



CIRUGÍA INTRARENAL RETROGRADA Y URETEROLITOTRICIA ENDOSCÓPICA RETROGRADA FLEXIBLE: EFICACIA Y SEGURIDAD CON TÉCNICA LIBRE DE RADIACIÓN

Retrograde Intrarenal Surgery and Flexible Retrograde Endoscopic Ureterolithotripsy: Efficacy and Safety with Radiation-Free Technique

Andrés Rubín¹, Roberto Guillen, Ámbar Landaeta, José Manuel Rojas, Francisco López, Diego Reyes

Recibido: 05/05/25 Aprobado: 09/06/26

RESUMEN

Palabras clave:

Ureteroscopia flexible, cirugía intrarenal retrógrada, fluoroscopia, litiasis urinaria, curva de aprendizaje, endourología

Objetivo: Evaluar la seguridad y eficacia de la cirugía intrarenal retrógrada (CIR) y la ureterolitotricia retrógrada flexible (URSF) realizadas sin fluoroscopia en pacientes con litiasis renal o ureteral proximal, además de documentar la curva de aprendizaje del operador. **Material y Métodos:** Estudio observacional, prospectivo y longitudinal, que incluyó 50 procedimientos consecutivos de CIR y URSF realizados entre enero y diciembre de 2024 en un hospital público venezolano. Se incluyeron pacientes adultos con litiasis renal o ureteral proximal confirmada por urotomografía. Las intervenciones fueron realizadas por un residente en formación, bajo supervisión directa. Se empleó técnica estandarizada libre de fluoroscopia, guiada exclusivamente por visión endoscópica. Se evaluaron variables clínicas, quirúrgicas y evolutivas. **Resultados:** La edad promedio fue de 52,1 años. La tasa global de resolución completa de litiasis fue del 84% tras una única intervención. El tiempo quirúrgico medio fue de 57,7 minutos. La curva de aprendizaje mostró una disminución progresiva del tiempo operatorio ($r = -0,586$; $p < 0,00001$). El tamaño del cálculo y el tipo de procedimiento fueron factores predictivos independientes del tiempo quirúrgico. Se observaron complicaciones intraoperatorias en 4 casos (8%) y postoperatorias en 6 casos (12%), siendo la más frecuente la infección urinaria con fiebre. La técnica se demostró segura, eficaz y viable en un contexto sin acceso a fluoroscopia. **Conclusión:** CIR y URSF sin fluoroscopia constituyen una alternativa válida en escenarios con recursos limitados, sin comprometer los resultados clínicos ni la seguridad del paciente.

ABSTRACT

Keywords:

Flexible ureteroscopy, retrograde intrarenal surgery, fluoroscopy, urinary stones, learning curve, endourology

Objective: To evaluate the safety and efficacy of fluoroscopy-free retrograde intrarenal surgery (RIRS) and flexible ureteroscopic lithotripsy (fURSL) in patients with renal or proximal ureteral stones, and to document the operator's learning curve. **Materials and Methods:** A prospective, observational, longitudinal study was conducted including 50 consecutive RIRS and fURSL procedures performed between January and December 2024 at a public hospital in Venezuela. Adult patients with renal or proximal ureteral stones confirmed by non-contrast computed tomography were included. Procedures were performed by a third-year urology resident under expert supervision, using a standardized fluoroscopy-free technique guided solely by endoscopic vision. Clinical, surgical, and postoperative variables were analyzed. **Results:** Mean patient age was 52.1 years. The overall stone-free rate after a single procedure was 84%. Mean operative time was 57.7 minutes. The learning curve analysis revealed a significant progressive reduction in surgical time ($r = -0.586$; $p < 0.00001$). Stone size and procedure type were independent predictors of operative duration. Intraoperative complications occurred in 4 cases (8%), and postoperative complications in 6 cases (12%), the most frequent being febrile urinary tract infection. The fluoroscopy-free approach proved to be safe, effective, and feasible in this resource-limited setting. **Conclusion:** RIRS and fURSL without fluoroscopy represent a valid alternative in hospitals with limited access to radiologic imaging, without compromising patient outcomes or procedural safety.

Trabajo de investigación presenta para optar a la incorporación como especialista
en Urología en la Sociedad Venezolana de Urología

ORCID:¹ [0000-0001-5755-5996](https://orcid.org/0000-0001-5755-5996)

INTRODUCCIÓN

La ureterolitotricia endoscópica retrógrada flexible (URSF) y la cirugía intrarrenal retrógrada (CIR) se han consolidado como los procedimientos de elección en el tratamiento de la litiasis ureteral proximal y renal menor o igual a 2 cm, gracias a su carácter mínimamente invasivo, elevada eficacia clínica y baja morbilidad en comparación con técnicas abiertas o percutáneas tradicionales ^(1,2). El desarrollo de ureteroscopios flexibles de alta definición, el avance de los láseres de Holmium:YAG y Thulium, así como la disponibilidad de instrumentos auxiliares como camisas de acceso ureteral y cestas de nitinol, han permitido ampliar las indicaciones y mejorar los desenlaces quirúrgicos ^(3,4).

Sin embargo, la ejecución segura y eficaz de estas técnicas depende en gran medida de una curva de aprendizaje prolongada, donde la experiencia acumulada del cirujano, la familiaridad con la anatomía del tracto urinario superior y la correcta manipulación de los instrumentos son factores determinantes para alcanzar resultados óptimos ⁽⁵⁾. En la práctica convencional, la fluoroscopia ha sido ampliamente utilizada como herramienta de guía intraoperatoria para la colocación de guías, camisas de acceso y catéter doble J, así como para la localización intraoperatoria de cálculos urinarios. No obstante, su uso implica exposición a radiación ionizante tanto para el paciente como para el equipo quirúrgico, lo que ha generado creciente preocupación por los riesgos ocupacionales a largo plazo, especialmente en entornos de alto volumen quirúrgico ^(6,7).

