

Éxito del tratamiento de la litotricia extracorpórea por ondas de choque en la práctica habitual: estudio observacional con litotriptores electromagnético y electrohidráulico

Gabriela Escobar-Pabón ⁽¹⁾ Sebastián Hervas ⁽²⁾ Xavier Abad ⁽³⁾



OPEN ACCESS

Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons de tipo Reconocimiento - No comercial - Sin obras derivadas 4.0 International

- 1 Médico, Cirujana Uróloga; Hospital de Especialidades Eugenio Espejo; Quito-Ecuador.
 2 Médico, Cirujano Urólogo; Hospital General de las Fuerzas Armadas N°1; Quito-Ecuador.
 3 Médico, Cirujano Urólogo; Hospital José Carrasco Arteaga; Cuenca-Ecuador.

Correspondencia:

Dra. Gabriela Escobar Pabón. Servicio de Urología, Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Av. Gran Colombia y Yaguachi, Quito-Ecuador

E-mail: dra.gescobar@gmail.com

Recibido: 07 - Octubre - 2014

Aceptado: 10 - Noviembre - 2014

Palabras clave: Urolitiasis, Litotricia extracorpórea por ondas de choque, Resultado del tratamiento, Factores predictivos, Estudio de cohortes.

Forma de citar este artículo:

Escobar-Pabón G, Hervas S, Abad X. Éxito del tratamiento de la litotricia extracorpórea por ondas de choque en la práctica habitual: estudio observacional con litotriptores electromagnético y electrohidráulico. Rev Med Vozandes 2014; 25: 33 - 40

Resumen

Contexto

La litotricia extracorpórea por ondas de choque (LEOC) es un tratamiento útil para la litiasis urinaria. El tipo de generador y las características del cálculo pueden condicionar los resultados del tratamiento.

Sujetos y Métodos

Se estudiaron pacientes ambulatorios, mayores de edad y con diagnóstico de litiasis urinaria alta tratada con LEOC en los hospitales Eugenio Espejo y Metropolitano de la ciudad de Quito. Dos cohortes de estudio se diferenciaron según el tipo de generador utilizado: LTEM (litotriptor electromagnético) y LTEH (litotriptor electrohidráulico). Las características del cálculo consideradas ideales para fragmentación (densidad ≤ 1000 UH, tamaño ≤ 20 mm y distancia piel-cálculo ≤ 10 cm) se determinaron por tomografía simple. El resultado del tratamiento se calificó como éxito temprano (desaparición del cálculo luego de la LEOC, valorada con fluoroscopia) y tardío (fragmentos < 4 mm en la radiografía de control a los cinco días y cuatro semanas del tratamiento).

Resultados

Entre las cohortes LTEM ($n=40$; edad 46.2 ± 11.5 años; 42.5% hombres) y LTEH ($n=40$; edad 46.0 ± 13.8 años; 65.0% hombres) no hubo diferencias de los litos en su densidad (1027.7 ± 371.4 vs. 999.1 ± 269.4 UH; $p=ns$) y distancia piel-cálculo (9.0 ± 1.7 vs. 9.7 ± 2.0 cm; $p=ns$), pero tuvieron mayor tamaño en el grupo LTEM (16.1 ± 5.7 vs. 12.6 ± 4.4 mm; $p<0.01$). El éxito de fragmentaciones (72.5%; IC95: 61.8% - 81.1%) fue exactamente igual con ambos litotriptores. Los éxitos tempranos (57.5% vs. 47.5%; $p=ns$) y tardíos (15.0% vs. 25.0%; $p=ns$) no fueron estadísticamente diferentes. La frecuencia de litos con características ideales en su densidad (55.0% vs. 50.0%; $p=ns$), distancia a la piel (70.0% vs. 65.0%; $p=ns$) y tamaño (82.5% vs. 97.5%; $p=0.05$) fue similar entre los grupos. Tres, dos, una o ninguna de estas condiciones ideales se encontraron en el 37.5%, 40.0%, 17.5% y 5.0% del total de pacientes investigados.

Conclusión

La tasa de éxito de la LEOC durante la práctica habitual es similar con litotriptores electromagnético y electrohidráulico, sobre todo cuando las características ideales de los cálculos se presentan de forma similar en los pacientes.

Keywords: Urolithiasis, Extracorporeal shock wave lithotripsy, Treatment outcome, Predictive factors, Cohort study.

Abstract

Treatment success of extracorporeal shock-wave lithotripsy in clinical practice: observational study with electrohydraulic and electromagnetic lithotripters

Background

Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) is a useful treatment for urolithiasis. However, the generator used and some characteristics of the stones may affect the treatment outcome.

