

Ureteroscopia semirrígida con litotriptor intracorpóreo láser holmio:YAG para el tratamiento de calle empedrada

Gallardo-Aguilar J, Negrete-Pulido O, Feria-Bernal G.



■ RESUMEN

Objetivo: Reportar la experiencia en ureteroscopia semirrígida para calle empedrada con el uso del litotriptor láser holmio YAG en un centro mexicano de tercer nivel.

Material y métodos: De julio 2006 a 2008, se analizaron las ureteroscopias semirrígidas realizadas con equipo láser holmio YAG de 100 watts para calle empedrada (*Steinstrasse*). Las variables analizadas incluyeron: longitud, localización, duración, número de procedimientos y complicaciones.

Resultados: Se realizaron 28 procedimientos en 11 pacientes de 45.2 ± 8.4 años de edad (I: 35-65). La longitud media de la calle empedrada fue de 46.2 ± 30 mm (I: 21-128). Se localizó en el uréter proximal en 54.5%; en el uréter medio 27.3%, y en el uréter distal 18.2%. La duración promedio de los procedimientos fue de 90 ± 30.7 minutos (I: 55-150). Alcanzó un estado libre de litos 73% de los pacientes y no se observó diferencia significativa con base en la longitud o localización de la calle empedrada. La complicación más frecuente fue la migración proximal.

Conclusiones: La ureteroscopia semirrígida con láser holmio YAG es una técnica eficaz y segura para el tratamiento de la calle empedrada, sin embargo un alto porcentaje de pacientes requiere de varios procedimientos para alcanzar un estado libre de litos.

■ ABSTRACT

Objective: To report on the experience of performing semirigid ureteroscopy for steinstrasse with Holmium:YAG (Ho:YAG) laser lithotripter in a specialized Mexican health center.

Materials and methods: From July 2006-2008 semirigid ureteroscopies carried out with 100 watt Ho:YAG laser equipment for treating steinstrasse were analyzed. The evaluated variables were: steinstrasse length, localization, procedure duration, number of procedures and complications.

Results: A total of 28 procedures were carried out on 11 patients with mean age of 45.2 ± 8.4 years. Mean steinstrasse length was 46.2 ± 30 mm. A total of 54.5% of steinstrasse cases were localized in the proximal ureter, 27.3% in the middle ureter and 18.2% in the distal ureter. Mean surgery duration was 90 ± 30.7 min. A total of 73% of patients attained stone-free state and no statistically significant difference related to steinstrasse length or localization was observed. The most frequent complication was proximal migration.

Conclusions: Semirigid ureteroscopy with Ho:YAG laser is a safe and efficient technique for treating steinstrasse. However, a high percentage of patients require various procedures before attaining stone-free state.

Departamento de Urología. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. México, D.F.

Correspondencia: Dr. Jesús Gallardo Aguilar. Vasco de Quiroga No.15. Sección XVI. CP14000. Tlalpan. México, D.F. Teléfono: 5487 0900 ext. 2145 o 2260; Celular: 55 2690-9588; Fax: 5485 4380. Correo electrónico: doc_juli@yahoo.com

Palabras clave: Uréter, ureteroscopia, litotripsia, láser holmio, calle empedrada, steinstrasse, México.

Key words: ureter, ureteroscopy, lithotripsy, Holmium laser, steinstrasse, Mexico.

■ INTRODUCCIÓN

A partir de su introducción en Alemania en 1980, la litotripsia extracorpórea con ondas de choque (LEOCH) revolucionó el tratamiento de la litiasis urinaria.¹ En la actualidad permanece como una herramienta útil y en algunos casos se considera el tratamiento de primera línea.² A pesar de haber demostrado una alta eficacia clínica, esta terapia no se encuentra exenta de complicaciones. Parte de la morbilidad se debe a la acumulación de fragmentos de lito en el uréter en forma de columna con obstrucción al tránsito urinario, lo que se conoce como *Steinstrasse* (término alemán original) o calle empedrada.³ La incidencia varía alrededor de 1% a 6% de los pacientes que reciben LEOCH.^{4,5} Esta incidencia aumenta de 5% a 10% en pacientes con una alta carga de lito ($>2 \text{ cm}^2$) y hasta 40% en pacientes con litos coraliformes.^{6,7} En base a la guía sobre Urolitiasis de la Asociación Europea de Urología publicada en 2008, la LEOCH y la ureteroscopia son dos alternativas de tratamiento de primera línea en vías urinarias no obstruidas.²

