

Técnicas e indicaciones de la litotricia extracorpórea (LEC) en urología

B. Doré

La litotricia extracorpórea por ondas de choque (LECO o LEC) se convirtió en el tratamiento de la mayoría de los cálculos urinarios del adulto o del niño. Su indicación se basa en criterios que dependen de la topografía, la naturaleza y el tamaño de los cálculos, así como del terreno en que éstos se desarrollan. El perfeccionamiento de los litotritores modernos de tercera generación (hidroeléctricos, piezoeléctricos y electromagnéticos con acoplamiento de localización fluoroscópica y ecográfica) permite utilizar la técnica en cirugía ambulatoria sin anestesia o con una simple premedicación. Las indicaciones y la definición de los criterios de evaluación de los resultados de la LEC a los 3 meses empezaron a establecerse en 1996. La comparación de los resultados de las series publicadas sigue siendo compleja debido a la diversidad de los litotritores empleados y a la falta real de consenso acerca de los criterios de resultados. El aparato de referencia de las grandes series anglosajonas es el primer litotritor Dornier HM3 -en algunos casos modificado-, que ya no se comercializa. Todavía es necesario mejorar la estandarización de los protocolos técnicos, de las indicaciones en función del tipo de cálculo y de los criterios de evaluación de los resultados. En la actualidad parecen rendir más los litotritores electromagnéticos móviles y fijos, que permiten tratamientos eficaces con un promedio del 80% de resultados completos en una o dos sesiones según el volumen de los cálculos, sea cual sea la topografía y el tamaño de los mismos.

© 2006 Elsevier SAS. Todos los derechos reservados.

Palabras Clave: Cálculos renales; Cálculos ureterales; Litotricia extracorpórea (LEC); Litiasis oxalocálcicas; Litiasis úrica; Litiasis urinaria de origen infeccioso

Plan

■ Introducción	1
■ Principios de litotricia extracorpórea	2
Fuente puntual	2
Fuente extendida	2
■ Litotritores	2
Litotritores hidroeléctricos	2
Litotritores piezoeléctricos	3
Litotritores electromagnéticos	3
■ Preparación del enfermo para la litotricia extracorpórea	4
Evaluación preoperatoria	4
Anestesia	5
■ Aplicación de la litotricia extracorpórea	5
Colocación	5
Localización del cálculo	5
Disparo	5
Control postoperatorio inmediato	6
■ Indicaciones de la litotricia extracorpórea	6
En el adulto	6
En el niño	8

■ Resultados comparativos entre los litotritores	9
En el adulto	9
En el niño	10
■ Riesgos y complicaciones	10
Complicaciones inmediatas	10
Riesgo a medio plazo	10
■ Litotricia extracorpórea y anomalías renales	12
■ Litotricia extracorpórea y riñón único	12
■ Litotricia extracorpórea y aneurisma de la aorta abdominal	12
■ Litotricia extracorpórea y embarazo	12
■ Litotricia extracorpórea y trasplante	12
■ Conclusión	13

■ Introducción

La litotricia extracorpórea (LEC) por ondas de choque transformó el tratamiento de los cálculos urinarios. Desde los inicios de la difusión de la técnica, su promotor Chaussy sostuvo que los cálculos renales inferiores a 20 mm eran las mejores indicaciones de la práctica

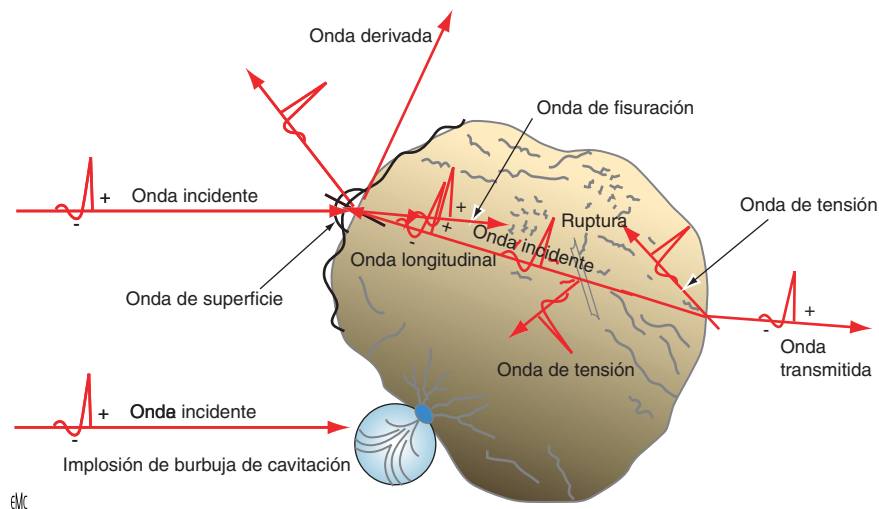


Figura 1. Principios de fragmentación de un cálculo con ondas de choque extracorpóreas.

inicial de una LEC. Tras 20 años de aplicación de la LEC, se admite que los cálculos de 20-30 mm -como máximo- y los cálculos ureterales de menos de 10 mm constituyen buenas indicaciones de la técnica [1, 2, 3]. En este artículo se tratarán las distintas técnicas de LEC, los aspectos técnicos de la intervención, las indicaciones y los resultados comparativos entre los diferentes aparatos.

■ Principios de litotricia extracorpórea

La LEC se basa en el principio físico de la generación de una onda de choque, de la que existen dos tipos de fuente: puntual o extendida.

Fuente puntual

Un descargador hidroeléctrico libera una corriente intensa (de 16-24 kV) entre dos electrodos (foco F1) en agua desgasificada y genera una burbuja de vapor cuya expansión e implosión posteriores crean la onda de choque. Ésta se propaga por reflexión a partir de las paredes de un elipsoide hacia el foco litiásico (F2), con una profundidad de distancia focal fija. En el foco litiásico F2, la onda de choque equivale a un volumen (área focal) que varía en función del tipo de aparato. La onda alcanza el cálculo por su periferia y produce efectos de compresión/tracción. La presión fragmenta el cálculo por la compresión que aplica sobre su superficie y por su reflexión, con una onda de distensión que supera las fuerzas de cohesión del cálculo y que difieren según la composición de este último. Nuevas ondas de compresión/tracción/distensión y la presencia de microburbujas gaseosas en el medio que rodea al cálculo y dentro de éste producirán un fenómeno de cavitación con microchorros que elevan la presión de manera brusca y, en consecuencia, fisuraciones entre los cristales según la estructura interna y la organización cristalina más o menos compacta de cada tipo de cálculo.

Fuente extendida

La onda de choque procede de múltiples fuentes dispuestas sobre una superficie plana o cupuliforme. La onda se focaliza en forma de sinusoides amortiguado con una presión algo menor a la que se obtiene a partir de una fuente puntual [4, 5]. La Figura 1 representa los principios de fragmentación de un cálculo por efecto de las ondas de choque extracorpóreas.

■ Litotritores

Los litotritores se definen por su forma de generar las ondas de choque extracorpóreas. Al principio, el modelo

de base creado por Chaussy y difundido para la aplicación en clínica humana por la empresa Dornier con el nombre HM3 exigía que el enfermo se sumergiera en una bañera con agua desgasificada para permitir la difusión de las ondas de choque desde el foco generador F1 hacia el foco litiásico F2 [6].

Ese litotritor se empleó en todo el mundo a partir de 1980; recientemente se ha vuelto a utilizar con modificaciones (HM3 modificado) en el ámbito anglosajón -sobre todo en Estados Unidos- y cada uno de los resultados publicados hace referencia a ese equipo. Desde hace diez años, se han fabricado unos quince aparatos distintos con mejoras en el tipo de generación de las ondas de choque, en el modo y la facilidad de localización fluoroscópica o ecográfica de los cálculos y en la posibilidad de su transporte gracias a modelos más compactos que les confieren movilidad; de este modo, aumenta la aplicación de la técnica en todos los enfermos y disminuyen los retrasos en el tratamiento.

De ello se desprende una clasificación en aparatos de primera, segunda y tercera generación según el tipo de generador, la necesidad de sumergir al enfermo en un baño de agua desgasificada, el empleo de una membrana que rodea un cojín de la misma agua desgasificada, sus sistemas de localización y las posibilidades de transporte (Cuadros I, II y III).

Litotritores hidroeléctricos

El generador eléctrico produce una corriente de alto kilovoltaje (12-24 kV) hacia un electrodo sumergido inicialmente en una tina (bañera), y ahora en una cavidad elipsoide cerrada por una membrana (*water cushion*) que contiene agua desgasificada; el arco eléctrico formado en el foco F1 crea la onda de choque que el elipsoide focaliza hacia el foco litiásico (F2). Esa onda de presión se atenúa mientras atraviesa los tejidos blandos, que tienen la misma densidad que el agua. Por lo general, la repetición de los impactos conduce -después de 2.000-3.000 impulsos por término medio- a la formación de fragmentos cuyo tamaño varía según la resistencia del cálculo. Las ondas se liberan acopladas al ritmo cardíaco en período refractario del complejo QRS para evitar cualquier interferencia con la conducción eléctrica del corazón; gracias al posible desacoplamiento del electrocardiograma (ECG), se puede realizar un tratamiento más rápido. Algunos electrodos -denominados semiconductores y provistos de una mezcla iónica conductora- permiten evitar esas elevaciones bruscas de picos de presión, al tiempo que mantienen una presión elevada constante que procura mayor eficacia y una tolerancia aceptable. En la Figura 2 se muestra el principio del elipsoide hidroeléctrico.

