

Modelos de entrenamiento en cirugía mínimamente invasiva para pieloplastia laparoscópica: revisión de la literatura*

Training Models in Minimally Invasive Surgery for Laparoscopic Pyeloplasty: Review of the Literature

Recepción: 30/01/2018 | Aceptación: 04/04/2018

PEDRO VILLAMIZAR

Pontificia Universidad Javeriana, Colombia

MARCO ÁNGEL

Pontificia Universidad Javeriana, Colombia

VALENTINA CORCHUELO

Pontificia Universidad Javeriana, Colombia

MIGUEL DELGADO

Pontificia Universidad Javeriana, Colombia

STEPHANIE ORDÓÑEZ

Pontificia Universidad Javeriana, Colombia

MARCELA TEJADA

Pontificia Universidad Javeriana, Colombia

FREDDY MORENO^a

Pontificia Universidad Javeriana, Colombia

RESUMEN

Introducción: la pieloplastia laparoscópica es un procedimiento mínimamente invasivo empleado para solucionar quirúrgicamente estenosis, bloqueo u obstrucción de la unión ureteropélvica o pieloureteral. **Objetivo:** explorar los diferentes modelos de entrenamiento en cirugía mínimamente invasiva para pieloplastia laparoscópica que se encuentran reportados en la literatura. **Materiales y métodos:** se revisó la literatura con búsqueda sistemática en PubMed, Google Académico y SciELO, mediante la declaración PRISMA y la combinación de los descriptores médicos en salud *Model training AND laparoscopic pyeloplasty*. Además, se empleó GoPubMed para obtener información bibliométrica que contextualizara las redes de investigación y publicación entre los diferentes modelos de entrenamiento para pieloplastia laparoscópica.

Resultados: Se incluyeron 17 referencias en la búsqueda sistemática de la literatura con los que se realizó la discusión a partir de la usabilidad, la estética y el tiempo operatorio de la pieloplastia laparoscópica.

Conclusión: Todos los modelos de entrenamiento contribuyen a que los operadores disminuyan los tiempos quirúrgicos, alcanzando valores próximos a la pieloplastia laparoscópica *in situ*, inclusive, a la pieloplastia abierta. De forma particular, los modelos anatomopatológicos elaborados con modelamiento de siliconas logran un notable acercamiento a la realidad morfológica a partir de la estética de las estructuras y permiten aumentar el número de intentos quirúrgicos y la cantidad de horas de práctica.

^a Correspondencia:

fmorenog@javerianacali.edu.co

Cómo citar: Villamizar P, Ángel M, Corchuelo V, Delgado M, Ordóñez S, Tejada M, Moreno F. Modelos de entrenamiento en cirugía mínimamente invasiva para pieloplastia laparoscópica: revisión de la literatura. Univ. Med. 2018;59(4). doi: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed59-4.mecm>

Palabras clave

cirugía; procedimientos quirúrgicos reconstructivos; laparoscopia; pelvis renal; uréter.

ABSTRACT

Introduction: Laparoscopic pyeloplasty is a minimally invasive procedure used to surgically correct stenosis, blockage or obstruction of the ureteropelvic junction or pyeloureteral junction. **Objective:** To explore the different models of training in minimally invasive surgery for laparoscopic pyeloplasty that are reported in the literature. **Materials and methods:** A literature review with systematic search was carried out in PubMed, Google Scholar and SciELO, through the PRISMA Declaration and the combination of the medical descriptors in health “Model training AND laparoscopic pyeloplasty”. In addition, GoPubMed was used to obtain bibliometric information that contextualized the research and publication networks among the different training models for laparoscopic pyeloplasty. **Results:** We included 17 references in the systematic review of the literature with which the discussion was made based on the usability, aesthetics and operative time of laparoscopic pyeloplasty. **Conclusion:** All the training models contribute to those operators reduce surgical times, reaching values close to laparoscopic pyeloplasty *in situ*, including open pyeloplasty. In particular, anatomopathological models made with silicone modeling achieve a remarkable approach to the morphological reality from the aesthetics of the structures and allow increasing the number of surgical attempts and the number of hours of practice.

Keywords

surgery; reconstructive surgical procedures; laparoscopy; kidney pelvis; ureter.

Introducción

La cirugía mínimamente invasiva (CMI) consiste en un conjunto de procedimientos quirúrgicos diagnósticos y terapéuticos que emplea diferentes vías morfofisiológicas o mínimos abordajes para introducir diferentes instrumentos y acceder así a determinada parte del cuerpo humano. Dentro de un concepto global, la CMI incluye las técnicas de endoscopia, cirugía laparoscópica y cirugía percutánea, las cuales son llevadas a cabo por casi todas las especialidades médico-quirúrgicas, y cuyo propósito incluye la disminución del estrés operatorio (reducción de las respuestas inflamatoria e inmunológica) y del riesgo quirúrgico (reducción al máximo de los efectos del trauma quirúrgico [dolor y sangrado]). Todo ello contribuye a una rápida recuperación e incorporación de los pacientes a

su vida cotidiana, lo que finalmente reduce las estancias y las necesidades intrahospitalarias por simplificación de los cuidados postoperatorios. De esta forma, el éxito de la CMI radica en: 1) una correcta indicación a partir no solo de la vía de abordaje, sino también de la seguridad, la eficiencia y el costo frente a la cirugía convencional, y 2) en la experiencia y destreza del equipo de médicos cirujanos, quienes son en últimas los que garantizan el éxito de los resultados en términos de morbilidad y mortalidad (1,2,3).

Uno de los procedimientos incluidos en la CMI es la cirugía laparoscópica, que consiste en una técnica quirúrgica que permite llevar a cabo intervenciones sin necesidad de un campo operatorio abierto. Una de las especializaciones médicas que más han desarrollado la técnica quirúrgica laparoscópica es la pediatría, en la cual los procedimientos quirúrgicos abiertos —considerados convencionales— se han remplazado por la cirugía laparoscópica urológica, dentro de la que se incluye la pieloplastia laparoscópica (4,5).