En países como Venezuela, donde la infraestructura tecnológica de muchos hospitales públicos es limitada y el acceso a fluoroscopia no siempre está garantizado,

se hace necesario el desarrollo de variantes técnicas que prescindan del uso de radiación intraoperatoria, sin comprometer la eficacia del procedimiento. La técnica sin fluoroscopia, basada exclusivamente en visión endoscópica directa y referencias anatómicas internas, ha emergido como una estrategia adaptativa viable en este contexto. Diversos estudios internacionales han demostrado que esta variante puede realizarse de forma segura y eficaz, incluso en manos de cirujanos en formación, siempre que exista una adecuada supervisión y selección del caso clínico ^(8,9).

Un estudio prospectivo realizado por Güner *et al.* en Turquía comparó CIR con y sin fluoroscopia en 105 pacientes, demostrando que no existen diferencias significativas en tiempo quirúrgico, tasa libre de litiasis ni en complicaciones postoperatorias entre ambos grupos ⁽¹⁰⁾. De igual forma, Mahmood *et al.* en un ensayo publicado en Asian Journal of Urology evaluaron 135 casos de CIR sin fluoroscopia, alcanzando una tasa libre de litiasis del 90,3% y una baja incidencia de complicaciones, con resultados equiparables a la técnica convencional ⁽¹¹⁾. Por su parte, Aykac *et al.* evidenciaron que la colocación de la camisa de acceso ureteral sin fluoroscopia puede realizarse con igual tasa de éxito y sin incremento en las complicaciones ⁽¹²⁾. Más recientemente, Alma *et al.* publicaron en Urology Journal una cohorte de 190 pacientes con CIR, encontrando que los resultados clínicos y postoperatorios fueron equivalentes en los grupos con y sin fluoroscopia ⁽¹³⁾. Finalmente, el trabajo multicéntrico latinoamericano de Alvidrez González *et al.* demostró, en una muestra de 304 pacientes, que la técnica sin fluoroscopia ofreció incluso una mayor tasa libre de litiasis (84,5%) y menor tasa de complicaciones intraoperatorias en comparación con la técnica convencional ⁽¹⁴⁾.

También es importante mencionar que tradicionalmente, la cirugía intrarrenal retrógrada (CIR) ha sido recomendada para el tratamiento de litiasis renales de hasta 20 mm de diámetro, siendo la nefrolitotomía percutánea (NLP) la opción preferida para cálculos de mayor tamaño, debido a su elevada tasa de éxito en estos casos complejos ⁽¹⁾. Sin embargo, avances tecnológicos recientes como los láseres de Holmium de alta potencia, la miniaturización de los ureteroscopios digitales flexibles y la mejora en los instrumentos de fragmentación y extracción han permitido reconsiderar y ampliar las indicaciones de la CIR en casos seleccionados con litiasis “mayores de 20 mm” ⁽¹⁵⁾.

Diversos estudios han respaldado esta tendencia. Danilovic *et al.* realizaron un estudio prospectivo para evaluar predictores tomográficos del estado libre de litiasis posterior a CIR en 151 pacientes, encontrando que el tamaño del cálculo no fue un factor limitante absoluto, siempre que se mantuviera una adecuada planificación quirúrgica, evidenciando tasas de éxito comparables incluso en litiasis de mayor tamaño ⁽¹⁶⁾. Por su parte, Tamhankar *et al.* publicaron una serie clínica en la que se trataron litiasis renales mayores de 2 cm con CIR, obteniendo tasas “stone-free” superiores al 80%, aunque reconociendo la posibilidad de requerir múltiples sesiones en algunos casos ⁽¹⁷⁾. Finalmente, Berardinelli *et al.* analizaron los resultados de CIR en pacientes con litiasis de gran tamaño, incluyendo aquellos con anatomía renal compleja, y concluyeron que, con una selección cuidadosa de los casos, es posible alcanzar resultados clínicos satisfactorios, incluso frente a indicaciones tradicionalmente reservadas para NLP ⁽¹⁸⁾.

Estos hallazgos y muchos otros trabajos reportados en la literatura internacional, han contribuido a una visión más flexible de las indicaciones terapéuticas en el manejo de la litiasis renal, permitiendo que la CIR sea considerada una opción válida más allá del umbral clásico de 20 mm, siempre que se cuente con recursos adecuados, experiencia quirúrgica progresiva y una correcta evaluación preoperatoria.

En este contexto, el presente estudio se propone evaluar la seguridad y eficacia de la CIR y URSF sin fluoroscopia en un hospital público venezolano, documentando además la curva de aprendizaje de un cirujano en formación. Este enfoque permitirá generar evidencia local útil para la validación de técnicas quirúrgicas adaptadas a escenarios de recursos limitados, contribuyendo al fortalecimiento de los programas de formación en urología y a la optimización de la práctica clínica en entornos similares.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio y población: Se realizó un estudio observacional, prospectivo, longitudinal y no experimental, desarrollado en el Servicio de Urología del Hospital Miguel Pérez Carreño, Caracas, Venezuela. Se incluyeron 50 procedimientos consecutivos de cirugía intrarrenal retrógrada (CIR) o ureterolitotricia endoscópica retrógrada flexible (URSF), realizados desde enero 2024 hasta diciembre 2024, en pacientes adultos con diagnóstico confirmado de litiasis renal, ureteral proximal o ambas, mediante urotomografía computarizada (Uro-TC) con una antigüedad no mayor a seis meses.

