater on greater curvature of the antrum. There was variability in the time of the procedure being lower in anterior antral wall. There were no complications such as perforation and 6 PME were reported incomplete confirmed by pathology.

**Conclusions:** The SBI porcine allows training in complex endoscopic techniques with wide safety margin. The submucosal tunnel situation was directly related to the feasibility of the PME.

0188-9893 © 2014. Asociación Mexicana de Endoscopia Gastrointestinal. Publicado por Elsevier México. Todos los derechos reservados.

**Introducción**

La estenosis hipertrófica del píloro (EHP), de etiología no clara, es la condición quirúrgica más común en los lactantes, sobre todo entre los niños varones de raza caucásica, con una incidencia de uno a 4 por 1,000 nacidos vivos<sup>1-3</sup>. Histológicamente, existe una marcada hipertrofia e hiperplasia que afecta la capa muscular circular con hipertrofia de la mucosa subyacente. El análisis inmunohistoquímico del músculo hipertrófico revela un aumento en los fibroblastos, fibronectina, proteoglicanos, sulfato de condroitina, elastina y colágeno. Mediante la microscopía confocal puede observarse el nervio anormalmente espeso y fibras distorsionadas. Estos cambios producen obstrucción parcial o completa de la salida gástrica<sup>2</sup>.

La piloromiotomía extramucosa longitudinal (PMQ) es el estándar de referencia para el tratamiento de EHP<sup>4</sup>. La miotomía endoscópica intraluminal (PME) es una alternativa terapéutica que utiliza el tercer espacio (submucoso) para alcanzar la capa muscular interna circular, en forma similar a la miotomía para la acalasia descrita por Pasricha et al. en 2007<sup>5</sup>. El objetivo de PME en el trabajo de Kawai et al. fue alcanzar una reducción de la presión en 20% al 30% de la basal, la cual fue suficiente con la sección de la capa interna circular, ya que es a este nivel que se presentan los cambios hipertróficos principales<sup>2</sup>. La tasa de éxito técnico y clínico es similar a la PMQ aunque menos costosa, y se puede realizar como un procedimiento ambulatorio<sup>6</sup>, con morbilidad similar en manos de un endoscopista terapéutico experimentado. Sin embargo, se requiere de un modelo de entrenamiento con el conocimiento de sus indicaciones, contraindicaciones<sup>7</sup> y la práctica de la técnica,

que permita identificar con precisión la capa muscular circular y así evitar el elevado riesgo de perforación en manos de endoscopista no expertos<sup>8</sup>.

Los simuladores han sido usados como método de enseñanza, ya que reproducen situaciones especialmente difíciles o poco frecuentes y simulan la realidad<sup>9-11</sup>. Los modelos biológicos inanimados (MBI) permiten un número de repeticiones sin límite, además de conocer y manejar complicaciones potenciales de los mismos<sup>10,12</sup>.

El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de modelos biológicos inanimados en el entrenamiento endoscópico para el desarrollo de destrezas en la PME.

**Métodos**

Estudio experimental en MBI porcino (junio 2013) en el Servicio de Endoscopia del Hospital Regional "1° de Octubre" del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Se seleccionaron en forma no aleatoria a 2 endoscopistas entrenados con conocimiento teórico y práctico, experiencia previa en la técnica de disección endoscópica de la mucosa (DES) y cardiomiectomía endoscópica. Durante la evaluación se analizó la pieza antes del estudio patológico.

Evaluamos 3 fases del procedimiento: 1) éxito técnico confirmado por patología (variable categórica), 2) complicaciones y, 3) tiempo de cada una de las 3 primeras fases y tiempo total.

- **Diseño:** Diseño experimental sin grupo control en MBI porcino para evaluar el desarrollo de destrezas y eficacia de la PME. Se evaluaron los siguientes puntos:

- A. Habilidades manuales para 3 fases:
  1. Técnica de inyección y levantamiento de mucosa.
  2. Creación de túnel submucoso: mediante precorte, hidrodisección, disección con balón.
  3. Disección o corte de la capa muscular circular.
- B. Tasa de éxito técnico.
- C. Complicaciones (perforación, miotomía incompleta) y su manejo.

Cada una de estas destrezas fue medida en forma independiente en minutos.

- *Preparación de las lesiones:* Se obtuvieron bloques de órganos de cerdo (esófago, estómago y duodeno) sacrificados en el rastro y la mucosa fue lavada energicamente con una solución de ácido acético diluido al 0.2% para remover la película de moco. La preparación de las lesiones se llevó a cabo en la Unidad de Endoscopia del Hospital Regional "1° de Octubre" del ISSSTE. El bloque fue colocado dentro de una caja plástica (poliestireno expandido) adaptada.

En todos los casos, los procedimientos endoscópicos se realizaron en las primeras 6 horas de haber preparado los modelos.