Cuadro I.

Características de los litotritores hidroeléctricos.

Ondas de choque	Nombres comerciales	Profundidad Foco F2 (mm) Baño (B) Membrana (M)	Área focal (mm)	Potencia (kV)	Presión (MPa)	Radioscopia (F) Ecografía (E) Tiempo real (TR)	Movilidad	Sincronismo ECG	Frecuencia (/min)
hidro-eléctricas	Dornier HM3	130 B	100x16	14-30	32	F	No	Sí	60/120
	HM4	130 M	53x9	14-30	35	F	No	Sí	60/120/240
	MFL 5000	130 M	38x8	14-30	38	F+E	No	Sí	60/120
	MPL 9000	120 M	34x3,5	14-26	68	F+E	No	Sí	60/120
	MPL 9000 X	155 M	45x6,5	14-26	30 - 50	F+E	No	Sí	60/120
	Sonolith 2000	120 B	No disponible	10-18	30 - 60	E	No	Sí	60/120
	Diatron 3000	130 B	38x8	14-20	30 - 60	E	No	Sí	60/120
	Diatron 4000	130 B	38x8	14-24	30 - 60	F + E+TR	Sí	No obligatorio	60/120
	Praktis	130 M	25x3,6	14-24	30 - 60	F+E	Sí	No obligatorio	60/120/240
	Direx X1		de 3 a 30x18	13-23	de 30 a 90	F+E	Sí	Sí	60/120/240
	Nova	143 M	de 3 a 30x18		de 30 a 90	F+E	Sí	Sí	60/120/240
	Duet	143 M	de 3 a 30x18	13-23	de 30 a 90	F+E	Sí	Sí	60/120/240
	Philips LDME	150 M	38x8	14-28	No disponible	F + E+TR	Sí	Sí	1/seg-2/seg
	Medstone STS	20 - 150 M	15x50	18-24	35	Digital Rx	No	Sí	
	STS-T	20 - 150 M	13x50	18-24	35	F + Digital Rx	Sí	Sí	60/120 60/120
	Breakstone Econolit	135-150 M	13x58	18-23	No disponible	F + E	Sí	Sí	No disponible

ECG: electrocardiograma.

Cuadro II.

Características de los litotritores piezoeléctricos.

Ondas de choque	Nombres comerciales	Profundidad Foco (mm) Membrana (M)	Área focal (mm)	Potencia (%)	Presión (MPa)	Radioscopia +ecografía (+/- tiempo real: TR)	Movilidad	Sincronismo ECG	Frecuencia (Hz)
Piezoeléctricas	EDAP LT 01	150 M	25x5	de 0 a 100%	80	E	Sí	No	de 1,25 a 160
	LT 02 X	143 M	23x3,5	de 0 a 100%	80	F + E	Sí	No	de 1 a 8
	Wolf Piezolith 2300	150 M	15x4	de 0 a 100%	de 20 a 90		Sí	No	de 1 a 4
	Piezolith 3000	150 M		de 0 a 100%	de 20 a 90		Sí	No	de 1 a 4

ECG: electrocardiograma.

Litotritores piezoeléctricos

Los litotritores piezoeléctricos constan de una fuente extendida de generación de ondas de choque por estimulación eléctrica de múltiples cristales de cuarzo distribuidos en un elipsoide. Generan una onda de presión electroacústica focalizada hacia el foco litiásico F2. Son un poco menos potentes que los litotritores hidroeléctricos o electromagnéticos. La amplia abertura de las fuentes, la pequeñez del área focal y las presiones más bajas permiten prescindir de anestesia en casi todos los casos. Las energías son menores y la fragmentación más difícil de alcanzar, pudiendo necesitarse dos o tres sesiones sin anestesia según el volumen del cálculo. La cadencia de producción de las ondas puede ser rápida e independiente del ritmo cardíaco y no necesita acoplamiento con el ECG, lo que simplifica mucho más el tratamiento.

Litotritores electromagnéticos

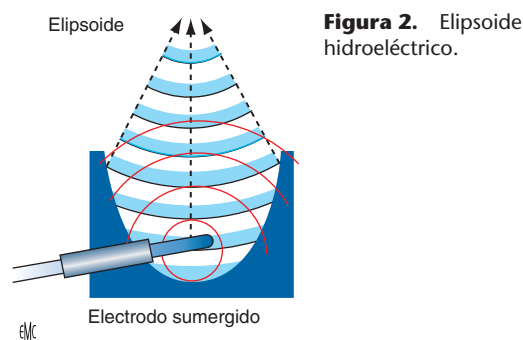
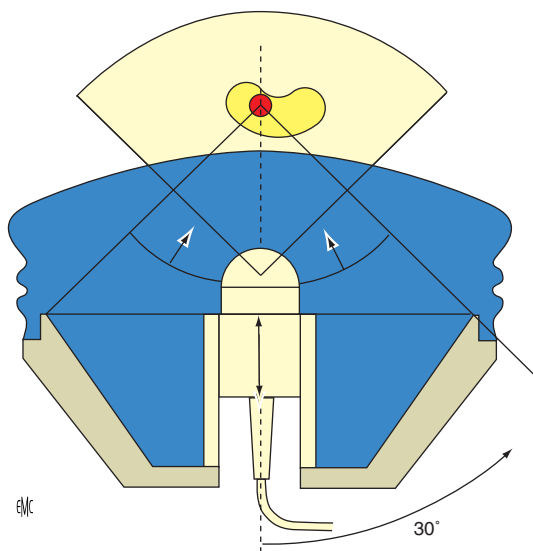
La onda de presión se produce por el desplazamiento rápido de un disco metálico con respecto a una bobina electromagnética, creándose un campo magnético elevado que aumenta la presión. La onda de choque es producida en un cilindro lleno de agua y focalizada por una membrana plana o cilíndrica con una amplitud de presión variable. Se trata de diversos tipos de membrana que permiten disminuir las pérdidas de energía entre la fuente y el foco litiásico. El área focal posee menor amplitud, pero las presiones son constantes en cada impulso. Las ondas no exponen al riesgo de interferencia con el ritmo cardíaco. La [Figura 3](#) representa el principio del elipsoide electromagnético.

Cuadro III.

Características de los litotritores electromagnéticos.

Ondas de choque	Nombres comerciales	Profundidad Foco (mm) Membrana (M)	Área focal (mm)	Potencia Energía (mJ)	Presión (MPa)	Radioscopia + ecografía (E) (+/- tiempo real: TR)	Movilidad	Sincronismo ECG	Frecuencia (/min)
Electromagnéticas	Siemens								
	Lithostar	113	90 x 11	70 mJ		F + E	No	No	variable
	Multiline	120	80 x 5	64 mJ		F + E	No	No	variable
	Modularis	120	60 x 6			F + E	Sí	No	variable
	Storz								
	Modulith								
	SL 10 / 20	165	28 x 3	120 mJ	20-150	F + E		No	variable
	SLX	165	6 x 28	120 mJ	20-150	F + E	Posible	No	variable
	SLK	150	50 x 4	120 mJ	6-118	F + E	Sí	No	variable
	Direx								
	Integra	160	30 x 3 30 x 18			F + E	Sí	?	60/120
	Dornier								
	Compact S	135 M	91 x 6,5	de 1 a 6	No disponible	F + E	Sí	No	variable
			79 x 1,7						
	Compact α	150 M	78 x 7,5	de 1 a 6		F + E	Sí	No	variable
			59 x 5,2						
	Compact ∆2206;	150 M	78 x 7,5	de 1 a 6		F + E	Sí	No	variable
			59 x 5,2						
	U / 15 / 50	145	57 x 3	de 10 a 100%					
	Litho S								

ECG: electrocardiograma.

**Figura 2.** Elipsoide hidroelectrico.**Figura 3.** Elipsoide electromagnetico.

■ Preparación del enfermo para la litotricia extracorpórea

Evaluación preoperatoria

Como en cualquier intervención, la LEC necesita una evaluación preoperatoria simple de la esterilidad de la orina, la coagulación y el estado cardíaco en caso de que el litotritor no pueda ser desincronizado del ritmo cardíaco.