Las cirugías fueron ejecutadas por un médico residente de tercer año sin experiencia previa en ureterorenoscopia flexible, siempre bajo la supervisión directa de un urólogo experto.

Criterios de inclusión:

- Mayores de 18 años
- Litiasis renal, ureteral proximal o ambas (no se estableció límite en el tamaño de las litiasis, se explicó al paciente que, en caso de litiasis mayores de 20 mm, podrían requerir más de una intervención para resolución completa).
- Litos únicos o múltiples (se explicó al paciente que, en caso de litiasis múltiples, podrían requerir más de una intervención para resolución completa).
- Estudios preoperatorios completos y evaluación preanestésica sin contraindicación.
- Urocultivo preoperatorio negativo.
- Sin alteraciones anatómicas urinarias.

Criterios de exclusión:

- Infecciones urinarias activas.
- Malformaciones urológicas documentadas.
- Embarazo.
- Monorrenos.
- Coagulopatías no corregidas.
- Antecedentes de estenosis ureteral significativa.
- Sospecha o confirmación de patología oncológica urotelial.

Aspectos preoperatorios: Todos los pacientes fueron sometidos a colocación de catéter doble J de 6 Fr (pre-stent) entre 10 y 14 días antes de la intervención con el fin de realizar dilatación ureteral pasiva preoperatoria y facilitar la colocación de la camisa de acceso ureteral durante la intervención. Se exigió urocultivo negativo previo a la programación quirúrgica. En caso de infección, se indicó tratamiento antibiótico y nueva evaluación microbiológica. En los casos de urolitiasis bilateral, se planificó resolución quirúrgica de forma unilateral por intervención, permitiendo así evaluar de manera independiente cada procedimiento.

Descripción de la técnica quirúrgica paso a paso:

1. Anestesia general.
2. Posición de litotomía, medidas de asepsia y antisepsia, colocación de campos estériles.
3. Uretro-cistoscopia para acceso inicial y colocación de primera guía hidrofílica de nitinol a través del catéter doble J previamente colocado.
4. Retiro de catéter doble J previamente insertado, manteniendo la guía hidrofílica de nitinol.
5. Ureteroscopia semirrígida 8 Fr para visualización del uréter hasta la unión ureteropélica, descartando estenosis ureteral y para confirmación de la posición de la guía hidrofílica *in situ*.
6. Colocación de una segunda guía hidrofílica bajo visión directa con el ureteroscopio.
7. Retiro del ureteroscopio semirrígido, midiendo la longitud insertada hasta

- la unión pieloureteral (referencia de distancia para camisa de acceso ureteral).
8. Selección de guía de seguridad y avance de camisa de acceso ureteral (35 cm en mujeres, 45 cm en hombres) a través de la segunda guía hasta la longitud previamente medida.
 9. Introducción del ureterorenoscopio flexible de 7.5 Fr a través de la camisa.
 10. Exploración uretero-pielo-caliceal y localización del(los) lito(s).
 11. Litotricia con láser Holmium-YAG (fibra de 200 micras), con potencia máxima de 12W para cálculos ureterales y 24W para litiasis renal.
 12. Pulverización completa (dusting) hasta eliminación visual del cálculo o hasta alcanzar los 90 minutos de tiempo operatorio.
 13. Verificación endoscópica de sistema colector para confirmar condición libre de litiasis.
 14. Retiro del ureteroscopio y camisa con conservación de la guía de seguridad.
 15. Colocación de catéter doble J (6 Fr) bajo visión directa con cistoscopia rígida
 16. Colocación de sonda vesical, culminación del procedimiento y traslado a recuperación.

Cuidados postoperatorios y seguimiento: Se realizó Rx KUB en el postoperatorio inmediato para verificar la correcta colocación del catéter doble J. Los pacientes fueron hospitalizados durante al menos 24 horas para monitoreo postoperatorio. La sonda vesical

se retiró al día siguiente. Al alta, se indicó antibiótico oral, tamsulosina y analgesia. El catéter doble J fue retirado entre 14 y 21 días postoperatorios. La evaluación imagenológica (Uro-TC) se realizó tras el retiro del *stent* para determinar la tasa libre de litiasis.

Variables analizadas: Se recolectaron datos de: edad, sexo, diagnóstico, lado intervenido, localización y tamaño del cálculo, tipo de intervención realizada, tiempo operatorio, complicaciones intra o postoperatorias, tiempo de hospitalización, tasa libre de litiasis, necesidad de reintervención y progresión de la curva de aprendizaje del operador.

Análisis estadístico: Se usó SPSS® v25.0 para análisis descriptivo (medias, desviación estándar, frecuencias) e inferencial.

Para evaluar la progresión técnica de la curva de aprendizaje del operador a lo largo del estudio, se realizó un análisis de curva de aprendizaje basado en el tiempo quirúrgico de cada procedimiento. Se graficaron los 50 casos en orden cronológico, representando en el eje vertical la duración del acto quirúrgico (en minutos) y en el eje horizontal el número de caso secuencial. Se aplicaron dos métodos complementarios:

1. Regresión lineal simple para identificar la existencia de una tendencia estadísticamente significativa a la disminución del tiempo quirúrgico, con análisis de correlación mediante el coeficiente de Spearman, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$.
2. Media móvil suavizado (ventana de 5 casos) para representar gráficamente la evolución real del tiempo quirúrgico, permitiendo detectar fases de estabilización, mejoras o retrocesos temporales en la ejecución técnica.

Ambos enfoques se implementaron utilizando herramientas estadísticas del software Python® (librerías NumPy, Pandas, Matplotlib y SciPy), y los resultados se incorporaron en la sección de Resultados para una interpretación completa del rendimiento quirúrgico progresivo.

Todos los análisis fueron realizados con un nivel de confianza del 95%, considerando valores de $p < 0,05$ como estadísticamente significativos.

