



Mínima invasión en urología: cirugía laparoscópica y percutánea

Rodrigo León Mar,¹ Jorge Moreno Palacios¹

Resumen

Las técnicas de mínima invasión se han desarrollado de modo importante durante las últimas décadas debido al avance tecnológico. El presente artículo tiene el objetivo de mostrar los adelantos en cirugía renal percutánea y cirugía laparoscópica. La cirugía percutánea renal consiste en realizar una punción de la piel hacia el riñón guiada por fluoroscopia o ultrasonido para permitir la introducción de un endoscopio; se ha convertido en el tratamiento estándar para litos mayores a dos centímetros, con tasas de éxito que alcanzan el 80%, con mínima morbilidad. Actualmente, la cirugía laparoscópica tradicional o asistida por robot se ha convertido en el abordaje de elección para realizar distintos procedimientos en urología, con resultados similares a la cirugía abierta, pero con ventajas cosméticas y de recuperación que ésta no proporciona. Diversos procedimientos se realizan de forma rutinaria por esta vía, como prostatectomía radical, cirugía reconstructiva renal, nefrectomía total y parcial, adrenalectomía, entre otras.

Palabras clave: Urología, mínima invasión, cirugía robótica, cirugía percutánea.

Summary

Minimally invasive techniques have developed importantly during the last decades due to technological advances. The aim of this article is to show the progress in percutaneous renal surgery and robotic surgery. In nephrolithotomy, renal access is obtained with fluoroscopic or ultrasound guidance to allow the introduction of an endoscope, and it has become the standard treatment for stones greater than two centimeters, with success rates reaching 80% and minimal morbidity. Traditional or robot-assisted laparoscopic surgery has now become an approach for different procedures in urology, with results similar to those of open surgery, but with cosmetic and recovery advantages. Various procedures are now performed routinely by this route, such as the radical prostatectomy, renal reconstructive surgery, total and partial nephrectomy, adrenalectomy, among others.

Key words: Urology, minimally invasive, robotic surgery, percutaneous surgery.

MÍNIMA INVASIÓN PARA EL MANEJO DE LOS CÁLCULOS RENALES

La litiasis renal es una entidad clínica común. Se estima que la probabilidad de formar litos durante el transcurso de la vida es del 12% en hombres y del 6% en mujeres.¹

¹ Urólogos adscritos a la Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional "Siglo XXI" y Hospital Ángeles Pedregal.

Correspondencia:
Jorge Moreno-Palacios
Correo electrónico: jorgemorenomd@gmail.com

Aceptado: 11-11-2017.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medicgraphic.com/actamedica>

Una adecuada evaluación preoperatoria es necesaria para establecer la mejor opción terapéutica, y esto dependerá de dos factores: los relacionados con los estudios de imagen (tamaño, localización, nivel de obstrucción y anatómía renal) y los relacionados con el paciente (historia clínica, factores de riesgo, composición corporal y laboratorios).²

Dentro de los estudios de imagen, la tomografía provee la más alta sensibilidad y especificidad para identificar los cálculos urinarios. Este estudio nos da información sobre su tamaño, número, localización, dureza (a través de las unidades Hounsfield), la presencia de hidronefrosis, la distancia de la piel al lito y las variantes anatómicas existentes.³ En la actualidad, la carga litiasica se ha convertido en el factor predictor de mayor importancia para establecer la tasa libre de litos tras el tratamiento.

La nefrolitotricia percutánea (NLP) es un procedimiento quirúrgico mínimamente invasivo para tratar a pacientes

con litiasis renal;⁴ consiste en ingresar a las cavidades del sistema colector renal a través de un trayecto creado bajo guía fluoroscópica; luego, con la utilización de un nefroscopio rígido o flexible y algún tipo de litotriptor (ultrasónico, electromecánico o electrohidráulico), se procede a la fragmentación del cálculo y su posterior extracción mediante instrumentación a través del mismo trayecto.

El primer acceso percutáneo fue descrito en 1955 por Goodwin y colaboradores;⁵ la técnica de NLP ha evolucionado considerablemente desde que Fernström y Johansson describieron por primera vez el procedimiento para la resolución de litos en 1976.⁶ Este método se ha perfeccionado de forma notable con el advenimiento de las nuevas tecnologías de imagen y las distintas modalidades para la fragmentación del lito, y ha desplazado a los procedimientos abiertos en los últimos treinta años. En Estados Unidos, las cirugías abiertas para resolver litos renales disminuyeron de 1980 casos en 1992 a sólo 332 en 1998 dentro de los beneficiarios de Medicare.⁷

En nuestro país no existen cifras al respecto; sin embargo, la NLP se ha reservado a centros especializados; como es una cirugía que involucra muchos insumos, su uso en todos los medios ha estado restringido.

