

Endourología y función renal en pacientes con catéter doble J calcificado

Endourology and renal function in patients with calcified double J catheter

Isied Rojas Fiel^{1,2*} <http://orcid.org/0000-0002-1211-3278>

Roberto Sánchez Tamaki^{1,2} <http://orcid.org/0000-0002-7458-6740>

Rubén Jiménez Roig^{1,2} <http://orcid.org/0000-0002-3488-097X>

Raidel Reyes Arencibia^{1,2} <http://orcid.org/0000-0001-5908-3654>

Deisy Blanco Borrero^{1,3} <http://orcid.org/0000-0003-3763-558X>

¹ Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, Facultad Victoria de Girón. La Habana, Cuba.

² Instituto de Nefrología “Dr. Abelardo Buch López”. La Habana, Cuba.

³ Facultad de Ciencias Médicas de La Habana. Hospital General “Calixto García”. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: isiedrojas@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: El catéter doble J calcificado es una complicación compleja de solucionar, asociada a un mayor riesgo de enfermedad renal crónica. Requieren tratamientos multimodales y una o más sesiones de endourología para su resolución.

Objetivo: Evaluar el comportamiento de la función renal después de la extracción del catéter doble J calcificado mediante endourología.

Métodos: Se realizó un estudio observacional, descriptivo de corte transversal en 23 pacientes con un catéter doble J calcificados, tratados mediante endourología,

en el Instituto de Nefrología “Dr. Abelardo Buch López”, entre enero de 2019 y diciembre de 2022. Fue utilizada la estadística descriptiva.

Resultados: La técnica endourológica más empleada fue nefrolitotomía percutánea asociada a cistolitolapaxia con 39,1 %, el 78,3 % de los pacientes quedaron libres de catéter con una sola sesión de tratamiento quirúrgico. La función renal mejoró en 69,6 % tras la cirugía, y evolucionó a estadios inferiores de la enfermedad renal crónica, especialmente a G3a y G2.

Conclusiones: El empleo de endourológica para la extracción de catéter doble J calcificado mostró una mejoría en la función renal posoperatoria.

Palabras clave: Enfermedad renal crónica; catéteres; endoscopia; ureteroscopia.

ABSTRACT

Introduction: The calcified double J catheter is a complex complication to solve, associated with a higher risk of chronic kidney disease. They require multimodal treatments and one or more endourology sessions for solution.

Objective: To evaluate the behavior of renal function after removal of the calcified double J catheter by endourology.

Methods: An observational, descriptive, cross-sectional study was carried out in 23 patients with calcified double J, treated by endourology, at the “Dr. Abelardo Buch López” between January 2019 to December 2022. Descriptive statistics were used.

Results: The most used endourological technique was percutaneous nephrolithotomy associated with Cystolitholapaxia with 39.1%, 78.3% of patients were catheter-free with a single session of surgical treatment. Kidney function improved in 69.6 % after surgery, progressing to lower stages of chronic kidney disease, especially G3a and G2.

Conclusions: The use of endourology for the removal of a calcified double J catheter showed improvement in postoperative renal function.

Keywords: Chronic kidney disease; catheters; endoscopy; ureteroscopy.

Recibido: 24/02/2024

Aceptado: 09/03/2024

Introducción

En los últimos años, la enfermedad renal crónica (ERC) ha presentado un incremento impresionante, y ha afectado actualmente a 10 % de la población mundial, con más de 800 millones de personas. Además, se ha establecido como una de las principales causas de muerte en el planeta en las últimas décadas.^(1,2,3)

Se asocia a una gran morbilidad, tanto por la enfermedad en sí, como por los tratamientos que se requieren para abordarla, especialmente en estadios terminales, donde son precisas las terapias de remplazo renal. Su progresión puede prevenirse y cuando se presenta, es necesario actuar sobre todos los factores que la empeoran con la intención de retardarla, frenarla o regresar a estadios anteriores de daño renal.^(4,5,6)

En nuestro país, la ERC afecta a un millón de personas y 3500 requieren métodos dialíticos. Anualmente, se incorporan a este tratamiento entre 1000 y 1100 pacientes.⁽⁷⁾ Es fácil de comprender dada su alta incidencia y prevalencia, que un gran número de pacientes la padece y que requieren cirugía, especialmente urológicas; en estos casos, resultan más riesgosas y con una alta probabilidad de agudización o progresión de la misma.^(8,9)