RESULTADOS

Características demográficas y clínicas

La muestra incluyó 50 pacientes con una edad promedio de 52,1 años (DE $\pm 14,4$), rango de 25 a 83 años. La mediana fue de 53,5 años, con un rango intercuartílico de 44,3 a 61,8 años. Predominaron las mujeres (n=28; 56%) sobre los hombres (n=22; 44%). En cuanto a la lateralidad, 27 procedimientos (54%) se realizaron en el lado derecho y 23 (46%) en el izquierdo.

Respecto al diagnóstico preoperatorio, 41 pacientes (82%) presentaban litiasis renal exclusiva, 5 pacientes (10%) litiasis ureteral proximal, y 4 pacientes (8%) litiasis combinada renal y ureteral proximal.

Preparación preoperatoria y modalidad quirúrgica

La mayoría de las intervenciones fueron programadas (n=48; 96%), mientras que 2 (4%) se realizaron en contexto de emergencia. En 48 pacientes (96%) se colocó un catéter doble J (pre-stent) de forma electiva entre 10 y 14 días antes de la cirugía, conforme

al protocolo institucional. Los dos pacientes restantes (4%), intervenidos de urgencia, no recibieron pre-stent. Asimismo, se documentó la realización de urocultivo preoperatorio con resultado negativo en 48 casos (96%); en los dos restantes, no se efectuó debido a la urgencia del procedimiento.

Características de las litiasis

El tamaño de las litiasis osciló entre 8 y 45 mm, con una media de 19,6 mm (DE $\pm 8,2$) y una mediana de 18,5 mm. El rango intercuartílico fue de 15 a 20 mm, indicando una mayor frecuencia de litiasis pequeñas a medianas.

En cuanto al número, 33 pacientes (66%) presentaban una única litiasis, mientras que 17 (34%) tenían litiasis múltiples.

Procedimientos quirúrgicos y tiempos operatorios

El tiempo quirúrgico total varió entre 33 y 90 minutos, con una media de 57,7 minutos (DE $\pm 17,2$) y una mediana de 55 minutos. El rango intercuartílico fue de 45 a 70 minutos, reflejando una ejecución quirúrgica eficiente acorde con los estándares de procedimientos endourológicos mínimamente invasivos.

En relación al tipo de procedimiento, 42 pacientes (84%) fueron sometidos a cirugía intrarrenal retrógrada (CIR), 5 pacientes (10%) a una combinación de CIR y ureterolitotricia retrógrada flexible (URSF), y 3 (6%) exclusivamente a URSF.

Se utilizó camisa de acceso ureteral en 48 casos (96%); en los 2 restantes (4%) no se empleó este dispositivo.

Fragmentación y complicaciones intraoperatorias

Se logró una fragmentación completa de la litiasis durante la intervención en 42 pacientes (84%). En los 8 casos restantes (16%), no se alcanzó la fragmentación total, requirieron seguimiento con posibilidad de nueva intervención.

Cuatro pacientes (8%) presentaron complicaciones intraoperatorias: hematuria en 3 casos (75% de las complicaciones) y perforación ureteral en 1 caso (25%). En los 46 procedimientos restantes (92%), no se reportaron eventos adversos.

Manejo postoperatorio y complicaciones

En todos los casos (100%) se colocó un catéter ureteral doble J al finalizar la intervención, como parte del protocolo establecido, para facilitar el drenaje urinario postoperatorio y prevenir complicaciones asociadas al edema ureteral o manipulación endoscópica.

Se registraron complicaciones postoperatorias en 6 pacientes (12%), todas correspondientes a infecciones del tracto urinario acompañadas de fiebre. Los 44 pacientes restantes (88%) no presentaron eventos adversos durante el postoperatorio.

Estancia hospitalaria

El tiempo de hospitalización postoperatoria varió entre 1 y 4 días, con una media de 1,37 días (DE $\pm 0,83$) y una mediana de 1 día. El primer y tercer cuartil coincidieron en 1 día, indicando que el 75% de los pacientes fueron dados de alta al día siguiente de la intervención.

Tasa de resolución completa de litiasis (“stone-free”)

Tras una única cirugía, 42 pacientes (84%) lograron la condición libre de litiasis (“stone-free”), sin requerir procedimientos adicionales. Los 8 pacientes restantes (16%) necesitaron una reintervención endourológica para alcanzar la resolución completa, evidenciando una alta tasa de eficacia inicial del procedimiento.

Análisis de la curva de aprendizaje

Se evaluó la curva de aprendizaje del operador mediante el análisis del tiempo quirúrgico en los 50 procedimientos consecutivos. Al graficar la duración de cada intervención según el número secuencial de caso, se observó una tendencia decreciente en los tiempos operatorios, sugiriendo una mejora progresiva en la eficiencia técnica. El análisis de correlación lineal mostró una asociación negativa significativa entre el número de caso y el tiempo quirúrgico ($r = -0,586$; $p < 0,00001$). La correlación de Spearman también fue significativa ($\rho = -0,600$; $p < 0,00001$), reafirmando una relación monótona inversa.

La Figura 1 presenta un diagrama de dispersión con ajuste por regresión lineal, ilustrando esta tendencia decreciente. La Figura 2 muestra una curva suavizada mediante media móvil, identificando tres fases en el proceso formativo: adaptación (casos 1–15), estabilización técnica (casos 16–35) y consolidación (casos 36–50), con tiempos quirúrgicos predominantemente por debajo de los 50 minutos en la fase final.