Infección urinaria

Si la orina es estéril, no hace falta practicar profilaxis antibiótica, pues la incidencia de infección urinaria después de LEC es baja en caso de orina estéril antes del tratamiento [7, 8, 9, 10]. Si la orina no se pudo esterilizar o si el cálculo es de origen infeccioso secundario a un microorganismo ureásico (*Proteus*, *Klebsiella*), está demostrado que lo más prudente antes de la LEC es la profilaxis antibiótica [11]. En un metaanálisis se demostró que la infección urinaria después de LEC sin tratamiento preventivo en enfermos con orina estéril inicial era del 0-28%, frente al 0-7,7% en enfermos que recibieron profilaxis antibiótica; el coste de la profilaxis sería menor que el del tratamiento de las infecciones secundarias a una LEC -incluso en caso de esterilidad inicial de la orina-, ya que algunos cálculos contienen el microorganismo ureásico en su centro aunque la orina sea estéril. Si la orina se infectó con ese tipo de microorganismos, se recomienda proteger la LEC con profilaxis antibiótica, porque la fragmentación liberará los microorganismos y expondrá al riesgo séptico [12, 13].

Coagulación

Es prudente verificar la coagulación de los enfermos antes de la LEC. Las antivitaminas K y los antiagregantes plaquetarios se deben interrumpir 10 días antes para evitar el desarrollo de un hematoma perirrenal; se

sustituyen por una heparina de bajo peso molecular y flurbiprofeno (50 mg/día) respectivamente. En algunos hemofílicos, el tratamiento por LEC fue posible gracias a una perfusión previa de concentrado de factor VIII [14, 15, 16].

Estado cardíaco

Los pacientes con marcapasos o desfibriladores se pueden tratar con LEC si se toman algunas precauciones. Si hay que utilizar un aparato hidroeléctrico sincronizado con el ECG [17], es necesario consultar a un cardiólogo especialista en arritmias no sólo antes, sino sobre todo después de la LEC para reprogramar el marcapasos. Sin embargo, parece que algunos marcapasos recientes causan más problemas de control después de la litotricia, pues serían más difíciles de reprogramar tras una sesión de LEC con un aparato acoplado al ECG.

Anestesia

En sus comienzos, la LEC exigía anestesia general en la mayoría de los casos. Si se considera la presencia de un anestésico durante la intervención, habrá que prever una consulta anestésica preterapéutica; así pues, sólo se puede hablar de LEC sin anestesia con los aparatos que permiten prescindir de esa consulta y cuando se sabe que no se llamará al anestésico durante la sesión; es el caso de los litotritores piezoeléctricos o de algunos aparatos hidroeléctricos con electrodos semiconductores (Technomed Sonolith 4000⁺ o Praktis) y de la mayoría de los equipos electromagnéticos. Para los cálculos del uréter lumbar, el tratamiento sin anestesia con el LT02 dio un 90% de buenos resultados, frente al 73% en pacientes con cálculos renales sin fragmento residual (SF); la tolerancia fue menor en mujeres portadoras de cálculos del riñón [18].

Los litotritores hidroeléctricos modificados o con electrodos semiconductores de elipsoide ancho de última generación como el Sonolith Praktis, y en especial los electromagnéticos como Siemens Lithostar Ultra fijo -o su versión móvil Modularis- y el Storz Modulith, permiten tratar inicialmente y sin anestesia cálculos renales y/o ureterales, sobre todo de topografía pélvica [19, 20].

Si se necesita anestesia, ésta puede consistir en:

- premedicación en forma de sedación con ansiolíticos;
- anestesia peridural, cada vez menos empleada;
- con algunos litotritores puede hacer falta anestesia general por intubación o máscara laríngea; los resultados a los 3 meses -pacientes SF- son mejores si los cálculos tienen menos de 20 mm, en comparación con los que se alcanzan bajo sedación intravenosa con el mismo litotritor (Dornier DL 50) [21].

También se puede combinar preparación cutánea con crema EMLA (*eutetic mixture of local anesthesia*) y cremaleptanalgesia o bloqueo intercostal [22, 23]. No obstante, en un estudio prospectivo comparativo de nivel 2 con un litotritor de segunda generación (Dornier MPL 9000), no se observó ninguna diferencia significativa de dolor entre la infiltración subcutánea (lidocaína al 1% y epinefrina, 5 µg/ml) y el grupo placebo para los enfermos tratados por cálculos renales o ureterales lumbares [24]. El uso por parte del paciente de una bomba de analgesia controlada es eficaz, pero pocas veces se aplica [25, 26].

La acupuntura se usó para controlar el dolor durante la litotricia en 90 pacientes, con resultados de 2/10 en la escala visual analógica en un 93,4% de los casos [27]. La anestesia general proporciona mejores resultados que la sedación intravenosa (87% frente al 55% de enfermos SF) [28, 29].

■ Aplicación de la litotricia extracorpórea

Colocación

La colocación del enfermo en la mesa del equipo constituye el primer problema; es esencial que permanezca en la misma posición y sin moverse, de modo que el cálculo localizado -es decir, el foco F2- se desplace con respecto al punto de disparo. Para evitar los movimientos, la anestesia general facilita el tratamiento. En los niños de mayor edad, resulta más fácil aplicar técnicas de colocación y de anestesia similares a las del adulto. En los más pequeños hay que proteger las gónadas de la irradiación, así como el pulmón homolateral al riñón por tratar con una bolsa de gel, para impedir la difusión -a veces seguida de hemoptisis- de las ondas de choque al parénquima pulmonar [30-33].

Localización del cálculo

Se puede efectuar de dos maneras: por radioscopia con arco en C, o por ecografía acoplada o no al punto de disparo. El amplificador de imagen se fija sobre un arco móvil en tres ejes para facilitar la exposición del cálculo en un punto de mira que corresponde a la área focal del foco litiasico F2. Es preciso que el cálculo sea lo suficientemente opaco como para que se pueda localizar. Las estructuras óseas -ala ilíaca o sacro- pueden obligar a decidirse por una posición especial en decúbito ventral.

Si la litiasis es radiopaca, la localización se efectúa casi siempre por radioscopia en proyección frontal (X e Y) para ubicar el cálculo en el centro del punto de mira. A continuación, el cálculo se localiza en profundidad (Z) con una proyección oblicua de 30° y se ubica en el punto de mira del amplificador de imagen. Con otro control frontal se confirma la correcta localización del cálculo en el área focal F2. Si el procedimiento se realiza sin anestesia general, el disparo puede comenzar después de pedir al enfermo que permanezca quieto. Esta cooperación es importante para facilitar la identificación y el posterior disparo y evitar cualquier desplazamiento del cálculo fuera del foco F2.

Si el cálculo es escasamente opaco (cistina) o su contenido cálcico bajo (ácido úrico), la localización con el arco de radioscopia puede ser más prolongada y más irradiante. La localización mediante ecografía acoplada (Lithotrack del Sonolith 4000, LT 02) o con sistemas integrados a la radioscopia (láser del Storz Modulith) hace posible la visualización de los cálculos renales o ureterales lumbares infrapiélicos; sin embargo, localizar los cálculos lumbares mediales profundos puede resultar complicado en algunos pacientes obesos. La localización ecográfica de cálculos pélvicos es más difícil: durante el tratamiento se puede identificar la hiperecogenicidad y el cono de sombra por encima y por fuera de la vejiga en repleción; a veces es útil acomodar al paciente en decúbito lateral con el fin de evitar la interposición de las estructuras óseas de la pelvis. Para algunos cálculos de ácido úrico -radiotransparentes- se sugirió la práctica de una urografía intravenosa sobre la mesa del litotritor, o de opacificación retrógrada por sonda ureteral para revelar la laguna del cálculo en la vía excretora; esta técnica es más complicada y conlleva los riesgos de una maniobra retrógrada y de la inyección de yodo [34, 35].

El momento de localización es esencial para la calidad de la LEC. Debe efectuarla el médico o algún asistente entrenado en la técnica: se ha demostrado que la eficacia de la LEC está correlacionada con la cantidad de tratamientos realizados por un mismo operador [36].

Disparo

La litotricia con anestesia general resulta más fácil porque disminuyen los riesgos de que el cálculo salga de

la zona focal. La localización sigue siendo el principal problema, aun cuando el paciente no anestesiado permanece inmóvil durante el tratamiento: se demostró in vitro que simples movimientos respiratorios del enfermo aumentan el riesgo de perder los impulsos recibidos por el cálculo, que puede desplazarse más de 20 mm y salir de la área focal, recibiendo con eficacia sólo un cuarto de la ondas de choque emitidas [37]; en consecuencia, es preciso efectuar regularmente localizaciones peroperatorias -lo ideal sería mediante ecografía- para disminuir la irradiación; casi todos los litotritores actuales tienen sistemas ecográficos acoplados en tiempo real al punto de disparo (por ejemplo: Sonolith 4000; Storz Modulith lithotrack; Dornier Compact S) con objeto de reajustar la línea de disparo durante el tratamiento. La fragmentación se evalúa según la presentación del cálculo en radioscopia y la dispersión de los ecos; a veces no es posible localizar el cálculo por radioscopia ni ecografía, lo que indica una fragmentación completa que justifica la interrupción de los impulsos. Algunos equipos han recomendado programas de fases de irradiación mínima para mantener una eficacia idéntica con una reducción de la dosis del 51% [38]. Se ha aconsejado disminuir la cadencia de disparo, dejando un «período refractario» entre dos impulsos para aumentar el efecto de las ondas de choque en el cálculo y mejorar así la fragmentación.

