



Desarrollo y validación de un modelo inanimado de punción renal: una alternativa económica, reproducible y valiosa en simulación clínica

Development and validation of an inanimate model of renal puncture: an economical, reproducible, and valuable alternative in clinical simulation

Gastón Astroza-Eulufi,^{*,‡} Gadir Hassan-Gonzales,^{*,§} Alberto Fuentes-Espinoza,^{*,‡} Juan Cristóbal Bravo-Izurietta,^{*,‡} Carla Manterola-Flores,^{*,‡} Ferdinando Gargiullo-Velasquez,^{*,‡} Stefano Brusoni-Costoya^{*,‡}

Palabras clave:
punción percutánea,
ecografía, modelos
anatómicos,
educación médica,
validación de
métodos.

Keywords:
percutaneous
puncture,
ultrasonography,
anatomical models,
medical education,
method validation.

RESUMEN

Introducción: la enseñanza quirúrgica ha priorizado prácticas simuladas a pesar de ello su uso en urología sigue siendo limitado. **Objetivo:** desarrollar y validar un modelo económico de simulación de punción renal aséptico guiado por ecografía. **Material y métodos:** se utilizó impresión 3D y silicona para crear un modelo de simulación de punción renal, con un costo de 625 USD. Los procedimientos se realizaron con transductor curvo multifrecuencia por dos grupos: expertos (grupo 1) con experiencia en punciones renales y médicos generales novatos (grupo 2). El éxito se definió como finalización en 10 minutos. Se evaluó la validez del contenido según apreciación de los expertos en escala de 1-5 de utilidad y realismo. Se realizó análisis estadístico con *software* Deltoid R y pruebas Kruskal-Wallis y Fisher. **Resultados:** el grupo de expertos logró 100% de éxito, mientras que sólo 30.7% de inexpertos lo hizo ($p < 0.05$). Los expertos necesitaron menos intentos 4.2 vs 7.4 de inexpertos ($p < 0.2$) y menos tiempo 227 vs 535 segundos ($p < 0.05$). El modelo fue evaluado de manera positiva por expertos en utilidad mediana: 4 puntos (DE 0.2) y realismo: 3.5 puntos (DE 0.49). **Conclusiones:** este estudio presenta un modelo innovador y económico, validado por contenido y constructo, para la práctica de punción renal guiada por ecografía.

ABSTRACT

Introduction: surgical education has prioritized simulated practices; however, their use in urology remains limited. **Objective:** develop and validate an affordable ultrasound-guided inanimate model for renal puncture practice. **Material and methods:** simulation model for ultrasound-guided renal puncture was created using 3D printing and silicone filling, costing USD 625. Puncture procedures were performed using a multifrequency curved transducer by two groups: group 1, experts with over 60 prior renal punctures, group 2, consisting of inexperienced general practitioners. Success was defined as completion within 10 minutes. Construct validity was evaluated by analyzing differences in puncture attempts, success rates, and time to access the collecting system between the groups. Content validation involved experts rating the model's utility and realism on a 5-point scale. Statistical analysis was performed using Deltoid R software, employing Kruskal-Wallis and Fisher's tests. **Results:** experts achieved 100% successful, while only 30.7% of the inexperienced group ($p < 0.05$). Experts required an average of 4.2 punctures compared to novices' 7.4 punctures ($p < 0.2$). Experts averaged 227 seconds per procedure, while novices averaged 535 seconds ($p < 0.05$). Experts rated the model's utility at a median of 4 points (SD 0.2) and its realism at 3.5 points (SD 0.49). **Conclusions:** this study presents an innovative and cost-effective ultrasound-guided renal puncture simulation model, validated for content and construct validity.

* Pontificia Universidad Católica de Chile.
‡ Departamento de Urología.
§ Facultad de Medicina.