Relación entre tamaño de litiasis y tiempo quirúrgico

Se exploró la relación entre el tamaño de la litiasis y el tiempo quirúrgico. El análisis de

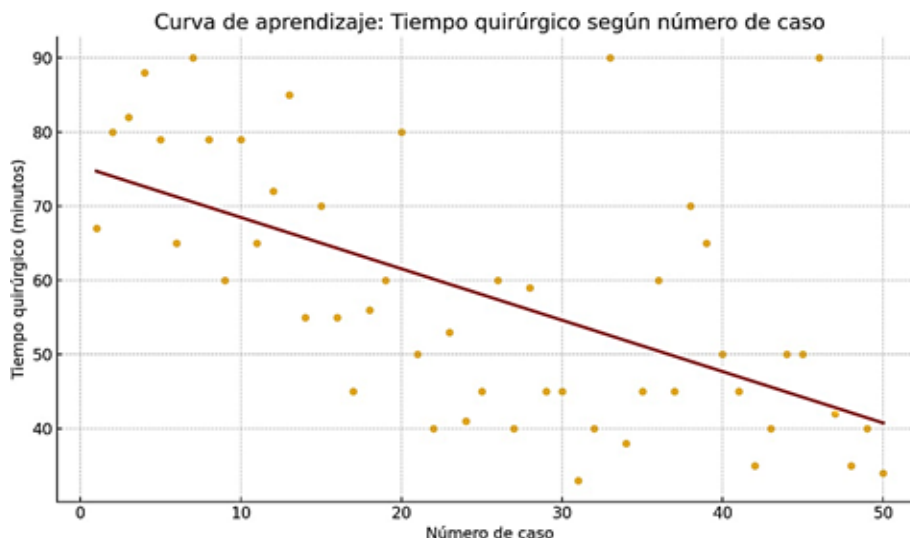


Figura 1. Diagrama de dispersión con línea de regresión lineal

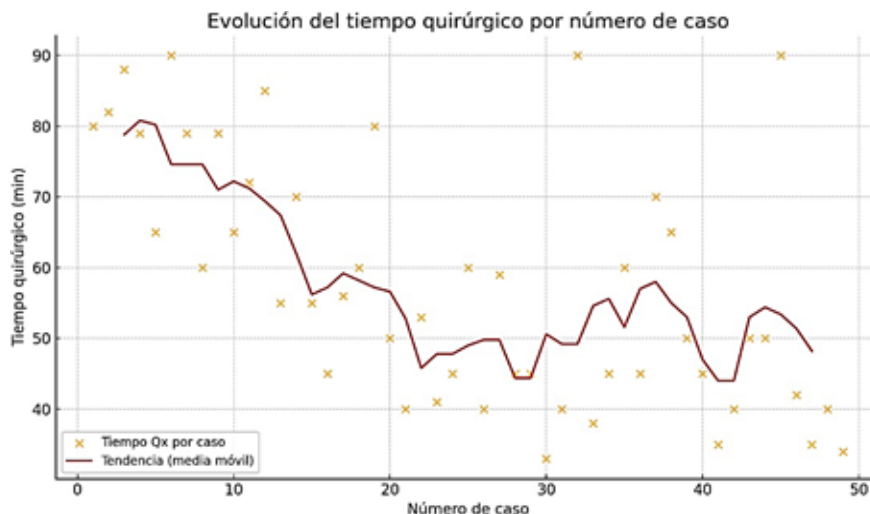


Figura 2. Diagrama de dispersión con línea de media móvil (suavizado)

correlación de Pearson reveló una asociación positiva moderada y significativa ($r = 0,517$; $p < 0,001$), indicando que los cálculos de mayor tamaño tendieron a requerir tiempos operatorios más prolongados. El coeficiente de Spearman también fue significativo ($\rho = 0,383$; $p = 0,006$), confirmando esta relación.

La Figura 3 muestra un gráfico de dispersión con una línea de regresión lineal, ilustrando visualmente esta asociación.

Evolución de la tasa “stone-free”

Se evaluó la evolución secuencial de la tasa de resolución completa de litiasis en los 50 procedimientos. La Figura 4 muestra la tasa “stone-free” acumulada según el número de caso, permaneciendo relativamente estable y alta desde las fases iniciales. La correlación de Spearman entre el número de caso y la obtención del estado “stone-free” no fue significativa ($\rho = -0,015$; $p = 0,917$),

