

# Estudio piloto para la validación de un modelo de bajo coste en la simulación de la pieloplastia laparoscópica pediátrica

L. Cabarcas Maciá<sup>1</sup>, F. Marmolejo Franco<sup>2</sup>, A. Siu Uribe<sup>2</sup>, C. Palomares Garzón<sup>3</sup>, R. Rojo Díez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla. <sup>2</sup>Hospital Universitario Puerta del Mar. Cádiz.

<sup>3</sup>Hospital Universitario Virgen de las Nieves. Granada.

## RESUMEN

**Objetivos.** Describir la creación de un modelo original de látex líquido diseñado para la simulación de la pieloplastia laparoscópica (PL) en lactantes, construido a partir de una impresión tridimensional (3D), y valorar su utilidad.

**Material y métodos.** Se diseñó un modelo 3D de una pelvis dilatada y un uréter con estenosis pieloureteral (EPU), que fue recubierto por látex líquido obteniendo modelos flexibles para realizar la pieloplastia en un pelvitainer. El precio total de cada modelo fue de 6 euros. Se realizó un estudio cuasiexperimental, ciego y no aleatorizado, midiendo el tiempo quirúrgico y la puntuación OSATS (*Objective Structured Assessment of Technical Skills*). Tras completar la simulación, se realizó una encuesta utilizando la escala de Likert, en la cual se valoró el aspecto general, la textura, la utilidad del modelo y el grado de recomendación en el entrenamiento habitual.

**Resultados.** Ocho cirujanos pediátricos dedicaron una mediana de 71,5 minutos (R 50-86), y puntuaron una mediana de 20,1/30 (R 17-24) en la escala OSATS. El modelo obtuvo una valoración de 4,25 (R3-5) en aspecto general, 4,37 (R3-5) en textura, 4,5 (R 4-5) en utilidad y 4,6 (R 4-5) en recomendación para incorporar al entrenamiento habitual.

**Conclusiones.** El uso de nuestro modelo de látex líquido para la simulación de la pieloplastia laparoscópica es factible y los resultados preliminares han sido favorables. Su utilidad como herramienta en el entrenamiento de la pieloplastia laparoscópica es prometedora.

**PALABRAS CLAVE:** Simulación; Pieloplastia; Entrenamiento quirúrgico; Laparoscopia; Impresión; Modelo 3D.

## PILOT STUDY FOR LOW-COST MODEL VALIDATION IN LAPAROSCOPIC PEDIATRIC PYELOPLASTY SIMULATION

## ABSTRACT

**Objective.** To describe the creation of an original 3D-printed liquid latex model designed for laparoscopic pyeloplasty (LP) simulation in infants, and to assess its usefulness.

DOI: 10.54847/cp.2022.03.08

**Correspondencia:** Dra. Laura Cabarcas Maciá. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla.

E-mail: lauracabarcasmacia@gmail.com

Recibido: Abril 2022

Aceptado: Junio 2022

**Materials and methods.** A 3D model of a dilated pelvis and a ureter with ureteropelvic junction obstruction (UPJO) was designed. It was covered in liquid latex, which allowed flexible models to be achieved in order to conduct pyeloplasty in a pelvitainer. The total price of each model was 6 euros. A nearly-experimental, non-randomized, blind study was carried out, while measuring operating times and OSATS (Objective Structured Assessment of Technical Skills) scores. Following simulation completion, a survey based on Likert scale was conducted to assess overall appearance, texture, usefulness, and probability of recommending the model for regular training.

**Results.** 8 pediatric surgeons spent a median of 71.5 minutes (range: 50-86), and rated the model with a median 20.1/30 (range: 17-24) OS-ATS score. The model received a 4.25 (range: 3-5) score in terms of overall appearance, a 4.37 (range: 3-5) score in terms of texture, a 4.5 (range: 4-5) score in terms of usefulness, and a 4.6 (range: 4-5) score in terms of probability of recommending the model for regular training.

**Conclusions.** Our liquid latex model for laparoscopic pyeloplasty simulation is feasible, with favorable preliminary results. Its usefulness in laparoscopic pyeloplasty training is promising.

**KEY WORDS:** Simulation; Pyeloplasty; Surgical training; Laparoscopy; Printing; Three-dimensional.

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La pieloplastia desmembrada continúa siendo el *gold standard* para el tratamiento de la estenosis de la unión pieloureteral. Su abordaje por vía laparoscópica aporta los beneficios de menor dolor postoperatorio, disminución de la estancia hospitalaria, menor tiempo para retomar las actividades de la vida diaria y mejor resultado estético<sup>(1-3)</sup>. Su principal limitante es la gran dificultad técnica y el tiempo quirúrgico, especialmente considerando que se trata de niños con menor espacio quirúrgico, tejidos más delicados e instrumental y material quirúrgico de menor calibre respecto a pacientes adultos<sup>(4)</sup>.