Inicialmente, la pieloplastia desmembrada fue descrita, en 1949, por Anderson y Hynes (6) como la técnica quirúrgica abierta empleada para solucionar la obstrucción de la unión ureteropélvica (o pieloureteral) en adultos, quizás la localización más frecuente de las obstrucciones de las vías urinarias superiores. Esta alteración estructural y funcional impide el flujo anterógrado de la orina de la pelvis renal al uréter asociado —de forma intrínseca (80% de los casos)— y disminuye el músculo liso en la capa muscular de la túnica mucosa, de tal forma que es remplazado por un tejido conectivo denso irregular aperistáltico que ocluye la luz del uréter e impide el paso de la orina. Otras de las causas etiopatológicas asociadas —de forma extrínseca (20% de los casos)— son la inserción anormal del uréter proximal en la pelvis renal o la presencia de un vaso sanguíneo aberrante que comprime la unión pieloureteral. Si bien la mayoría de las obstrucciones son detectadas de forma temprana durante las ecografías prenatales (primarias o congénitas), estas mismas pueden manifestarse clínicamente en los adultos o también pueden

presentarse *de novo* (secundarias o adquiridas) (7,8,9).

En términos generales, el procedimiento quirúrgico consiste en la resección del sitio obstruido, la escisión del tejido fibrosado y la unión del uréter con la pelvis renal. De esta forma, la pieloplastia abierta se ha constituido en el procedimiento estándar para solucionar las obstrucciones pieloureterales con un éxito superior al 90% (10,11). Sin embargo, con el desarrollo de la cirugía laparoscópica, Schuessler et al. (12), en 1993, desarrollaron la pieloplastia desmembrada laparoscópica (reproduciendo la técnica de Anderson y Hynes) como una CMI para reconstruir la unión del uréter con la pelvis renal y solucionar todos los síntomas relacionados con la obstrucción, el dolor, la disfunción renal progresiva, la infección y la litiasis; además de, con un nivel éxito muy similar al procedimiento estándar (de hasta el 89%), obtener los beneficios que ofrece *per se* la CMI (13,14,15,16,17).

Debido a que la obstrucción de la unión ureteropélvica es la alteración congénita de mayor incidencia de las vías urinarias superiores (uno en 1500 nacidos vivos en un año) y que es la causa más frecuente de hidronefrosis asociada a daño renal progresivo (18,19), resulta fundamental un diagnóstico y tratamiento oportuno, de tal forma que la intervención temprana condicione la recuperación de la función renal en menor o mayor grado; mientras que la intervención tardía solo podrá limitar — de acuerdo con el tiempo de evolución— el daño existente (20,21). Por ello, a partir del primer informe de Peters et al. (22), en 1995, hasta la actualidad, se ha podido evidenciar que pieloplastia laparoscópica ha alcanzado tasas de éxito comparables con las de la cirugía abierta y cuando las intervenciones se han realizado de forma temprana en el paciente pediátrico (13,23,24,25). Sin embargo, para realizar la pieloplastia laparoscópica con una tasa de éxito alta y obtener los beneficios de la CMI, los médicos cirujanos deben demostrar sus habilidades quirúrgicas en el plano tridimensional mientras observan en un plano bidimensional, además de manipular los

instrumentos y tejidos a una distancia mayor a 30 centímetros (22,26,27,28).

Dado que la pieloplastia laparoscópica es un procedimiento quirúrgico técnicamente difícil — asociado a la alta exigencia de la coordinación mano-ojo y a la precisión de la sutura y anudamiento intracorporal—, durante su residencia en cirugía pediátrica o en cirugía urológica los médicos deben capacitarse de forma repetitiva para desarrollar competencias y adquirir habilidades reconstructivas mediante técnicas laparoscópicas, antes de entrar al quirófano. Para ello se han implementado una serie de métodos (modelos de entrenamiento) que simulan las condiciones y circunstancias clínicas reales, como simuladores de realidad virtual que permiten una familiarización con el espacio-tiempo durante el abordaje quirúrgico, modelos de pelvis inanimadas confeccionadas en materiales poliméricos con texturas y densidades que ofrecen una resistencia similar a los tejidos orgánicos, laboratorios con cadáveres humanos y laboratorios con biomodelos animales que permiten la transferencia de habilidades a la realidad anatómica (29,30,31,32). No obstante, en la literatura se han reportado pocos modelos patológicos costo-efectivos y éticos (artificiales y naturales) de pieloplastia, que permitan el entrenamiento de la pieloplastia laparoscopia para lograr la optimización de una técnica de sutura y anudamiento estandarizado en tiempos que resulten eficientes y de una cirugía reconstructiva segura y eficaz (33,34,35).

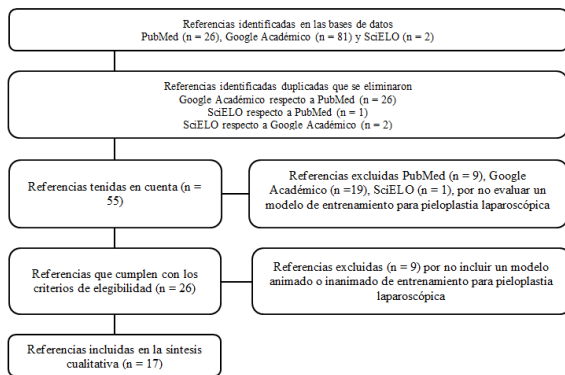
Por tanto, el objetivo de esta revisión fue explorar los diferentes modelos de entrenamiento en cirugía mínimamente invasiva para pieloplastia laparoscópica que se encuentran reportados en la literatura.

Materiales y métodos

Se revisó la literatura sobre el tema con una búsqueda sistemática en PubMed, Google Académico y SciELO, mediante las pautas de la Declaración PRISMA y los descriptores médicos en salud *Model training y laparoscopic pyeloplasty*, combinados con el operador booleano AND

(*Model training AND laparoscopic pyeloplasty*). Se incluyeron artículos que evaluaron un modelo de entrenamiento para pieloplastia laparoscópica en idioma inglés (figura 1). Se empleó GoPubMed, a través de la combinación de las palabras clave *Model training AND laparoscopic pyeloplasty* para obtener información bibliométrica que contextualizara las redes de investigación entre los diferentes modelos de entrenamiento para pieloplastia laparoscópica a través del año y el país publicación, además de las revistas que más han publicado sobre la temática.