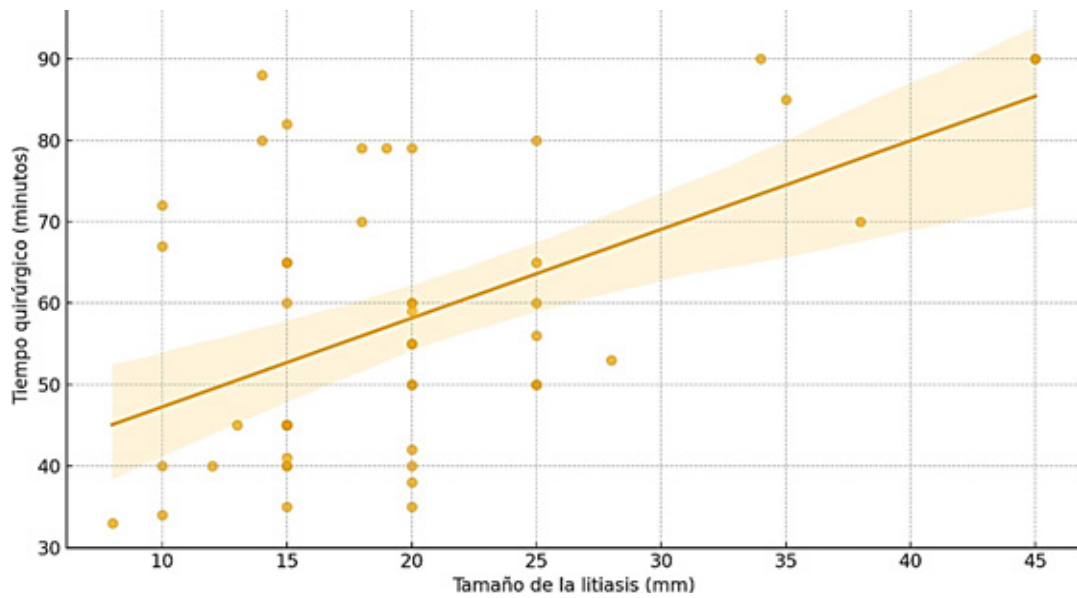


Figura 3. Relación entre tamaño de litiasis y tiempo quirúrgico

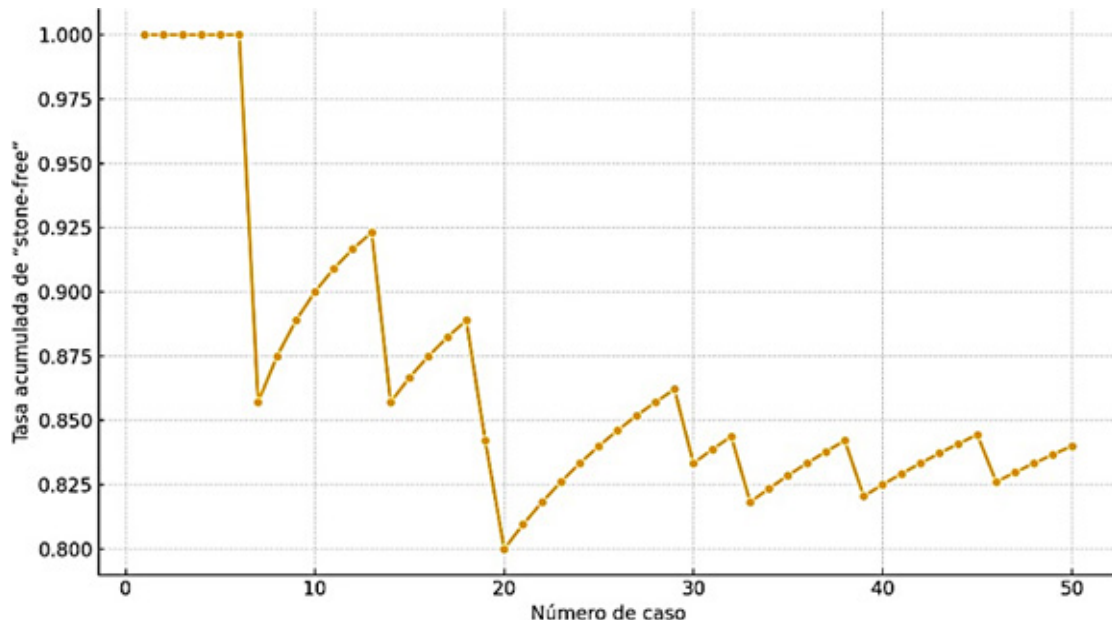


Figura 4. Evolución de la tasa libre de litiasis (stone free) por número de caso

sugiriendo que la eficacia del procedimiento no dependió directamente de la experiencia del operador.

Análisis multivariado de factores asociados al tiempo quirúrgico y al estado "stone-free"

También se realizó un análisis multivariado con el objetivo de identificar los factores

clínicos asociados de forma independiente con dos variables críticas: el tiempo quirúrgico total y la tasa libre de litiasis ("stone-free").

En primer lugar, se construyó un modelo de regresión lineal múltiple considerando el tiempo quirúrgico como variable dependiente. El modelo arrojó un coeficiente de determinación $R^2 = 0,519$, lo cual indica que aproximadamente el 52% de la variabilidad en

la duración de las cirugías puede explicarse por las variables incluidas: tamaño de la litiasis, número de litiasis (única vs. múltiple) y tipo de cirugía (CIR vs. combinada). Entre los predictores evaluados, el tamaño del cálculo ($p = 0,00018$) y la realización de una cirugía combinada ($p = 0,00037$) se identificaron como factores significativamente asociados con un incremento en el tiempo quirúrgico.

Adicionalmente, se construyó un modelo de regresión logística binaria para explorar los factores asociados con la obtención del estado “stone-free” tras una única intervención. En este modelo, el tamaño de la litiasis fue la única variable con significancia estadística ($p = 0,042$), mostrando una asociación inversa con el éxito terapéutico: a mayor tamaño del cálculo, menor probabilidad de alcanzar una fragmentación completa en un solo procedimiento (coeficiente $\beta = -0,135$). Ni el número de litiasis ni el tipo de cirugía demostraron influencia significativa en este desenlace.

Estos hallazgos sugieren que, dentro del conjunto de variables analizadas, el tamaño del cálculo es un factor determinante tanto en la duración quirúrgica como en la probabilidad de éxito inicial, mientras que la combinación de CIR con URSF también impacta significativamente en los tiempos operatorios.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta serie respaldan la validez clínica y técnica de la ureterolitotricia retrógrada flexible (URSF) y la cirugía intrarrenal retrógrada (CIR) realizadas sin fluoroscopia, como opciones seguras y eficaces para el tratamiento de litiasis ureterales proximales y renales. A pesar de la ausencia de guía radiológica, se alcanzaron tasas de éxito quirúrgico y de resolución

completa comparables con las reportadas en la literatura internacional utilizando fluoroscopia, lo cual confirma que el soporte visual endoscópico puede ser suficiente cuando se emplean referencias anatómicas precisas y una técnica estandarizada ^(19,20).