Control postoperatorio inmediato

Dolor

El postoperatorio inmediato suele ser poco doloroso. Durante la consulta sobre las indicaciones del tratamiento, habrá que informar al paciente sobre la posibilidad de que se produzcan cólicos nefríticos (en el 20% de los casos), que se calman con tratamiento antiinflamatorio (ketoprofeno). Es infrecuente verse obligado a colocar una sonda doble J a causa de crisis hiperálgicas consecutivas a la LEC.

Hematuria

Son comunes y a menudo asintomáticas. Durante la consulta preoperatoria se debe informar de ellas al enfermo. Para curarlas suele bastar un tratamiento diurético.

Expulsión de fragmentos

Es indispensable que el enfermo filtre la orina durante 3 o 4 días después de la LEC con el fin de recoger los fragmentos o la arenilla residual. Aun así, sólo el 34% de los pacientes suministra un material apto para análisis. El objetivo es efectuar un estudio morfológico y físico por espectrofotometría infrarroja, que es el primer paso para la evaluación de la litogénesis. No se recomienda el análisis químico porque es fuente de error de identificación de la naturaleza y porque no permite distinguir entre el oxalato cálcico monohidratado (oxalodependiente) y el dihidratado (no oxalodependiente) [39-41].

Evaluación metabólica

Se recomienda de forma sistemática, como muy pronto un mes después de finalizar el tratamiento físico del cálculo o la eliminación de los fragmentos; esa evaluación simple y de bajo coste permite disminuir el riesgo de recidiva por medio de un tratamiento de fondo específico para el tipo de cálculo [42].

■ Indicaciones de la litotricia extracorpórea

Las indicaciones dependen de criterios simples que en la actualidad se basan en el análisis de la radiografía simple de abdomen, y en un futuro próximo lo harán en la tomografía computarizada helicoidal sin inyección

(TCH-SI) sumada a determinación de la densidad para diferenciar cálculos cálcicos (>500 UH) de cálculos de ácido úrico (<500 UH); a priori, éstos no se tratan con la práctica inicial de una LEC debido a su posible disolución por vía oral. Los cálculos inferiores a 5 mm se pueden someter a un simple control.

En Francia, por ejemplo, los criterios de indicaciones se resumen en el protocolo de clasificación establecido por el Comité de la Litiasis de la Asociación Francesa de Urología (CLAFU) (Fig. 4) [43].

En el adulto

La LEC es el primer tratamiento que debe recomendarse tras analizar los criterios de topografía (T), de naturaleza (N) y de las medidas (M) de los dos ejes principales (L×1 en mm) y, hoy en día, de la densidad Hounsfield (UH) de los cálculos por medio de TCH-SI.

Diferentes topografías

Todos los cálculos renales se pueden tratar con LEC, sea cual sea su topografía. Los resultados de la LEC no son tan buenos para los cálculos del cáliz inferior [44]. En algunos casos, es preferible indicar otra técnica, como la nefrolitotomía percutánea (NLPC) o, en la actualidad, la ureteroscopia flexible -si se dispone de dicho material y del láser Holmium-; ésta permite fragmentar fácilmente los cálculos renales dispuestos en posición declive y a veces resistentes a las ondas de choque externas (cistina, brushita, oxalato de calcio monohidratado).

En el uréter lumbar e ilíaco, los cálculos inferiores a 10 mm son más accesibles a la ureteroscopia o a la LEC in situ sin maniobra previa [45].

La LEC in situ brinda un 95% de buenos resultados sin manipulación retrógrada previa. Si la obstrucción por el cálculo es muy acentuada, puede ser necesario empujarlo hacia el riñón con una sonda doble J para intentar el paso de un litotritor móvil en caso de no contar con uno fijo. Si no se dispone de un aparato que permita el tratamiento sin anestesia, se recomienda tratar el cálculo inmediatamente después del cólico nefrítico; en el 85-95% de los casos se alcanzan buenos resultados, pero a costa de un índice de reintervención del 31% [46].

Para los cálculos del uréter pélvico de menos de 5-10 mm, aún persiste la controversia en el varón entre la práctica inicial de una LEC, o de una ureteroscopia semirrígida o flexible -con sonda doble J o sin ella- durante el postoperatorio. La ureteroscopia resultaría más eficaz y más rápida, y el riesgo de irradiación sería menor, en especial para los ovarios en mujeres jóvenes [47].

Sin embargo, en los varones -en los que el riesgo de desarrollar una estenosis uretral secundaria incluso mínima no sería nulo-, la práctica inicial de una LEC se recomienda como alternativa de la ureteroscopia; para elegir la técnica, hay que tener en cuenta la preferencia del enfermo [48].

Naturaleza de los cálculos

Es un factor reciente que incide sobre los resultados de la LEC en términos de fragmentación y, sobre todo, de persistencia de fragmentos residuales [49]. La naturaleza química de los cálculos radiopacos se podía evaluar de manera aproximada a partir de la radiografía simple de abdomen por el aspecto liso y de mayor densidad que el hueso -segunda costilla- (en su mayoría oxalato de calcio monohidratado), o espiculado y menos denso que el hueso (en su mayoría oxalato de calcio dihidratado) [50-52]. Los cálculos pueden estudiarse ahora con TCH-SI, que por la determinación de la densidad Hounsfield distingue los cálculos de ácido úrico (400±100 UH) de los de calcio (de 500-1.800 UH) [53-56]. Cálculos cálcicos friables como los de oxalato de calcio dihidratado, de estruvita y de carbapattita se fragmentan

FILIACIÓN																							
<div>• FECHA:</div> <div>la de la intervención en día/mes/año:/...../ 20..</div> <div>• Nombre</div> <div>APELLIDO.....Nº de historia:</div> <div>• FECHA DE NACIMIENTO: día/mes/año</div>																							
TOPOGRAFÍA																							
<div>• LADO</div> <div> 1 = derecho</div> <div> 2 = izquierdo</div> <div> 3 = bilateral</div>																							
<div>• LOCALIZACIÓN:</div> <div>Único = 1</div> <div>Múltiple = 2</div>																							
<div>• DESCRIPCIÓN:</div> <div>Uréter...UI - Ui - Up</div>																							
<div>Riñón: Combinación PTC/smi</div> <div>Pielón.....P1 <= 20 mm</div> <div> P2 > 20 mm</div> <div>Tallo s = sup.</div> <div>Cáliz..... m = medio</div> <div>i = inf.</div>																							
<div><table><tr><td>P1</td><td>P2</td></tr><tr><td>Ts</td><td>Tm</td></tr><tr><td>Ti</td><td>Tsm</td></tr><tr><td>Tsi</td><td>Tmi</td></tr><tr><td>Tsmi</td><td></td></tr><tr><td>Cs</td><td>Cm</td></tr><tr><td>Ci</td><td>Csm</td></tr><tr><td>Csi</td><td>Cmi</td></tr><tr><td>Csmi</td><td></td></tr></table></div>						P1	P2	Ts	Tm	Ti	Tsm	Tsi	Tmi	Tsmi		Cs	Cm	Ci	Csm	Csi	Cmi	Csmi	
P1	P2																						
Ts	Tm																						
Ti	Tsm																						
Tsi	Tmi																						
Tsmi																							
Cs	Cm																						
Ci	Csm																						
Csi	Cmi																						
Csmi																							
NATURALEZA probable en la radiografía simple de abdomen																							
<div>• DENSIDAD.....1 = D </ = hueso</div> <div> 2 = D > hueso</div> <div>• PERIFERIA.....1 = lisa</div> <div> 2 = espiculada</div> <div> 3 = otra</div> <div>• ASPECTO DE SUPERFICIE.....1 = homogéneo</div> <div> 2 = heterogéneo</div> <div> 3 = fragmentado</div>			<div>• SPIR1 = COM (whewelita)</div> <div> 2 = COD (weddelita)</div> <div> 3 = Carbapatita</div> <div> 4 = Estruvita</div> <div> 5 = Ácido úrico</div> <div> 6 = Brushita</div> <div> 7 = Cistina</div> <div> 8 = Blando</div>																				
MEDIDAS		VÍA EXCRETORA:																					
<div>• TAMAÑO</div> <div>no codificado:</div> <div>Altura: mm</div> <div>Transversal: mm</div> <div>• CANTIDADde 1 a X.....</div> <div>DENSIDAD HOUNSFIELD (UH)</div> <div>no codificado: UH</div>		<div>1 = normal</div> <div>2 = dilatada</div> <div>3 = obstruida</div> <div>4 = no obstruida</div> <div>• PARÉNQUIMA:</div> <div>1 = normal</div> <div>2 = atrofiado</div> <div>• DENSIDAD URINARIA:</div> <div>• pH URINARIO:</div>																					
FACTORES ACOMPAÑANTES																							
<div>• INFECCIÓN URINARIA..... 0 en caso de ECBO estéril</div> <div>Microorganismo en todas letras</div> <div>• CRISTALURIA..... 0 = no</div> <div> 1 = sí</div>																							
<div>• ANOMÁLÍAS RENALES..... 0 = Ninguna</div> <div>1 = Unión pieloureteral</div> <div>2 = Riñón en herradura</div> <div>3 = Divertículo renal</div> <div>4 = Riñón único</div> <div>5 = Enfermedad de Cacchi-Ricci</div> <div>6 = Duplicidad</div> <div>7 = Bífidez</div> <div>8 = Otras (no codificado)</div>																							