Recibido: 27/03/2024
Aceptado: 17/07/2024

doi: 10.35366/117465

Citar como: Astroza-Eulufi G, Hassan-Gonzales G, Fuentes-Espinoza A, Bravo-Izurietta JC, Manterola-Flores C, Gargiullo-Velasquez F et al. Desarrollo y validación de un modelo inanimado de punción renal: una alternativa económica, reproducible y valiosa en simulación clínica. Rev Latinoam Simul Clin. 2024; 6 (2): 72-78. <https://dx.doi.org/10.35366/117465>



INTRODUCCIÓN

Durante la última década, ha habido un cambio en las metodologías de enseñanza quirúrgica, centrándose, de manera progresiva, en los enfoques que obvian el ensayo inicial de aptitudes prácticas en pacientes.¹ La adopción de la práctica basada en la simulación para las habilidades clínicas se ha convertido en un componente fundamental de la educación médica. Este enfoque se basa en el imperativo de la seguridad del paciente y la reducción de las complicaciones asociadas con los procedimientos invasivos. En este contexto, surgen incesantemente nuevas tecnologías que se esfuerzan en crear modelos más realistas.² Estos modelos han revolucionado la adquisición de competencias quirúrgicas más allá de los confines del quirófano, ofreciendo la clara ventaja del refinamiento de la técnica repetitiva hasta que se alcanza la experiencia necesaria.

En esencia, este proceso de aprendizaje transcurre sin el peligro del paciente y las exigencias del entorno quirúrgico. El resultado ha revelado la eficacia en la asimilación de los matices de las maniobras de procedimiento, mejorando así la precisión de la técnica, los protocolos de seguridad y la administración de los recursos. Sin embargo, es notable que dentro de nuestro país, en específico en dominios quirúrgicos como la urología, la utilización de estos modelos sigue siendo, en comparativa, esporádica.³

El acceso renal percutáneo es un desafío formidable dentro de la nefrolitotomía percutánea, un procedimiento plagado de posibles complicaciones graves.⁴ Estudios recientes realizados en Estados Unidos han subrayado un aumento en los reingresos atribuibles a complicaciones relacionadas con la nefrolitotomía percutánea, con tasas que aumentan a 15%. En comparación, Canadá y Reino Unido han reportado aumentos de 12 y 9%, respectivamente. Entre la constelación de complicaciones frecuentes se encuentran la hemorragia, el íleo paralítico, las infecciones postinstrumentación, las fístulas arteriovenosas, las perforaciones de colon y los hematomas retroperitoneales.⁵

En este panorama, la relevancia de la punción renal ecoguiada asciende de manera significativa, representa una técnica desprovista de exposición a radiación y ofrece una visualización en tiempo real del riñón y sus estructuras contiguas. A pesar de estos méritos, sigue siendo una técnica poco aceptada por los urólogos y carece de un marco pedagógico estandarizado dentro de los programas de formación especializada.⁴ Si bien

existen modelos biológicos para enseñar punción renal guiada por ultrasonido, su accesibilidad está limitada por consideraciones económicas o éticas, desventajas que un modelo de silicona inerte elude. Además, varios de estos modelos adolecen de una escasez de validación.^{6,7}

El objetivo de este trabajo radica en el desarrollo y la validación de un modelo inanimado de punción renal guiada por ultrasonido concebido y elaborado por nuestro equipo empleando materiales sencillos y fáciles de obtener.

MATERIAL Y MÉTODOS

Desarrollo de modelos

Se desarrolló un modelo de simulación de punción renal guiada por ecografía. Para lograr esto, se fabricó un torso humano utilizando tecnología de impresión 3D, empleando mediciones precisas obtenidas de la tomografía axial computarizada estándar de un paciente. Para la preparación del componente renal se utilizaron dimensiones del riñón derecho de la misma tomografía computarizada, el riñón se elaboró a partir de silicona Ecoflex™. El sistema colector renal se construyó utilizando un molde de yeso, extraído de manera posterior para generar un espacio hueco dentro de la estructura renal. Ese espacio se llenó con agua bidestilada (*Figura 1*).



Figura 1: Modelo de riñón.