La práctica quirúrgica urológica habitual se apoya de catéteres como los doble J. Son dispositivos tubulares y flexibles que permiten el drenaje de orina desde los riñones hasta la vejiga, o al exterior a través de los uréteres.^(9,10,11,12)

Forma parte del arsenal terapéutico de la uropatía obstructiva secundaria para diversas causas como la litiasis o los tumores y, profilácticamente, puede prevenir

complicaciones derivadas de los procedimientos quirúrgicos, tanto los mínimamente invasivos, como en la cirugía abierta convencional.⁽¹⁰⁾

No obstante, su empleo puede asociarse a complicaciones, dependientes de diferentes factores. La incrustación o calcificación es una de ellas, considerada un problema clínico, en el cual los componentes químicos de la orina se combinan con el catéter y forman una matriz, y posteriormente un lito. Depende del material y forma del catéter, de la indicación para su colocación, de las características individuales del paciente, la periodicidad en los seguimientos y de la existencia o no de complicaciones, aunque es muy importante el tiempo de permanencia con el catéter.^(13,14,15)

El catéter doble J calcificado es una complicación compleja de solucionar, asociada a mayor riesgo de ERC y hospitalización por infección del tracto urinario y puede conllevar a la pérdida de la unidad renal afectada.⁽¹⁶⁾

Varias publicaciones presentan la necesidad de tratamientos multimodales y más de una sesión mediante endourología para su resolución.^(17,18,19)

La situación epidemiológica que resultó la COVID-19 obligó a la redirección de los servicios hospitalarios hacia las urgencias; las personas solo asistían a los centros de salud cuando era estrictamente necesario, motivo por el cual se incrementó la cantidad de pacientes con catéter doble J calcificado. El Servicio de Urología del Instituto de Nefrología de La Habana (INEF) se ha encargado de modificar esta condición mediante la utilización de endourología; sin embargo, se desconoce la repercusión funcional renal en estos pacientes, lo que originó la siguiente investigación con el objetivo de evaluar el comportamiento de la función renal después de la extracción del catéter doble J calcificado.

Métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo de corte transversal con el objetivo de evaluar el comportamiento de la función renal después de la extracción del catéter doble J calcificado, mediante un abordaje endourológico en el Instituto de Nefrología “Dr. Abelardo Buch López”, en el período comprendido entre enero de 2019 y diciembre de 2022.

El universo estuvo conformado por los 23 pacientes con catéter ureteral calcificado doble J, colocados en dicha institución de salud, procedentes de otros servicios urológicos, los cuales cumplieron con los criterios de inclusión.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Edad ≥ 19 años.
- Operados mediante endourolugía.

Por su parte, los criterios de exclusión resultaron:

- Pacientes con historias clínicas incompletas o información insuficiente en la base de datos creada para este estudio.

Las variables estudiadas fueron el filtrado glomerular (FG) preoperatorio estimado, la clasificación del daño renal pre y posoperatorio, la técnica quirúrgica endourológica realizada, el número de sesiones de tratamiento quirúrgico, el FG estimado (FGe) posoperatorio y la evolución del daño renal posoperatorio.

Para la evaluación preoperatoria de los pacientes, se consideraron los protocolos de atención del Servicio de Urología del INEF. En el análisis de la función renal (FR), se estimaron los niveles de FG, según la fórmula de CKD-EPI de 2021 por sus siglas en inglés *Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration* ($\text{ml}/\text{min}/1,73\text{m}^2$, en dos momentos: preoperatorio y seis meses del posoperatorio, respectivamente. Se

consideró daño de la FR cuando existió albuminuria > de 30 mg/24 horas y el FG fue < 90 ml/min/1,73 m² y la ERC se clasificó en grados de acuerdo al valor del FG (FGe) (ml/min/1,73 m²) (tabla 1).

Tabla 1– Clasificación de la enfermedad renal crónica (ERC)

Estadio	Filtrado glomerular (mL/min/1.73 m ²)	Descripción
1	≥ 90	Normal o alto. Presencia de marcadores de daño renal.
2	60-89	Ligeramente disminuido. Presencia de marcadores de daño renal.
3 a	45-59	Ligero a moderadamente disminuido.
3b	30-44	Moderado a severamente disminuido.
4	15- 29	Severamente disminuido.
5	< 15	Fallo renal.