- *Materiales:* Videoendoscopio diagnóstico (GIF 150; Olympus America Corp, Melville, NY); unidad electroquirúrgica (UES-40 Olympus); accesorios endoscópicos: cuchillo aguja diseñado para precorte (KD-V44 1M, Olympus), hemoclips EZ (Olympus), agujas para inyección (NM-200U-0423, Olympus) y balón hidrostático (CRE, Boston Scientific)
- *Evaluación de destrezas:*

*Fase 1, inyección:* Se inyectó de 5 a 10 mL de una solución (5 mL de manitol + 4 mL de metilcelulosa + 1 mL de azul de metileno) en la submucosa del antro, a una distancia entre 3 a 5 cm del píloro mediante una aguja de escleroterapia (NM-200U-0423, Olympus), hasta lograr una elevación mayor a 10 minutos de la capa mucosa.

*Fase 2, creación de túnel submucoso:* Mediante una aguja de corte se incidió longitudinalmente la mucosa hasta una abertura máxima de 1.5 cm para exponer la submucosa. Se aplicó constantemente solución preparada para mantener el espacio submucoso visible que se disecó con aguja de corte (KD-V44 1M Olympus), avanzando un balón dilatador (Boston Scientific CRE esofágico) para crear el túnel submucoso y exponer la capa muscular circular interna.

*Fase 3, piloromiotomía:* Se identificó la capa muscular circular interna que se cortó con una aguja de corte en forma longitudinal hasta el borde distal del píloro. Posteriormente, realizamos lavado con agua de irrigación de túnel submucoso con pequeñas cantidades de solución salina.

Además se evaluaron los siguientes parámetros:

- Éxito técnico: Consistió en la comprobación histopatológica de la miotomía del esfínter pilórico.
- Perforación: Consistió en evaluar la presencia de esta complicación en el bloque de tejido o por histopatología.
- Clips para el manejo de la perforación: Consistió en colocar uno o varios clips sobre el sitio de perforación.

- Evaluar el tiempo promedio por fase y total: El promedio global de las 3 fases de la PME y cada una de ellas fueron calculados en el puntaje final.

## Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva con medidas de tendencia central (promedio y desviaciones estándar).

## Resultados

Fueron realizadas 8 PME en un tiempo promedio global  $28.4 \pm 17.9$  minutos. Las miotomías fueron sobre la curvatura mayor, pared anterior, curvatura menor del antro gástrico. El tiempo promedio para cada fase fue: inyección  $2 \pm 1.5$  minutos, túnel submucoso  $8.1 \pm 2.8$  y miotomía  $18.4 \pm 16.1$  minutos (tabla 1).

La evaluación de la pieza macroscópicamente se correlacionó con el reporte patológico; hubo correlación entre el sitio de la piloromiotomía y el tiempo de procedimiento, incrementándose cuando se hizo sobre la curvatura mayor de antro. Las fases de PME mostraron gran variabilidad en cuanto a tiempo de realización y tuvo correlación positiva con la localización, siendo menor en la pared anterosuperior del antro. No se presentaron perforaciones y 6 PME fueron reportadas por histopatología incompletas.

## Discusión

Los simuladores reproducen situaciones difíciles para el entrenamiento, similar a situaciones reales a bajo costo y sin riesgos. Los estudios sobre competencia en endoscopia demuestran la necesidad de contar con un determinado número de procedimientos para alcanzar la curva de aprendizaje. Incluso se ha propuesto una aproximación a la técnica y la adquisición de la curva de aprendizaje, a través de un proceso sistemático iniciando con un entrenamiento en endoscopia diagnóstica, observación del experto, entrenamiento en modelo animal *ex vivo*, animal vivo y finalmente, en pacientes<sup>7</sup>.

La PME requiere de una gran destreza y entrenamiento endoscópico<sup>8</sup>. La fase de inyección no representa una dificultad, pero si es importante seleccionar la solución para elevar el espacio submucoso (ES) y crear un adecuado "colchón submucoso" por un tiempo prolongado, que permita la entrada del endoscopio hacia el tercer espacio y facilite la exposición de las fibras musculares circulares internas.

Kawai et al. recomendó crear un túnel submucoso y la PME sobre la curvatura mayor<sup>8</sup>, sin embargo, nosotros encontramos mayor facilidad al realizarla sobre la región anterosuperior del píloro similar a la técnica extramucosa (PMQ). Debido a las diferencias anatómicas del estómago del cerdo, existe mayor dificultad técnica para el abordaje endoscópico, ésta es debida a la mayor longitud de la cámara gástrica y el divertículo de fondo gástrico, dificultando el posicionamiento del endoscopio frente al píloro, la presencia del *torus* pilórico, una protuberancia de músculo liso y tejido adiposo, que disminuye el orificio del píloro y limita la realización del túnel submucoso alrededor del mismo<sup>13</sup>. Esto incrementa la dificultad técnica debido al asa o bucle, lo cual prolonga la duración del procedimiento. Por ello,