Uno de los avances más importantes en el tratamiento endourológico de la litiasis urinaria, fue el desarrollo del litotriptor intracorpóreo láser holmio en 1993.⁸ Debido a sus características, se considera actualmente el estándar de oro. Las ventajas que ofrece en comparación con otros litotriptores incluyen: tasa libre de litos $> 90\%$ para litos ureterales únicos, destrucción de litos independientemente de su composición química, un alto margen de seguridad, disminución de los tiempos operatorios, y capacidad de utilización en equipos flexibles.⁹ La única desventaja hasta el momento radica en el alto costo del equipo lo cual ha impedido su uso generalizado.

En este trabajo se evaluó de forma retrospectiva los casos de calle empedrada tratados con ureteroscopia y litotriptor intracorpóreo láser holmio:YAG en un centro mexicano de tercer nivel. Hasta donde se conoce no hay estudios en la literatura mexicana que hayan analizado la efectividad de la ureteroscopia en el tratamiento de esta complicación, o el número necesario de procedimientos para lograr un estado libre de litos. Esta experiencia representa uno de los primeros reportes de esta complicación en nuestro país.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

De julio 2006 a julio 2008 se realizaron 101 ureteroscopias semirrígidas con litotriptor intracorpóreo láser

holmio:YAG en el servicio de Urología del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán; de las cuales, 28 se identificaron como tratamiento para pacientes con diagnóstico de calle empedrada. Para la revisión de los casos se recabó información del expediente clínico y del archivo radiográfico electrónico del instituto. Las características clínicas estudiadas incluyeron: sexo, edad, antecedentes urológicos, electividad del procedimiento, características del lito original, longitud y localización de la calle empedrada, duración de la ureteroscopia, uso de catéter Dormia o tridente, número de procedimientos, tasa libre de litos y complicaciones.

Se incluyeron aquellos pacientes que cumplían con criterio de calle empedrada, la cual fue definida como fragmentos de lito en columna de más de 1 cm de longitud en el uréter y que permanecieron *in situ* por más de cuatro semanas a pesar de tratamiento médico conservador (hidratación vigorosa, ejercicio y tamsulosina oral 0.4mg cada 24 horas en algunos casos). Originalmente los pacientes fueron tratados con LEOCH para litos intrarrrenales $>2 \text{ cm}$ o litos coraliformes. Todos contaban con catéter doble-J previo. La longitud de la calle empedrada fue evaluada en base a placa simple de abdomen. Se consideró como uréter proximal, al segmento entre el riñón y el borde superior del hueso ilíaco; uréter medio, al segmento comprendido dentro de la silueta del hueso ilíaco; y uréter distal, al segmento entre el borde inferior del hueso ilíaco y la vejiga. Cuando los litos comprendían dos o más segmentos, se asignaron a la localización que contenía la mayor carga.

La valoración preoperatoria consistió en placa simple de abdomen y/o ultrasonido renal complementado con tomografía axial computarizada (TAC) en fase simple con cortes cada 3 mm y/o urografía intravenosa (UIV). Previo al procedimiento todos los pacientes con urocultivo positivo fueron tratados en base a las sensibilidades antimicrobianas y fue requerida la firma de un consentimiento informado en donde se manifiesta su propósito, el beneficio esperado, las opciones terapéuticas, los riesgos y complicaciones potenciales.

Técnica: Los procedimientos se llevaron a cabo dentro de la sala quirúrgica ambulatoria en la unidad de litotripsia del Servicio de Urología del instituto. Los pacientes recibieron anestesia por sedación y/o bloqueo peridural a cargo del servicio de anestesiología. Durante el procedimiento la frecuencia cardíaca, tensión arterial y saturación arterial de oxígeno fueron monitorizados en todos los pacientes. Con base en

las recomendaciones para buenas prácticas médicas americanas sobre la profilaxis antimicrobiana en cirugía urológica,¹⁰ se administró una dosis de amoxicilina con clavulanato 2 g IV al momento de la inducción anestésica y subsecuentemente se prolongó por tres días. Ningún caso se requirió de dilatación ureteral. Previa introducción del equipo se colocó guía de seguridad bajo control fluoroscópico. Para el procedimiento se utilizó ureteroscopio semirrígido de 7Fr, equipo de videoendoscopia marca Storz™ y equipo de láser Holmio:YAG de 100 watts con fibra de 550μm marca Lumenis™. El equipo de láser se calibró inicialmente entre 0.6 a 0.8 J con incrementos de 0.2 J¹¹ y hasta un máximo de 1.2 J en modalidad continua a una frecuencia de 5 Hz. Se utilizó solución salina a goteo continuo y/o presurización manual con jeringa de 60 cc.