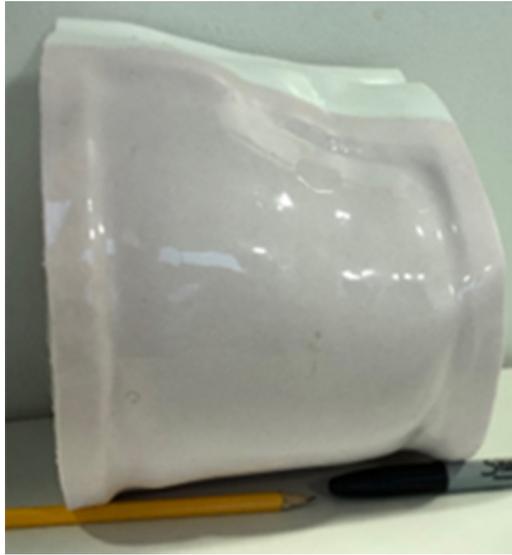


Figura 2: 3D torso impreso.

El espacio intersticial entre el riñón y el torso se rellenó con acetato de polivinilo, gel de parafina y carboximetilcelulosa (Figura 2). El costo total de producción de este modelo fue de 625 USD.

Se comprobó de manera oportuna la eficacia de la visualización ecográfica y la resiliencia de los tejidos simulados frente a la punción (Figura 3).

Este modelo se integró con un sistema motorizado diseñado para replicar los movimientos respiratorios (Figura 4).

Validación del modelo

El modelo se sometió a evaluaciones de validación que abarcaron tanto aspectos de contenido como de constructo. La validación del contenido implicó la búsqueda de opiniones de los participantes expertos sobre la utilidad y el realismo del modelo. En la validación de constructos, se midió la capacidad del modelo para diferenciar las experiencias de los participantes comparando los resultados entre expertos e inexpertos, considerando la capacidad de acceso al sistema de recolección y también métricas como los intentos requeridos para una punción exitosa y el tiempo necesario para el procedimiento.⁸

El modelo se sometió a punción utilizando un transductor de ultrasonido curvo multifrecuencia que operaba a 3-6 Hz. La cohorte de expertos se definió como individuos que han realizado más de 60 punciones renales, un umbral derivado de la literatura que establecía una curva de aprendizaje

adecuada para las punciones renales guiadas por ultrasonido.^{9,10} Por el contrario, el segundo grupo estaba formado por médicos sin experiencia en punción renal. La tarea consistió en un examen ecográfico del riñón y una punción transpapilar del sistema colector hasta obtener agua. Las medidas objetivas de discriminación de la experiencia incluyeron: el éxito de la perforación al sistema colector, el número de pinchazos para acceder y el tiempo acumulado hasta el acceso al sistema colector. Se estableció una duración de 10 minutos como límite superior para completar el procedimiento, el tiempo comenzó cuando el participante colocó el transductor en el modelo; a los participantes se les permitió solicitar apnea respiratoria durante el procedimiento.

En cuanto a la evaluación de contenido del modelo, los expertos respondieron a una encuesta utilizando una escala de 5 puntos: 1 denota "no útil" y 5 representa "muy útil". Además, se preguntó a los participantes sobre cualquier problema de usabilidad y se les invitó a proporcionar sugerencias para posibles mejoras (Figura 5).



Figura 3: Visión ecográfica del modelo.



Figura 4: Movimientos respiratorios en video.
<https://youtu.be/lywepkV9EbM>

Programa de entrenamiento para punción percutánea basado en simulador inanimado:**1) Fidelidad del modelo y valoración del contenido:***

“Validez del contenido” escala de Likert para aplicar a expertos que prueban el modelo (evaluación funcional como estructural): después de haber utilizado el modelo presentado valore con puntaje del 1 al 5 los siguientes puntos siendo: 1= Nada de realista, 5= Muy realista, y poniendo en escala del 1 al 5 la utilidad de este siendo 1= Nada útil y 5=Muy útil para adquirir la habilidad de punción bajo ecografía.