El entrenamiento en la realización de la pieloplastia laparoscópica (PL) suele desarrollarse mediante la asistencia quirúrgica en la práctica clínica habitual, que dada la baja incidencia de la EPU puede ser de 1 a 5 pieloplastias vía

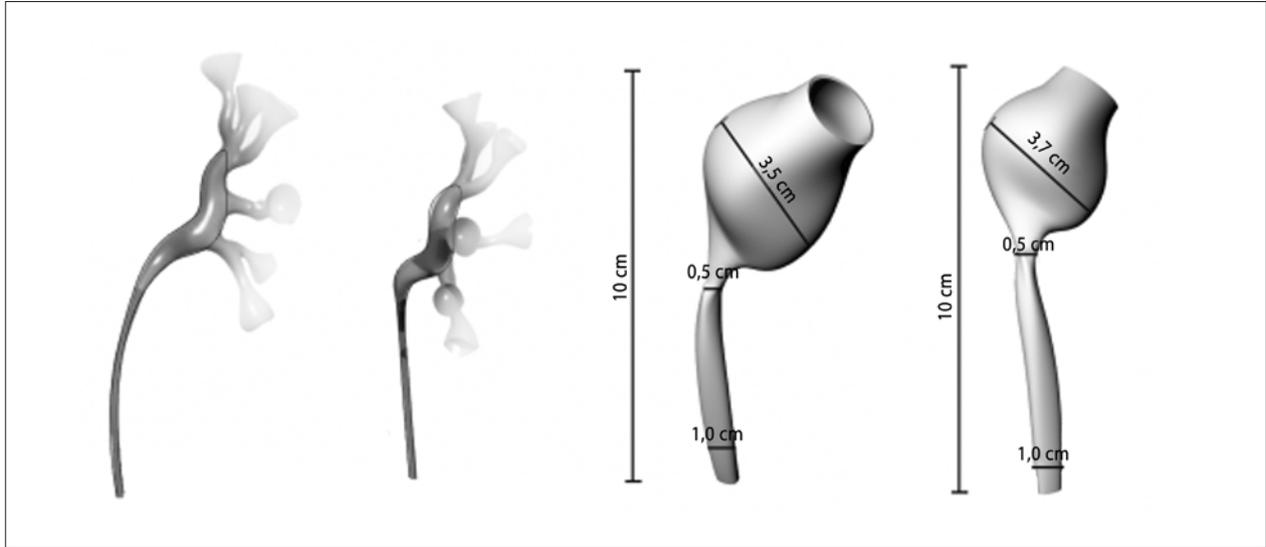


Figura 1. Diseño 3D.

laparoscópica al año por centro<sup>(5)</sup>. Por otro lado, la oferta de cursos en el entrenamiento de cirugía laparoscópica infantil, en su mayoría modelos animales o simulación virtual, es escasa y costosa. Contar con un modelo que permita poner en práctica todos los pasos esenciales en la cirugía, que reproduzca con fidelidad la textura y tamaño de los pacientes pediátricos, que sea reproducible y de bajo coste puede facilitar el entrenamiento, acortar tiempos quirúrgicos y mejorar los resultados en pacientes reales.

La impresión 3D permite reproducir la anatomía humana al detalle y relacionarse con patologías específicas antes de una intervención. Su utilidad en el entrenamiento quirúrgico ha sido demostrada en diversos estudios<sup>(6)</sup>.

El objetivo de este artículo es describir la creación de un modelo original de látex líquido diseñado para la simulación de la pieloplastia laparoscópica en lactantes, construido a partir de una impresión tridimensional (3D) y hacer una valoración inicial respecto a su utilidad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Diseño del modelo

Se realizó un diseño 3D de una pelvis dilatada con estenosis de la unión pieloureteral y un uréter de dimensiones normales. Se tomó como base para el diseño una pelvis y un uréter sin alteración anatómica, que se exportó desde la aplicación gratuita *3D Anatomy Learning*, tomando como base las medidas habituales de dilatación en lactantes con EPU, de tal modo que se aumentó el diámetro anteroposterior de la pelvis a 3,5 centímetros y se disminuyó el diámetro de la unión pieloureteral a 0,5 centímetros. El diámetro que se utilizó para el resto del uréter fue de 1 cm y el espesor inicial de la pared del modelo fue de 5 mm (Figs. 1 y 2).