Se designó como tiempo del procedimiento al lapso entre la introducción del ureteroscopio al uréter hasta la extracción del mismo. Al finalizar, se colocó catéter ureteral doble-J de 6 Fr x 24 cm o 26 cm. Los pacientes permanecieron en vigilancia por un lapso de dos a tres horas con monitorización continua de signos vitales en la sala de recuperación, y fueron egresados a su domicilio en caso de permanecer estables. Los pacientes con complicaciones inmediatas ingresaron al servicio de urgencias.

La valoración posoperatoria consistió en placas simples de abdomen inmediatamente al término del procedimiento y a las cuatro semanas del mismo. Se definió como estado libre de litos a la ausencia de fragmentos mayores a 4 mm y se consideró como falla aquellos pacientes en quienes posterior a este período no se alcanzó un estado libre de litos, abandonaron el tratamiento o aceptaron a la LEOCH como una opción alternativa. No se excluyó a ningún paciente del análisis debido a falta de datos o perdida durante el seguimiento.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS (v.15). Las variables categóricas se describieron como frecuencias absolutas y relativas; y fueron comparadas entre grupos con la prueba de χ^2 o exacta de Fisher. Las variables cuantitativas se resumieron como medias, mediana (\pm desviación estándar) e intervalo (I) y se compararon entre grupos mediante la prueba de *t* de student y ANOVA.

■ RESULTADOS

Se realizaron 28 ureteroscopias semirrígidas con láser holmio:YAG como tratamiento para calle empedrada en 11 pacientes, siete mujeres y cuatro hombres, con edad promedio de 45.2 ± 8.4 años (I: 35-65). La longitud media de la calle empedrada fue de 46.2 ± 30 mm (I: 21-128), de las cuales 54.5% se localizó en el uréter proximal ($n = 6$), 27.3% en el uréter medio ($n = 3$) y 18.2% en el uréter distal ($n = 2$). La duración de los procedimientos fue de

Tabla 1. Descripción general de las características clínicas de los pacientes, antecedentes, calle empedrada y procedimientos.

Características	(n = 11)
Sexo	
Femenino	7 (36%)
Masculino	4 (64%)
Edad (años)	
Mujeres	45.2 ± 8.4 (I: 35-55)
Hombres	49.2 ± 10.9 (I: 40-65)
Procedimientos ureterales previos	3 (27%)
Procedimientos electivos	11 (100%)
Método diagnóstico	
UIV	3 (27%)
TAC	8 (73%)
Lito original	
Intrarrrenal >2 cm	4 (36%)
Coraliforme	7 (64%)
Calle empedrada	
Localización	
U Proximal	6 (55%)
U Medio	3 (27%)
U Distal	2 (18%)
Longitud (mm)	46.2 ± 30 (I: 21 mm-128 mm)
Lateralidad	
Derecho	7 (63.6%)
Izquierdo	4 (36.4%)
Ureteroscopia	
Duración (minutos)	90 ± 30.7 min (I: 55-150)
Uso de tridente o dormía	7 (64%)

90 ± 30.7 min (I: 55-150) y se alcanzó un estado libre de litos en 73% ($n = 8$) de los pacientes (Tabla 1). El procedimiento se consideró no exitoso en tres pacientes (dos con calle empedrada en uréter proximal y uno en uréter medio), debido a rechazo al tratamiento y cambio de modalidad terapéutica respectivamente.

De los 28 procedimientos, 19 se realizaron en el uréter proximal, seis en uréter medio y tres en el uréter distal (Imagen 1); alcanzando un éxito en 66.7%, 66.7% y 100% de los casos respectivamente ($p = 0.632$). Con respecto al número de procedimientos requeridos para alcanzar el estado libre de litos, 85.7% de los pacientes requirió de ≥ 2 procedimientos, 62.5% ≥ 3 , y 25% de cuatro; con una mediana de tres procedimientos por paciente (I: 1-4) (Imagen 2).