Actualmente, la nefrolitotricia percutánea es el tratamiento de elección para litos grandes (mayores a dos centímetros) y complejos (gran volumen y distintas localizaciones). De hecho, las guías de la Sociedad Americana de Urología para el manejo de los cálculos coraliformes indican que éste es el tratamiento de elección para la mayoría de los pacientes. De acuerdo con un metaanálisis de ensayos clínicos que evaluaron el resultado de la nefrolitotricia percutánea en este tipo de cálculos, se tiene una tasa libre de litos del 78 versus 71% para la cirugía abierta, 66% para NLP con litotricia extracorpórea versus 54% con litotricia extracorpórea como monoterapia. Cuando se compara el número de procedimientos requeridos para el tratamiento exitoso de la litiasis y sus complicaciones, la NLP requiere 1.9, la terapia combinada 3.3, la litotricia extracorpórea 3.6 y la cirugía abierta 1.4.⁸ La Sociedad Europea de Urología recomienda en sus guías clínicas la NLP para todos los litos mayores o iguales a dos centímetros, así como para los litos en polo inferior de 1.5 cm.⁹ El uso de la NLP se ha ampliado también para cálculos ureterales del tercio superior de gran volumen. Sun y su grupo aleatorizaron sujetos con litos de más de un centímetro en el tercio proximal para NLP versus ureteroscopia rígida y encontraron que la NLP alcanzó una mayor tasa libre de litos (95 versus 79.55%, $p = 0.027$).¹⁰

La nefrolitotricia percutánea ha sido históricamente realizada con el paciente en decúbito prono, con la colocación previa de un catéter ureteral para realizar una pielografía ascendente y dirigir la punción. Valdivia y sus colegas describieron en 1987 este procedimiento con el

paciente en decúbito supino; luego, publicaron su serie de 557 pacientes con resultados favorables, incluyendo una tasa de 1% de transfusión, no lesiones al colon y un 90% de los casos que referían poco dolor. Una revisión sistematizada realizada por la colaboración Cochrane que comparaba la posición prona versus supina reportó que el procedimiento es más rápido en la posición supina y que la tasa de complicaciones fue similar en los dos abordajes. De manera global, la seguridad y eficacia de ambos abordajes es equivalente y no se ha demostrado una ventaja de alguno; debe ser decisión del cirujano, según su experiencia y entrenamiento, escoger la posición del paciente.¹¹

Con respecto al acceso, de manera tradicional se ha realizado mediante fluoroscopia con una guía contrastada de manera retrógrada con medio de contraste o aire. En algunos centros se utiliza ultrasonido o tomografía para realizar el acceso. El cáliz posterior es el sitio que se punciona con mayor frecuencia por medio de una aguja de nefrostomía; posteriormente, se coloca una guía metálica de seguridad al sistema urinario y se dilata de manera seriada desde 10 Fr; esta dilatación puede ser realizada con dilatadores flexibles plásticos (Amplatz), dilatadores telescopicos metálicos (Alken) o dilatadores con un balón de alta presión en la punta. Luego, se coloca una camisa de nefrostomía para introducir el equipo endoscópico.¹²

Como ya se mencionó, después de establecer el tracto percutáneo, se requiere de dispositivos para romper los litos. La energía ultrasónica es históricamente el estándar para la fragmentación de éstos en cirugía percutánea, ya que permite romper y aspirar los litos pulverizados al mismo tiempo. Una desventaja de este procedimiento es su falta de efectividad sobre litos duros (cistina, oxalato de calcio y brushita).¹³ El litotriptor neumático es más eficiente en dividir litos duros que la energía ultrasónica; sin embargo, éste no tiene capacidad de succión, por lo que hay que remover de forma manual, con pinzas de cuerpo extraño, los fragmentos.¹⁴