Figura 1
Búsqueda de referencias de acuerdo con la metodología PRISMA (36)



Resultados

De acuerdo con la metodología PRISMA (36) se obtuvieron, luego de los filtros iniciales, 55 referencias, de las cuales se excluyeron 29, porque no cumplieron con el criterio de inclusión a partir de la lectura del título y el resumen. De las 26 referencias resultantes fueron eliminadas 9, por no incluir modelos animados (tejidos orgánicos obtenidos de biomodelos animales) o inanimados (elementos realizados en materiales poliméricos). Finalmente, se incluyeron 17 referencias con las que se realizó la discusión a partir de la usabilidad, la estética y el tiempo operatorio (anexo).

Al respecto, de los 17 artículos, 16 correspondieron a estudios que compararon los diferentes modelos de entrenamiento y uno fue un estudio comparativo entre la pieloplastia abierta y la pieloplastia laparoscópica. Todos los estudios se llevaron a cabo en los últimos 17

años. Las publicaciones que trabajaron modelos animales consistieron en 7 estudios en riñones de cerdo, 4 en diferentes órganos de pollo (esófago, intestinos, buche y piel) y uno en órganos de cerdo (uréter e intestinos), lo cual correspondió al 70,6%; mientras que las publicaciones que trabajaron en modelos secos consistieron en 3 riñones modelados en silicona, un guante de látex y un riñón plastinado, lo cual correspondió al 29,4%. Dentro de los operadores, se destacan 5 estudios con residentes de urología, 5 con cirujanos urólogos, 4 con cirujanos con experiencia en cirugía laparoscópica, 2 con cirujanos sin experiencia y uno con *fellow* de urología pediátrica.

Finalmente, se pudo obtener una visión general de la tendencia global de interés de publicación de estudios que describieron y compararon los diferentes modelos de entrenamiento para pieloplastia laparoscópica, y se encontró que se han publicado 26 artículos, de los cuales 4 tienen como país de origen de la revista a Estados Unidos; de allí, el resto de publicaciones se distribuyen en Europa, Asia y Australia. Todos estos artículos se han publicado fundamentalmente en revistas de urología, sobresaliendo el *Journal of Endourology*, revista publicada por la Sociedad de Endourología, la cual tiene un índice H de SCImago Elsevier® de 78 y con el cual se ubica en el cuartil Q1, un factor de impacto de Thompson Reuters® de 2,27 y un índice H5 de 35 en Google Scholar. En esta revista fueron publicados ocho artículos tenidos en cuenta en esta revisión sistemática (32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51).

Discusión

Debido a que la pieloplastia laparoscópica es un procedimiento quirúrgico que exige ciertas competencias y habilidades a los cirujanos urólogos y pediatras, se requiere en los diferentes programas de formación que se completen una cantidad de horas de entrenamiento mediante diferentes modelos de simulación. Al revisar la literatura, se encuentran diferentes métodos de entrenamiento que incluyen modelos

biológicos y modelos artificiales (denominados secos), los cuales han sido evaluados por diferentes investigadores con el propósito de encontrar el modelo que ofrezca mejor usabilidad (aproximación a la realidad operatoria), mejor estética (aproximación al aspecto del modelo anatomopatológico) y mejor tiempo operatorio (aproximación a los tiempos de pieloplastia abierta como *gold standard*). Por ello, el método más común de evaluación de los modelos de entrenamiento en cirugía mínimamente invasiva para pieloplastia laparoscópica resulta de la disposición del modelo (riñón con obstrucción de la unión pieloureteral) en una caja “pélvica” de entrenamiento, al cual se accede a través de los diferentes instrumentos, de tal forma que se “simulan” las condiciones técnicas del procedimiento quirúrgico.

Usabilidad

Cada uno de los artículos manifestó que los modelos evaluados son usables y cumplen con las condiciones para desarrollar competencias y adquirir habilidades reconstructivas que ameriten sutura intracorpórea mediante técnicas laparoscópicas. De hecho, Zhang et al. (32) sugirieron un programa de entrenamiento multimodal que incluya diferentes modelos.

Estética

Una de las principales críticas que se les ha hecho a los modelos animales de obstrucción de la unión pieloureteral constituidos por diferentes órganos (diferentes al riñón y al uréter) y a los modelos secos, como el guante o las bombas de látex, es la falta de realismo con los componentes anatómicos *in situ*. Si bien el operador es consciente de que se encuentra en un ambiente de simulación, el mayor acercamiento que se pueda obtener a la realidad anatómica (estructura morfológica, texturas y variaciones anatomopatológicas) redundaría en una mejor práctica. En este sentido, el riñón de cerdo resulta un modelo de sustituto pélvico renal adecuado y óptimo (37,40,41,45,48,50). Sin embargo, las

nuevas técnicas de modelamiento en silicona de diferentes órganos (incluido el riñón) con gran estética morfológica y funcional han permitido desarrollar modelos secos en los que la práctica de simulación sea bastante satisfactoria en términos de “sensación de realismo” al momento de la manipulación quirúrgica (38,39,49).

Tiempo operatorio

En el momento de tener en cuenta la pieloplastia abierta como *gold standard* frente a la pieloplastia laparoscópica, uno de los factores de mayor incidencia es el tiempo quirúrgico. De esta forma, una de las indicaciones del uso de ambientes de simulación mediante el uso de modelos de entrenamiento en cirugía mínimamente invasiva para pieloplastia laparoscópica es la reducción de los tiempos operatorios, específicamente al realizar la sutura y hacer el anudamiento intracorpóreo. En los diferentes modelos reportados en la literatura, y conforme aumenta el número de horas de práctica, el tiempo operatorio disminuye hasta alcanzar rendimientos óptimos comparados con la pieloplastia laparoscopia *in situ*, e inclusive comparado con la pieloplastia abierta, mucho más evidentes en el modelo animal de riñón de cerdo incorporado en la caja de entrenamiento pélvico (35,40,41,42,43,44,46,47,50,51).

Conclusiones

De acuerdo con los artículos incluidos en esta revisión de la literatura, se concluye que los modelos de entrenamiento en CMI reproducen la complejidad técnica de la pieloplastia laparoscópica, lo cual contribuye a que los diferentes cirujanos especialistas desarrollen competencias y adquieran habilidades durante la reconstrucción de la unión pieloureteral mediante sutura y anudamiento intracorpóreo. Todos los modelos de entrenamiento ayudan a que los operadores disminuyan los tiempos quirúrgicos, alcanzando valores próximos a la pieloplastia laparoscópica *in situ*, incluso a la pieloplastia abierta.