Figura 4. Protocolo de clasificación «TNM» (topografía [T], naturaleza [N] y medidas [M]) de los cálculos renales y ureterales para las indicaciones terapéuticas.

fácilmente y, por lo general, se eliminan en un período de 3 meses. Los cálculos de ácido úrico -radiotransparentes en la radiografía simple de abdomen- tienen una densidad UH inferior a 500. Antes de la LEC, los cálculos úricos puros se deben tratar en primer término mediante alcalinización. La LEC sólo se efectúa tras fracaso de un tratamiento alcalinizante bien conducido, con la característica de que la localización

fluoroscópica se facilita mediante una urografía intravenosa sobre la mesa del litotritor debido a la radiotransparencia del ácido úrico [34]. Los cálculos de oxalato cálcico monohidratado tienen una densidad de más de 1.000 UH y no se diferencian de los de oxalato dihidratados o de brushita; los cálculos de brushita y de cistina son los más resistentes a la LEC y forman bloques que pueden obstruir la vía excretora. Para los cálculos de

Cuadro IV.

Recomendaciones de la Asociación francesa de urología para el tratamiento de los cálculos renales.

Fuera de la naturaleza del cálculo	Cálculo renal de menos de 20 mm P1, T, C s, m, i	Cálculo renal de más de 20 mm P2, T, C s, m, i	Cálculo complejo o coraliforme P2, T s, m, i, C s, m, i
E	LEC ± JJ según el tamaño Controlar 5 mm	NLPC ± LEC	NLPC ± LEC
O	1. NLPC 1. URS flexible	1. LEC ± JJ 2. Laparoscopia 2. Cirugía abierta	1. NLPC + LEC + NLPC 2. LEC + NLPC + LEC
A	No más de dos sesiones con 3 semanas de intervalo Después de PNA, intervalo de 3 semanas	No hacer LEC sola Si NLPC, esperar en general de 4 a 6 semanas antes de LEC secundaria	Si NLPC, no más de dos túneles en la misma sesión Coraliforme complejo: cirugía abierta

E: estándar; O: opciones; A: advertencias; P: pielón; T: tallo calicial; C: cáliz; s: superior; m: medio; i: inferior; LEC: litotricia extracorpórea; JJ: sonda doble J; NLPC: nefrolitotomía percutánea; URS: ureteroscopia; PNA: pielonefritis aguda; 1., 2., 3.: jerarquía de elección para la opción.

Cuadro V.

Recomendaciones de la Asociación francesa de urología para el tratamiento de los cálculos del uréter.

Fuera de la naturaleza del cálculo	Cálculo lumbar	Cálculo ilíaco	Cálculo pélvico
E	LEC in situ Controlar si es inferior a 6 mm	LEC in situ URS±flexible Controlar si es inferior a 6 mm	LEC in situ URS (sobre todo si es superior a 10 mm) Controlar si es inferior a 6 mm
O	1. JJ + LEC diferida 1. URS ± flexible 2. NLPC anterógrada 3. Cirugía, laparoscopia o retroperitoneoscopia	1. JJ + LEC diferida 2. <i>Flush</i> +LEC 3. Cirugía/laparoscopia 3. NLPC±URS anterógrada	1. JJ + LEC diferida 2. JJ y después URS
A	LEC posible a partir del día siguiente LEC urgente en caso de cólico renal	LEC posible a partir del día siguiente JJ previa si la URS es difícil LEC urgente en caso de cólico renal	LEC posible a partir del día siguiente Si la URS es simple, drenaje no obligatorio LEC urgente en caso de cólico renal

E: estándar; O: opciones; A: advertencias; LEC: litotricia extracorpórea; JJ: sonda doble J; NLPC: nefrolitotomía percutánea; URS: ureteroscopia; 1., 2., 3.: jerarquía de elección para la opción.

cistina -que a menudo se conocen gracias a un contexto clínico familiar-, la elección de la LEC depende de los antecedentes urológicos del enfermo; ésta puede recomendarse con el fin de facilitar la disolución por alcalinización, aumentando la superficie de exposición al solvente por vía oral (diuresis alcalina o citrato de potasio y, a continuación, D-penicilamina).

Tamaño de los cálculos

La determinación del tamaño de los cálculos permite seleccionar los enfermos que pueden tratarse con LEC.

La TCH-SI mide el tamaño con tanta precisión como la radiografía simple de abdomen [57].

Los cálculos caliciales asintomáticos de 5 mm no se deben tratar con LEC de manera sistemática, ya que su tratamiento no proporciona beneficios en términos de calidad de vida y de riesgo de que aparezcan síntomas en comparación con un grupo control [58, 59]. En el adulto, los cálculos renales caliciales (superiores y/o medios) y los cálculos piélicos de menos de 20 mm -y para algunos equipos [60] los de 20-30 mm- tienen las medidas que ofrecen los mejores resultados; por encima de esas medidas, el cálculo se debe evaluar con mayor precisión mediante TCH-SI, pues el riesgo de dejar fragmentos residuales es más elevado [61]. En ese caso, se recomienda emplear otra técnica (NLPC) y completar el tratamiento de eventuales fragmentos residuales con una o dos sesiones de LEC [62]. Las recomendaciones recientes del CLAFU se resumen en los cuadros IV y V [63].

En el niño

Todos los cálculos de cualquier topografía y tamaño se pueden tratar con LEC, ya que la distensibilidad de la vía excretora -sobre todo en niños de corta edad- es muy alta y permite eliminar fragmentos procedentes de cálculos voluminosos, incluso coraliformes. Se ha comunicado hasta un 100% de buenos resultados en prematuros, sin superar 2.100 impulsos de 16 kV por sesión para cálculos de gran tamaño [64]. La acentuada distensibilidad del uréter permite eliminar todos los fragmentos, incluso en caso de cálculos complejos o coraliformes, a diferencia de lo observado en el adulto: la LEC proporciona buenos resultados (82,6% de SF), con un índice de reintervención del 55% [65]. Se recomienda un tratamiento que no supere los 3.000 impulsos por sesión de LEC renal con una intensidad inferior a 20 kV. Si se necesitaran varias sesiones, se considera prudente respetar un intervalo de tres semanas para disminuir los riesgos parenquimatosos, especialmente en niños de corta edad. Para tratar los cálculos del uréter pélvico, antes de efectuar localización fluoroscópica se deben tomar medidas de precaución con respecto a las gónadas. En el niño, la necesidad de mantener una energía más débil puede obligar a practicar varias sesiones con algunos litotritores antes de decidirse por otra técnica como la mini-NLPC; esta técnica se puede justificar en algunos cálculos resistentes del cáliz inferior -al igual que en el adulto-, y con más razón si el niño es de mayor edad, puesto que la distensibilidad de la vía

excretora se asemeja entonces a la del adulto y porque, a pesar de todo, los cálculos del cáliz inferior no se eliminan mejor en los niños que en los adultos [66]. Los cálculos de la vejiga durante la infancia son infrecuentes en los países desarrollados y se pueden tratar con otras técnicas como la cirugía percutánea.

■ Resultados comparativos entre los litotritores

En el adulto

Es difícil hacer una comparación de los resultados entre los diferentes litotritores, pues pocas series aluden a ese tipo de estudio [5]. Además, desde los comienzos de la LEC, todos los tipos de cálculos fueron tratados sin un verdadero consenso con respecto a la definición de los cálculos por tratar o de los resultados [67]. En Francia, los resultados se habían evaluado desde 1991 en un estudio conjunto que definía el resultado en función de la cantidad de pacientes SF. Ese punto no se admitía aún en la comunidad anglosajona, que aceptaba como éxito a los pacientes SF y a los que tenían fragmentos residuales clínicamente insignificantes y menores de 4 mm [68]. A partir de 1996, Strem demostraba que el concepto de fragmento residual clínicamente insignificante ya no era aceptable y que un buen resultado en la radiografía simple de abdomen a los 3 meses se debía definir por la ausencia total de fragmento residual [69]. Así pues, era muy difícil comparar las distintas series entre 1984 y 1996.

En 1997 se logró finalmente un consenso acerca de esta definición, que hacía más simple la comparación entre las distintas series [70, 71]. La mejor manera de comparar los resultados debía ser la aplicación del coeficiente de eficacia (QE) de Denstedt, si bien no fue aplicado de forma sistemática [72]:

$$QE = \frac{SF\% - \text{maniobras secundarias}\%}{100\% + \text{re-LEC}\% + \text{maniobras secundarias pre y post LEC}}$$

Cálculos renales y ureterales lumbares

Los mejores resultados de la LEC se obtienen con los cálculos renales inferiores a 20 mm. Es posible ampliar las indicaciones a los cálculos de menos de 30 mm [62].

