



Entrenamiento en piloromiotomía endoscópica mediante el uso de modelos animales

Ingrid Fuentes-Rojas,* Eduardo Torices-Escalante,** Leticia Domínguez-Camacho,***
Sandra Franco-León,**** Gilberto Vázquez-Sánchez,***** Sergio Sobrino-Cossio*****

Resumen

Antecedentes: 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 capa 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 modelo biológico inanimado porcino. Dos cirujanos endoscopistas, con experiencia previa en disección submucosa y cardiomiectomía endoscópica. Evaluamos las diferentes fases (éxito técnico, complicaciones, tiempo). Se realizó estadística descriptiva. **Resultados:** Realizamos 18 PME, en tiempo promedio 28.1 ± 11.7 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 del procedimiento, siendo mayor sobre curvatura mayor del antro. Hubo variabilidad en el tiempo del procedimiento, siendo menor en pared anterosuperior del antro. No se presentaron complicaciones como perforación y 6 PME se reportaron incompletas, confirmadas por patología. **Conclusiones:** El modelo biológico inanimado (MBI) 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. Este modelo es ideal para valorar complicaciones como la perforación y PME incompleta.

Palabras clave: Piloromiotomía extramucosa, piloromiotomía endoscópica, modelos biológicos.

Abstract

Background: The biological inanimate simulators allow the development of skills in endoscopy. The extramucosal pyloromyotomy is the standard treatment for hypertrophic pyloric stenosis (HPS). The peroral endoscopic route transect the hypertrophic circular muscle layer. This procedure has excellent results; however, for non-expert endoscopists, identifying circular muscle layer is difficult and increases the risk of perforation. **Objective:** To evaluate the feasibility of using inanimate biological simulators for endoscopic training in endoscopic pyloromyotomy (EPM). **Methods:** Experimental design without control group in inanimate pig biological model. Two endoscopists surgeons with prior experience in endoscopic submucosal dissection and cardiomyotomy. We assess the different phases (technical success, complications, time). Descriptive statistics were performed. **Results:** We performed 18 EPM, in mean time 28.1 ± 11.7 minutes. The assessment of the piece was positively correlated with the endoscopic image. The site for EPM approach is related to the time of procedure; being greater on greater curvature of the antrum. There was variability in the procedure time, being lower in the anterosuperior antrum wall. No complications such as perforation occurred and 6 EPM were reported incomplete as confirmed by pathology. **Conclusions:** The porcine inanimate biological model allows training in complex endoscopic techniques with wide safety margin. The location of the submucosal tunnel was directly related to the feasibility of the EPM. This model is ideal for evaluating complications such as perforation and incomplete EPM.

Key words: Extramucosal pyloromyotomy, endoscopic pyloromyotomy, biological models.

* Residente de Endoscopia, Hospital Regional 1º de Octubre, ISSSTE.

** Jefe de Servicio de Endoscopia, Hospital Regional 1º de Octubre, ISSSTE.

*** Servicio de Endoscopia, Hospital Regional 1º de Octubre, ISSSTE.

**** Jefe de Anatomía Patológica, Hospital Regional 1º de Octubre, ISSSTE.

***** Coordinador de Servicios Auxiliares de Diagnóstico y Tratamiento, Hospital Regional 1º de Octubre, ISSSTE.

***** Departamento de Endoscopia, Instituto Nacional de Cancerología.

Correspondencia:

Dra. Ingrid Tatiana Fuentes Rojas

Av. Instituto Politécnico Nacional Núm. 1669,

Col. Magdalena de las Salinas, 07300,

Del. Gustavo A. Madero.

Tel: 55-86-60-11, ext. 186 o al 55-86-30-27

E-mail: itfuentesrojas@live.com

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 1 a 4 por 1,000 nacidos vivos.¹⁻³ 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 microscopia confocal puede observarse el nervio anormalmente espeso y fibras distorsionadas. Estos cambios producen obstrucción parcial o completa de la salida gástrica.²

La piloromiotomía extramucosa longitudinal (PMQ) es el estándar de referencia para el tratamiento de EHP.⁴ 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 y cols. en el 2007.⁵ Kawai y cols. demostraron una reducción de la presión en 20 al 30% de la basal mediante la PME, con la sección selectiva de la capa muscular interna o circular, ya que es a este nivel que se presentan las alteraciones con hipertrofia más marcada.² La tasa de éxito técnico y clínico es similar a la PMQ, aunque menos costosa, y se puede realizar como un procedimiento ambulatorio,⁶ 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, contraindicaciones⁷ 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 endoscopistas no expertos.⁸

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

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

MÉTODOS

Estudio experimental en MBI porcino (junio y julio 2013) en el Servicio de Endoscopia del Hospital Regional 1º de Octubre del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).