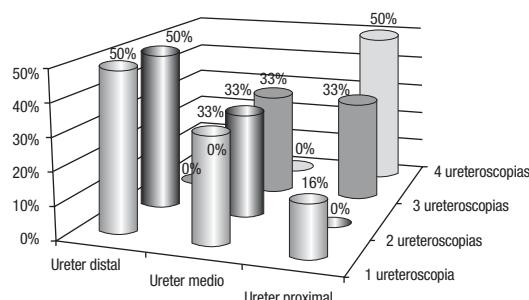


Imagen 1. Número de ureteroscopias realizadas de acuerdo a la localización de la calle empedrada (n = número de pacientes).

En el análisis comparativo por localización, la longitud media de la calle empedrada fue de 48.8 ± 38.9 mm (I: 30-128) en el uréter proximal, 37 ± 14.7 mm (I: 21-50) en el uréter medio, y 52.5 ± 24.7 mm (I: 35-70) en el uréter distal ($p = 0.84$). Además, la longitud media no fue significativamente diferente ($p = 0.72$) en aquellos pacientes en los cuales se alcanzó el estado libre de litos comparada con aquellos pacientes en los cuales no hubo éxito (48.3 ± 35.2 mm vs 40.6 ± 9 mm).

Se documentaron complicaciones en 28.5% de los procedimientos ($n = 8$), de las cuales seis se presentaron en el uréter proximal y dos en el uréter medio ($p = 0.50$). Se identificó un caso de urosepsis y un caso de broncoaspiración, las cuales ameritaron internamiento por más de 48 hrs; con resolución satisfactoria (Tabla 2). No se reportaron defunciones relacionadas al procedimiento.

■ DISCUSIÓN

A partir de su introducción en la práctica urológica en Alemania en 1980, la litotripsia extracorpórea con ondas de choque (LEOCH) revolucionó el tratamiento de la litiasis urinaria.³ Fue a partir del uso del primer litotriptor extracorpóreo, el Dornier HM3 (*Human Model*), por los doctores Chaussy y Eisenberg;¹ que el tratamiento quirúrgico abierto, iniciado por Sir Henry Morris en 1880,⁹ tomó un papel secundario. Sin embargo, esta terapia no se encuentra exenta de complicaciones. La principal objeción a la LEOCH, cuando se tratan litos >1.5 cm, es la formación de múltiples fragmentos los cuales pueden quedar atrapados en el uréter.^{10,11} El término calle empedrada o *Steinstrasse* se empleó para denominar a este fenómeno. La definición actual hace referencia a la acumulación de fragmentos de lito en el uréter que no son eliminados espontáneamente después de un tiempo de observación razonable y que causan obstrucción urinaria.² El tamaño del lito, su localización, la morfología renal y la energía utilizada para su fragmentación son los factores predictivos más importantes para

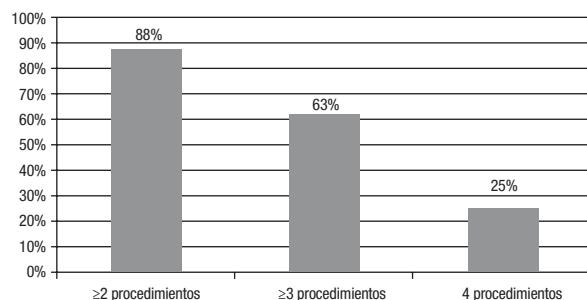


Imagen 2. Porcentaje de pacientes que requirieron de ≥ 2 procedimientos para alcanzar un estado libre de litos.

Tabla 2. Complicaciones mediadas e inmediatas reportadas.

Complicaciones	(n = 8)
Inmediatas	
Migración proximal	3 (11%)
Broncoaspiración	1 (4%)
Bacteremia/Urosepsis	1 (4%)
Mediadas	
IVU	2 (7%)
Hematuria	1 (4%)

su desarrollo.⁴ La incidencia de esta complicación varía en la literatura entre 1% a 6%.^{3,5} Esta cifra aumenta en relación directa con el tamaño del lito inicial desde 5% a 10% para litos de >2 cm,⁶ hasta 40% para litos coraliformes.^{7,10,11} Recientemente se reportó una incidencia tan alta como 56% para litos entre 3.1 cm a 3.5 cm.¹²