La LEC constituye un tratamiento eficaz para los cálculos ureterales lumbares y/o ilíacos inferiores a 10 mm [45]. Una comparación entre Dornier HM3 y Medstone STS en 13.834 pacientes con cálculos renales y ureterales únicos arrojó índices de enfermos SF o con fragmentos residuales <4 mm, de reintervención y de maniobras secundarias del 69,5, 4,4 y 3,1% respectivamente con HM3, y del 72,1, 4,9 y 2,3% con Medstone para los cálculos renales únicos. Para cálculos únicos del uréter, los índices fueron del 81,5, 5,2 y 5,5% con HM3, y del 83,2, 5,2 y 5% con Medstone [73].

Al aplicar el QE, la comparación de diferentes equipos (Siemens Lithostar, Dornier HM4, Wolf Piezolith 2300, Direx Tripter X-1 y Breakstone Lithotripter) en 1.822 pacientes con 2.206 sesiones en total arrojó cifras del 31, 38, 28, 32 y 43% respectivamente [74].

Un estudio comparativo de nivel 1 con respecto a la eficacia del Dornier MFL 5000 hidroeléctrico y el Dornier DLS electromagnético en 694 enfermos con cálculos renales y ureterales permitió identificar cuatro variables independientes en análisis multivariante: el lado y la topografía, el tamaño de los cálculos, la morfología del riñón y el tipo de litotritor. El índice global de éxito completo sin fragmento residual fue de un 85,4% (88,5% para DLS). El índice de SF resultó más

Cuadro VI.

Resultados comparativos de la litotricia extracorpórea (LEC) o de la ureteroscopia (URS) para los cálculos del uréter pélvico (según Pearle et al [85]).

	LEC HM3	URS	p
Duración de la intervención (min)	<7mm: 36 >7mm: 32	<7mm: 54 >7mm: 80	0,02
Ocupación de la sala (min)	<7mm: 70 >7mm: 75	<7mm: 75 >7mm: 120	0,001
Ambulatorio	94%	75%	
SF a los 24 días	91%	91%	
Complicaciones menores	9%	25%	0,4
Dolores postoperatorios	63%	93%	0,04
Satisfacción	95,7%	87%	0,1
% de pacientes que volverían a hacer el tratamiento	100%	86,7%	0,056
Coste en dólares estadounidenses en Francia	7.343	6.088	

SF: sin fragmentos.

elevado con DLS que con MLF para cálculos menores o iguales a 10 mm (92,8% contra 85,3%, $p=0,03$), sin diferencia significativa entre ambos aparatos para los cálculos de más de 10 mm (81,8% contra 77,9%, $p>0,05$). El riesgo de empedrado del uréter distal entre MFL (4%) y DLD (3%) fue equivalente, sin necesidad de maniobras secundarias, y sólo se observó 1 hematoma subcapsular por equipo [75] (para MFL, $p=0,03$), sin diferencia significativa entre ambos litotritores para los cálculos ureterales, pero con un índice de éxito significativamente superior ($p<0,05$) de DLS para cálculos piélicos y calicales inferiores. La comparación de un litotritor hidroeléctrico (Dornier MPL 9000) y de tres aparatos electromagnéticos (Dornier EMSE 220, EMSE F150 y EMSE F150-P) mostró QE respectivos del 63,3, 70,3, 70,2 y 75,8% para cálculos ureterales de 6-27 mm, e índices respectivos de reintervención del 23,4, 19,7, 18,2 y 10%, demostrando por lo menos la equivalencia de los aparatos electromagnéticos e hidroeléctricos [76]. Los resultados varían en el 48-80% de los pacientes SF según la definición de los criterios de éxito aplicados [77-82].

Cálculos ureterales pélvicos

Aún persiste la controversia sobre la conveniencia de la práctica inicial de una LEC pélvica in situ o ureteroscopia semirrígida o flexible. La ventaja de la LEC ureteral es su aplicación en hospitalización ambulatoria -en especial con aparatos piezoeléctricos (EDAP LT 02) sin anestesia-, con un QE promedio del 70,5% [83]. La obesidad constituye un límite del tratamiento por LEC en todas las topografías litiásicas -sobre todo pélvicas- debido a la profundidad del disparo, que puede necesitar técnicas de localización con vejiga llena y ángulos en los planos coronal y sagital [84]. El tamaño de los cálculos (<7 mm) es un factor de referencia. En el varón se indicaría la práctica inicial de una LEC para evitar el riesgo de lesiones uretrales y, por otra parte, la fase operatoria es más corta. Por el contrario, en la mujer sería más fácil practicar ureteroscopia; no obstante, los resultados son idénticos, con un 91% de enfermos SF y un índice de satisfacción superior al 85% [85, 86]. Hay pocos estudios prospectivos comparativos que permitan llegar a una conclusión definitiva: los resultados son contradictorios y es difícil inclinarse por una u otra técnica (Cuadro VI).

Para todos los cálculos ureterales de más de 10 mm, el grado de impactación del cálculo y el edema acompañante se consideraron factores de riesgo de fracaso de la LEC durante mucho tiempo; sus consecuencias eran las reintervenciones o maniobras secundarias que incrementaban los costes. Con los litotritores recientes, los resultados no difieren de manera significativa (SF=76,7%) con la LEC in situ en términos de número de impulsos, duración del tratamiento y eliminación de fragmentos según las distintas topografías litíasicas, pero existe una diferencia entre los cálculos menores o mayores de 10 mm [87, 88]. Para los cálculos ureterales pélvicos impactados de 5-12 mm, se demostró que cuatro grados diferentes de obstrucción o de impactación no incidían de manera significativa sobre los resultados (SF=92%), el período de irradiación ($3,3 \pm 1,6$ minutos), la cantidad de sesiones de LEC ($2,6 \pm 2,2$ por término medio) ni el período de eliminación completa de los fragmentos ($32,4 \pm 36,8$ días, de 1 a 150) [89]. Para algunos autores, en todas las topografías de cálculos ureterales, incluso proximales, de más de 10 mm, y a raíz de la necesidad de reintervenciones que incrementan el coste en caso de LEC, se justifica la práctica inicial de ureteroscopia semirígida o flexible con láser, eficaz con más rapidez, tan segura y menos costosa que la LEC [90-92].

En el niño

En el Cuadro VII se resumen los resultados de las diferentes series de LEC en los niños según el tipo de litotritor empleado; ya se han mencionado otros detalles sobre aspectos concretos de la LEC en la infancia (cf supra).

Cálculos renales

Los resultados globales de la LEC son del 89,6% de SF para todos los cálculos renales y bajo cualquier tipo de litotritor. A partir de 22 cálculos coraliformes en 15 niños, Orsola et al [93] obtuvieron un 73,3% de pacientes SF, con un promedio de dos sesiones de LEC con litotritor Siemens Lithostar. Mediante Sonolith 3000, y después con Nova Direx de primera generación, Lottmann et al [94, 95] trataron 23 cálculos complejos o coraliformes con un 82,6% de éxito en 1-4 sesiones, un 55,5% de reintervenciones y un 71,4% de SF en pacientes de mayor edad (6-11 años). En 86 niños de 3-14 años, Myers et al alcanzaron un 97,6% de buenos resultados con 1,9 sesiones por enfermo, un 27,9% de reintervenciones, energías de 16,2-17,5 kV, 4.000 impulsos por sesión y 6.000 impulsos en caso de cálculos coraliformes [96]. Sin embargo, en series más recientes con Dornier MFL 5000, el QE de la LEC practicada según criterios estrictos de éxito sólo fue del 60,2% después de una sesión y del 68% tras dos sesiones [96]. Aun siendo mejores en niños muy pequeños, los resultados de la LEC empeoran a medida que aumenta la edad del niño y cuando los cálculos son más complejos o están ubicados en un cáliz con angulación aguda declive, acercándose así a los resultados observados en el adulto [66].

Cálculos ureterales

Hay pocas series referidas al estudio específico del tratamiento de los cálculos renales y ureterales por LEC en la infancia: los resultados en el uréter son superiores (90% de SF) a los que se observan con respecto a los cálculos renales [97]. Un estudio demostró que la LEC in situ era eficaz para todos los cálculos del uréter, con un 97,3% de SF; la localización puede permitir a veces la introducción de una sonda ureteral antes de la LEC.

Para los cálculos de 10 mm, una sola sesión puede proporcionar un 100% de SF, pero únicamente el 67% para todos los cálculos de 11-30 mm [98].

■ Riesgos y complicaciones

Después de 20 años de aplicación, la LEC demostró ser inocua para el parénquima renal del adulto. Si bien en una época se formuló una hipótesis con respecto al riesgo de desarrollo de hipertensión arterial a largo plazo, este hecho no se confirmó [99, 100]. No podría afirmarse lo mismo en lo que se refiere a niños de muy corta edad. Estudios con animales revelaron la existencia de cambios histológicos en el parénquima renal de riñones inmaduros y sometidos a las ondas de choque [101]. Los trabajos de Lottmann [94, 95] y Traxer [102] mostraron que sólo los riñones ya alterados por la presencia de cálculos complejos o coraliformes eran más sensibles a la ondas de choque.