Se seleccionaron en forma no aleatoria a dos cirujanos endoscopista entrenados con conocimiento teórico y práctico, con 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 tres fases del procedimiento: 1) éxito técnico confirmado por patología (variable categórica), 2) complicaciones, y 3) tiempo de cada una de las tres 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 tres fases:
 - 1) Técnica de inyección y levantamiento de mucosa.
 - 2) Creación de túnel submucoso: mediante precorte, hidrodissección, 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 enérgicamente con una solución de ácido acético diluido al 0.2% para remover la película de moco (*Figura 1*).

La preparación de las lesiones se llevó a cabo en la Unidad de Endoscopia del Hospital Regional 1º de Octubre del ISSSTE. El bloque fue colocado dentro de una caja plástica (poliestireno expandido) adaptada (*Figura 2*).

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

Materiales: videoendoscopio diagnóstico (GIF 150; Olympus America Corp, Melville, NY); unidad electroquirúrgica



Figura 1. Bloque de abdomen superior de cerdo, dispositivo adaptado como continente para el entrenamiento endoscópico.

(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 (Figura 3A).

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 (Figura 3B).

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 (Figura 3C). 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 tres fases de la piloromiotomía endoscópica y cada una de ellas se calcularon en el puntaje final.

Estadística: se realizó estadística descriptiva con medidas de tendencia central (promedio y desviaciones estándar).



Figura 2. Entrenamiento.

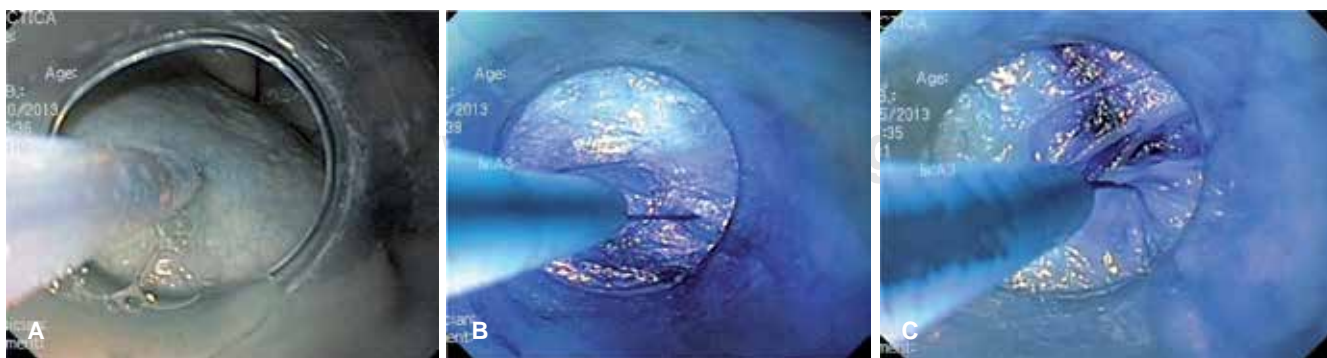


Figura 3. Fases de la piloromiotomía endoscópica. **A)** Fase 1: inyección submucosa. **B)** Fase 2: creación de túnel submucoso. **C)** Fase 3: identificación y miotomía de capa muscular circular.

RESULTADOS

Fueron realizadas 18 PME en un tiempo promedio global 28.1 ± 11.7 minutos. Las miotomías fueron sobre la curvatura mayor, pared anterior, curvatura menor del antro gástrico. El tiempo promedio para cada fase fue: inyección 1.4 ± 1.2 minutos, túnel submucoso 7 ± 2.3 y miotomía 19.7 ± 10.5 minutos (Cuadro 1).

La evaluación de la sección completa del esfínter y complicaciones como perforación, se verificó intraoperatoriamente y mediante el reporte patológico; hubo relación 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 rela-

ción positiva con la localización, siendo menor en la pared anterosuperior del antro. Se identificó el esfínter pilórico en el 100% de los casos, el éxito técnico se reportó de 66.7%, no se presentaron perforaciones y 6 PME fueron reportadas por histopatología incompletas (Ver Figuras 4 y 5).