La tasa de resolución completa (“stone-free”) tras una sola intervención fue del 84,0%, resultado similar al de estudios multicéntricos previos realizados con fluoroscopia convencional (21). Este hallazgo es coherente con reportes como el de Bosio *et al.*, quienes documentaron una tasa libre de litiasis del 82,5% en CIR estándar ⁽²²⁾. Asimismo, en un metaanálisis reciente, Wilhelm *et al.* concluyeron que la eficacia de la CIR no difiere significativamente entre procedimientos realizados con y sin fluoroscopia ⁽²³⁾. Lo anterior respalda la aplicabilidad de esta técnica en escenarios de recursos limitados, siempre que se garantice una adecuada selección del paciente y supervisión por parte de un cirujano experto.

El análisis detallado de la curva de aprendizaje evidenció una reducción progresiva y significativa en el tiempo quirúrgico conforme se acumuló experiencia, sin comprometer la tasa “stone-free” ni incrementar el número de complicaciones. Este comportamiento refleja una adquisición segura y progresiva de habilidades, y coincide con estudios como el de Atis *et al.*, quienes reportaron una estabilización de los tiempos operatorios después de los primeros 20 a 30 casos en ureteroscopia flexible ⁽⁶⁾. En el presente estudio, se observó que dicha estabilización técnica ocurrió a partir del caso número 35, punto en el cual la mayoría de los tiempos quirúrgicos se mantuvieron por debajo de los 50 minutos, con una variabilidad mínima. La media de tiempo quirúrgico final de 57,7 minutos se encuentra dentro de los márgenes aceptables para procedimientos

endourológicos complejos y es un indicador indirecto de eficiencia técnica.

Un hallazgo importante del presente estudio es que el éxito de la fragmentación completa dependió en mayor medida del tamaño de la litiasis y de la presencia de litiasis múltiples, más que del uso o no de fluoroscopia. Esto se traduce en una curva de eficacia clínica relativamente estable a lo largo de los procedimientos, lo cual también ha sido reportado por Danilovic *et al.*, quienes demostraron que el tamaño del cálculo es uno de los principales factores predictivos del éxito postoperatorio, incluso por encima de la experiencia del operador ⁽²⁵⁾. En los casos con litiasis grandes o múltiples, se había anticipado la posibilidad de reintervención durante el consentimiento preoperatorio, lo cual permite contextualizar de manera ética y clínica los procedimientos no resolutivos en un solo tiempo.

Respecto a las complicaciones intraoperatorias, se reportó un único caso de perforación ureteral (2,0%), lo que representa una baja incidencia, incluso inferior a lo reportado en series con uso de fluoroscopia ⁽²⁶⁾. Este caso en particular correspondió a un paciente con litiasis ureteral impactada de larga data, con más de un año de evolución. El cálculo estaba epitelizado y adherido al uréter proximal, generando inflamación y edema severo de la mucosa. La perforación ocurrió durante la litotricia con láser Holmium, en contexto de manipulación sobre tejido inflamado, y fue clasificada como lesión PULS grado 3. Es importante destacar que la lesión no estuvo relacionada con la colocación de la camisa de acceso ureteral ni con la ausencia de fluoroscopia, sino con el contacto directo de la energía láser sobre una mucosa frágil y comprometida. Este tipo de complicación ha sido descrita previamente en contextos similares, especialmente en presencia de cálculos impactados ⁽²⁷⁾.

En cuanto a las complicaciones postoperatorias, la única entidad observada fue la infección del tracto urinario con fiebre en 6 pacientes (12,0%), sin casos de sepsis ni requerimientos de cuidados intensivos. Todas las infecciones fueron manejadas satisfactoriamente con antibioticoterapia y prolongación de la estancia hospitalaria, lo que coincide con la literatura en cuanto a la incidencia y manejo conservador de esta complicación ⁽²⁸⁾.

Entre las limitaciones del presente estudio se encuentran el tamaño muestral limitado, la naturaleza unicéntrica del diseño y la ausencia de un grupo comparativo con fluoroscopia, lo cual restringe el poder de generalización. Asimismo, aunque la evaluación de la curva de aprendizaje y los resultados clínicos se realizaron de forma estructurada, no se incluyó una validación externa ni análisis de costos, aspectos que podrían ser explorados en investigaciones futuras.

No obstante, este trabajo ofrece evidencia valiosa sobre la factibilidad y eficacia de implementar CIR y URSF sin fluoroscopia en un hospital público de un país en vías de desarrollo, aportando datos locales que respaldan el uso racional de tecnologías adaptadas al contexto. Además, demuestra que la enseñanza y el aprendizaje quirúrgico pueden mantenerse dentro de parámetros seguros aún en ausencia de herramientas radiológicas convencionales, siempre que se respete una metodología adecuada y supervisión continua.

Desde el punto de vista clínico, los resultados aquí obtenidos pueden contribuir a estimular la adopción de estrategias quirúrgicas libres de fluoroscopia, especialmente en centros donde el acceso a intensificadores de imagen está restringido. Futuras investigaciones deberán enfocarse

en estudios multicéntricos, comparativos y con mayor seguimiento postoperatorio, con el fin de consolidar esta técnica como una alternativa segura, reproducible y sustentable en la práctica urológica contemporánea.

CONCLUSIONES

La cirugía intrarrenal retrógrada y la ureterolitotricia flexible sin fluoroscopia demostraron ser técnicas eficaces, seguras y reproducibles, incluso en manos de un operador en formación. La alta tasa de resolución completa y la baja incidencia de complicaciones respaldan su viabilidad como alternativa válida en el manejo de la litiasis ureteral proximal y renal.