		Valoración 1 al 5
1	Que tan real impresiona el modelo de forma externa	
2	Que tan real impresiona la consistencia de los tejidos	
3	Que tan real impresiona la visión ecográfica	
4	Que tan real impresiona la sensación de la punción	
5	Que tan real sintió los movimientos respiratorios	
6	Que nota le pondría globalmente	

2) Sugerencias para el modelo: Favor de anotar sugerencias para el modelo para mejorar la calidad y sensación de realidad:
3) Valores técnicos durante el primer procedimiento:

→ Tiempo que demora en lograr la punción (desde que se apoya el transductor en el modelo hasta obtener líquido puncionando el sitio escogido).

→ Número de intentos para lograr la punción (veces que se insertó la aguja en el modelo).

Figura 5: Cuestionario de evaluación de expertos.

El análisis estadístico se realizó con el *software* Deltoid R. Se utilizaron las pruebas de Kruskal-Wallis para evaluar el tiempo en el que se logró la punción y el número de punciones. Se utilizó la prueba exacta de Fisher para evaluar si se había logrado el pinchazo.

RESULTADOS

Un total de 17 personas participaron en la evaluación: cuatro expertos y 13 personas sin experiencia.

Validez del contenido: en la encuesta a expertos se obtuvo una mediana de 4 puntos para la utilidad del modelo de punción guiada por ecografía (DE 0.2), mientras que para el realismo se obtuvo una mediana de 3.5 (DE 0.49).

Validez de constructo: entre la cohorte de expertos se alcanzó una tasa de éxito perfecta de 100% (4 de 4) en el logro del objetivo, mientras que dentro del grupo de participantes inexpertos, sólo 30.7% logró completar la tarea (4 de 13) p

valor 0.029. En el grupo de expertos fue factible cuantificar un promedio de 4.2 pinchazos, mientras que el grupo inexperto logró un promedio de 7.4 pinchazos ($p = 0.211$). Esto se traduce en una reducción de 59.3% en los pinchazos realizados por el grupo más experimentado.

En cuanto al tiempo, el grupo de expertos mostró un tiempo promedio de logro de 227 segundos, mientras que el grupo inexperto tardó 535 segundos en alcanzar el objetivo designado ($p = 0.005$). Esta disparidad muestra una reducción sustancial de 57.4% en el tiempo dedicado por la cohorte de expertos (Tabla 1).

DISCUSIÓN

El enfoque de la enseñanza y el aprendizaje de la cirugía ha cambiado de manera significativa en los últimos tiempos. Ha evolucionado desde el concepto tradicional de “ver uno, hacer uno, enseñar uno” a un enfoque más cauteloso que enfatiza la seguridad del paciente y la necesidad de una exposición gradual y supervisada antes de dominar de forma completa las técnicas quirúrgicas. Esta transición se ejemplifica con la introducción de la simulación quirúrgica, que desempeña un papel fundamental en la creación de entornos artificiales controlados para replicar diversos escenarios. En las últimas décadas, la práctica quirúrgica simulada ha experimentado un avance notable. Este avance facilita la participación en una técnica dentro de un entorno simulado que permite errores: una configuración de “permiso para fallar”. Permite la práctica repetitiva de procedimientos sin poner en riesgo a los pacientes y facilita la adquisición de los componentes fundamentales de una técnica determinada.¹¹

La investigación revela una discrepancia notable: mientras que 69% de los urólogos incorporan el acceso percutáneo en sus procedimientos qui-

rúrgicos, sólo 11% está implicado en la obtención directa de este acceso. Esta discrepancia puede atribuirse a varios factores, siendo el principal el factor identificado como la formación inadecuada durante el periodo de residencia.⁷ Ante esta situación, se hace evidente la necesidad imperiosa de desarrollar modelos de simulación de acceso renal en nefrolitotomía percutánea. Esta necesidad, junto con nuestra motivación para abordar el problema, ha sido una fuerza impulsora detrás de la creación de nuestro modelo de simulación.¹²