Para pacientes con vías urinarias no obstruidas, los dos tratamientos de primera elección para la calle empedrada son la LEOCH y la ureteroscopia.^{2,9} Sin embargo, no existe un consenso al respecto. Por muchos años, previo a la introducción y refinamiento de la técnica de ureteroscopia, la LEOCH fue la primera opción. Estudios recientes sugieren que la ureteroscopia es una opción equivalente para litos >1 cm en tercio superior y medio. El consenso publicado en 2008 por el panel conjunto de la Asociación Europea de Urología y la Asociación Urológica Americana para la litiasis ureteral apoya esta idea.²

En el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, se coloca de manera rutinaria un catéter doble-J a todos los pacientes programados a recibir LEOCH por litos intrarrrenales >2 cm, incluyendo litos coraliformes; esta práctica resulta controversial.¹³⁻¹⁵ Una revisión sistemática realizada por Preminger y colaboradores (2008), concluyó que, con base en el análisis de la bibliografía, el uso de catéteres ureterales previo a LEOCH no se está indicado.¹⁶ Por otra parte, se ha sugerido que

esta práctica puede disminuir la incidencia y gravedad de la calle empedrada.^{12,17,18} Al-Awadi y colaboradores (1999), reportaron que en una cohorte de 400 pacientes, la incidencia de calle empedrada posterior al tratamiento de litos entre 1.5 cm a 3.5 cm, disminuyó de 13% a 6% ($p <0.05$).¹² Actualmente, las guías sobre el Manejo de Litiasis Urinaria de la Asociación Europea de Urología, publicadas en 2008, apoyan esta idea y recomiendan la colocación profiláctica de un catéter ureteral doble-J en litos con diámetro >2 cm (grado de recomendación B).²

Por otra parte, el láser holmio:YAG introducido en la práctica de la Urología por Webb en 1993, se considera en la actualidad el *estándar de oro* en litotriptores intracorpóreos.⁸ El componente activo es el elemento holmio combinado con el cristal YAG (*yttrium, aluminum, garnet*). Este láser sólido opera a una longitud de onda de 2140 nm, la cual se encuentra en la porción infrarroja del espectro electromagnético y por lo tanto es invisible al ojo humano.¹⁸ Con el uso de esta tecnología las tasas de éxito reportadas durante el manejo ureteroscópico de cálculos ureterales varían entre 90% a 100%.^{19,20} Con respecto al método de fragmentación, este difiere al de otros láseres y se ha demostrado que su efecto litotriptor se debe a la formación de una burbuja de cavitación que genera una onda de choque muy débil. La cavitación ocurre en la frontera del lito con el medio acuoso debido a la vaporización del agua. Con base en estas observaciones, se considera que el láser holmio:YAG actúa a través de un mecanismo foto-térmico que causa fragmentación por medio de vaporización de la piedra.^{9,21} Este fenómeno tiene implicaciones clínicas importantes:

- Promueve la formación de fragmentos de litos más pequeños que son más fáciles de expulsar
- Fragmenta litos independientemente de su composición química
- Daña el tejido que entra en contacto directo con el láser
- Para ser efectivo, la punta de la fibra debe de entrar en contacto directo con la piedra
- Disminuye la retropulsión de los litos, debido a la producción de una onda de choque muy débil.^{9,18}

La energía producida por este láser es altamente absorbida por el agua y se propaga no más de 0.5 mm a 1 mm en medio acuoso, lo cual produce un mínimo de penetración tisular e incrementa sustancialmente su margen de seguridad.²² Dado que esta energía es capaz de transmitirse a través de fibras de cuarzo, se puede utilizar en equipos flexibles. Dichas características, favorecen la eficiencia de la técnica de ureteroscopia. Estas ventajas se contraponen al alto costo de las fibras y del equipo, lo cual ha impedido su uso generalizado en nuestro medio.

En este estudio, todos los casos con calle empedrada, ocurrieron posterior a tratamiento con LEOCH para litos intrarrrenales >2 cm. El empleo de nuevas modalidades terapéuticas, como por ejemplo, nefrolitotomía percutánea, ureteroscopia retrógrada intrarrrenal, entre otras, definirá en un futuro si estas tendencias tienen una repercusión real en la incidencia de esta y otras complicaciones. La localización más común para la calle empedrada, fue en el uréter proximal (54.5%), seguido del uréter medio (27.3%) y el uréter distal (18.2%). Esta distribución varía en contraparte con otras series reportadas en donde el sitio más frecuente es el uréter distal (60% a 75%).^{5,12} Hasta este momento se desconocen los factores que pudieron influir en este hallazgo, pero se sugiere que pudiera deberse a la colocación previa de un catéter doble-J. Hay que notar que muchos de los litos clasificados como *en uréter proximal* se encontraban abarcando parte del uréter medio -proximal al cruce de los vasos iliacos-, que, como se sabe, constituye una estrechez anatómica natural del uréter.