Subjects and methods

We studied adult outpatients with urolithiasis who underwent ESWL at the Eugenio Espejo and Metropolitano hospitals from Quito-Ecuador were studied. Two study cohorts were defined according to the type of generator: EMLT (electromagnetic lithotripter) and EHLT (electrohydraulic lithotripter). The calculi characteristics considered ideal for fragmentation (density ≤ 1000 HU, size ≤ 20 mm, and distance skin-to-stone ≤ 10 cm) were determined by non-contrast computed tomography. Treatment outcome was defined as early success (disappearance of stone after ESWL, assessed by fluoroscopy) and delayed success (fragments < 4 mm in the X-ray control five days and four weeks after treatment).

Results

There was no difference between the groups EMLT (n=40; age 46.2 ± 11.5 years; 42.5% males) and EHLT (n = 40; age 46.0 ± 13.8 years; 65.0% male) respect to the stones density (1027.7 ± 371.4 vs. 999.1 ± 269.4 HU; p=ns) and skin-to-stone distance (9.0 ± 1.7 vs. 9.7 ± 2.0 cm; p=ns), but stones had a larger size in the EMLT group (16.1 ± 5.7 vs. 12.6 ± 4.4 mm; $p < 0.01$). The success rate of stone fragmentation (72.5%; 95%CI: 61.8% - 81.1%) was exactly the same with both lithotripters. Early success (57.5% vs. 47.5%; p=ns) and delayed success (15.0% vs. 25.0%; p=ns) were not statistically different. Stones with ideal characteristics in density (55.0% vs. 50.0%; p=ns), skin-to-stone distance (70.0% vs. 65.0%; p=ns) and size (82.5% vs. 97.5%; $p = 0.05$) showed a similar frequency between groups. Three, two, one or none of these ideal conditions were found in 37.5%, 40.0%, 17.5% and 5.0% of patients investigated.

Conclusion

The success rate of ESWL in clinical practice is similar with electromagnetic and electrohydraulic lithotripters, especially when stones with ideal characteristics are present similarly in patients.

Introducción

Desde la introducción en 1980 de la litotricia extracorpórea por ondas de choque (LEOC), ésta se ha convertido en el tratamiento de elección para la litiasis urinaria alta, al ofrecer una marcada eliminación de cálculos, menos complicaciones y menor estancia hospitalaria que el manejo mediante uteroscopia^[1,2]. De la tecnología disponible para generar ondas de choque, los sistemas litotriptores más empleados son el electrohidráulico, piezoeléctrico y electromagnético, con los cuales la tasa de éxito para fragmentar cálculos varía entre 60% y 99%^[3-5].

El tipo de generador de ondas de choque podría ser un condicionante de los resultados del tratamiento de la LEOC^[6], a lo cual se añadirían otros factores tales como la localización, el tamaño, composición del cálculo, la distancia desde la piel hacia el cálculo y la presencia de obstrucción^[7,8]. La falla en la fragmentación del cálculo resulta en la necesidad de realizar un tratamiento complementario, una nueva exposición del paciente al riesgo intrínseco de una lesión producida por las ondas de choque sobre el parénquima renal y un aumento de los costos sanitarios. La coincidencia de algunos de estos aspectos puede jugar un papel sobre el resultado terapéutico.

El objetivo de este estudio fue determinar la frecuencia de éxitos en la fragmentación de cálculos que se alcanza durante la práctica habitual con dos tipos de generadores (litotriptor electromagnético y electrohidráulico) y estimar si las características del lito son factores influyentes del resultado.

Sujetos y métodos

Se realizó un estudio epidemiológico de carácter observacional, prospectivo y analítico, en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEE) y el Hospital Metropolitano (HM) de la ciudad de Quito. El protocolo de investigación fue aprobado por los comités de revisión institucional de ambos hospitales. La población fuente estuvo constituida por la totalidad de pacientes que durante el año 2013 acudieron a la consulta externa de Urología en el HEE y la consulta privada de Urología en el HM. Se incluyeron pacientes de ambos sexos, mayores de 18 años, que tuvieron un diagnóstico de litiasis urinaria alta (nefrolitiasis, litiasis piélica, ureterolitiasis de segmento superior) confirmado por medio de Tomografía Computarizada simple (TC) y recibieron indicación de litotricia extracorpórea por ondas de choque (LEOC), independientemente de su estado clínico (síntomáticos o asintomáticos) y que otorgaron su consentimiento informado de participación.