Se asumió progresión del daño renal posoperatorio, como se reporta en la literatura:⁽²⁰⁾

- Descenso sostenido del FG >5 ml/min/1,73 m² al año.
- Cambio de categoría: de grado G1 a G2, de G2 a G3a, de G3a a G3b, de G3b a G4 o de G4 a G5, siempre acompañado de una pérdida de FG ≥ 5 ml/min/1,73 m².

Si el FG determinado en el posoperatorio fue mayor o igual al preoperatorio, y el paciente se mantuviese en el mismo estadio, se consideró estabilización. En cambio, si el FG aumentó, motivo que lleva a un estadio menos avanzado, se consideró mejoría.

La información procedente de la historia clínica, así como las bases de datos del servicio de Urología del INEF, se crearon en una base de datos en Excel. Se procesó mediante bases de datos creada en el programa estadístico SPSS, versión 22.0. Se determinaron medidas de resumen para las variables (frecuencias absolutas y

relativas). Se realizó una amplia búsqueda bibliográfica y documental sobre el tema.

La investigación fue aprobada por los Comités de Ética de las Investigaciones y Científico de la institución.

Resultados

La cirugía urológica mínimamente invasiva más frecuente empleada fue la nefrolitotomía percutánea (NLP), asociada a cistolitolapaxia con 9 enfermos y, de ellos, se intervino una vez el 30,4 % y dos veces el 8,7 % de la muestra. Le siguió en frecuencia la cistolitolapaxia con 5 intervenciones de las cuales ninguna tuvo necesidad de reintervención. La operación menos practicada fue NLP más ureterolitlapaxia. El 78,3 % de los pacientes quedaron libres de catéter con una sola sesión de tratamiento quirúrgico (tabla 2).

Tabla 2- Distribución de los pacientes según tipo y número de intervenciones quirúrgicas

Tipo de intervención	Número de intervenciones				Total	
	1		2			
	No.	%	No.	%	No.	%
NLP + Cistolitolapaxia.	7	30,4	2	8,7	9	39,1
Cistolitolapaxia.	5	21,7	-	-	5	21,7
Nefrolitotomía percutánea (NLP).	4	17,4	-	-	4	17,4
NLP + Ureterolitlapaxia + Cistolitolapaxia.	1	4,3	1	4,3	2	8,7
Ureterolitlapaxia + Cistolitolapaxia.	1	4,3	1	4,3	2	8,7
NLP + Ureterolitlapaxia.	-	-	1	4,3	1	4,3
Total.	18	78,3	5	21,7	23	100

Todos los pacientes estudiados presentaron daño del FGe en la evaluación preoperatoria, y posterior al tratamiento quirúrgico 69,6 % mejoró la función renal,

destacándose 21,7 % que evolucionó del estadio 3b al 3a. No existió progresión del daño renal posquirúrgico y llama la atención que ningún paciente logró normalizar la función renal tras la cirugía (tabla 3).

Tabla 3- Evolución de la función renal según categorías de acuerdo al FG posoperatorio

Evolución	Subtotal	%	Categorías	No.	%
Estabilización	7	30,4	G3b	2	8,7
			G3a	5	21,7
Mejoría.	16	69,6	G4-G3b	4	17,4
			G4-G3a	1	4,4
			G4-G2	2	8,7
			G3b-G3a	5	21,7
			G3b-G2	4	17,4
Total.	23	100	Total.	23	100

Antes de la extracción de los catéteres doble J calcificados, la mayor parte de los pacientes de la serie se encontraban entre los estadios G4 y G3b. Posteriormente, a la resolución quirúrgica se muestra una curva ascendente hacia los estadios G3a y G2 (fig.).