La decisión final al realizar la NLP es la necesidad o no de dejar un tubo de drenaje (nefrostomía), con tres fines: hemostasia, drenaje y re acceso en caso de sospechar litiasis residual. Sin embargo, estas nefrostomías se han asociado a dolor postoperatorio. Varios estudios han comparado el uso de nefrostomías de diferentes tamaños, y se ha encontrado que a menor tamaño, la molestia postoperatoria también es menor.¹⁵ Wickham, en 1984, fue el primero en describir el no dejar un tubo de nefrostomía después del procedimiento.¹⁶ Los reportes de esta técnica "tubeless" vinieron años después y demostraron que no hay diferencia entre el sangrado y la tasa de transfusión postoperatoria, y que los pacientes sometidos a esta técnica tuvieron menor dolor postoperatorio, menor estancia hospitalaria y un regreso más rápido a sus actividades laborales.¹⁷

El objetivo de este procedimiento quirúrgico es la remoción completa de la carga litiásica, y aunque es más probable un estado libre de litos tras una NLP en comparación con la litotricia extracorpórea (LEC) y la ureterorenoscopia flexible, se ha reportado una probabilidad de litiasis residual hasta del 67% utilizando criterios estrictos.¹⁸ La tendencia actual es dejar en vigilancia litos menores a cuatro milímetros, ya que no es costo-efectivo entrar a un segundo procedimiento para extraerlos.

Como se mencionó con anterioridad, este método es ahora el estándar para el manejo de litos mayores a dos centímetros, pero a pesar de ser una técnica mínimamente invasiva, no está exenta de complicaciones. En fechas recientes, evaluamos la presencia de éstas con la clasificación modificada de Clavien en un centro de referencia de tercer nivel del Instituto Mexicano del Seguro Social, donde se incluyeron 354 casos de NLP; se encontraron 251 casos sin complicación, y complicaciones tipo 1: 32 (9%), tipo 2: 39 (11%), tipo 3A: 16 (4.5%), tipo 3B: 8 (2.3%), tipo 4A: 3 (0.8%), tipo 4B 1: (0.3%), tipo 5: 4 (1.1%). El análisis multivariado demostró que el género femenino (OR 3.1, IC 1.1-8.0), Charlson severo (OR 23.2, IC 3.5-151.1), lito complejo (OR 4, IC 1.6-9.6) y un tiempo quirúrgico mayor a 120 minutos (OR 2.9, IC 1.2-6.9) se asociaron a complicación Clavien 3 o mayor, por lo que el cirujano debe tener en cuenta estos aspectos al efectuar el procedimiento.¹⁹

Realizar una adecuada planeación quirúrgica permitirá ofrecerle al paciente el procedimiento con mayor efectividad y seguridad para la resolución de su litiasis.

LAPAROSCOPIA EN UROLOGÍA

Gracias a los avances tecnológicos en las últimas décadas de la historia médica, ha sido posible ir más allá en los procedimientos mínimamente invasivos que se realizan todos los días. En países como Estados Unidos de América y muchos de Europa Occidental, estas técnicas se han convertido en el estándar desde hace más de dos décadas. Sin embargo, al día de hoy, nuestro país apenas empieza a estandarizarlas y aún falta mucho trabajo para que se puedan considerar la primera opción de tratamiento debido a la falta de tecnología y, sobre todo, a la carencia de médicos entrenados que puedan realizarlas.

La historia de la cirugía laparoscópica moderna en urología se remonta a la década de los 60, cuando Bartel describió la primera retroperitoneoscopia. A partir de ahí, lentamente al inicio, pero a velocidades trepidantes más tarde, se fueron realizando todos los procedimientos que antes se creía que sólo podrían ser realizados por vía abierta; el más importante de ellos fue la nefrectomía laparoscópica, realizada en 1991 por el Dr. Clayman en la Cleveland Clinic, quien marcó un parteaguas en este

abordaje. Ahora no existe un procedimiento urológico que no pueda ser realizado por esta vía y es considerada el abordaje de elección para prácticamente la mayoría de éstos.

Las principales ventajas, en manos expertas, son el resultado cosmético, el tiempo para realizar el procedimiento, la disminución del sangrado, el aumento de la visualización de estructuras críticas y, tal vez lo más importante, la rápida reincorporación del paciente a su trabajo y actividades cotidianas.