Se excluyeron del estudio a los pacientes en quienes la TC diagnóstica fue de mala calidad o no valorable, aquellos en quienes se identificó un lito en cáliz inferior con ángulo <90°, un diámetro de infundíbulo <4 mm y una longitud de cáliz >3 cm y quienes tenían obstrucción infralitiásica (distal al cálculo en la valoración con TC). También fueron excluidos los pacientes con antecedentes de litotricia previa, insuficiencia renal, cáncer renal, anomalías urológicas

congénitas, coagulopatías, infecciones urinarias no controladas, sepsis de cualquier origen; así como aquellos con presencia de riñón único o trasplantado, con aneurisma aórtico o renal, malformaciones óseas graves y las mujeres embarazadas. El reclutamiento de pacientes se efectuó de forma consecutiva conforme cumplimiento de criterios de selección, hasta alcanzar un total de 40 sujetos en cada hospital participante.

En todos los pacientes se registraron al inicio del seguimiento los datos demográficos generales, localización y características del lito. Dos cohortes de estudio fueron diferenciadas según el tipo de litotriptor utilizado para la LEOC: **Grupo LTEM** (litotriptor electromagnético Storz Medical Modulith SLX-F2®), disponible y utilizado en el HEE, con profundidad de penetración de 0 a 165 mm y energía de 50 kV. **Grupo LTEH** (litotriptor electrohidráulico E3000 Medispec®), empleado en el HM, con profundidad de penetración entre 135 a 170 mm y energía entre 12 a 20 kV. Ambos litotriptores contaban con visualización fluoroscópica y se encontraban dentro del período anual de calibración y bajo los protocolos de mantenimiento del fabricante. El desenlace primario evaluado en cada cohorte fue el éxito del tratamiento, consistente en la ruptura del cálculo y el momento de la misma.

Las características específicas del lito (densidad, tamaño, distancia piel-cálculo) fueron determinadas a partir de la TC diagnóstica. En el HEE fue realizada en un tomógrafo multicorte Aquilion (Siemens®) de 16 canales, empleando cortes de 5 mm; mientras que en el HM se empleó un tomógrafo multicorte LightSpeed VCT 64 Slice (GE Healthcare®), con cortes de 5mm. En ambos hospitales, el personal técnico de Radiología fue responsable de efectuar los estudios de imagen. A partir de las imágenes obtenidas, el personal técnico determinó la densidad en unidades de Hounsfield (UH). El tamaño se determinó seleccionando la mayor área transversal del cálculo en los cortes axiales y luego con la herramienta ROI (Region of Interest) ovalada se eligió un área central representativa midiendo la atenuación promedio, evitando la periferia del cálculo y los tejidos vecinos. Para determinar el área del cálculo se observó al lito en los planos axial, reconstrucción coronal y sagital, seleccionando el plano con el mayor diámetro, delimitando su contorno con la herramienta ROI ovalada. La distancia hacia la piel se midió desde el centro del cálculo hasta la piel trazando tres líneas (una perpendicular, otra horizontal, y una a los 45° entre las otras dos). Se definieron como características ideales del cálculo y predictivas de un resultado exitoso a una densidad ≤1000 UH, un tamaño ≤20 mm y una distancia piel-cálculo ≤10 cm. Posibles factores adicionales fueron considerados la localización anatómica del cálculo y una ubicación a nivel del cáliz inferior.

Antes de la LEOC en todos los pacientes se realizaron y evaluaron exámenes de biometría hemática, química sanguínea básica, tiempos de coagulación, elemental-microscópico de orina y urocultivo. Cada LEOC se realizó conforme procedimiento habitual,

esto es, con el paciente colocado en posición de litotomía sobre un colchón suave lleno de agua, con monitoreo de signos vitales, aporte de O₂ por mascarilla, hidratación con SS 0.9% y bajo sedo-analgésia efectuada por anestesiólogo, así como profilaxis antimicrobiana previa. Durante el procedimiento los pacientes recibieron un analgésico/antiinflamatorio y diurético de asa. Todas las LEOC se iniciaron con la ubicación del lito a 0° y 30° para determinar la superficie y profundidad respectivamente, con energía de 3.5, 4 Hz y foco grande durante los primeros 500 golpes; y después con energía de 6, 2 Hz y foco pequeño, calibrando la ubicación del lito cada 500 golpes. La duración del procedimiento varió entre 45 y 60 minutos desde el inicio de la sedo-analgésia hasta la salida del paciente a recuperación. Los tratamientos se completaron cuando el médico urólogo tratante valoró la fragmentación del cálculo a través de fluoroscopia con el mismo equipo; o, cuando se hubo completado un máximo de 3000 golpes en los cálculos renales o de 4000 golpes en los cálculos ureterales. Finalizados los procedimientos los pacientes fueron despertados y derivados a sala de recuperación, permaneciendo con monitoreo durante cuatro horas antes de recibir el alta con indicaciones de cefuroxima 500mg VO BID (o ciprofloxacina 1g VO QD en alérgicos), tamsulosina 0.4mg VO QD HS, e ingesta de abundantes líquidos (aproximadamente 2 litros cada día). Las visitas de control clínico se cumplieron a los cinco días y a las cuatro semanas de realizado el procedimiento.