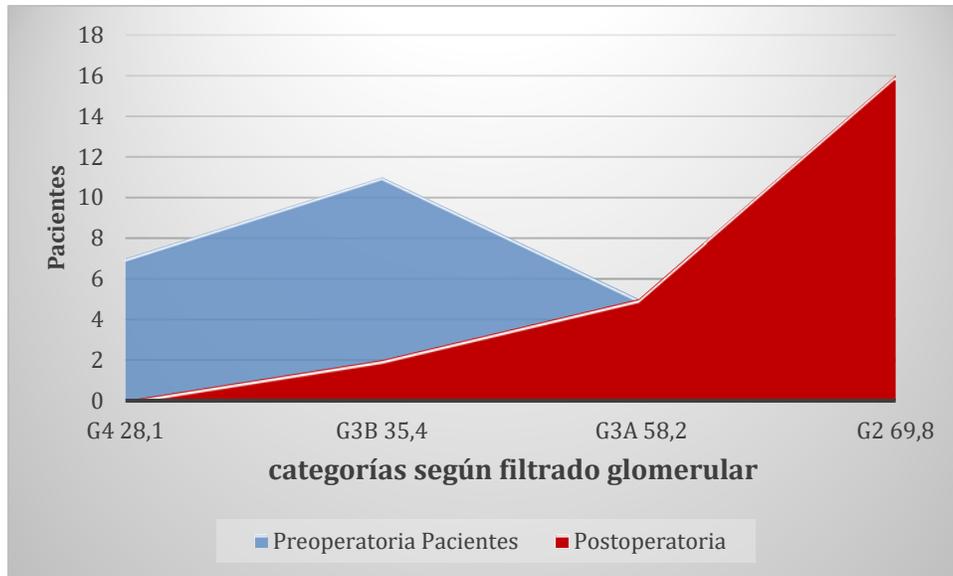


Fig. - Distribución de los pacientes con daño renal, según FG pre- y posoperatorio.

Discusión

Publicaciones recientes muestran que el procedimiento endourológico para el tratamiento del catéter doble J calcificado es el más empleado.⁽¹¹⁾

Algunos autores plantean intervenciones como la litotricia extracorpórea por ondas de choque, la que puede aplicarse en 70,7 % de los pacientes, pero esta modalidad terapéutica no la tenemos en nuestro centro. Métodos multimodales como ureteroscopia (URS) con litofragmentación asociado a cistolitolapaxia se han aplicado entre 6 % y 17,9 %; así como la NLP y URS previa cistolitolapaxia o no, en 7,7 % al 20 %. Además, se ha descrito la cistolitotomíasuprapúbica percutánea en 35,9 % y la necesidad de nefrectomía en 2,6 %.^(21,22)

Mediante los tratamientos antes expuestos, se reporta más de 90 % de pacientes libres de catéter doble J calcificado y litiasis urinaria. Las litiasis residuales, una

vez extraído el catéter, pueden ser tratadas también por cirugía mínimamente invasiva, en el mismo acto quirúrgico o en otros tiempos operatorios.⁽¹¹⁾

Guner⁽²³⁾ obtuvo en su estudio que 14 pacientes (35,9 %) se les practicó cistolitolapaxia, 7 (17,9 %) URS, y 3 (7,7 %) nefrolitotomía percutánea más URS. *López*⁽²⁴⁾ trató con ureteroscopia a 47,61 % y en 90,47 % se necesitó una sola intervención quirúrgica.

Tales resultados muestran la variedad de posibilidades terapéuticas mínimamente invasivas, mediante los cuales puede obtenerse el fin requerido, al depender de las disponibilidades, las experiencias de los diferentes grupos de trabajo y las peculiaridades de cada paciente.

La enfermedad litiásica asociada a los catéteres doble J calcificados puede conducir a la pérdida de la función renal, y se necesita el empleo de terapias sustitutivas de la función renal.⁽²⁵⁾

La literatura que aborda la relación entre daño de la función renal y la existencia de catéter doble J calcificado es pobre. Algunos autores como *Areola*⁽²⁶⁾ reportan en sus estudios de ERC, tanto antes como posterior al proceder extractivo, 38,9 % previamente a la cirugía y 25 % luego de ella y establecen una relación interesante, no solo entre el tiempo de permanencia del catéter, sino la mayor predisposición que tienen los pacientes con ERC a la calcificación, al describirlo como factor de riesgo.

Yamashiro⁽²⁷⁾ y otros reportan cifras inferiores de ERC al quedar libres de catéter con 30,6 %; valores que difieren de nuestro estudio donde la totalidad de pacientes presentaron daño funcional renal previo y posterior a la extracción de los dispositivos.

En una serie de casos estudiados durante 10 años, cuyos pacientes poseían catéter calcificado y que, a su vez, fueron causa de ERC en monorrenos tratados mediante endourología, se reportaron que la mayoría de los pacientes mantuvieron

una estabilidad entre el daño renal leve a moderado, verificado en el seguimiento posquirúrgico.⁽²⁸⁾

Es de destacar, que no se encontró otra investigación, en el contexto nacional, que describiera la evolución y las fluctuaciones en grados, según las tasas de FG en pacientes con ERC y catéter doble J calcificado.