Figura 2. Impresión 3D.

El molde se imprimió utilizando una impresora 3D por deposición fundida. A partir del molde rígido se crearon modelos en látex, utilizando como producto látex líquido *Pébéo Gédé* compuesto por 1.4 cis-poliisopreno, hidrocarburo elástico obtenido de forma natural del árbol *Hevea brasiliensis*. Este producto permite crear objetos flexibles, que no se deforman con el calor, no son quebradizos con el frío, no son pegajosos y retoman la forma inicial tras estirarse. Se recubrió el molde con vaselina y se dejó secar el producto durante 36 horas. Se extrajo cuidadosamente el molde plástico de su interior, obteniendo el modelo para la simulación. Posteriormente se realizó un modelo renal en plastilina al que se ancló el modelo de pelvis renal para realizar la simulación de la pieloplastia laparoscópica (Fig. 3).

El coste de la impresión 3D fue de 5 euros por modelo y el de 250 ml de látex líquido fue de 8,75 euros, y se emplearon alrededor de 15 ml por modelo.



**Figura 3.** Diseño final, modelo látex líquido.

### Simulación de la pieloplastia laparoscópica

Ocho cirujanos pediátricos, voluntarios y con distintos niveles de formación realizaron la simulación de una PL desmembrada, según la técnica de Anderson-Hynes. Antes de iniciar la práctica respondieron un cuestionario para estimar su grado de formación en cirugía laparoscópica.

La práctica se realizó utilizando material quirúrgico de 5 mm: disector, tijeras, grasper, porta y contraporta. La sutura empleada fue monofilamento irreabsorbible de 5/0 y se utilizó un *vessel loop* para simular la colocación de un catéter doble J en la anastomosis. En cada práctica se evaluó el tiempo quirúrgico en minutos, la seguridad del anudado (escala de Likert), la impermeabilidad de la anastomosis (escala de Likert), la ausencia de giros o acodamiento (escala de Likert) y el puntaje OSATS, que evalúa 6 apartados de 1-5, que incluyen respeto por los tejidos, tiempo y movimiento, control del instrumental, manejo del instrumental, fluidez de la intervención y conocimiento de la misma, para un puntaje máximo de 30 puntos.

### Valoración del modelo y de la simulación

Tras realizar la práctica cada participante respondió a una encuesta anónima para evaluar la impresión general del modelo, la textura, la nitidez de la imagen, la utilidad y si recomendarían esta simulación a otros cirujanos pediátricos. Las respuestas fueron dadas según la escala de Likert.

### RESULTADOS

Los participantes del estudio ( $n = 8$ ) presentan una mediana de entrenamiento en cirugía pediátrica de 7 años ( $R = 3-13$ ) y realizan una media de 3 a 8 cirugías laparoscópicas al mes ( $R = 1-15$ ). 5 participantes habían asistido previamente en una pieloplastia laparoscópica y solo uno de los participantes había realizado una pieloplastia laparoscópica como cirujano principal. La mediana de horas de entrenamiento en laparoscopia es de 16 horas ( $R = 10-70$ ). De los 8 participantes la mitad se consideran capacitados para realizar una pieloplastia laparoscópica en pacientes reales.

Todos los participantes completan la simulación, con un tiempo quirúrgico medio de 71,5 minutos ( $R = 50-86$ ). La media respecto al anudado es de 3,6/5 ( $R = 3-5$ ). Respecto a la hermeticidad de la anastomosis la media es de 3,1/5 ( $R = 2-5$ ). La media en cuanto a la ausencia de giros o acodamiento de la anastomosis es de 3,5/5 ( $R = 2-4$ ). La media del puntaje OSATS es de 20,1/30 ( $R = 17-24$ ), en concreto la media en el respeto por el tejido es de 2,6/5 ( $R = 1-4$ ), en el tiempo y los movimientos realizados 2,6/5 ( $R = 2-4$ ), en el manejo del instrumental de 3/5, en el conocimiento del instrumental 5/5, en la fluidez de la intervención 2,5/5 ( $R = 2-4$ ) y en el conocimiento específico del procedimiento 4/5 ( $R = 4-5$ ). El detalle del resultado de la simulación se encuentra reflejado en la tabla I.