El resultado del tratamiento (fragmentación del cálculo) se evaluó al terminar la sesión de LEOC (mediante fluoroscopia, empleando las imágenes que permanecen en la memoria de los litotriptores) y en las visitas de control (mediante radiografía). Esta tarea estuvo a cargo de uno de los investigadores, en quien previamente se había valorado la reproducibilidad intraobservador usando repetibilidad compleja y aceptando como válido un porcentaje igual o superior al 90% en la definición de fragmentación positiva. Se calificó como un éxito del tratamiento cuando hubo una de las siguientes posibilidades: 1) éxito temprano: evidencia de una desaparición completa del cálculo luego de la LEOC; y 2) éxito tardío: persistencia de fragmentos <4 mm en la radiografía simple de la visita de control a los cinco días y a las cuatro semanas de seguimiento. Cuando no se observó modificación del lito o ante una dilatación del mismo, se consideró como fracaso de la terapia a las 4 semanas post-LEOC.

El análisis de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico Epi-Info 7.0 del Center for Disease Control de los EEUU y el paquete Quick-Calcs & GraphPad para pruebas estadísticas específicas. Para todos los análisis se siguió un enfoque por protocolo, conforme la totalidad de sujetos válidos en el estudio. En la descripción de las frecuencias, las variables cuantitativas se expresaron a través de la media, desviación estándar y rango, mientras que los datos cualitativos se resumieron como porcentajes. La comparación entre las dos cohortes (LTEM vs. LTEH) se efectuó mediante las pruebas de Student *t* o χ^2 según correspondiera para el tipo de variable. Un valor $p < 0.05$ fue considerado como diferente estadísticamente para cada una de las comparaciones. Durante la aplicación del χ^2 se consideró valor obtenido en el test exacto de Fisher y en los casos de inestabilidad numérica se empleó la corrección de Yates.

Resultados

En el grupo total (n=80) de pacientes investigados, la edad tuvo una media de 46.1 ± 12.6 años y un poco más de la mitad fueron de sexo masculino (53.8%). La litiasis se presentó algo más en el lado derecho (56.3%) y la mayoría de los cálculos se ubicaron a nivel de la pelvis renal (40%) y uréter (23.8%). La densidad promedio de los litos fue 1013.4 ± 322.7 UH, con un rango que varió de 420 a 2120 UH. Las dimensiones de los litos, en términos de su diámetro mayor, variaron entre 4 a 31 milímetros, con una media de 14.3 ± 5.4 mm. La distancia piel-cálculo promedio estuvo en 9.3 ± 1.9 cm, con un rango de 6 a 15 cm.

En ambas cohortes no hubo diferencias significativas respecto a las características de densidad y distancia a la piel de los litos. Los litos de los pacientes tratados con el LTEM tuvieron un tamaño significativamente mayor respecto al grupo LTEH (16.1 ± 5.7 vs. 12.6 ± 4.4 mm; $p < 0.01$); pero la frecuencia de litos con un tamaño ≤ 20 mm no alcanzó una diferencia estadísticamente significativa. En los pacientes del grupo LTEH se observó una mayor proporción del sexo masculino y de cálculos ubicados a nivel del uréter; **tabla 1**.

Éxitos de la LEOC según el tipo de litotriptor

El éxito global de la LEOC fue igual independientemente del equipo utilizado (72.5%; IC95%: 61.8% - 81.1%), por cuanto se encontró exactamente la misma frecuencia de éxitos con el litotriptor electromagnético (LTEM) y el electrohidráulico (LTEH): 72.5% (n=29) vs. 72.5% (n=29); $p = ns$. Los éxitos fueron calificados como tempranos en 23 pacientes del grupo LTEM y 19 del grupo LTEH (57.5% vs. 47.5%; $p = ns$), mientras que hubo 6 y 10 pacientes respectivamente en quienes el éxito fue tardío (15.0% vs. 25.0%; $p = ns$), sin diferencias estadísticamente significativas entre las cohortes.