La principal limitación del estudio es que se trata de un estudio unicentro.

Se concluye que el empleo de endourología para la extracción de catéter doble J calcificado mostró mejoría de la función renal posoperatoria.

Referencias bibliográficas

1. Kovesdy CP. Epidemiology of chronic kidney disease: an update 2022. *Kidney Int Suppl* (2011). 2022;12(1):7-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.kisu.2021.11.003>
2. Sawhney R, Malik A, Sharma S, Narayan V. A comparative assessment of artificial intelligence model used for early prediction and evaluation of chronic kidney disease. *Decision Analytics Journal*. 2023;6:100169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100169>
3. Marín MC, Rodríguez CA, Martínez MA, Cabrera Y, Dávalos JM, Auza JC. Ponderación de la mortalidad en la enfermedad renal crónica, con método multicausal. Cuba, 2011–2020. *UO Medical Affairs*. 2023 [acceso 06/12/2023];2(1):26-32. Disponible en: <https://uomedicalaffairs.olmeca.edu.mx/wpcontent/uploads/2023/03/Articulo-4-Ponderacion-de-la-Mortalidad-en-la-enfermedad-renal-cronica-con-metodo-multicausal-Cuba-2011-%E2%80%932020.pdf>
4. Yang CW, Harris DC, Luyckx VA, Nangaku M, Hou FF, García GG, *et al*. Global case studies for chronic kidney disease/end-stage kidney disease care. *Kidney international supplements*. 2020;10(1):e24-e48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.kisu.2019.11.010>

5. Abd El Hafeez S, Bolignano D, D'Arrigo G, Dounousi E, Tripepi G, Zoccali C. Prevalence and burden of chronic kidney disease among the general population and high-risk groups in Africa: a systematic review. *BMJ open*. 2018;8(1):e015069. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-015069>
6. Luyckx VA, Cherney DZI, Bello AK. Preventing CKD in Developed Countries. *Kidney International Reports*. 2020;5(3):263-77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2019.12.003>
7. Herrera R, Almaguer M, Chipi JA, Pérez JF, Landrove O, Mármol A. Prevalence and incidence of chronic kidney disease in Cuba. *Clin Nephrol*. 2020;93(1):68-71. DOI: <https://doi.org/10.5414/CNP92S111>
8. Lysak N, Hashemighouchani H, Davoudi A, Pourafshar N, Loftus T, Ruppert M, *et al*. Cardiovascular death and progression to end stage renal disease after major surgery in elderly patients. *BJS open*. 2020;4(1):145-56. DOI: <https://doi.org/10.1002/bjs5.50232>
9. D'Costa M, Savcic-Kos R, Huang J, Rule AD, Murali N. Urological procedures in urolithiasis and their association with chronic kidney disease. *Clinical medicine & research*. 2016;14(2):75-82. DOI: <https://doi.org/10.3121/cmr.2016.1261>
10. Arrellano SG. Utilidad del catéter doble J calcificado como predictor de complicaciones según factores de riesgos [Tesis]. Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2021 [acceso 07/12/2023]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/61474>
11. Jiménez SN, González T, Morales E. Tratamiento mínimamente invasivo del catéter doble J calcificado. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 2023 [acceso 07/12/2023];52(1). Disponible en: <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/2129>
12. Leslie SW, Sajjad H. Double J Placement Methods Comparative Analysis. [Updated 2023 May 30]. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing;