De esta forma, los modelos animales de riñón de cerdo logran una mayor aproximación a la realidad, pero no representan las condiciones anatomopatológicas de la obstrucción de la unión pieloureteral con otras estructuras anatómicas. De igual forma, los modelos de diferentes órganos de pollo si bien no cumplen los requisitos anteriores, se constituyen en simuladores de bajo costo y con cierta aproximación a la textura de los tejidos orgánicos. Finalmente, los modelos anatomopatológicos elaborados con siliconas logran un notable acercamiento a la realidad morfológica a partir de la estética de las estructuras, y aunque con un costo más elevado, la posibilidad de tener órganos y estructuras intercambiables aumenta el número de intentos quirúrgicos y la cantidad de horas de práctica, razón por la cual podrían ser considerados los modelos más costoefectivos durante los ejercicios de simulación.

Conflictos de interés

Los autores del artículo hacen constar que no existe, de manera directa o indirecta, ningún tipo de conflicto de interés que pueda poner en peligro la validez de lo comunicado.

Referencias

1. Vittimberga Jr FJ, Foley DP, Meyers WC, Callery MP. Laparoscopic surgery and the systemic immune response. *Ann Surg.* 1998;227(3):326-34.
2. Ochsner JL. Minimally invasive surgical procedures. *Ochsner J.* 2000;2(3):135-6.
3. Lera JM. Reflexiones sobre el pasado, presente y futuro de la cirugía mínimamente Invasiva. *An Sist Sanit Navar.* 2005;28(Supl 3):7-10.
4. Castillo O, Cortés O. Complicaciones en cirugía laparoscópica urológica. *Actas Urol Esp.* 2006;30(5):541-54.
5. Belibasakis I, Kolostoumpis G, Makrygiannaki K. Current trends in minimally invasive reconstructive urology. *J Robotic Surg.* 2012;6(3):179-87.
6. Anderson JC, Hynes W. Retrocaval ureter: A case diagnosed pre-operatively and treated successfully by a plastic operation. *Br J Urol.* 1949;21(3):209-14.
7. Marcovich R, Jacobson AI, Aldana JP, Lee BR, Smith AD. Practice trends in contemporary management of adult ureteropelvic junction obstruction. *Urology.* 2003;62(1):22-5.
8. Escobar F, Arbeláez S, Correa JJ, Gaviria F, Bonilla A, Ramírez LF. Experiencia en pieloplastia laparoscópica. *Rev Urol Colomb.* 2006;15(1):79-84.
9. Eden CG. Minimally invasive treatment of ureteropelvic junction obstruction: A critical analysis of results. *Eur Urol.* 2007;52(4):983-9.
10. Valdivia JB, Sánchez MA, Sánchez M. Pieloplastia laparoscópica. *Arch Esp Urol.* 2001;55(6):679-86.
11. Fernández A, Carreño J, González R, Menéndez A, Albelo Y, Feder O. Pieloplastia laparoscópica: Experiencia inicial. *Revista Cubana de Urología [Internet].* 2012;1(1):84-94. Disponible en: <http://www.revurologia.sld.cu/index.php/rcu/article/view/10/13>
12. Schuessler WW, Grune MT, Tecuanhuey LV, Preminger GM. Laparoscopic dismembered pyeloplasty. *J Urol.* 1993;150:1795-9.
13. Brooks JD, Kavoussi LR, Preminger GM, Schuessler WW, Moore RG. Comparison of open and endourologic approaches to the obstructed ureteropelvic junction. *Urology.* 1995;46(6):791-5.

14. O'Reilly PH, Brooman PJ, Mak S, Jones M, Pickup C, Atkinson C et al. The long-term results of Anderson-Hynes pyeloplasty. *BJU Int.* 2001;87(4):287-9.
15. Moon DA, El Shazly MA, Chang CM, Gianduzzo TR, Eden CG. Laparoscopic pyeloplasty: Evolution of a new gold standard. *Urology.* 2006;67(5):932-6.
16. Rassweiler JJ, Subotic S, Feist-Schwenk M, Sugiono M, Schulze M, Teber D, et al. Minimally invasive treatment of ureteropelvic junction obstruction: Long-term experience with an algorithm for laser endopyelotomy and laparoscopic retroperitoneal pyeloplasty. *J Urol.* 2007;177(3):1000-5.
17. El-Shazly MA, Moon DA, Eden CG. Laparoscopic pyeloplasty: Status and review of literature. *J Endourol.* 2007;21(7):673-8.
18. Johnston JH, Evans JP, Glassberg KI, Shapiro SR. Pelvic hydronephrosis in children: A review of 219 personal cases. *J Urol.* 1977;117(1):97-101.
19. Koff SA. Pathophysiology of ureteropelvic junction obstruction: Clinical and experimental observations. *Urol Clin North Am.* 1990;17(2):263-72.
20. Sánchez D, López J, Arocena J, Sanz G, Díez F, Rosell D, et al. Estenosis de la unión pieloureteral: Exposición de nuestra experiencia y revisión de la literatura. *Actas Urol Esp.* 2000;24(5):367-74.
21. Landa S, Maldonado W, Hernández G, Zaldiva J, Zepeda JT, Velázquez. Obstrucción pieloureteral: Revisión de 175 casos. *Urología Pediátrica.* 2002;17(1):32-8.
22. Peters CA, Schluskel RN, Retik AB. Paediatric laparoscopic dismembered pyeloplasty. *J Urol.* 1995;153(6):1962-5.
23. Meretyk I, Meretyk S, Clayman RV. Endopyelotomy: Comparison of ureteroscopic retrograde and antegrade percutaneous techniques. *J Urol.* 1992;148(3):775-82.
24. Tan HL. Laparoscopic Andersen-Hynes dismembered pyeloplasty in children. *J Urol.* 1999;162(3 Pt 2):1045-7.
25. Casale P, Grady RW, Joyner BD, Zeltser IS, Figueroa TE, Mitchell ME. Comparison of dismembered and nondismembered laparoscopic pyeloplasty in the pediatric patient. *J Endourol.* 2004;18(9):875-8.
26. Reddy M, Nerli RB, Bashetty R, Ravish IR. Laparoscopic dismembered pyeloplasty in children. *J Urol.* 2005;174(2):700-2.
27. Sweeney DD, Smaldone MC, Docimo SG. Minimally invasive surgery for urologic disease in children. *Nat Clin Pract Urol.* 2007;4(1):26-38.
28. Turrà F, Escolino M, Farina A, Settini A, Esposito C, Varlet F. Pyeloplasty techniques using minimally invasive surgery (MIS) in pediatric patients. *Transl Pediatr.* 2016;5(4):251-5.
29. Keeley FX Jr, Eden CG, Tolley DA, Joyce AD. The British Association of Urological Surgeons: Guidelines for training in laparoscopy. *BJU Int.* 2007;100(2):379-81.
30. Aggarwal R, Moorthy K, Darzi A. Laparoscopic skills training and assessment. *Br J Surg.* 2004;91(12):1549-58.
31. Fried GM, Feldman LS, Vassiliou MC, Fraser SA, Stanbridge D, Ghitulescu G, et al. Proving the value of simulation in laparoscopic surgery. *Ann Surg.* 2004;240(3):518-28.