Complicaciones inmediatas

Las complicaciones inmediatas de la LEC -hematuria, dolores por movilización de los fragmentos, hematomas subcutáneos- se han estudiado desde los inicios de su aplicación. Los hematomas subcapsulares se habían observado apenas se comenzó a usar la técnica y desaparecían durante los 3 meses siguientes [103]. En un estudio reciente con un litotritor electromagnético (Storz Modulith SLX), se menciona un índice del 4,1% de hematoma subcapsular: sólo la edad de los pacientes se reveló como una variable independiente que aumentaba de manera significativa ($p=0,009$) el riesgo de hematomas subcapsulares, con una probabilidad 1,67 veces mayor por franja etaria de 10 años; el índice fue del 4,2% para los cálculos caliciales y del 2,1% para los cálculos piélicos, sin diferencia significativa ($p=0,34$). Con respecto a la edad citada, se mencionó la hipótesis del efecto de una área focal más pequeña y de picos de presión más elevados con ese tipo de aparato sobre los vasos intrarrenales menos distensibles [104].

Los hematomas podrían obedecer a alteraciones de la homeostasia, pero explorar la coagulación antes de la LEC es obligatorio, e incluso algunos hemofílicos fueron tratados después de corregir el déficit de factor VIII [14].

También se han descrito complicaciones graves como ruptura esplénica (Dornier MFL 5000 y Siemens Lithostar), pero son excepcionales [105]. Los niños y los pacientes hipertensos de edad avanzada constituyen dos poblaciones de riesgo elevado: las alteraciones del parénquima renal son transitorias y desaparecen en 15 días; la elevación transitoria de aspartato transaminasa, fosfatasa alcalina, lactatodeshidrogenasa y β_2 -microglobulina urinarias es indicio de lesión y alteración de las células tubulares proximales [106].

Riesgo a medio plazo

El riesgo a medio plazo de obstrucción secundaria por empedrado del uréter distal es una realidad; hay que verificarlo en la consulta, a los 45 días, mediante una radiografía simple de abdomen en decúbito y de una ecografía renal destinada a confirmar el calibre normal de la vía excretora [107]. El empedrado puede evitarse tratando solamente por LEC los cálculos de 20-30 mm como máximo; en caso de empedrado asintomático, se recomienda una actitud conservadora, pues es posible expulsar los fragmentos de manera espontánea. No obstante, esa complicación expone a dos riesgos de obstrucción: una crónica asintomática, que puede destruir el riñón de modo solapado, y otra séptica, que puede requerir una derivación que disminuye el QE.

Por último, la cantidad necesaria de radiografías y de ecografías para controlar la eliminación de los fragmen

Cuadro VII.

Resultados de la litotricia extracorpórea en el niño.

Autores año	Litotritor	Pacientes/ cálculos	Sin fragmentos (%)	Número de choques (n =) (promedio)	kV	Reintervenciones (%)	Maniobras secundarias (%)	Tipo de anestesia (%)
Abara 1990	LITHOSTAR	31	80	3.990	18	35	15	-
Allessandrini 1988	EDAP LT01	1	100	5 ciclos/seg 36 minutos	-	0	0	AG
Bohle 1989	DORNIER HM3	24	92	950	16	8	8	AG
Butori 1996	?	36	52,7	-	-	-	30	-
Cass 1996	DORNIER HM3	24	68	1.457	19	4	0	AG=96
	MEDSTONE	52	93	1.669	21	6	3,6	APD=4
Cueva-Martinez 2001	LITHOSTAR	49	75,5			24,5	-	
Demirkesen 1999	LITHOSTAR	54	93			20		
Frick 1988	DORNIER HM3	9	78	946	15-18	21	-	AG
Goel 1996	LITHOSTAR PLUS	50	82	1.600-30.000 2.652	16,1	70	16	Sedación=24 Nada: 76
Gschwend 1996	DORNIER HM3	27	92	2.165	22,3	-	-	AG
Hasanoglu 1996	?	103	63	-	-	-	-	-
Kramolovski 1987	DORNIER HM3	14	83	1.250	?	7	7	AG
Krichene- Beurton 2002	DORNIER HM3	30	77	1.670	16	19	9	AG
Kroovand 1987	DORNIER HM3	18	83	1.800	21	21	11	AG
Lifshitz 1998	DORNIER HM3	29	68	-	-	-	-	
Lin 1992	MFL 5000	4	100	2.289	17-21	25	-	
Longo-Netto 1995	LITHOSTAR y LITHOSTAR Plus	68	98,5	de 1.500 a 6.000	17		-	Sedación i.v.=73 Nada: 27
Lopez- Averous 2002	EDAP LT 02	24	78	-	-	36	-	AG
Lottmann 1998	SONOLITH 3000	17	86,6	400-6.000	14	-	-	AG
Lottmann 2001	SONOLITH 3000 y NOVA	23	87,50	-	de 12 a 20	55		AG
Marberger 1989	WOLF PIEZO	19	95	3.182	-	47	6	-
Mininberg 1988	DORNIER HM3	17	53	1.720	19	12	-	AG
Mishriki 1992	LITHOSTAR	18	65	4.624	-	60	13	-
Mosaad 1989	DORNIER HM3	38	85	1.800	21	18	-	AG
Myers 1995	LITHOSTAR	238	67,9 con FR<4 mm	6.072	16,5	14,1	10,7	AG 0 hasta los 5 años Diazan: 6-14 Nada>15 años
Nazli 1998	DORNIER MPL 9000	67	85,6			9		
Netto Jr 2002	LITHOSTAR	84	97,6			27,9		AG<3 años
Newman 1986	DORNIER HM3	13	72	960	19	0	0	AG
Nijman 1989	DORNIER HM3	123	79	1.260	15-18	34	2	AG
Nose 1996	LITHOSTAR	1	100	-	-	-	-	AG
Orsola 1999	LITHOSTAR	15	73,3			-		AG
Picramenos 1995	DORNIER LITHOSTAR	50	82	400-200	18	28	-	AG/sedación
Robert 1996	EDAP LT01	43	82,2	-			12	AG
Schultz 1994	DORNIER HM3	32	90	-	-	-	-	AG

Cuadro VII.

(Continuación) Resultados de la litotricia extracorpórea en el niño.

Autores año	Litotritor	Pacientes/ cálculos	Sin fragmentos (%)	Número de choques (n =) (promedio)	kV	Reintervenciones (%)	Maniobras secundarias (%)	Tipo de anestesia (%)
Sigman 1987	DORNIER HM3	38	70	1.295	18	13	3	AG
Starr-Middleton 1992	WOLF PIEZO	8	100	3.077	-	13	0	-
Tekin 1998	DORNIER MPL 9000	59	71			-		
Thornhill 1990	LITHOSTAR	19	71	3.828	-	27	21	-
Tomanoga 1996	SONOLITH 3000	1	100	-	-	-	-	AG
Van Horn 1995	DORNIER HM3	23	69,5	1.746	19	-	4,3	-
	LITHOSTAR	14	78,5	4.082	17	-	7,1	-
Vandeursen 1991	LITHOSTAR	30	90,5	3.000	16,4	30	-	-
Villanyi 1996	DORNIER Compact Elec- tromagn	27	84,4	2.607	-	-	0	-
Wilbert 1988	DORNIER HM3	22	-	1.020	18-23	14	-	AG
	LITHOSTAR	25	-	1.330	17,5	23	-	-
Zanetti 1993	MPL 9000	14	93	1.440	14	0	0	-
Zhou-Zheng 1991	EDAP LT01	23	100	-	-	59	0	-

FR: fragmento residual; AG: anestesia general; APD: anestesia peridural; i.v.: intravenosa.

tos asintomáticos aumenta el coste de la técnica [108]. Es uno de los argumentos que esgrimen los partidarios de la ureteroscopia flexible, sobre todo para los cálculos del uréter pélvico.

■ Litotricia extracorpórea y anomalías renales

Los riñones en herradura, sigmoide y pélvico se asocian con frecuencia a obstáculos de la vía excretora y merman las posibilidades de eliminación de los fragmentos que resultan de una LEC. El tratamiento de los cálculos que se desarrollan en riñones anómalos se solía efectuar con la LEC en los inicios de su aplicación, pero los resultados fueron mediocres -del 33-85%- y no excedían el 50% por término medio en casos de riñones en herradura [109-111]. La profundidad del riñón en herradura aumenta la distancia entre el foco generador de las ondas de choque lumbar y el foco litiasico, lo que dificulta la localización y atenúa las ondas de choque. Los riñones con quistes múltiples se pueden tratar con LEC, pero la eliminación de fragmentos es inferior (SF=60%) a la que se consigue con cálculos de menor tamaño en riñones normales o con quiste único (SF 83%) aun cuando la fragmentación haya sido completa [112].