Al considerar exclusivamente el subgrupo de 58 pacientes con éxito (temprano o tardío) en el tratamiento de la LEOC, se mantuvieron las diferencias observadas sobre la población total. Así, en el grupo LTEM los litos tuvieron un mayor tamaño que en el grupo LTEH (14.7 ± 4.7 vs. 12.3 ± 3.8 mm; $p = 0.04$), mientras que la proporción de hombres (44.8% vs. 72.4%; $p = 0.03$) y de cálculos ubicados a nivel del uréter (10.3% vs. 37.9%; $p = 0.01$), fueron mayores en el grupo LTEH. No hubo diferencias estadísticas en el resto de características analizadas. En ninguna de las cohortes se identificó complicaciones de la LEOC inmediatas, ni durante las visitas de seguimiento.

Condiciones ideales de los cálculos

Al tener en cuenta las tres características principales de los litos consideradas predictoras del resultado de la LEOC, la presencia de condiciones "ideales" fue variable. En este sentido, el 52.5% (n=42) del total de pacientes investigados tuvo cálculos con una densidad menor o igual a 1000 UH, en el 67.5% (n=54) la distancia hacia la piel fue igual o menor a 10 cm y el 90.0% (n=72) tuvieron litos con un tamaño igual o menor a 20 mm.

Apenas 30 pacientes (37.5%) del grupo total (n=80) tuvieron simultáneamente las tres características ideales; con dos condiciones simultáneas hubo 32 pacientes y con solo una de las características 14 sujetos. Únicamente cuatro (5.0%) personas fueron portadoras de litos sin alguna de las características ideales; **tabla 2**.

En los grupos LTEM y LTEH se encontró una frecuencia similar de densidad (55.0% vs. 50.0%; p=ns) y distancia a la piel (70.0% vs. 65.0%; p=ns) ideales. Aunque en los pacientes manejados con el LTEM la proporción de cálculos con un tamaño igual o menor a 20 mm fue algo menor (82.5% vs. 97.5%; p=0.05), la significancia estadística apenas fue limitrofe; **tabla 1**. Entre los grupos LETM y LTEH fue parecida la frecuencia de condiciones ideales presentes simultáneamente; **tabla 2**.

Discusión

Hasta hace aproximadamente 30 años el manejo de la urolitiasis se basaba únicamente en cirugía abierta. La aparición de la endourología (que abarca ureteroscopia con litotricia intracorpórea), nefrolitotomía percutánea, cirugía laparoscópica y litotricia extracorpórea, dio lugar a grandes cambios progresivos en el manejo de la litiasis, con varias alternativas de tratamientos y combinación de los mismos. De todas estas, la LEOC ha supuesto un avance tecnológico revolucionario, pues ha pasado a ser el método de elección de la litiasis urinaria alta^[2, 9, 10].

En este estudio, luego de una sesión única de LEOC, el beneficio alcanzado (72.5%) fue igual independientemente del equipo utilizado, al existir la misma tasa de éxitos globales con el litotriptor electromagnético y el electrohidráulico. Esta frecuencia se encuentra dentro del rango reportado por otros autores^[4]. En investigaciones donde se ha comparado la eficacia de distintos generadores, se ha reportado que aparentemente el litotriptor electrohidráulico ofrece mejores resultados en términos de la tasa libre de cálculos^[11, 12], una menor cantidad de re-tratamientos^[12] y un menor empleo de golpes para la fragmentación^[13], en relación a los equipos de tipo

Tabla 1. Características de los pacientes y de los litos, según el tipo de litotriptor utilizado para el tratamiento.

	LTEM [n=40 (%)]	LTEH [n=40 (%)]	p
Sexo masculino	17 (42.5)	26 (65.0)	0.04
Edad (años) (media ± DS)	46.2 ± 11.5	46.0 ± 13.8	Ns
Lateralidad del lito			
Derecho	21 (52.5)	24 (60.0)	Ns
Izquierdo	19 (47.5)	16 (40.0)	
Nivel anatómico del lito			
Pelvis renal	20 (50.0)	12 (30.0)	Ns
Uréter	4 (10.0)	15 (37.5)	<0.01
Cáliz medio	6 (15.0)	5 (12.5)	Ns
Cáliz superior	7 (17.5)	3 (7.5)	Ns
Cáliz inferior	3 (7.5)	5 (12.5)	Ns
Densidad (UH) (media ± DS)	1027.7 ± 371.4	999.1 ± 269.4	Ns
Densidad ideal ≤1000 UH	22 (55.0)	20 (50.0)	Ns
Tamaño (mm) (media ± DS)	16.1 ± 5.7	12.6 ± 4.4	<0.01
Tamaño ideal ≤20 mm	33 (82.5)	39 (97.5)	0.05
Distancia a piel (cm) (media ± DS)	9.0 ± 1.7	9.7 ± 2.0	Ns
Distancia ideal ≤10cm	28 (70.0)	26 (65.0)	Ns

Datos se presentan como número (porcentaje) o media ± desviación estándar, según corresponda
LTEM: litotriptor electromagnético; LTEH: litotriptor electrohidráulico;
p: nivel de significancia estadística; Ns: no estadísticamente significativo.