Cabe mencionar que, en la actualidad, contamos con una plataforma quirúrgica robótica (DaVinci) que ofrece grandes ventajas tanto para el paciente como para el urólogo en el tratamiento de las diversas enfermedades. Ésta, en teoría, puede ser utilizada para curar los mismos padecimientos que la vía laparoscópica o retroperitoneoscópica. Abordaremos de forma breve cada uno de los procedimientos realizados por esta vía.

PROSTATECTOMÍA

Dada la incidencia de cáncer de próstata en nuestro país, es una de las técnicas más importantes del urólogo para el tratamiento de esta enfermedad. La primera prostatectomía radical laparoscópica realizada con una técnica refinada se atribuye a los franceses Guillonneau y Vallancien en 1998; fue hasta el 2001 cuando se llevó a cabo la primera asistida por robot.²⁰ Desde ese entonces, en la mayoría de los países desarrollados, es la técnica de elección, por encima de la técnica abierta tradicional. En México fue hasta el año 2008 cuando se efectuó la primera asistida por robot y, cada día, con la facilidad para el acceso a centros equipados con esta tecnología y más urólogos entrenados en cirugía de mínima invasión, se realiza con mayor frecuencia.

Las técnicas robótica y laparoscópica siguen los mismos pasos; la diferencia entre ellas radica en que, siendo la prostatectomía un procedimiento de alta complejidad, con el robot la curva de aprendizaje es más corta y ofrece ciertos beneficios para el urólogo, como ergonomía, mejor calidad en la visualización de las estructuras, menor riesgo de sangrado y más posibilidades de preservar la continencia y la función eréctil. De acuerdo a las preferencias del urólogo, puede ser realizada por vía extraperitoneal o transperitoneal.²¹

Se colocan los trócares en el abdomen, se prepara el espacio de Retzius; si es robótica, se realiza el docking, y si es laparoscópica, se continúa el procedimiento. Se disecta el ápex, se controla el complejo dorsal del pene, se corta la uretra y se inicia la disección de la cara posterior de la próstata; es en este paso donde se efectúa la preservación de los nervios que controlan la erección. Luego, se corta a nivel de la unión prostatovesical, se localizan los deferentes y las vesículas seminales, se controlan los pedículos

laterales de la próstata y, para concluir, se lleva a cabo la anastomosis uretrovesical. Hay dos puntos especiales, Roco y Walsh, que se colocan para mejorar la recuperación de la continencia. Finalmente, se coloca un drenaje y una sonda Foley; el primero se retira al segundo día de operado y el segundo al décimo.²² Lo esperado es una recuperación de dos semanas, alcanzar el control oncológico (bordes negativos), recuperar la continencia de forma inmediata o máximo en un tiempo no mayor a tres meses y, hasta en el 50-60% de los pacientes, recobrar la función erétil en el primer año de la cirugía.²³

La gran ventaja comparada con la cirugía abierta es que hay una disminución significativa de las posibilidades de sangrado y transfusión, menos lesiones de vísceras abdominales, mejor recuperación de la continencia y potencia sexual, así como la reintegración del paciente a su vida normal en muy poco tiempo.

NEFRECTOMÍA

Se emplea para el tratamiento de padecimientos tanto benignos como malignos y consiste en la remoción de la unidad renal afectada. El abordaje se puede realizar tanto por vía transperitoneal como retroperitoneal (de elección, pues ofrece grandes ventajas).

Una vez colocados los puertos de trabajo (tres, en el caso de cirujanos expertos), se utiliza un balón dilatador para crear el espacio retroperitoneal, se diseña la grasa pararrenal, se incide la fascia de Gerota, se diseña la grasa perirrenal, se localizan los vasos principales, y éstos, ya sea con clips de polímero o con engrapadoras vasculares, se ligan y cortan; luego, el riñón es guardado en una bolsa *ex profeso* y extraído por alguna vía, idealmente la que deje el menor daño posible y el mejor resultado estético (las más utilizadas son a través de una incisión inguinal, o en mujeres, por la vagina). En general, después de este procedimiento, la recuperación es de siete a 10 días, y en dos semanas, la mayoría de los pacientes regresan a sus actividades laborales. Asimismo, en manos de cirujanos entrenados y dependiendo de la indicación del procedimiento, toma de 25 a 45 minutos el procedimiento completo. Dentro de las indicaciones se incluye la exclusión renal por obstrucción, las malformaciones renales y el cáncer de riñón de gran volumen.