Los participantes calificaron la impresión general modelo con una media de 4,25 ( $R = 3-5$ ), la textura con una media de 4,37 ( $R = 3-5$ ), la media respecto a la nitidez de la imagen es de 1,5 (1-3), la utilidad del modelo se califica con una media de 4,5 ( $R = 4-5$ ) y el grado de recomendación del

**Tabla I.** Habilidades en laparoscopia de los sujetos de estudio (encuesta pre-simulación).

	Años de entrenamiento Cir. Ped.	Nº Cir. lap./Mes	Nº Pieloplastias lap. cir ppal.	Nº Pieloplastias lap. ayudante	Horas entrenamiento lap.	Capacidad pieloplastia lap.
S1	7	1 - 5	0	4	16	Sí
S2	7	1 - 5	0	5	25	Sí
S3	5	1 - 5	0	0	10	No
S4	9	5 - 10	1	2	10	Sí
S5	6	1 - 5	0	1	10	No
S6	10	5 - 10	0	0	25	No
S7	13	10 - 15	0	0	70	Sí
S8	3	5 - 10	0	4	16	No

**Tabla II. Resultados de la simulación.**

	<i>Tiempo Qx. (min)</i>	<i>Anudado (Likert)</i>	<i>Hermeticidad anastomosis (Likert)</i>	<i>Ausencia giro o acodamiento</i>	<i>OSATS</i>
S1	86	3	2	4	19/30
S2	50	4	3	4	21/30
S3	77	3	2	3	17/30
S4	84	4	4	4	21/30
S5	77	3	3	3	18/30
S6	75	3	3	4	24/30
S7	53	5	5	4	21/30
S8	67	4	3	2	20/30

**Tabla III. Resultados de la utilidad del modelo de látex líquido.**

	<i>Impresión general (Likert)</i>	<i>Textura (Likert)</i>	<i>Nitidez imagen (Likert)</i>	<i>Utilidad (Likert)</i>	<i>Recomendación (Likert)</i>
S1	3	3	1	4	4
S2	4	5	1	4	4
S3	4	5	1	4	5
S4	5	4	3	5	4
S5	4	4	3	5	5
S6	4	4	3	4	5
S7	5	5	1	5	5
S8	5	5	2	5	5

modelo recibe una media de 4,6 (R = 4-5). Los resultados de la encuesta de satisfacción respecto al uso del modelo se encuentran descritos en la tabla II.

## DISCUSIÓN

El modelo desarrollado ha sido valorado positivamente por un grupo de cirujanos pediátricos jóvenes y entusiastas en el aprendizaje y la mejora de técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas. La textura e impresión general del modelo ha sido calificada como muy adecuada, y la práctica ha sido valorada como muy útil y muy recomendable para otros cirujanos pediátricos.

La impresión tridimensional permite reproducir fielmente estructuras anatómicas de patologías poco frecuentes y el uso del látex líquido (1.4 cis-poliisopreno) proporciona modelos para entrenamiento quirúrgico con una textura que semeja la del tejido real. Se desestimó la impresión directamente en material “flexible”, ya que las opciones disponibles en impresión tridimensional flexible hoy en día (silicona o caucho), son más rígidas, más costosas, precisan de un espesor superior a 5 mm para poder ser reproducidas por la impresora y requieren de mayor tiempo de impresión.

Este modelo es sustancialmente más económico respecto a los otros tres modelos reportados en la literatura y en el

mercado de la simulación, ya que el costo aproximado por modelo es inferior a los 10 euros, siendo seis veces más económico respecto al modelo desarrollado por la Universidad de Minnesota<sup>(7)</sup>, once veces más barato respecto al desarrollado por el Hospital para Niños Enfermos de Toronto<sup>(4)</sup> y 60 veces más económico respecto al comercializado por SimuLap.

El modelo descrito en este trabajo no cuenta con simulación para el peritoneo como sí lo hace el modelo de Toronto, sin embargo, la sección del peritoneo suele requerir poco tiempo quirúrgico y no es determinante en el resultado de la cirugía en pacientes reales. Por otra parte, la colocación de un stent (catéter doble J) para asegurar la permeabilidad de la anastomosis es muy importante en la realización de la pieloplastia, y este modelo es el único que evalúa este aspecto de la técnica. El modelo desarrollado por la Universidad de Minnesota aporta mayor objetividad en la evaluación de la anastomosis al incorporar luz negra para valorar la orientación de la anastomosis realizada; sin embargo, impresiona como si tuviese mayor rigidez y no cuenta con simulación para el tejido renal.

Según la encuesta pre-simulación, el entrenamiento en cirugía mínimamente invasiva y en concreto en la pieloplastia laparoscópica es escaso para todos los participantes. La baja incidencia de la estenosis pieloureteral y la selección de los casos idóneos para realizar vía laparoscópica, hace del entrenamiento mediante simulación una necesidad para

los cirujanos pediátricos<sup>(8-10)</sup>. Ayudar de forma esporádica en este procedimiento no aporta el entrenamiento suficiente para realizar la pieloplastia laparoscópica con seguridad como cirujano principal.