32. Zhang X, Zhang GX, Wang BJ, Ma X, Fu B, Shi TP *et al.* A multimodal training program for laparoscopic pyeloplasty. *J Endourol.* 2009;23(2):307-11.
33. Scott DJ, Bergen PC, Rege RV, Laycock R, Tesfay ST, Valentine RJ, *et al.* Laparoscopic training on bench models: better and more cost effective than operating room experience? *J Am Coll Surg.* 2000;191(3):272-83.
34. Scott DJ, Young WN, Tesfay ST, Frawley WH, Rege RV, Jones DB. Laparoscopic skills training. *Am J Surg.* 2001;182(2):137-42.
35. Ramachandran A, Kurien A, Patil P, Symons S, Ganpule A, Muthu V *et al.* A novel training model for laparoscopic pyeloplasty using chicken crop. *J Endourol.* 2008;22(4):725-8.
36. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000100.
37. Cicione A, Autorino R, Laguna MP, De Sio M, Micali S, Turna B *et al.* Three-dimensional technology facilitates surgical performance of novice laparoscopy surgeons: A quantitative assessment on a porcine kidney model. *Urology.* 2015;85(6):1252-6.
38. Cheung CL, Looi T, Lendvay TS, Drake JM, Farhat WA. Use of 3-dimensional printing technology and silicone modeling in surgical simulation: Development and face validation in pediatric laparoscopic pyeloplasty. *J Surg Educ.* 2014;71(5):762-7.
39. Poniatowski LH, Wolf JS Jr, Nakada SY, Reihsen TE, Sainfort F, Sweet RM. Validity and acceptability of a high-fidelity physical simulation model for training of laparoscopic pyeloplasty. *J Endourol.* 2014;28(4):393-8.
40. Zhang J, Liu C. A training model for laparoscopic dismembered pyeloplasty. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao.* 2013;33(10):1541-3.
41. Díaz-Güemes Martín-Portugués I, Hernández-Hurtado L, Usón-Casaús J, Sánchez-Hurtado MA, Sánchez-Margallo FM. Ureteral obstruction swine model through laparoscopy and single port for training on laparoscopic pyeloplasty. *Int J Med Sci.* 2013;10(8):1047-52.
42. Jiang C, Liu M, Chen J, Wang P, Lin T, Xu K *et al.* Construct validity of the chicken crop model in the simulation of laparoscopic pyeloplasty. *J Endourol.* 2013;27(8):1032-6.
43. Raza SJ, Soomro KQ, Ather MH. "Latex glove" laparoscopic pyeloplasty model: A novel method for simulated training. *Urol J.* 2011;8(4):283-6.
44. Valero RJ, Moanack J, Cruz G, Sánchez-Ismayel A, Sánchez-Salas R, García-Seguí A. Animal model for training in laparoscopic pyeloplasty. *Actas Urol Esp.* 2012;36(1):54-9.
45. Torricelli FC, Guglielmetti G, Duarte RJ, Srougi M. Laparoscopic skill laboratory in urological surgery: tools and methods for resident training. *Int Braz J Urol.* 2011;37(1):108-11.
46. Yang B, Zhang ZS, Xiao L, Wang LH, Xu CL, Sun YH. A novel training model for retroperitoneal laparoscopic dismembered pyeloplasty. *J Endourol.* 2010;24(8):1345-9.
47. Teber D, Guven S, Yaycioglu O, Ugurlu O, Sanli O, Gozen AS, *et al.* Single-knot running suture anastomosis (one-knot pyeloplasty) for laparoscopic dismembered pyeloplasty: Training model on a porcine bladder

and clinical results. *Int Urol Nephrol.* 2010;42(3):609-14.

48. Passerotti CC, Passerotti AM, Dall'Oglio MF, Leite KR, Nunes RL, Srougi M, et al. Comparing the quality of the suture anastomosis and the learning curves associated with performing open, freehand, and robotic-assisted laparoscopic pyeloplasty in a swine animal model. *J Am Coll Surg.* 2009;208(4):576-86.

49. Abraham JB, Abdelshehid CS, Lee HJ, Alipanah R, Andrade LA, Sargent ER, et al. LapED 4-In-1 silicone training aid for practicing laparoscopic skills and tasks: A preliminary evaluation. *J Endourol.* 2008;22(6):1351-7.

50. Fu B, Zhang X, Lang B, Xu K, Zhang J, Ma X, et al. New model for training in laparoscopic dismembered ureteropyeloplasty. *J Endourol.* 2007;21(11):1381-5.

51. Ooi J, Lawrentschuk N, Murphy DL. Training model for open or laparoscopic pyeloplasty. *J Endourol.* 2006;20(2):149-52.

Anexo

Artículos publicados sobre modelos de entrenamiento para pieloplastia laparoscópica