NEFRECTOMÍA PARCIAL

Establecida como procedimiento factible para tumores de menos de seis centímetros en 1993 por Licht y Novick,²⁴ fue hasta la segunda mitad de la primera década del siglo XXI que se aceptó como tratamiento de elección, con base en los estudios del comportamiento de los tumores renales

y en el hecho de que los pacientes vivían más tiempo y con menos morbilidad si se preservaba la mayor cantidad posible de nefronas. En la actualidad, las guías que rigen el tratamiento en urología describen esta técnica como la de elección en aquéllos con masas renales pequeñas.²⁵

Es un procedimiento complejo y exigente, que no todos los urólogos son capaces de realizar con cirugía mínimamente invasiva. Se puede utilizar la laparoscopia o el Da-Vinci en manos expertas, sin diferencias entre una y otra, así como el acceso trans- o retroperitoneal;²⁶ este último es el de elección por la disminución de las complicaciones. Después de exponer el hilus renal, se diseña la zona del riñón donde está el tumor, se utiliza manitol para aumentar el poder osmótico y la diuresis, se coloca una abrazadera vascular en la arteria y se enuclea el tumor; se realiza la hemostasia, se hacen dos líneas de sutura para afrontar el defecto y cerrar los colectores del riñón, y cuando es necesario, se aplican hemostáticos suprafisiológicos.²⁷ Comparada con la cirugía abierta, donde se efectúa una incisión de 20 cm, el paciente permanece hospitalizado por casi una semana y tarda de seis a ocho semanas en recuperarse, con las técnicas de mínima invasión, se requiere una noche de hospital y sólo dos semanas de recuperación.

ADRENALECTOMÍA

Procedimiento realizado para el tratamiento de tumores benignos y malignos de la glándula adrenal, sobre todo en pacientes con síndrome de Cushing o hiperaldosternismo asociado a un adenoma suprarrenal. Es una de las cirugías que demuestra con mayor claridad las ventajas de la mínima invasión: anteriormente realizada de manera abierta, era una cirugía muy traumática, con períodos de recuperación muy largos y mucho dolor postoperatorio; con el advenimiento de la laparoscopia (realizada en un inicio por Gagner y su equipo en 1992),^{24,28} resulta ser una cirugía muy sencilla en manos expertas y que puede realizarse por medio del robot. Utiliza tres o cuatro trócares de acceso, comparada con una incisión de 20 cm en el flanco cuando se realizaba abierta, lo que prueba sin duda las ventajas de la laparoscopia. Idealmente se lleva a cabo vía retroperitoneal, aunque la mayoría de los urólogos la hacen transperitoneal. En posición de lumbotomía, colocando tres puertos y utilizando un balón dilatador para crear el espacio retroperitoneal,²⁹ se diseña la grasa pararrenal e incide la fascia de Gerota, para después disecar la grasa perirrenal y el polo superior; luego, se accede al espacio de la glándula, teniendo como primer objetivo el control de la vena adrenal y las múltiples arterias nutricias; al final, se libera la cara medial y se extrae la pieza.²⁸ Por lo regular, no se emplean drenajes, el paciente permanece una noche en el hospital y es egresado; se recomienda un

periodo de recuperación de entre siete y 10 días, cuando puede regresar a sus actividades normales.

ESTENOSIS DE LA UNIÓN URETEROPIÉLICA

Este padecimiento se puede presentar como un defecto congénito, a consecuencia del paso de un cálculo o por iatrogenia.^{20,30} Su tratamiento quirúrgico es otro más de los procedimientos que demuestra que la laparoscopia ha revolucionado la cirugía urológica. En lugar de requerir una incisión de 20 cm o más, en manos expertas, se utilizan sólo tres trócares, se diseña la Gerota, la grasa peri- y pararrenal; después, el uréter hasta llegar a la pelvis, momento en el que se corta la parte defectuosa del mismo, de manera total o parcial; luego, se reconstruye el mismo, colocando un catéter o stent tipo JJ para mantener la permeabilidad del sitio reparado. Se requiere colocar un drenaje y una sonda urinaria, el paciente permanece dos días en el hospital; por lo general, se retira el drenaje y la sonda urinaria al segundo día, cuando el paciente es egresado. El catéter permanece en su lugar durante seis a ocho semanas, momento en el que se retira y se realiza un estudio de control para confirmar la permeabilidad del uréter.