La evaluación de la simulación en cirugía es fundamental para adquirir mayor destreza y obtener mejores resultados quirúrgicos. El sistema de evaluación OSATS valora de forma detallada el éxito durante la realización de un procedimiento quirúrgico<sup>(11,12)</sup>. En este proyecto, además, se evalúa el resultado final de la anastomosis asesorando la hermeticidad de la anastomosis, la tensión del anudado y la ausencia de giros o acodamientos. Los resultados fueron similares entre los participantes, pero destaca el mejor resultado del cirujano con más años de experiencia, más horas de entrenamiento en cirugía mínimamente invasiva y con más procedimientos laparoscópicos por mes. Todos los participantes tienen aspectos quirúrgicos en los cuales mejorar, en especial en lo que concierne al manejo de los tejidos y la agilidad en los movimientos quirúrgicos. Realizar la simulación con este modelo de forma repetida ayudaría a desarrollar una curva de aprendizaje adecuada para proporcionar mayor seguridad y mejores resultados a nuestros pacientes.

El tipo de modelo desarrollado en el presente estudio puede ser aplicable a otras patologías pediátricas con técnicas quirúrgicas complejas y poco frecuentes. Con los mismos principios en el diseño tridimensional y la réplica de un molde en látex líquido, se podrían crear modelos de vísceras huecas aplicables también a patología digestiva y oncológica.

## CONCLUSIÓN

El uso del modelo de látex líquido para la simulación de la pieloplastia laparoscópica es factible y los resultados preliminares han sido favorables. Su utilidad como herramienta en el entrenamiento de la pieloplastia laparoscópica es prometedora. También podría ser útil en reducir la curva de aprendizaje al realizar la simulación de forma repetida y, adicionalmente, podría ser aplicable a otras patologías pediátricas con técnicas quirúrgicas complejas y poco frecuentes.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a los participantes del estudio por su tiempo y dedicación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Schuessler W W, Grune M T, Tecuanhuey L V & Preminger G M. Laparoscopic dismembered pyeloplasty. *J Urol.* 1993; 150(6): 1795-9.
2. Gadelmoula M, Abdel-Kader M S, Shalaby M, et al. Laparoscopic versus open pyeloplasty: a multi-institutional prospective study. *Cent European J Urol.* 2018; 71: 342-5.
3. Gatti JM, Amstutz SP, Bowlin PR, Stephany HA, Murphy JP. Laparoscopic vs. open pyeloplasty in children: results of a randomized, prospective, controlled trial. *J Urol.* (2017) 197(3 Pt 1): 792-7.
4. Smith B, Dasgupta P. 3D printing technology and its role in urological training. *World J Urol.* 2020; 38(10): 2385-91.
5. [scbs.gob.es/profesionales/formacion/docs/Cirugiapediatrican.pdf](https://scbs.gob.es/profesionales/formacion/docs/Cirugiapediatrican.pdf)
6. Chen MY, Skewes J, Desselle M, Wong C, Woodruff MA, Dasgupta P, Rukin NJ. Current applications of three-dimensional printing in urology. *BJU Int.* 2020; 125(1): 17-27.
7. Poniatowski LH, Wolf JS, Nakada SY, Reihnsen TE, Sainfort F, Sweet RM. Validity and acceptability of a high-fidelity physical simulation model for training of laparoscopic pyeloplasty. *Endourol.* 2014; 28: 393-8.
8. Furriel F, Laguna M, Figueiredo A, Nunes P, Rassweiler J. Training of European urology residents in laparoscopy: results of a pan-European survey. *BJU Int.* 2013; 112: 1223-8.
9. Autorino R, Haber GP, Stein RJ, Rane A, De Sio M, White MA, et al. Laparoscopic training in urology: Critical analysis of current evidence. *J Endourol.* 2010; 24: 1377-90.
10. Ferrufino FL, Varas Cohen J, Buckel Schaffner E, et al. Simulación en cirugía laparoscópica. *Cir Esp.* 2015; 93(1): 4-11.
11. Martin JA, Regehr G, Reznick R, et al. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *Br J Surg.* 1997; 84: 273-8.
12. Niitsu H, Hirabayashi N, Yoshimitsu M, et al. Using the Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS) global rating scale to evaluate the skills of surgical trainees in the operating room. *Surg Today.* 2013; 43: 271-5.