No.	Autores	Tipo artículo / Año	Modelo	Muestra	Objetivo	Métodos	Resultados	Conclusión
1	Cicione et al. (37)	Estudio comparativo, 2015	Riñón de cerdo	18 cirujanos sin experiencia laparoscópica previa	Determinar si el uso de la imagen 3D se traduce en un mejor rendimiento quirúrgico de los cirujanos laparoscópicos principiantes durante pieloplastia y nefrectomía parcial	Asignación aleatoria de los cirujanos para realizar pieloplastia y nefrectomía parcial en un modelo de riñón de cerdo utilizando laparoscopia 2D y 3D	77.2% de los cirujanos tenían la percepción de que la laparoscopia 3D más fácil que 2D. Los dolores de cabeza (18,1%), náuseas (18,1%) y trastornos visuales (18,1%) fueron los problemas más comunes reportados durante los procedimientos 3D	El uso de la tecnología 3D parece facilitar el rendimiento quirúrgico de los cirujanos principiantes durante los procedimientos laparoscópicos del riñón en un modelo porcino
2	Cheung et al. (38)	Estudio comparativo, 2014	Modelo de laboratorio de riñón, pelvis renal dilatada reemplazable, ureter con unión pielouretral obtenida y un peritoneo superpuesto, desarrollados con impresión 3D y modelado de silicona	24 fellows de urología pediátrica y 4 urólogos expertos en cirugía laparoscópica	Describir el desarrollo y la validación de un simulador de pieloplastia pediátrica utilizando un modelo de laboratorio seco laparoscópico de bajo costo desarrollado con impresión 3D y modelado de silicona	Proceso de 3 pasos en el que se crearon moldes con software de modelado 3D, impresos con una impresora 3D Spectrum Z510 y moldeados con silicona. El modelo fue asegurado en un entrenador de caja de laparoscopia	Evaluación de usabilidad en escala de 5 durante curso de cirugía mínimamente invasiva de la Asociación Canadiense de Urología. 4,75 ± 0,29 para impresión general, 4,50 ± 0,41 para realismo y 4,38 ± 0,48 para manipulación. La usabilidad fue calificada 3,6 ± 1,22 por principiantes y 3,7 ± 0,58 por expertos. Estadísticamente el modelo fue calificado como 3,5 ± 0,74 por principiantes y 3,3 ± 0,58 por expertos	Se desarrolló un simulador de pieloplastia pediátrica mediante la aplicación de un modelo reutilizable de bajo costo para el entrenamiento laparoscópico y la adquisición de habilidades. La usabilidad fue el realismo permiten su uso como una herramienta educativa
3	Preniatowski et al. (39)	Estudio comparativo, 2014	Modelo en silicona de riñón, pelvis renal y ureter con incorporación de bandas sensibles a luz UV	31 urólogos clínicos	Determinar la aceptabilidad y la validez de un modelo de entrenamiento preliminar análogo de la pelvis renal y ureter sintético de alta fidelidad para uso como modelo de simulación para el entrenamiento de la pieloplastia laparoscópica en la evaluación de luz UV de la técnica quirúrgica (BLAST)	Urólogos practicantes que participaron en los cursos 2011 y 2012 de la American Urological Association Mentor Real Laparoscopy realizaron un procedimiento de pieloplastia laparoscópica simulada y completaron una evaluación posterior del modelo	Los urólogos practicantes encontraron el modelo aceptable y evaluaron favorablemente el modelo en términos de validez	El modelo de pieloplastia BLAST™ de entrenamiento evidencia de aceptabilidad y validez como modelo de práctica de pieloplastia laparoscópica para urólogos practicantes
4	Zhang et al. (40)	Estudio comparativo, 2013	Riñón de cerdo y buche de pollo	8 residentes de urología sin experiencia laparoscópica pero con entrenamiento técnico básico	Introducir un modelo de entrenamiento para la pieloplastia laparoscópica	El modelo de obstrucción de la unión pielouretral fue simulado utilizando riñón de cerdo y buche de pollo, adaptado en una caja de entrenamiento. Los participantes realizaron 10 rondas de anastomosis según los procedimientos de operación estándar	El tiempo de operación disminuyó de 72,70 ± 8,26 min en la primera sesión de entrenamiento a 54,50 ± 7,69 min en la última sesión de entrenamiento y la puntuación de error de anastomosis disminuyó de 5,60 ± 1,35 a 2,50 ± 1,58 min, mostrando diferencias significativas entre las grabaciones (p < 0,05)	Este sencillo modelo de entrenamiento permite la simulación efectiva de los procedimientos quirúrgicos de la pieloplastia laparoscópica y es adecuado para el entrenamiento de cirujanos sin experiencia laparoscópica
5	Díaz-Güemes et al. (41)	Estudio comparativo, 2015	Riñón de cerdo	9 urólogos clínicos	Evaluar el abordaje quirúrgico más adecuado para la creación de un modelo animal de obstrucción de la unión pielouretral y validar este modelo para el entrenamiento de pieloplastia laparoscópica entre urólogos	Se realizó la oclusión de la unión pielouretral izquierda por medio de un endoclip en 36 cerdos para realizar una pieloplastia de Anderson-Hynes mediante cirugía laparoscópica convencional (LAP) o cirugía de un solo puerto (LSP)	El tiempo operatorio total fue significativamente mayor en LSP. La sensibilidad al tacto fue significativamente mayor en ambos enfoques retroperitoneales. Los cirujanos evaluaron el modelo para el entrenamiento en la pieloplastia laparoscópica con puntuaciones altas o muy altas, todas por encima de 4 en una escala Likert de 1 a 5 puntos	El modelo creado es útil para el entrenamiento laparoscópico de pieloplastia
6	Jiang et al. (42)	Estudio comparativo, 2013	Esófago y buche de pollo	Grupo de urólogos experimentados y grupos de urólogos no experimentados	Validar un modelo de esófago y buche de pollo para discriminar entre sujetos experimentados e inexpertos durante una simulación de pieloplastia laparoscópica	Esófago y buche de pollo dispuestos en un entrenador pélvico para simular una unión pielouretral derecha. Cada participante realizó una pieloplastia laparoscópica con el modelo utilizando la técnica de Anderson-Hynes. Se registraron los puntajes operativos de tiempo y calidad	El grupo más experimentado completó la pieloplastia laparoscópica en un promedio de 33,80 minutos y obtuvieron un puntaje de calidad promedio de 9,0. El grupo menos experimentado completó el procedimiento en un promedio de 49,0 minutos y 4,0 respectivamente. Hubo diferencias significativas en el tiempo quirúrgico y las puntuaciones de calidad entre los grupos	El modelo de esófago y buche de pollo presenta buena validez y puede utilizarse para reproducir la complejidad técnica de la pieloplastia laparoscópica