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

Cuadro 1. Tiempo en minutos de las diferentes fases de la técnica.

| No. | 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 | 8.0 | 42.6 | 55.9 | Curvatura mayor* |
| 7 | 3.0 | 9.7 | 40.0 | 52.7 | Curvatura mayor |
| 8 | 1.1 | 7.8 | 28.6 | 37.5 | Curvatura menor |
| 9 | 1.5 | 5.2 | 25.1 | 31.8 | Curvatura menor |
| 10 | 1.0 | 6.1 | 18.9 | 26.0 | Pared anterior |
| 11 | 1.9 | 7.0 | 20.4 | 29.3 | Curvatura menor |
| 12 | 0.9 | 9.0 | 17.9 | 27.8 | Pared anterior |
| 13 | 0.8 | 7.1 | 23.5 | 31.4 | Curvatura menor |
| 14 | 0.5 | 4.9 | 20.3 | 25.7 | Pared anterior |
| 15 | 0.7 | 7.2 | 22.4 | 30.3 | Curvatura menor |
| 16 | 1.0 | 6.0 | 19.9 | 26.9 | Pared anterior |
| 17 | 0.9 | 5.0 | 18.4 | 24.3 | Curvatura menor |
| 18 | 0.5 | 4.5 | 20.1 | 25.1 | Pared anterior |
| Promedio | 1.4 | 7.0 | 19.7 | 28.1 | |
| Desviación estándar | 1.2 | 2.3 | 10.5 | 11.7 | |

*Reportadas por histopatología como sección incompleta del esfínter pilórico.

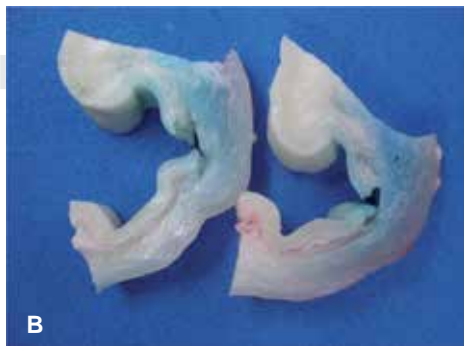


Figura 4. A) Corte de pieza en región antropilórica de cerdo, posterior a piloromiotomía. B) Corte de pieza a nivel de túnel submucoso con esfínter pilórico seccionado.

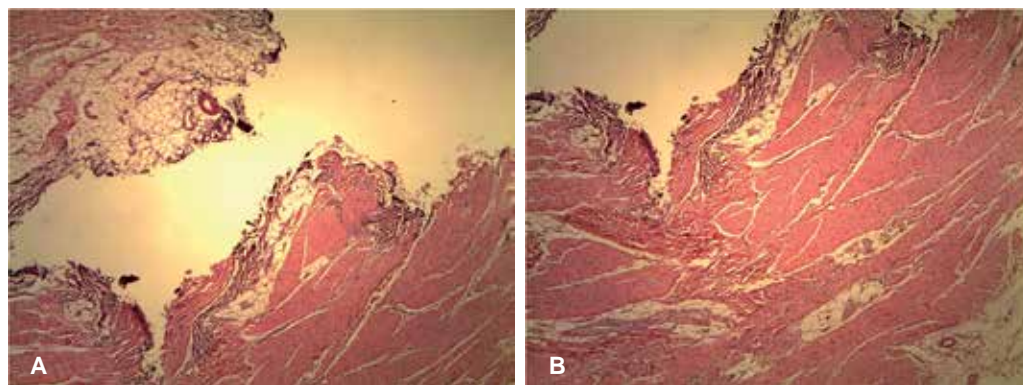


Figura 5. A) Examen microscópico del tejido después de la miotomía endoscópica de píloro (hematoxilina y eosina). Corte completo de la capa muscular circular en el antro y píloro. **B)** Corte incompleto de la capa muscular circular en el antro y píloro.

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 bajo supervisión del experto.⁷

La PME requiere de una gran destreza y entrenamiento endoscópico.⁸ La fase de inyección no representa una dificultad, pero sí es importante seleccionar la solución para elevar y mantener el espacio submucoso (ES), creando un adecuado «colchón submucoso» por un tiempo prolongado que permita la entrada del endoscopio hacia el tercer espacio y facilitar la exposición de las fibras musculares circulares internas.