CIRUGÍA PARA EL TRATAMIENTO DE LA LITIASIS DE LA VÍA URINARIA

La cirugía laparoscópica puede ser empleada para el tratamiento de la litiasis urinaria. Sin embargo, con la mejora de la tecnología endourológica, esto se realiza cada vez con menos frecuencia. Aun así, es una buena opción para algunos pacientes con cálculos de la pelvis renal, el uréter o la vejiga²⁰ cuando su tamaño hace casi imposible su resolución con el tratamiento endourológico; además, ofrece la ventaja de disminuir la posibilidad de absorción masiva de líquidos o choque séptico asociados al tratamiento endourológico. Básicamente, esta técnica está reservada para cálculos de más de 2.5 cm y pacientes que, por sus características, no se beneficiarían de las técnicas endourológicas.³¹

CONCLUSIONES

La cirugía de mínima invasión se ha convertido en el estándar de tratamiento para la litiasis renal. La cirugía renal percutánea es el procedimiento de elección para litos mayores de dos centímetros. Esta cirugía no está exenta de complicaciones: la mayoría es Clavien dos o menor; sin embargo, existen factores de riesgo como el tamaño del lito, el tiempo quirúrgico y las comorbilidades que se pueden asociar a complicaciones mayores.

Existen diversos procedimientos laparoscópicos en urología que se encuentran estandarizados para el tratamiento

del cáncer de próstata, tumores renales y adrenales, cirugías reconstructivas de la vía urinaria y manejo de la litiasis; éstos tienen resultados similares o mejores que la cirugía abierta, además de las ventajas de la mínima invasión, como menor estancia intrahospitalaria, dolor y tiempo de recuperación.

REFERENCIAS

1. Johnson CM, Wilson DM, O'Fallon WM, Malek RS, Kurland LT. Renal stone epidemiology: a 25-year study in Rochester, Minnesota. *Kidney Int.* 1979; 16 (5): 624-631. PubMed PMID: 548606.
2. Hamm M, Wawroschek F, Weckermann D, Knöpfle E, Häckel T, Häuser H et al. Unenhanced helical computed tomography in the evaluation of acute flank pain. *Eur Urol.* 2001; 39 (4): 460-465. PubMed PMID: 11306887.
3. Nadler RB, Stern JA, Kimm S, Hoff F, Rademaker AW. Coronal imaging to assess urinary tract stone size. *J Urol.* 2004; 172 (3): 962-964. PubMed PMID: 15311009.
4. Park S, Pearle MS. Imaging for percutaneous renal access and management of renal calculi. *Urol Clin North Am.* 2006; 33 (3): 353-364. PubMed PMID: 16829270.
5. Goodwin WE, Casey WC, Woolf W. Percutaneous trocar (needle) nephrostomy in hydronephrosis. *J Am Med Assoc.* 1955; 157 (11): 891-894. PubMed PMID: 13233046.
6. Fernström I, Johansson B. Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique. *Scand J Urol Nephrol.* 1976; 10 (3): 257-259. PubMed PMID: 1006190.
7. Pearle MS, Calhoun EA, Curhan GC, Urologic Diseases of America P. Urologic Diseases in America Project: urolithiasis. *J Urol.* 2005; 173 (3): 848-857. PubMed PMID: 15711292.
8. Preminger GM, Assimos DG, Lingeman JE, Nakada SY, Pearle MS, Wolf JS Jr. et al. Chapter 1: AUA guideline on management of staghorn calculi: diagnosis and treatment recommendations. *J Urol.* 2005; 173 (6): 1991-2000. PubMed PMID: 15879803.
9. Tisellius HG, Ackermann D, Alken P, Buck C, Conort P, Gallucci M et al. Guidelines on urolithiasis. *Eur Urol.* 2001; 40 (4): 362-371. PubMed PMID: 11713390.
10. Sun X, Xia S, Lu J, Liu H, Han B, Li W. Treatment of large impacted proximal ureteral stones: randomized comparison of percutaneous antegrade ureterolithotripsy versus retrograde ureterolithotripsy. *J Endourol.* 2008; 22 (5): 913-917. PubMed PMID: 18429682.
11. Liu L, Zheng S, Xu Y, Wei Q. Systematic review and meta-analysis of percutaneous nephrolithotomy for patients in the supine versus prone position. *J Endourol.* 2010; 24 (12): 1941-1946. PubMed PMID: 20858062.
12. Deane LA, Clayman RV. Advances in percutaneous nephrolithotomy. *The Urologic Clinics of North America.* 2007; 34 (3): 383-395. PubMed PMID: 17678988.
13. Marberger M. Disintegration of renal and ureteral calculi with ultrasound. *Urol Clin North Am.* 1983; 10 (4): 729-742. PubMed PMID: 6636386.
14. Teh CL, Zhong P, Preminger GM. Laboratory and clinical assessment of pneumatically driven intracorporeal lithotripsy. *J Endourol.* 1998; 12 (2): 163-169. PubMed PMID: 9607444.
15. Pietrow PK, Auge BK, Lallas CD, Santa-Cruz RW, Newman GE, Albala DM et al. Pain after percutaneous nephrolithotomy: impact of nephrostomy tube size. *J Endourol.* 2003; 17 (6): 411-414. PubMed PMID: 12965069.
16. Wickham JE, Miller RA, Kellett MJ, Payne SR. Percutaneous nephrolithotomy: one stage or two? *Br J Urol.* 1984; 56 (6): 582-585. PubMed PMID: 6534470.