Tabla 2. Frecuencia de características "ideales" de los litos para una fragmentación con litotricia extracorpórea de ondas de choque.

Condiciones presentes	Grupo total (n=80)	LTEM (n=40)	LTEH (n=40)
Tres simultáneas	30 (37.5)	16 (40.0)	14 (35.0)
Dos simultáneas	32 (40.0)	14 (35.0)	18 (45.0)
Una solamente	14 (17.5)	7 (17.5)	7 (17.5)
Ninguna	4 (5.0)	3 (7.5)	1 (2.5)

Datos se presentan como número (porcentaje).

Condiciones ideales del lito para fragmentación: Densidad ≤ 1000 HU, Tamaño ≤ 20 mm; Distancia hacia la piel ≤ 10 cm.

LTEM: litotriptor electromagnético; LTEH: litotriptor electrohidráulico.

pinzoeléctrico y electromagnético. Sin embargo, en términos generales, los litotriptores electrohidráulico y electromagnético se consideran similares en su eficacia y seguridad^[11, 13], una situación que coincide con los hallazgos obtenidos. La diferencia técnica entre litotriptores se basa en el tipo de energía que liberan, la forma del foco acústico, profundidad de onda, la superficie de acoplamiento, la movilidad del lito, modo de alineación y uso simultáneo de ecografía y fluoroscopia. De ahí que actualmente se busca mejorar ciertos elementos técnicos para aumentar la desintegración de los cálculos^[14].

Un aspecto a tener en cuenta es la heterogénea definición de éxito de la LEOC utilizada en los distintos trabajos publicados, así como variaciones metodológicas en el tiempo de seguimiento, el número de sesiones realizadas y el tamaño de los fragmentos residuales, aspectos que pueden explicar las diferentes tasas de éxito comunicadas en los estudios. Así, en este trabajo se definió un éxito al obtener una ausencia del cálculo o en su defecto fragmentos < 4 mm, conforme la evidencia de estudios previos que describen la eliminación espontánea de estos fragmentos en más del 95% de los casos. Algunos autores han definido el éxito de forma similar, incluso luego de tres meses de seguimiento^[15], mientras que otros han considerado un tamaño de los fragmentos residuales menor o igual a 2 mm a las tres o seis semanas de seguimiento^[8, 16].

Además, en este estudio se diferenció a los éxitos según el momento de la fragmentación como tempranos (valorados con fluoroscopia inmediatamente al terminar el procedimiento de LEOC) o tardíos (valorados con placa de Rx de abdomen a los cinco días y a las cuatro semanas). Aunque hubo ciertas diferencias en el momento de fragmentación entre los grupos LTEM y LTEH, las mismas no fueron estadísticamente significativas y este tipo de variaciones en relación con el momento final de evaluación también se han observado en otros trabajos. Por ejemplo, en el estudio de Vivaldi et al., se consiguió una eliminación de los litos en el 49.1% de los pacientes a las tres semanas de seguimiento^[16], un trabajo coreano encontró un éxito de 83% entre la primera y segunda semana posterior a la LEOC^[17] y Park et al., reportaron una tasa del 69.7% a las 6 semanas^[18].

Por otra parte, en vista de que la tasa de éxitos sería similar con el LTEM y el LTEH, los casos en los cuales el tratamiento no tuvo el resultado esperado podrían obedecer a ciertos factores condicionantes antes que al tipo de generador utilizado, principalmente a aquellos relacionados con la fragilidad del cálculo^[16-18, 19, 20]. De ahí que los factores predictivos de éxito valorados en este estudio fueron una densidad baja (≤ 1000 HU), menor tamaño (≤ 20 mm) y menor distancia piel-cálculo (≤ 10 cm). Sin embargo, en la práctica habitual sería difícil encontrarlas presentes simultáneamente en los pacientes y sólo un 40% de los individuos tendrían dos o tres de las mismas.

En estudios internacionales sobre el tema se ha descrito que cuando la densidad del cálculo es menor a 1000 HU la eficacia de la LEOC puede ser del 81.8%^[7] y 96%^[21], mientras que a mayores densidades se reduce hasta un 43.7%^[7] y 38%^[21]. Si la densidad es menor a 500 HU, el éxito del tratamiento puede ser incluso del 100%^[22]. La distancia existente entre la piel y el cálculo también se ha mostrado como condicionante del resultado^[18], determinando una eficacia del 85.7% cuando es menor a 9.9 cm^[23] y apenas del 41% si la distancia es mayor^[8]. En este estudio las frecuencias de litos con densidades bajas y una menor distancia piel-cálculo fueron similares entre los grupos LTEM y LTEH, por lo cual la tasa de éxitos alcanzada con cada generador de ondas de choque no se habría visto influenciada por estos factores.