Otra consideración crucial es la tendencia a infravalorar la técnica de ultrasonido a pesar de su simplicidad, disponibilidad y ausencia de exposición a la radiación. En cambio, hay una preferencia por métodos de radiación más complejos y costosos, en su mayoría debido a la falta de familiaridad con el ultrasonido y las técnicas guiadas por ultrasonido o una incomodidad general al utilizarlas. Por extraño que parezca, la utilización de la ecografía para lograr el acceso renal no se ha propagado de manera amplia.¹¹ Según estudios retrospectivos no aleatorizados citados en la literatura,¹³ se observa que sólo 44% de los centros evaluados emplean la ecografía para este fin. Esto subraya la necesidad urgente de un modelo simulado para el acceso renal bajo guía ecográfica, que sirva como una herramienta práctica para mejorar la formación impartida durante las residencias de urología. Sobre la base de los resultados obtenidos, nuestro modelo puede replicar el procedimiento que se asemeja mucho a las condiciones de la vida real, lo que garantiza la fiabilidad y la eficacia.

Se han desarrollado numerosos simuladores de punción percutánea validados, que abarcan al menos 15 modelos, entre éstos, los modelos biológicos destacan por su practicidad y coste-efectividad en la replicación.⁶ Sin embargo, su aplicación plantea preocupaciones éticas sobre la experimentación animal y el uso de materia-

Tabla 1: Resultados obtenidos durante la simulación ecoguiada de punción renal en un modelo inanimado.

Criterios/participantes	Expertos N = 4	Inexpertos N = 13	p
Éxito, n (%)	4 (100)	4 (30.7)	0.05*
Número de intentos, (pinchazos)	4.2	7.4	No significativa
Tiempo, (segundos)	227	535	< 0.05 [‡]

* Se utilizó la prueba estadística exacta de Fisher.

[‡] Se utilizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis.

les biológicos para la simulación. Además, su incapacidad para ser preservados y reutilizados se suma a estas preocupaciones.¹⁴ Los modelos no biológicos también tienen prominencia, con ejemplos notables que incluyen el Perc Trainer (Mediskills), el PCNL Trainer (Limbs & Things) y el arco C El Fluoro-Less.¹⁵ A pesar de su validación y difusión establecidas, estos modelos conllevan altos costos y desafíos en su adquisición, en especial en nuestro contexto local. Cabe destacar que, dentro del panorama urológico chileno, los modelos anteriores o los programas de simulación de punción renal guiados por ultrasonido brillan por su ausencia. Esta cruda realidad pone de relieve la necesidad imperiosa de desarrollar y aplicar este tipo de iniciativas.

A diferencia de los modelos anteriores, nuestro enfoque se distingue por su asequibilidad, naturaleza inanimada y capacidad de uso repetido. Esto evita la necesidad de generar residuos repetitivos y elimina la necesidad de adquirir un nuevo modelo para cada instancia de uso. Hasta ahora se han descrito pocos modelos de bancos ecoguiados. Entre éstos, destaca un modelo de 2015 de Zhang y colaboradores de China; aunque no es biológico, fue validado por el mismo grupo de investigación. Sin embargo, difiere del modelo que presentamos en este trabajo, ya que emplea la guía fluoroscópica en conjunto con el proceso de simulación.¹⁵ Otro modelo inanimado y rentable surgió en una universidad rusa en 2021; por desgracia, carece de contenido y validez de constructo.¹⁶

Dentro de este estudio, presentamos un novedoso simulador de banco no biológico para la punción renal guiada por ecografía. Este simulador fue creado con componentes estandarizados, reutilizables y reproducibles y se exhibe como una alternativa económica a los simuladores más sofisticados. En consecuencia, abre vías para la difusión del desarrollo de la técnica dentro de las instituciones de educación urológica.

La simulación asume un papel fundamental en la reducción de la curva de aprendizaje necesaria para el dominio de técnicas específicas, fomentando así una integración más eficiente de los residentes en la atención al paciente.² Si bien nuestro simulador ha sido corroborado a través de la validación de contenido y constructo, un paso posterior crucial implica evaluar su impacto potencial en la aceleración del proceso de aprendizaje entre los residentes de urología.