Dado que no existe un consenso en cuanto al número idóneo de procedimientos requeridos para lograr un estado libre de litos con ureteroscopia en casos de calle empedrada, se decidió conveniente continuar con esta modalidad terapéutica mientras las condiciones del paciente permanecieran estables y no existieran indicaciones precisas de intervención quirúrgica. Una desventaja de este tipo de abordaje es el costo para el paciente, ya que 62.5% de ellos, requirió de ≥ 3 procedimientos para alcanzar un estado libre de litos. No existe un límite establecido en cuanto al tiempo que puede o debe durar la ureteroscopia.^{23,24} El tiempo máximo alcanzado en este estudio fue de 150 minutos, y una de las principales limitaciones técnicas observadas fue el edema de la mucosa ureteral, lo que aumenta la dificultad tanto para fragmentar como para extraer de forma segura los litos. En ningún paciente se observaron alteraciones por absorción de agua. Esto hace pensar que son la habilidad del cirujano, la ausencia de complicaciones y la visibilidad del campo operatorio las principales determinantes del tiempo que puede durar el procedimiento. En esta serie, no se observó una disminución en el éxito con base en la longitud de la calle empedrada, como previamente se ha documentado.²³ Esto puede deberse a factores tales como: procedimientos realizados por varios cirujanos, factores anatómicos y al hecho de que la carga de lito se midió como longitud y no como volumen. En esta serie, se sugiere que el factor más importante para aumentar el éxito y disminuir el número de procedimientos, es la localización de la calle empedrada, debido a que se observó una tendencia en la significancia. Posiblemente, debido al tamaño de muestra, el poder para detectar diferencias en los resultados, es determinante. Es bien conocido que los litos de tercio superior y medio representan un reto en ureteroscopia por las características anatómicas del uréter.^{20,21} A pesar de que se han reportado tasas de éxito para litos >1 cm

con ureteroscopia semirrígida de hasta 95%, no se ha estudiado de forma satisfactoria el tratamiento en pacientes con una carga de lito tan grande como en estos pacientes.

La tasa de complicaciones de esta serie fue de 28.5%. Lo cual representa un aumento considerable en comparación con ureteroscopias para litos únicos, en donde la incidencia se estima de alrededor 5% a 8%.^{9,24,25} No obstante, sólo se documentaron dos complicaciones graves que ameritaron hospitalización: un caso de broncoaspiración y un caso de urosepsis. El resto se debió a causas como IVU no febril, migración del lito y hematuria. La complicación más frecuente fue la migración de tipo proximal. No se documentó ningún caso de perforación o avulsión ureteral.

En cuanto a la bibliografía mexicana, no hay alguna cifra reportada sobre el número promedio de ureteroscopias que requiere un paciente con calle empedrada para alcanzar un estado libre de litos. Hasta donde se conoce, tampoco se ha documentado la efectividad general del procedimiento en estos casos, por lo que estos datos servirán para otorgar al paciente y al cirujano, información preoperatoria más precisa acerca del número de procedimientos necesarios para alcanzar el éxito, la frecuencia de la localización de la calle empedrada, la longitud y el tiempo de duración promedio; así como las principales complicaciones en estos casos.