- 2023 [acceso 07/12/2023]. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482453/>
13. Mohan K, Keeley FX Jr, Moussa SA. Endourological management of severely encrusted ureteral stents. J Endourol. 1999;13:377-9. DOI:
<https://doi.org/10.1089/end.1999.13.377>
14. Bithelis G, Bouropoulos N, Liatsikos EN, Perimenis P. Assessment of encrustations on polyurethane ureteral stents. J Endourol. 2004;6:550-9. DOI:
<https://doi.org/10.1089/end.2004.18.550>
15. Finney, RP. Experience with new double J ureteral catéter stent 1978. J Urol. 2002;167:1135-8. DOI:[https://doi.org/10.1016/s0022-5347\(02\)80361-5](https://doi.org/10.1016/s0022-5347(02)80361-5)
16. Zampini A, Nguyen AH, Rose E. Defining dysbiosis in patients with urolithiasis. Sci Rep. 2019;9. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41977-6>
17. Tomer N, Garden E, Small A, Palese M. Ureteral Stent Encrustation: Epidemiology, Pathophysiology, Management and Current Technology. J Urol. 2021 [acceso 27/12/2023];205(1):68-77. Disponible en:
<https://www.auajournals.org/doi/abs/10.1097/JU.0000000000001343>
18. Tzelvels L, Türk C, Skolarikos A. European Association of Urology Urolithiasis Guidelines: Where Are We Going? Eur Urol Focus. 2021 [acceso 27/12/2023];7(1):34-8. Disponible en: [https://www.eurofocus.europeanurology.com/article/S2405-4569\(20\)30270-4/fulltext](https://www.eurofocus.europeanurology.com/article/S2405-4569(20)30270-4/fulltext)
19. Jiang P, Xie L, Arada R, Patel RM, Landman J, Clayman RV. Qualitative Review of Clinical Guidelines for Medical and Surgical Management of Urolithiasis: Consensus and Controversy 2020. J Urol. 2021 [acceso 27/12/2023];205(4):999-1008. Disponible en:
<https://www.auajournals.org/doi/10.1097/JU.0000000000001478>
20. Jiménez DL, Guerra LC, Chozas JL, González JM. Actualización del concepto del bloqueo dual del sistema renina-angiotensina-aldosterona. ¿Una nueva opción

terapéutica? MedClin (Barc). 2018;150(1). DOI:
<http://doi.org/10.1016/j.medcli.2017.05.027>.

21. Vajpeyi V, Chipde S, Khan FA, Parashar S. Forgotten double-J stent: Experience of a tertiary care center. Urol Ann. 2020 [acceso 27/12/2023];12(2):138-43. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7292427/>

22. El-Tatawy H, El-Abd AS, Gameel TA, Ramadan AR, Abo Farha MO, Sabaa MA, *et al*. Management of forgotten encrusted JJ stents using extracorporeal shockwave lithotripsy: A single-centre experience. Arab J Urol. 2019 [acceso 27/12/2023];17(2):132-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6600063/>

23. Guner E, Seker KG. Comparison of Two Different Scoring Systems in Encrusted Ureteral Stent Management. A Single-Center Experience. Urology Journal. 2020;17(3):248-251. DOI: <http://doi.org/10.22037/uj.v0i0.5516>

24. López EE. Manejo de pacientes con catéteres doble J calcificados atendidos en el Servicio de Urología del Hospital Escuela "Dr. Antonio Lenin Fonseca" de enero 2017 a enero 2019 [Tesis de especialista]. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2019 [acceso 27/12/2023]. Disponible en: <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/13449>

25. Papaginovic MM, Nicolini ME, Serrano MH, Mojico ER, Martínez RD. Litiasis coraliforme con calcificación bilateral de catéteres doble J como causa de ingreso a diálisis, su evolución y complicaciones. Revista de Nefrología, Diálisis y trasplante. 2019 [acceso 27/12/2023];39(3):224-7. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2346-85482019000300224&lng=es

26. Areola DA. Asociación entre deterioro de la función renal y la calcificación de catéteres ureterales en pacientes con urolitiasis durante el período de enero de 2020 a junio 2023 [Tesis]. 2024 [acceso 27/12/2023]. Disponible en:

<https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000845440/3/0845440.pdf>

27. Yamashiro JR, Cole TJ, de Riese CS, Shaw C, de Riese WT. Risk of chronic kidney disease in patients with retained ureteral stents. *Journal of Clinical Urology*. 2023;16(2):126-30. DOI: <http://doi.org/10.1177/20514158211017720>

28. Aron M, Ansari MS, Singh I, Gautam G, Kolla SB, Seth A, *et al*. Forgotten ureteral stents causing renal failure: multimodal endourologic treatment. *J Endourol*. 2006 Jun;20(6):423-8. DOI: <http://doi.org/10.1089/end.2006.20.423>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, redacción del borrador original, redacción, revisión y diseño: Isied Rojas Fiel.

Conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, redacción del borrador original, administración del proyecto, redacción, revisión y diseño: Roberto Sánchez Tamaki.

Conceptualización, análisis formal, metodología, redacción del borrador original, investigación, supervisión, administración del proyecto, validación, redacción, revisión y diseño: Rubén Jiménez Roig.

Conceptualización, análisis formal, metodología, investigación: Raidel Reyes Arencibia.