Aunque en el grupo tratado con el generador electromagnético los cálculos tuvieron un tamaño significativamente mayor (16.1 ± 5.7 vs. 12.6 ± 4.4 mm; $p < 0.01$), la proporción de litos con diámetro ideal (≤ 20 mm) no fue estadísticamente diferente entre los grupos (82.5% vs. 97.5%; $p = 0.05$) y es difícil poder asegurar que habría afectado negativamente la efectividad de ese litotriptor.

No obstante, otros estudios sí han reportado que mientras la eficacia de la LEOC es del 55% a 66% en cálculos con un tamaño menor a 20 mm^[24, 25], disminuye al 49% cuando es mayor a los 20 mm^[24]. Respecto a las diferencias observadas en el grupo LTEH donde hubo mayor cantidad de hombres y litos en uréter, se tratarían de variaciones debidas al azar propias de estudios observacionales y que difícilmente podrían repercutir sobre la efectividad de la LEOC.

Finalmente, en los sujetos investigados no se observó ninguna complicación durante el tratamiento o en las visitas de control. Por lo general las complicaciones de la LEOC suelen ser mínimas y relacionadas con fragmentos residuales (por ejemplo, cólico renal, obstrucción del uréter, calle litiasica), mientras que otros eventos son raros (<1%) y pueden incluir infección urinaria, contusión renal, hematoma perirrenal o retroperitoneal, íleo paralítico, contusión de la pared abdominal y arritmias cardíacas^[26, 27].

En definitiva, en este estudio se ha podido confirmar que la tasa de éxitos de la LEOC aplicada durante la práctica habitual es similar con litotriptores electromagnético y electrohidráulico, sobre todo cuando las características ideales de los cálculos se presentan de forma similar en los pacientes. No obstante, la densidad elevada (>1000 HU), mayor tamaño (>20 mm) y mayor distancia piel-calculo (>10 cm) de los litos, podrían ser factores pronósticos de un resultado desfavorable y su identificación mediante TC simple antes de realizar la LEOC permitiría estimar el éxito del procedimiento y calificar así a los pacientes con menos posibilidades de beneficiarse, a fin de optimizar el uso de los recursos y gastos derivados. Determinar la magnitud del riesgo de fracaso de la LEOC asociado a las características del cálculo merece ser objeto de futuras investigaciones.

Conflictos de interés

Ninguno declarado por los autores.

Agradecimientos

A los doctores Francisco Cornejo por la dirección científica y Guillermo Fuenmayor por la asesoría metodológica del estudio.

Financiamiento

Fondos propios de los autores.

Contribuciones de los autores

Los autores declaran haber contribuido de forma similar en la realización del estudio y elaboración del artículo.

Referencias

1. Chaussy C, Brendel W, Schmiedt E. Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet* 1980; 2: 1265 – 68.
2. Aboumarzouk OM, Kata SG, Keeley FX, McClinton S, Nabi G. Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) versus ureteroscopic management for ureteric calculi. *Cochrane Database Syst Rev* 2012; (5): CD006029.
3. Porfyrus OT, Cutress ML, Tolley DA. The use of extra-corporeal shockwave lithotripsy for obstructing ureteric stones. *Minerva Urol Nefrol* 2011; 63: 175 – 82.
4. González Enguita C, Cabrera Pérez J, Calahorra Fernández FJ, Cancho Gil MJ, Vela Navarreta R. Tratamiento de la litiasis ureteral con ondas de choque. *Arch Esp Urol* 2001; 54: 971 - 82.
5. Ruiz Marcellan FJ. Litotripcia extracorpórea por ondas de choque. En: Actualización en el diagnóstico y tratamiento de la litiasis urinaria. 5º Seminario de formación continuada en urología. Madrid: Ed. Ergon; 2000: 19-30.
6. Raza SJ, Ather MH. Does the type of lithotripter affect outcomes in children with upper tract urolithiasis? *J Endourol* 2009; 23: 223 – 27.