■ AGRADECIMIENTO

El autor agradece al departamento de Urología del Instituto y a la Dra. Elisa Gómez Reyes, por la amable disposición para realizar las correcciones necesarias para la publicación de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chaussy C, Schuller J, Schmiedt E, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) for treatment of urolithiasis. *Urology* 1984;23: 59–66.
2. Tiselius G, Alken P, Buck C, et al. Guidelines on Urolithiasis. *Eur Urol* 2007;178:2418–34.
3. Skolarikos A, Alivizatos G, de la Rosette J. Extracorporeal shock wave lithotripsy 25 years later: complications and their prevention. *Eur Urol* 2006;50:981–90.
4. Madbouly K, Sheir K, Elsobky E. Risk factors for the stone formation of a steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: a statistical model. *BJU Int* 2002;167:1239–42.
5. Sayed M, El-Taher A, Aboul-Ella H, et al. Steinstrasse after extracorporeal shockwave lithotripsy: aetiology, prevention and management. *BJU Int* 2001;88(7):675–8.
6. Bierkens A, Hendrikx A, Lemmens W, et al. Extracorporeal shock-wave lithotripsy for large renal calculi: the role of ureteral stents. A randomized trial. *J Urol* 1991;145(4):699–702.
7. Wirth M, Theiss M, Frohmüller HG. Primary extracorporeal shockwave lithotripsy of staghorn renal calculi. *Urol Int* 1992;48(1):71–5.
8. Webb DR, Kockelburgh R, Johnson WF. The vers-pulse holmium surgical laser in clinical urology: a pilot study. *Minin Invas Ther* 1993;2:23–26.
9. Lingeman J, Matlaga B, Evan AP, et al. Campbell-Walsh Urology, vol 3: Surgical management of upper urinary tract calculi. Philadelphia: Saunders Elsevier 2007; 1458–1462.
10. Wolf JS, Bennett CJ, Dmochowski RR, et al. Best Practice Policy Statement on Urologic Surgery Antimicrobial Prophylaxis. *J Urol* 2008;179:1379–90.
11. Sofer M, Watterson JD, Wollin TA, et al. Holmium:YAG laser lithotripsy for upper urinary tract calculi in 598 patients. *J Urol* 2002;167(1):31–4.
12. Fedullo LM, Pollack HM, Banner MP. The development of steinstrasse after ESWL: frequency, natural history and radiologic management. *AJR AM J Roentgenol* 1988; 151(6):1145–7.
13. Roth RA, Beckmann CF. Complications of extracorporeal shock-wave lithotripsy and percutaneous nephrolithotomy. *Urol Clin North Am* 1988;15(2):155–66.
14. Al-Awadi KA, Abdul Halim H, Kehinde EO, et al. Steinstrasse: a comparison of incidence with and without J stenting and the effect of J stenting on subsequent management. *BJU Int* 1999;84(6):618–21.
15. Cass AS. Ureteral stenting with extracorporeal shock-wave lithotripsy. *Urology*. 1992 May;39(5):446–8.
16. El-Assmy A, El-Nahas AR, Sheir KZ. Is pre-shock wave lithotripsy stenting necessary for ureteral stones with moderate or severe hydronephrosis? *J Urol* 2006;176(5):2059–62.
17. Bierkens AF, Hendrikx AJ, Lemmens WA, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy for large renal calculi: the role of ureteral stents. A randomized trial. *J Urol* 1991;145(4):699–702.
18. Halebian G, Kijvika K, de la Rosette Jean, et al. Ureteral stenting and urinary stone management: a systematic review. *J Urol* 2008;179(2):424–30.
19. Sulaiman MN, Bucholz NP, Clark PB. The role of ureteral stent placement in the prevention of steinstrasse. *J Endourol* 1999;13(3):151–5.
20. Razvi HA, Denstedt JH, Chun SS, Sales JL. Intracorporeal lithotripsy with the holmium:YAG laser. *J Urol* 1996;156(3):912–4.
21. Lam JS, Green TD, Gupta M. Treatment of proximal ureteral calculi: holmium:YAG laser ureterolithotripsy versus extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol*. 2002 May;167(5): 1972–6.
22. Wu CF, Shee JJ, Lyn WY. Comparison between extracorporeal shock wave lithotripsy and semirigid ureterorenoscope with holmium:YAG laser lithotripsy for treating large proximal ureteral stones. *J Urol*. 2004 Nov;172(5 Pt 1):1899–902.
23. Dretler SP. Laser photofragmentation of ureteral calculi: analysis of 75 cases. *J Endourol* 1987;1:9–11.
24. Matsuoaka K, Nakanami M, Koga H, et al. Holmium-Yttrium-Aluminum-Garnet laser for endoscopic lithotripsy. *Urology*. 1995;45(6):947–52.
25. Cheung MC, Lee F, Yip SK. Outpatient holmium laser lithotripsy using semirigid ureteroscope: is the treatment outcome affected by stone load? *Eur Urol*. 2001;39(6): 702–708.