Kawai y col. recomendaron crear un túnel submucoso y la PME sobre la curvatura mayor;⁸ sin embargo, nosotros encontramos mayor facilidad al realizarla sobre la región anterosuperior del píloro similar a la técnica extramucosa (PMQ). Entre las dificultades, debido a las diferencias anatómicas del estómago del cerdo, que obstaculizan la técnica para el abordaje endoscópico son: a) la longitud mayor de la cámara gástrica y b) el divertículo de fondo gástrico, dificultando el posicionamiento del endoscopio frente al píloro, c) 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.¹³ Esto incrementa la dificultad técnica debido al asa o bucle que prolonga la duración del procedimiento. Por ello, sugerimos la realización del túnel submucoso y PME sobre la región anterosuperior del píloro. En el cerdo vivo, otra de las desventajas a presentarse es la irrigación a través de la arteria gastroepiploica derecha, por lo cual es necesaria una cuidadosa hemostasia de los vasos; sin embargo, aplicar una excesiva coagulación y disección de la capa submucosa podría incrementar el riesgo de necrosis del colgajo mucoso.⁸

Algunos autores han descrito que la magnificación endoscópica permite una visualización e identificación

adecuada de 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 ± 30.7 minutos; en nuestro trabajo fue en promedio de 28.1 ± 11.7 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: movimientos respiratorios, hemorragia, peristalsis y variabilidad biológica (dimensiones, localización, forma, etc.).

El uso de MBI ofrece 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; sin embargo, en un inicio del estudio, a pesar de la identificación precisa del esfínter pilórico, se necesitó de mayor número de repeticiones para vencer la curva de aprendizaje y seccionar por completo la capa muscular circular. No se presentaron perforaciones y la complicación observada fue la PME incompleta (6/18) al inicio del estudio.

CONCLUSIONES

El uso de modelos biológicos inanimados permite el adiestramiento en técnicas endoscópicas complejas con amplio margen de seguridad. Este modelo fue factible para la identificación y sección completa del esfínter pilórico mediante 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.

REFERENCIAS

1. Pandya S, Heiss K. Pyloric stenosis in pediatric surgery. An evidence-based review. *Surg Clin N Am*. 2012; 92: 527-539.
2. Coran AG. *Pediatric surgery*. Chapter 78. 7th ed. USA: 2012. p. 1028.

3. McMahon B. The continuing enigma of the pyloric stenosis of infancy, review. *Epidemiology*. 2006; 17: 195-201.
4. Ranells JD, Carver JD, Kirby RS. Infantile hypertrophic pyloric stenosis: epidemiology, genetics, and clinical update. *Advances in Pediatrics*. 2011; 58: 195-206.
5. Pasricha PJ, Hawari R, Ahmed I, Chen J, Cotton PB, Hawes RH et al. Submucosal endoscopic esophageal myotomy: a novel experimental approach for the treatment of achalasia. *Endoscopy*. 2007; 39: 761-764.
6. Ibarguen-Secchia E. Endoscopic pyloromyotomy for congenital pyloric stenosis. *Gastrointest Endosc*. 2005; 61: 598-600.
7. Ospina NJ, Ichiro O, Uedo N, Ospina NJA. Propuesta de entrenamiento en seis etapas para disección endoscópica submucosa utilizando modelos animales. *Rev Col Gastroenterol*. 2010; 25: 321-324.
8. Kawai M, Peretta S, Burckhardt O, Dallemagne B, Marescaux J, Tanigawa N. Endoscopic pyloromyotomy: a new concept of minimally invasive surgery for pyloric stenosis. *Endoscopy*. 2012; 44: 169-173.
9. Bar Meir S. Endoscopy simulators: the state of the art, 2000. *Gastrointest Endosc*. 2000; 52: 701-703.
10. Ramírez M, Sobrino-Cossio S, Hernández AG. Diseño y descripción de simuladores biológicos inanimados para entrenamiento en endoscopia gastrointestinal. *Endoscopia*. 2006; 18: 30-36.
11. Bittner J, Mellinger J, Imam T, Shade R, Mcfadyen B. Face and construct validity of a computer based virtual reality simulator for ERCP. *Gastrointest Endosc*. 2010; 71: 357-364.
12. Figueroa-Barajas P, Sobrino-Cossio S, Hernández AG, Ramírez M, Alonso J, Rodríguez V. Entrenamiento en la disección endoscópica de la submucosa mediante el uso de simuladores biológicos inanimados. *Revista de Gastroenterología de México*. 2010; 4: 380-388.
13. Gil CF et al. Anatomía interactiva del cerdo. *Anatomía Veterinaria*. Murcia, España. 2008. Disponible en: <http://www.um.es/anatvet/interactividad/acerdo/indexd.htm>