Nuestro modelo cuenta con varias fortalezas clave, en particular el énfasis en el empleo de

ultrasonidos, lo que lo diferencia de las metodologías que se sustentan en imágenes basadas en radiación. El uso de ultrasonido mejora la visibilidad en el sitio de punción con un riesgo mínimo, eliminando la necesidad de agentes de contraste o sustancias que podrían afectar los biomarcadores. Otro atributo notable de nuestro modelo es su monitorización visual en tiempo real del acceso renal dentro de un entorno inanimado. Esta faceta de la visión en tiempo real en un contexto inanimado pero fácilmente reproducible, respaldado por el contenido establecido y la validez de constructo, distingue a nuestro modelo como una alternativa. Además, una ventaja significativa radica en su asequibilidad. En contraste con los altos costos asociados con los simuladores validados disponibles de manera comercial, que oscilan entre \$500 y \$12,919, nuestro modelo ofrece una solución rentable. Los gastos incurridos en la replicación de nuestro modelo, alrededor de 625 dólares, ponen de manifiesto una marcada diferencia con respecto a las costosas alternativas.⁶

Es imperativo que los simuladores guiados por ultrasonidos, a pesar de sus costos asociados, se sometan a una validación exhaustiva. La evaluación de la validez de contenido del modelo se realizó a través de una encuesta a expertos, que determinó que la utilidad del modelo obtuvo una puntuación de 4 sobre 5 puntos totales y el realismo recibió una puntuación de 3.5 sobre 5. Para la validación de constructos, también se evaluó la capacidad del modelo para diferenciar entre expertos e inexpertos. Se identificaron diferencias estadísticas significativas en su capacidad de discernimiento en función del tiempo transcurrido hasta la punción renal exitosa y la consecución de la punción. Sin embargo, no se demostró una distinción estadística significativa en cuanto al número de intentos necesarios para el éxito de la punción. Esta falta de significación puede atribuirse, en parte, al número limitado de participantes en nuestro estudio, así como a la inexperiencia del grupo de inexpertos que pasó la mayor parte del tiempo con un número limitado de pinchazos.

Por otro lado, es fundamental reconocer las limitaciones de nuestro modelo. Un inconveniente notable es el grupo relativamente pequeño de participantes empleado en su proceso de validación. Sería prudente ampliar los esfuerzos de ratificación para abarcar grupos más grandes y diversos, compuestos por expertos experimentados y aquellos con experiencia limitada. Además, un factor que vale la pena considerar es la subjetiva

vidad inherente al establecimiento de un tiempo máximo arbitrario para que un profesional logre una punción exitosa. La decisión de designar 10 minutos como información de las experiencias de la vida real de nefrólogos, urólogos y expertos guio el umbral. Se determinó de forma colectiva que más allá de este marco de tiempo, se hace evidente la incapacidad de ejecutar una exploración y punción precisas. Esta alineación es congruente con nuestras observaciones de que los operadores expertos alcanzan los pinchazos más rápidos, cayendo con frecuencia por debajo del límite de tiempo prescrito.

Por último, en lo que respecta a la simulación de los movimientos respiratorios de nuestro modelo, surge un área imperativa de mejora. La incorporación de un sistema más auténtico que reproduzca movimientos respiratorios realistas se vuelve crucial. Esto generaría el movimiento dinámico de los órganos intraabdominales, en contraste con los movimientos superficiales de la piel simulados en nuestro modelo actual. Este aspecto de nuestro modelo, en particular la simulación limitada del movimiento de los órganos intraabdominales, fue examinado por expertos evaluadores. Por lo tanto, un paso fundamental para aumentar la fidelidad de nuestro modelo radica en refinar la representación de la dinámica respiratoria para reflejar las condiciones del mundo real con mayor precisión.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un fantoma para la punción renal guiada por ultrasonido, utilizando materiales fácilmente disponibles y fáciles de obtener. Se determinó la validez de contenido y de constructo.