17. Zilberman DE, Lipkin ME, de la Rosette JJ, Ferrandino MN, Mamoulakis C, Laguna MP et al. Tubeless percutaneous nephrolithotomy —the new standard of care? *J Urol.* 2010; 184 (4): 1261-1266. PubMed PMID: 20723920.
18. Pearle MS, Watamull LM, Mullican MA. Sensitivity of noncontrast helical computerized tomography and plain film radiography compared to flexible nephroscopy for detecting residual fragments after percutaneous nephrolithotomy. *J Urol.* 1999; 162 (1): 23-26. PubMed PMID: 10379731.
19. Moreno-Palacios J, Maldonado-Alcaraz E, Montoya-Martínez G, Rivas-Ruiz R, Cedillo-López U, Okhunov Z et al. Prognostic factors of morbidity in patients undergoing percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol.* 2014; 28 (9): 1078-1084.
20. Rodriguez A, Pow-Sang JM. Laparoscopic surgery in urologic oncology. *Cancer Control.* 2006; 13 (3): 169-178.
21. Guillonneau B, Vallancien G. Laparoscopic radical prostatectomy: the Montsouris experience. *J Urol.* 2000; 163 (6): 418-422.
22. Schuessler WW, Kavoussi LR, Clayman RV. Laparoscopic radical prostatectomy: initial case report. *J Urol.* 1992; 147: 246-248.
23. Gaur DD. Laparoscopic operative retroperitoneoscopy: use of a new device. *J Urol.* 1992; 148 (4): 1137-1139.
24. Kerbl DC, McDougall EM, Clayman RV, Mucksavage P. A history and evolution of laparoscopic nephrectomy: perspectives from the past and future directions in the surgical management of renal tumors. *J Urol.* 2011; 185 (3): 1150-1154.
25. Clayman RV, Kavoussi LR, Soper NJ, Dierks SM, Meretyk S, Darcy MD et al. Laparoscopic nephrectomy: initial case-report. *J Urol.* 1991; 146 (2): 278-282.
26. Clayman RV, Kavoussi LR, Soper NJ, Dierks SM, Meretyk S, Darcy MD et al. Laparoscopic nephrectomy. *N Engl J Med.* 1991; 324 (19): 1370-1371.
27. Rassweiler J, Fornara P, Weber M, Janetschek G, Fahnenkamp D, Henkel T et al. Laparoscopic nephrectomy: the experience of the laparoscopy working group of the German Urologic Association. *J Urol.* 1998; 160 (1): 18-21.
28. Gagner M, Lacroix A, Bolte E. Laparoscopic adrenalectomy in Cushing's syndrome and pheochromocytoma. *N Engl J Med.* 1992; 327 (14): 1033.
29. Hemal AK. Laparoscopic retroperitoneal extrirpative and reconstructive renal surgery. *J Endourol.* 2011; 25 (2): 209-216.
30. Rassweiler J, Henkel TO, Stock C, Frede T, Aiken P. Retroperitoneoscopic surgery: technique, indications and first experience. *Min Invas Ther.* 1994; 3 (4): 179-195.
31. Bartel M. Retroperitoneoscopy: an endoscopic method for inspection and bioptic examination of the retroperitoneal space [in German]. *Zentralbl Chir.* 1969; 94 (12): 377-383.