RECOMENDACIONES

Se recomienda considerar la técnica libre de fluoroscopia como una alternativa válida en entornos con recursos limitados, así como en contextos donde se busca reducir la exposición a radiación ionizante, especialmente en centros con alto volumen de pacientes. Esta modalidad podría ser adoptada dentro de programas de formación quirúrgica supervisada, siempre que se asegure una adecuada selección de los casos y condiciones óptimas de seguridad intraoperatoria. Se sugiere además el desarrollo de estudios multicéntricos, con mayor tamaño muestral y seguimiento a largo plazo, para consolidar su aplicabilidad generalizada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Türk C, *et al.* EAU Guidelines on Urolithiasis. Ed. 2025. [Internet]. Available from: <https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis>
2. Assimos D, *et al.* Surgical Management of Stones: AUA Guideline. *J Urol.* 2016;196(4):1153-60.
3. Grasso M, Bagley D. A new generation of flexible ureteropyeloscopes. *Urology.* 1998;52(4):582-6.
4. Kronenberg P, Somani BK. Advances in lasers for the treatment of stones – a systematic review. *Curr Urol Rep.* 2018;19(6):45.
5. Frontczak-Baniewicz M, *et al.* The learning curve of flexible ureterorenoscopy: A multicenter study. *J Endourol.* 2021;35(5):651-7.
6. Elkoushy MA, *et al.* Occupational hazards in urology. *Curr Urol Rep.* 2018;19(3):16.
7. Wong CS, *et al.* The risk of radiation-induced malignancy from CT scans and fluoroscopy. *Can Assoc Radiol J.* 2017;68(4):371-6.
8. Laranjo S, *et al.* Ureteroscopy without fluoroscopy: A safe and effective approach. *World J Urol.* 2019;37(9):1863-9.
9. Erdal S, *et al.* Learning curve of retrograde intrarenal surgery without fluoroscopy and ureteral access sheath. *Am J Clin Exp Urol.* 2021;9(3):265-73.
10. Güner E, *et al.* Is fluoroscopy necessary in retrograde intrarenal surgery? *Actas Urol Esp.* 2019;43(9):478-4.
11. Mahmood SN, *et al.* Fluoroless retrograde intrarenal surgery for renal stones. *Asian J Urol.* 2020;7(1):60-4.
12. Aykac A, *et al.* Is fluoroscopy mandatory during ureteral access sheath placement in RIRS? *J Coll Physicians Surg Pak.* 2020;30(4):400-4.
13. Alma E, *et al.* Comparative evaluation of CIR with and without fluoroscopy. *Urol J.* 2021;18(2):142-7.
14. Alvidrez González L, *et al.* CIR sin fluoroscopia: seguridad y eficacia. *Rev Mex Urol.* 2022;82(3):123-30.
15. Traxer O, Keller EX. Thulium fiber laser: the new player for kidney stone treatment? A comparison with Holmium:YAG laser. *World J Urol.* 2020;38(8):1883-94. doi:10.1007/s00345-019-02928-4
16. Danilovic A, Cavalanti A, Rocha BA, Traxer O, Torricelli FCM, Marchini GS, *et al.* Size is not everything that matters: Preoperative CT predictors of stone-free status after flexible ureteroscopy. *Urolithiasis.* 2018;46(6):529-34. doi:10.1007/s00240-018-1081-6
17. Tamhankar AS, Kapoor R, Singh K, Sureka SK, Mandhani A. Outcomes of retrograde intrarenal surgery for renal stones more than 2 cm in diameter. *Indian J Urol.* 2020;36(1):37-41. doi:10.4103/iju.IJU_321_18
18. Berardinelli F, De Francesco P, Marchioni M, Cindolo L, Primiceri G, Celia A, *et al.* Retrograde intrarenal surgery for renal stones in complex anatomical settings: outcomes and predictive factors.

- Urolithiasis. 2020;48(2):167–72. doi:10.1007/s00240-019-01137-2
19. Lee JW, *et al.* Feasibility of retrograde intrarenal surgery without fluoroscopy. *J Endourol.* 2017;31(3):237-41. doi:10.1089/end.2016.0716
 20. Bhanot R, *et al.* Ureteroscopy without fluoroscopy: outcomes and safety. *Urol Ann.* 2020;12(3):239-44. doi:10.4103/UA.UA_10_20
 21. Skolarikos A, *et al.* Metaanalysis of retrograde intrarenal surgery vs percutaneous nephrolithotomy for renal stones. *Eur Urol.* 2021;80(3):298–307. doi:10.1016/j.eururo.2021.03.021
 22. Bosio A, Alessandria E, Agosti S, *et al.* Flexible ureteroscopy: efficacy and safety in daily clinical practice. *Urolithiasis.* 2020;48(2):157-66. doi:10.1007/s00240-019-01130-9.
 23. Wilhelm K, Hein S, Schuessler F, *et al.* Radiation-free ureteroscopy: A systematic review and meta-analysis. *J Urol.* 2022;208(4):723–30. doi:10.1097/JU.0000000000002767.
 24. Atis G, *et al.* Learning curve and complications of flexible ureteroscopy for kidney stones: a prospective analysis. *Urol Res.* 2021;49(2):107–13. doi:10.1007/s00240-020-01205-1.
 25. Danilovic A, *et al.* Size is not everything that matters: predictors of *stone-free* status after flexible ureteroscopy. *Urolithiasis.* 2018;46(6):529–34. doi:10.1007/s00240-018-1081-6
 26. Ferakis N, Stavropoulos M. Complications of ureteroscopy: prevention and management. *Curr Opin Urol.* 2020;30(2):106–11. doi:10.1097/MOU.0000000000000695.
 27. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications. *Ann Surg.* 2004;240(2):205–13. doi:10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae.
 28. Sabnis RB, *et al.* Current role of RIRS in management of nephrolithiasis. *Indian J Urol.* 2021;37(3):198–207. doi:10.4103/iju.IJU_1_21.