7	Raza et al. (43)	Estudio comparativo, 2011	Guante de látex	5 operadores con diferentes niveles de experiencia (desde 1 operador experimentado a 1 estudiante de medicina de quinto año)	Presentar un modelo de entrenamiento de pielopectoplastia laparoscópica de "guante de látex" y determinar su validez de uso efectivo en la formación de residentes	El modelo de guante de látex se utilizó para realizar pielopectoplastia laparoscópica. La palma del guante se validó de uso efectivo en la formación de residentes	El tiempo de operación varió de 47 a 160 minutos para el operador más a menos experimentado. La calidad de la punnación de suturación varió de 1 a 6 para el operador más a menos experimentado. El tiempo de operación y la calidad de la sutura se correlacionaron negativamente con el nivel de experiencia.	Este modelo de entrenamiento ha demostrado su validez como una opción rentable y fácilmente disponible para el entrenamiento de pielopectoplastia laparoscópica
8	Valero et al. (44)	Estudio comparativo, 2012	Esófago y hache de pollo	2 cirujanos urólogos	Describir un modelo animal de entrenamiento para la técnica de pielopectoplastia laparoscópica	Se realizaron 8 procedimientos de pielopectoplastia laparoscópica utilizando el modelo animal (Gallina gallina) en el laboratorio de prácticas laparoscópicas del Servicio de Urología del Hospital Universitario de Caracas. Se comparó los tiempos de forma de preparación del modelo y los tiempos de operación de cada cirujano	El tiempo de preparación osciló entre un máximo de 14 min y un mínimo de 6 min, siendo igual para ambos cirujanos en el cuarto caso. El tiempo operatorio osciló entre un máximo de 65 min y un mínimo de 43 min, observándose diferencias significativas al comparar los tiempos de forma de preparación de cada cirujano	El modelo animal de entrenamiento para pielopectoplastia laparoscópica que se describe es económico, reproducible, de fácil disponibilidad y permite desarrollar habilidades y destrezas quirúrgicas laparoscópicas, necesarias para cirugía reconstructiva, y técnicas que ameritan sutura intracorporea
9	Tornicelli et al. (45)	Estudio descriptivo, 2011	Simuladores virtuales, simuladores manuales y modelo de cerdo	Grupo de residentes de urología	Describir el programa de entrenamiento laparoscópico para residentes urológicos del Hospital de las Clínicas de la Facultad de Medicina de Sao Paulo, para reportar procedimientos viables en laboratorios secos y húmedos y asistir a clases en el simulador de la relación costo-laboratorio de habilidades laparoscópicas	El laboratorio de entrenamiento de habilidades laparoscópicas tiene dos simuladores urológicos virtuales, tres simuladores manuales y cuatro conjuntos laparoscópicos para estudiar procedimientos de nefrectomía total (30%), sutura vesical (30%), nefrectomía parcial (10%), pielopectoplastia (10%), reemplazo uretral y anastomosis transuretral (10%) y otros como adrenalectomía, prostatectomía y retroperitoneoscopia	El laboratorio de habilidades laparoscópicas es un buen modelo para lograr la capacidad técnica	
10	Yang et al. (46)	Estudio comparativo, 2010	Modelo de riñón plastinado con vejiga de carpa adaptada con un clip metálico y con uréter de cerdo.	5 cirujanos laparoscópicos	Crear y evaluar un modelo novedoso y de bajo costo para el entrenamiento de anastomosis en pielopectoplastia laparoscópica retroperitoneal	Se realizaron diez rondas de entrenamiento intensivo del procedimiento de anastomosis en pielopectoplastia laparoscópica de forma semicircular, sistema de cámara laparoscópica, tijeras, porta aguja y pinzas quirúrgicas específicas para el entrenamiento	Este modelo reprodujo la complejidad técnica de la pielopectoplastia laparoscópica. El tiempo operatorio disminuyó significativamente de 41,84 ± 3,00 minutos a 25,04 ± 2,17 min después del entrenamiento intensivo. Las punnaciones de GSI después del entrenamiento también fueron mayores que antes (27,60 ± 1,14 vs. 22,20 ± 1,79). La correlación entre el tiempo operatorio y la escala de autoeficiencia fue significativa	Este modelo demuestra fidelidad y practicidad satisfactorias. Podría ser construido y reutilizado, y podría resultar en costos más bajos que los incurridos con el modelo tradicional
11	Teber et al. (47)	Estudio comparativo, 2013	Modelo de vejiga de cerdo	5 cirujanos laparoscópicos	Presentar un modelo para el entrenamiento de la pielopectoplastia laparoscópica y el éxito de la técnica en pacientes.	Se utilizó una vejiga porcina para la simulación de la unión uréter-pelvis. La técnica de pielopectoplastia laparoscópica fue realizada utilizando este modelo y luego incorporada en la práctica clínica. Se evaluaron los datos de todos los pacientes que se sometieron a este procedimiento	Se midió el tiempo operatorio para las pielopectomías realizadas en 57 cerdos utilizando cada una de las técnicas. La anastomosis se realizó por robot, laparoscopia de mano libre y cirugía abierta) y evaluar sus curvas de aprendizaje asociadas	Entre los cirujanos inexpertos, la eficiencia de realizar la sutura usando cirugía laparoscópica asistida por robot es independiente del operador, requiere menos tiempo para aprender
12	Passerotti et al. (48)	Estudio comparativo, 2009	Riñón de cerdo	3 cirujanos inexpertos y 1 cirujano experto	Comparar la calidad de la anastomosis de sutura de la unión pielopectomía utilizando tres técnicas (cirugía laparoscópica asistida por robot, laparoscopia de mano libre y cirugía abierta) y evaluar sus curvas de aprendizaje asociadas	Se midió el tiempo operatorio para las pielopectomías realizadas en 57 cerdos utilizando cada una de las técnicas. La anastomosis se realizó por robot, laparoscopia de mano libre y cirugía abierta) y evaluar sus curvas de aprendizaje asociadas	Se midió el tiempo operatorio para las pielopectomías realizadas en 57 cerdos utilizando cada una de las técnicas. La anastomosis se realizó por robot, laparoscopia de mano libre y cirugía abierta) y evaluar sus curvas de aprendizaje asociadas	Entre los cirujanos inexpertos, la eficiencia de realizar la sutura usando cirugía laparoscópica asistida por robot es independiente del operador, requiere menos tiempo para aprender
13	Zhang et al. (32)	Estudio comparativo, 2009	Caja pélvica de entrenamiento de modelo animal y entrenamiento operativo	5 participantes con diferente experiencia en pielopectoplastia abierta y laparoscópica	Introducir un programa de entrenamiento multimodal para la pielopectoplastia laparoscópica y evaluar su seguridad, viabilidad y eficacia	El programa consistió en entrenamiento con los tres modelos. Se realizaron evaluaciones objetivas y subjetivas en cada etapa para asegurar la calidad del entrenamiento y la seguridad operacional. Se evaluaron los parámetros preoperatorios de cinco grupos de pacientes que se sometieron a pielopectoplastia laparoscópica	No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo quirúrgico, pérdida de sangre estimada, estancia hospitalaria y complicaciones perioperatorias entre los cinco participantes	El programa de capacitación multimodal se puede utilizar para preparar a los residentes a realizar LP avanzado a través del paso de complicaciones perioperatorias de entrenador de caja a modelo animal a la práctica clínica
14	Abraham et al. (49)	Estudio comparativo, 2014	Modelo de riñón en silicona	56 residentes de urología	Desarrollar un modelo sencillo y económico para simular cuatro procedimientos laparoscópicos reconstructivos: pielopectoplastia, anastomosis vesicocutánea, reparación de lesión vesical y nefrectomía parcial	Se aplicó silicona líquida en capas a un molde para crear el modelo 4 en 1. Un cuestionario que evaluó su validez de cara y contenido se distribuyó a urólogos de posgrado que participan en un miniprograma de residencia en la Universidad de California-Irvine (UCI), y en la Asociación Americana de Urología 2006 Curso Práctico sobre pielopectoplastia reconstructiva laparoscópica	El 94% (51/54) y el 96% (48/50) coincidieron en que el modelo fue útil para practicar la sutura laparoscópica y robótica y aprendidos en cuatro procedimientos reconstructivos. Este modelo es útil para la realización de pielopectoplastia y anastomosis vesicocutánea	El modelo es versátil para practicar técnicas de sutura laparoscópica y robótica y aprendidos en cuatro procedimientos reconstructivos. Este modelo es útil para la realización de pielopectoplastia y anastomosis vesicocutánea