REFERENCIAS

1. Lanzarini SE, Schonstedt PV, Abedrapo MM, Yarmuch GJ, Csendes J A, Rodriguez NA. Simulación: una herramienta útil en la formación quirúrgica moderna. *Rev Chil Cir.* 2008; 60 (2): 167-169. doi: 10.4067/s0718-40262008000200016.
2. Neira SR, Varas CJ, Astroza EG. Validación de un modelo simulado inanimado basado en impresión 3D de ureterorenoscopia flexible. *Rev Cir.* 2020; 72 (6): 567-572. doi: 10.35687/s2452-45492020006623.
3. Brewin J, Ahmed K, Challacombe B. Actualización y revisión de la simulación en la formación urológica. *Int J Surg.* 2014; 12 (2): 103-108. doi: 10.1016/j.ijso.2013.11.012.
4. Aydin A, Shafi AM, Shamim Khan M, Dasgupta P, Ahmed K. Current status of simulation and training models in urological surgery: a systematic review. *J Urol.* 2016; 196 (2): 312-320. doi: 10.1016/j.juro.2016.01.131.

5. Peña MY, Peña PS, Chaviano CM. Complicaciones frecuentes en pacientes con nefrolitotomía percutánea. 2022; 26 (4). [Internet]. [Citado 2023 Septiembre 19]. Disponible en: <https://medicentro.sld.cu/index.php/medicentro/article/view/3811/3013>
6. Noureldin YA, Andonian S. Simulation for percutaneous renal access: where are we? *J Endourol.* 2017; 31 (S1): S10-S19. doi: 10.1089/end.2016.0587.
7. Stern J, Zeltser IS, Pearle MS. Percutaneous renal access simulators. *J Endourol.* 2007; 21 (3): 270-273. doi: 10.1089/end.2007.9981.
8. Zavando MD, Suazo GI, Manterola DC. Validez en la investigación imaginológica. *Rev Chil Radiol.* 2010; 16 (2): 75-79. doi: 10.4067/s0717-93082010000200007.
9. Zhang Y, Ou TW, Jia JG, Gao W, Cui X, Wu JT, Wang G. Novel biologic model for percutaneous renal surgery learning and training in the laboratory. *Urology.* 2008; 72 (3): 513-516. doi: 10.1016/j.urology.2008.05.016.
10. Allen D, O'Brien T, Tiptaft R, Glass J. Defining the learning curve for percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol.* 2005; 19 (3): 279-282. doi: 10.1089/end.2005.19.279.
11. Aedo R, Kerkebe M. Simulación en urología. *Revista Chilena de Urología.* 2018; 83 (3): 14-23.
12. Damia O, Lola M, Schiappapietra J. Nefrostomía percutánea. *Rev Arg Uro Nefro.* 1983; 49 (2): 4-5.
13. Comparison between Ultrasound and Fluoroscopy-guided Percutaneous Nephrolithotomy (PCNL) at Raden Mattaheer Jambi Hospital. *African Journal of Urology.* 2023; 29 (1). doi: 10.1186/s12301-023-00347-5.
14. Schout B, Dolmans V, Bemelmans B, Schoot D, Scherpbier A, Hendriks A. Teaching diagnostic and therapeutic procedures of bladder pathology using a newly developed pig bladder model. *J Endourol.* 2008; 22 (11): 2547-2553. doi: 10.1089/end.2008.0316.
15. Zhang Y, Yu CF, Jin SH, Li NC, Na YQ. Validation of a novel non-biological bench model for the training of percutaneous renal access. *Int Braz J Urol.* 2014; 40 (1): 87-92. doi: 10.1590/s1677-5538.ibju.2014.01.13.
16. Gadzhiev NK, Mishchenko AA, Britov VP, Khrenov AM, Gorelov DS, Obidnyak VM, et al. Creation of a training simulator model for practising puncture of the kidney calyceal system under ultrasound control. 2021; 9 (1): 22-31. (En ruso). doi: 10.21886/2308-6424-2021-9-1-22-31.

Protección de personas y animales: los autores declaran que no se han llevado a cabo experimentos en humanos o animales para esta investigación.

Confidencialidad de los datos: los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Correspondencia:

Stefano Brusoni-Costoya

E-mail: sbrusoni@uc.cl