**Tabla 1** Tiempo en minutos de las diferentes fases de la técnica

N°	Inyección	Túnel submucoso	Miotomía	Tiempo total	Localización
1	1.9	12.8	7.2	21.9	Pared anterior
2	1.5	7.6	7.5	16.6	Curvatura menor
3	1.9	4.2	2.5	8.6	Pared anterior
4	0.7	9.8	8.3	18.8	Curvatura mayor
5	0.5	4.5	10.5	15.5	Pared anterior
6	5.3	8	42.6	55.9	Curvatura mayor
7	3	9.7	40	52.7	Curvatura mayor
8	1.1	7.8	28.6	37.5	Curvatura menor
<b>Media</b>	2	8.1	18.4	28.4	
<b>Desviación estándar</b>	1.5	2.8	16.1	17.9	

sugerimos la realización del túnel submucoso y PME sobre la región anterosuperior del píloro. En el cerdo vivo, otra de las desventajas es la irrigación a través de la arteria gastropiloica derecha, por lo cual es necesaria una cuidadosa homeostasia de los vasos, sin embargo el aplicar una excesiva coagulación y disección de la capa submucosa incrementará el riesgo de necrosis del colgajo mucoso<sup>8</sup>.

Algunos autores han descrito que la magnificación endoscópica permite identificar adecuadamente las capas musculares circular y longitudinal; nosotros no empleamos esta tecnología para este estudio.

La literatura internacional reporta un tiempo promedio del procedimiento en modelo porcino vivo de  $57.5 \pm 30.7$  minutos, en nuestro trabajo fue en promedio de  $28.4 \pm 17.9$  minutos, sin embargo es necesario señalar que esto no traduce mayor habilidad ni simpleza del procedimiento, ya que existen otros factores en el modelo animal vivo o en el humano como: los riesgos (hemorragia y perforación), peristalsis y variabilidad biológica (localización, forma, etc.).

El uso de MBI tiene un ambiente controlado (evitamos los movimientos respiratorios del paciente, el reflejo nauseoso, los eructos por sobredistensión). Una de las desventajas del modelo es el sesgo del operador, quien conoce que el riesgo de complicaciones en este modelo no tiene un significado clínico.

El modelo nos permitió conocer mejor las diferentes fases, no obstante se requiere incrementar el número de repeticiones para poder identificar con precisión la capa muscular circular y valorar una curva de aprendizaje. No se presentaron perforaciones y la complicación observada fue la PME incompleta que fue elevada (6/8).

En conclusión, el uso de modelos biológicos inanimados permite el adiestramiento en técnicas endoscópicas complejas con amplio margen de seguridad. Este modelo fue factible para realizar PME. La localización del túnel submucoso se correlacionó con el tiempo del procedimiento. Este procedimiento quirúrgico endoscópico podría convertirse en una excelente herramienta para la cirugía mínimamente invasiva.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Financiamiento

No se recibió patrocinio para llevar a cabo este artículo.

## Bibliografía

- Pandya S, Heiss K. Pyloric Stenosis in Pediatric Surgery. An Evidence-Based Review. *Surg Clin N Am* 2012;92:527-539.
- Coran AG. Pediatric Surgery. 7<sup>th</sup> Edition. Chapter 78. USA: 2012. p. 1028.
- McMahon B. The continuing enigma of the pyloric stenosis of infancy: a review. *Epidemiology* 2006;17:195-201.
- Ranells JD, Carver JD, Kirby RS. Infantile Hypertrophic Pyloric Stenosis: Epidemiology, Genetics, and Clinical Update. *Advances in Pediatrics* 2011;58:195-206.
- Pasricha PJ, Hawari R, Ahmed I, et al. Submucosal endoscopic esophageal myotomy: a novel experimental approach for the treatment of achalasia. *Endoscopy* 2007;39:761-764.
- Ibarguen-Secchia E. Endoscopic pyloromyotomy for congenital pyloric stenosis. *Gastrointest Endosc* 2005;61:598-600.
- Ospina J, Ichiro O, Uedo N, et al. Propuesta de entrenamiento en seis etapas para disección endoscópica submucosa utilizando modelos animales. *Rev Col Gastroenterol* 2010;25:321-324.
- Kawai M, Peretta S, Burckhardt O, et al. Endoscopic pyloromyotomy: a new concept of minimally invasive surgery for pyloric stenosis. *Endoscopy* 2012;44:169-173.
- Bar Meir S. Endoscopy simulators: the state of the art. *Gastrointest Endosc* 2000;52:701-703.
- Ramírez M, Sobrino-Cossio S, Hernández A. Diseño y Descripción de Simuladores Biológicos Inanimados para Entrenamiento en Endoscopia Gastrointestinal. *Endoscopia* 2006;18:30-36.
- Bittner J, Mellinger J, Imam T, et al. Face and construct validity of a computer based virtual reality simulator for ERCP. *Gastrointest Endosc* 2010;71:357-364.
- Figuerola-Barajas P, Sobrino-Cossio S, Hernández AG, et al. Entrenamiento en la disección endoscópica de la submucosa mediante el uso de simuladores biológicos inanimados. *Revista de Gastroenterología de México* 2010;4:380-388.
- Consultado en enero de 2014. <http://www.um.es/anatvet/interactividad/acerdo/indexd.htm>