15	Ramachandran et al. (35)	Estudio comparativo, 2007	Esófago y hache de pollo	3 residentes de urología	Crear un modelo para el entrenamiento de la pieloplastia laparoscópica utilizando hache y esófago de pollo	Esófago y hache de pollo se expusieron reflejando la piel que cubría el cuello y el tórax. El cultivo se limpió a fondo y se llenó con agua a través del extremo esofágico para simular la pelvis renal dilatada. El pollo se colocó dentro de una caja plástica de entrenamiento de fabricación local. La pieloplastia laparoscópica se realizó utilizando la técnica de Anderson-Hynes. El modelo fue utilizado durante un período de 1 mes. Se evaluó el tiempo necesario para completar la anastomosis y la calidad de la anastomosis	El tiempo operativo medio mostró una marcada reducción del segundo al cuarto intento. También hubo una mejora significativa en la calidad de la anastomosis desde el primer al cuarto intento. Al final de cuatro intentos, todos los participantes pudieron completar satisfactoriamente una anastomosis pielouretral de buena calidad en un tiempo medio de 67,7 min	Las técnicas de sutura laparoscópica requieren un entrenamiento efectivo y práctico constante para perfeccionar la técnica. La práctica adecuada en este modelo de pollo acorta la curva de aprendizaje, hace que el practicante tenga más confianza en sus habilidades y mejore su rendimiento operativo
16	Fu et al. (50)	Estudio comparativo, 2007	Modelo de riñón de cerdo con acoplamiento de intestino	Grupo de residentes de urología	Crear un modelo animal para la enseñanza de la pieloplastia laparoscópica en la que se pudiera duplicar un entorno anatómico realista y los puntos técnicos del procedimiento	Diez cerdos fueron sometidos a anestesia general y el intestino delgado cerca del hilio renal se resectó para recrear la ampliación de la pelvis renal, y la anastomosis pielouretral se realizó de acuerdo con los pasos de operación estándar. Se colocó una endoprostesis doble en el uréter de manera antegrada. Este modelo fue utilizado por los estudiantes durante su año de beca en urología laparoscópica avanzada	Este modelo reprodujo la complejidad técnica de la pieloplastia desmembrada laparoscópica. El tiempo total de funcionamiento disminuyó de 135 ± 14,6 min (rango 121-155 min) a 62 ± 5,2 min (rango 56-70 min) después de que los participantes hubieran realizado 12 pieloplastias. El tiempo necesario para la colocación de stents antigrados intraoperatorios disminuyó de 35 ± 12 min a 8 ± 2 min. Se pueden realizar seis pieloplastias en todos los cerdos con sustitutos adecuados para una ampliación de la pelvis renal.	Este modelo no sólo permite que los practicantes adquieran las habilidades necesarias para la pieloplastia desmembrada laparoscópica sino que también proporciona más prácticas con el uso de un sustituto pélvico renal adecuado
17	Ooi et al. (51)	Estudio comparativo, 2006	Modelo de piel de gallina	Grupo de urólogos no expertos en cirugía laparoscópica	Demostrar la construcción de suturar la piel de pollo. Crear un modelo de unión pielouretral. Las técnicas de pieloplastia desmembrada se pueden practicar con equipo abierto o laparoscópico. Los estudiantes con formación previa en sutura y atado de nudos solo utilizaron el modelo de pieloplastia abierta en tres ocasiones	Reconfigurar y suturar la piel de pollo diseccionada de simple a partir de un modelo de unión pielouretral. Las técnicas de pieloplastia desmembrada se pueden practicar con equipo abierto o laparoscópico. Los estudiantes con formación previa en sutura y atado de nudos solo utilizaron el modelo de pieloplastia abierta en tres ocasiones	Los practicantes demostraron una mejora significativa ($p < 0,05$) entre sus primeros intentos (17,00 ± 4,44 min, media ± 95% IC) y tercero (11,33 ± 2,40 min) utilizando el modelo abierto. Los practicantes de urología mejoraron sus tiempos medios desde el primer intento (18,0 min) hasta el tercero (11,8 min) utilizando el modelo laparoscópico	Este modelo económico y fácilmente reproducible es aplicable al entrenamiento en pieloplastia abierta y laparoscópica

Notas

- * Esta revisión de la literatura deriva de la propuesta “Integración de tecnologías de fabricación digital para el diseño y desarrollo de modelos anatómicos de entrenamiento en cirugía mínimamente invasiva. Caso: pieloplastia laparoscópica pediátrica”, la cual fue financiada a través de la Convocatoria de Innovación 2017 de la Pontificia Universidad Javeriana (Cali, Colombia).