7. García Marchiñena P, Billordo Peres N, Liyo J, Ocantos J, Gonzalez M, Jurado A, et al. Tomografía computada como predictor de composición y fragilidad de la litiasis urinaria al tratamiento con litotricia extracorpórea por ondas de choque in vitro. *Arch Esp Urol* 2009; 62: 215 – 22.
8. Pareek G, Hedican SP, Lee FT Jr, Nakada SY. Shock wave lithotripsy success determined by skin-to-stone distance on computed tomography. *Urology* 2005; 66: 941 – 44.
9. Straub M, Bader M, Strittmatter F. [Management of ureteral stones]. *Urologe A* 2013; 52: 415 – 26.
10. Bultitude M, Rees J. Management of renal colic. *BMJ* 2012; 345: e5499.
11. Matin SF, Yost A, Stroom SB. Extracorporeal shock-wave lithotripsy: a comparative study of electrohydraulic and electromagnetic units. *J Urol* 2001; 166: 2053 – 56.
12. Ng CF, Thompson TJ, McLornan L, Tolley DA. Single-center experience using three shockwave lithotripters with different generator designs in management of urinary calculi. *J Endourol* 2006; 20: 1 – 8.
13. Jamshaid A, Ather MH, Hussain G, Khawaja KB. Single center, single operator comparative study of the effectiveness of electrohydraulic and electromagnetic lithotripters in the management of 10- to 20- mm single upper urinary tract calculi. *Urology* 2008; 72: 991 – 95.
14. Rassweiler JJ, Knoll T, Köhrmann KU, McAteer JA, Lingeman JE, Cleveland RO, et al. Shock wave technology and application: an update. *Eur Urol* 2011; 59: 784 – 96.
15. El-Nahas AR, El-Assmy AM, Mansour O, Sheir KZ. A prospective multivariate analysis of factors predicting stone disintegration by extracorporeal shock wave lithotripsy: the value of high-resolution noncontrast computed tomography. *Eur Urol* 2007; 51: 1688 – 93.
16. Vivaldi B, Fernández MI, López JF, Fuentes F, Urzúa C, Krebs A, et al. [Single-session extracorporeal shock wave lithotripsy for urinary calculi: factors predicting success after three weeks of follow-up]. *Actas Urol Esp* 2011; 35: 529 – 33.
17. Choi JW, Song PH, Kim HT. Predictive factors of the outcome of extracorporeal shockwave lithotripsy for ureteral stones. *Korean J Urol* 2012; 53: 424 – 30.
18. Park BH, Choi H, Kim JB, Chang YS. Analyzing the effect of distance from skin to stone by computed tomography scan on the extracorporeal shock wave lithotripsy stone-free rate of renal stones. *Korean J Urol* 2012; 53: 40 – 43.
19. Özgür Tan M, Karaoglan U, Sen I, Deniz N, Bozkirli I. The impact of radiological anatomy in clearance of lower calyceal stones after shock wave lithotripsy in pediatric patients. *Eur Urol* 2003; 43: 188 – 93.
20. Perks AE, Shuler TD, Lee J, Ghiculete D, Chung DG, D'A Honey RJ, et al. Stone attenuation and skin-to-stone distance on computed tomography predicts for stone fragmentation by shock wave lithotripsy. *Urology* 2008; 72: 765 – 69.
21. Ouzaid I, Al-qahntani S, Dominique S, Hupertan V, Fernandez P, Hermieu JF, et al. A 970 Hounsfield units (HU) threshold of kidney stone density on non-contrast computed tomography (NCCT) improves patients' selection for extracorporeal shockwave lithotripsy (ESWL): evidence from a prospective study. *BJU Int* 2012; 110 (11 Pt B): E438 – 42.
22. Sultan SM, Abdel-Elbaky TM, Elsherif EA, Hamed MH. Impact of stone density on the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy. *Menoufia Med J* 2013; 26: 159 – 62.
23. Foda K, Abdeldaeim H, Yousiff M, Assem A. Calculating the number of shock waves, expulsion time, and optimum stone parameters based on noncontrast computerized tomography characteristics. *Urology* 2013; 82: 1026 – 31.
24. Öbek C, Önal B, Kantay K, Kalkan M, Yağcı V, Oner A, et al. The efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy for isolated lower pole calculi compared with isolated middle and upper caliceal calculi. *J Urol* 2001; 166: 2081 – 84.
25. Nafie S, Dyer JE, Minhas JS, Mills JA, Khan MA. Efficacy of a mobile lithotripsy service: a one-year review of 222 patients. *Scand J Urol* 2014; 48: 324 – 27.
26. Legrand F, Idrissi Kaitouni M, Roumeguere T. [Medical complications of extracorporeal lithotripsy]. *Rev Med Brux* 2013; 34: 163 – 69.
27. Pastor Navarro H, Carrión López P, Martín Ruiz J, Pastor Guzmán J, Martínez Martín M, Virseda Rodríguez JA. Hematomas renales tras litotricia extracorpórea por ondas de choque (LEOCH). *Actas Urol Esp* 2009; 33: 296 – 303.