■ Litotricia extracorpórea y riñón único

En el riñón único, el tratamiento por LEC de cálculos de más de 400 mm² puede lograr un 60% de pacientes SF y un 29% de fragmentos residuales menores de 4 mm, siempre que se haya colocado una sonda doble J para prevenir una posible obstrucción. Para cálculos de 100 mm², el riesgo de anuria es menor; sin embargo, ésta puede aparecer de improviso (18%), lo que justifica la introducción de una sonda doble J antes de la LEC. Los cálculos ureterales de más de 25 mm² se pueden empujar hasta el riñón; esto proporciona mejores resultados que la LEC in situ con riñones normales [113].

■ Litotricia extracorpórea y aneurisma de la aorta abdominal

Las calcificaciones laterovertebrales izquierdas de la aorta calcificada o de un aneurisma de la aorta abdominal deben hacer considerar la indicación de LEC. En trece pacientes con aneurisma aórtico, se trataron mediante esta técnica cálculos renales y/o ureterales: en tres casos se produjo ruptura del aneurisma a distancia de la LEC. Los cálculos cercanos a un aneurisma aórtico se pueden tratar con LEC siempre que se realice un seguimiento estricto de los pacientes inmediatamente después de la intervención y a distancia de la LEC, debido al riesgo de fisuración o de ruptura secundarias [114-117].

■ Litotricia extracorpórea y embarazo

La única contraindicación verdadera de la LEC es el embarazo. Aunque la localización puede ser ecográfica, en la mayoría de los casos es radioscópica, lo que expone a la radiación. Aún persiste una incógnita acerca del efecto de las ondas de choque en el feto. Un equipo alemán estudió la fertilidad en 57 mujeres tratadas por cálculos ureterales con LEC pélvica: no se observaron efectos secundarios en los niños [118]. Mujeres que desconocían su embarazo fueron tratadas con LEC, sin que ello repercutiese sobre la gestación ni los niños, que nacieron normales [119, 120].

■ Litotricia extracorpórea y trasplante

Tras un trasplante renal, se puede producir un cólico nefrítico a causa de un cálculo en el riñón del donante y, con menos frecuencia, de un cálculo adquirido por el

receptor. Ese riesgo es sólo del 1%. Por lo general, los cálculos miden menos de 10 mm y pueden provocar hematuria en el 90% de los casos, y anuria o insuficiencia renal con anuria en el 50% de los casos. El cálculo puede pasar inadvertido en la ecografía del donante antes de la extracción de órganos. La LEC es el tratamiento inicial para cálculos caliciales y piélicos sintomáticos de 5-20 mm: el enfermo se acomoda en decúbito ventral porque el injerto se encuentra en posición ilíaca pélvica. Los resultados son satisfactorios, con índices del 100% de buenos resultados después de

una o varias sesiones y sin morbilidad considerable para el paciente trasplantado ni efecto nocivo sobre el injerto. Los cálculos ureterales yuxtavesicales se pueden tratar mediante ureteroscopia, pues la localización de la LEC en esas circunstancias es más complicada [121, 122].

■ Conclusión

La litotricia extracorpórea por ondas de choque se convirtió en el tratamiento inicial de la mayoría de los cálculos urinarios del adulto y del niño. Sin embargo,

“ Puntos principales

- La LEC es posible a partir de tres tipos de generaciones de ondas de choque:
 - *hidroeléctrica*: buena fragmentación y, a menudo, necesidad de anestesia;
 - *piezoeléctrica*: sin anestesia, porque es poco dolorosa, pero con menor fragmentación;
 - *electromagnética*: buena fragmentación y practicable sin anestesia en el 90% de los casos.
- La LEC es el tratamiento de referencia inicial de los cálculos del adulto y del niño:
 - renales piélicos y/o caliciales de menos de 20 mm;
 - ureterales lumbares de menos de 10 mm, tratados con LEC in situ sin maniobra previa.
- La controversia persiste aún para el tratamiento de cálculos:
 - renales de 20-30 mm entre LEC y NLPC o ureteroscopia flexible;
 - caliciales inferiores de menos de 15 mm entre NLPC y ureteroscopia flexible;
 - ureterales pélvicos entre LEC y ureteroscopia semirrígida o flexible.
- Hay consenso en no tratar con LEC:
 - los cálculos complejos o coraliformes parciales;
 - los cálculos coraliformes completos;
 - los cálculos blandos de infección por microorganismos ureásicos (*Proteus mirabilis*, *corinebacteria* D2).
- La naturaleza de los cálculos incide sobre la resistencia a la fragmentación:
 - los de weddelita, carbapatita y estruvita se fragmentan con facilidad;
 - los de ácido úrico y de whewelita tienen fragmentación intermedia;
 - los de cistina y de brushita son resistentes.
- La única contraindicación es el embarazo.
- Antes de la LEC se recomienda verificar la esterilidad de la orina y la normalidad de la coagulación.
- La localización suele ser fluoroscópica y, si es posible, con seguimiento ecográfico de la fragmentación.
- En caso de cálculo ureteral lumboilíaco de baja radiopacidad, se puede practicar una urografía intravenosa peroperatoria.
- La fragmentación no es un criterio suficiente de resultados.
- El buen resultado se debe definir a partir de un paciente sin fragmento en la radiografía simple de abdomen efectuada a los 3 meses.
- Habría que evaluar los resultados según el cociente de eficacia:

$$QE = \frac{SF\% - \text{maniobras secundarias } \%}{100\% + \text{re-LEC } \% + \text{maniobras secundarias pre y post LEC}}$$
- Las complicaciones de la LEC son mínimas:
 - hematuria;
 - hematoma perirrenal asintomático de resolución espontánea;
 - cólico renal o empedrado ureteral pélvico que pocas veces exige derivación;
 - control de un marcapasos y consulta con el cardiólogo en caso de usar litotritores hidroeléctricos.
- Se recomienda:
 - esperar 3 semanas entre dos sesiones de LEC renal;
 - no superar dos sesiones si fracasa la fragmentación;
 - recomendar otra técnica más eficaz, aunque sea más agresiva (NLPC o ureteroscopia);
 - combinar LEC con NLPC para los cálculos complejos, coraliformes parciales o totales;
 - para practicar una LEC, esperar 3 semanas después de una NLPC o 6 semanas después de una pielonefritis obstructiva.
- La sonda doble J no facilita la eliminación de los fragmentos residuales.
- Dentro de los 3 días siguientes a la LEC, filtrar y recoger los fragmentos para análisis por espectrofotometría infrarroja.
- Pensar en el análisis metabólico sanguíneo y urinario de 24 horas: simple y de bajo coste, disminuye el riesgo de recidiva.

las indicaciones se deben considerar en función de criterios precisos que dependen de la topografía del cálculo, la presunta naturaleza de éste y su tamaño. Los adelantos tecnológicos de los aparatos permitirán alcanzar una mejor fragmentación de todos los tipos de cálculos, disminuyendo las complicaciones de la LEC y aumentando el QE de los litotritores [123].



Bibliografía

- [1] Chaussy C, Fuchs G. La lithotritie extracorporelle dans le traitement de la lithiase rénale. *J Urol* 1986;**92**:339-43.
- [2] Rassweiler JJ, Renner C, Chaussy C, Thüroff S. Treatment of renal stones by extracorporeal shockwave lithotripsy. *Eur Urol* 2001;**39**:187-99.
- [3] Tiselius HG, Ackermann D, Alken P, Buck C, Conort P, Galluci M. Guidelines on urolithiasis. *Eur Urol* 2001;**40**:362-71.
- [4] Meria P, Cathignol D, LeDuc A. Lithotritie extra corporelle. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Urologie, 41-090C, 1996: 10p.
- [5] Rassweiler JJ, Nakada SY, Saltzman B, Tailly GG, Timoney A, Zhong P. Shock wave lithotripsy Technology. In: Segura J, Conort P, Khoury S, Pak C, Preminger GM, Tolley D, editors. *Stone disease*. 1st International consultation on stone disease. Paris; 2003. p. 289-356.
- [6] Chaussy C, Brendel W, Schmidt E. Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet* 1980;**2**:1925.
- [7] Gattegno B, Sicard F, Alcadinho D, Arnaud E, Thibault P. Lithotritie extracorporelle et antibiothérapie prophylactique. *Ann Urol* 1988;**22**:101-2.
- [8] Ilker Y, Turkeri LN, Kortene V, Tarcan T, Akdas A. Antimicrobial prophylaxis in management of urinary tract stones by extra corporeal shock-wave lithotripsy: is it necessary? *Urology* 1995;**46**:165-7.
- [9] Shigeta M, Hayashi M, Igawa M. A clinical study of upper urinary tract calculi treated with extracorporeal shock wave lithotripsy: association with bacteriuria before treatment. *Urol Int* 1995;**54**:214-6.
- [10] Bierkens AF, Hendriks AJ, Ezz el Din KE, De la Rosette JJ, Horrevorts A, Doesburg W, et al. The value of antibiotic prophylaxis during extracorporeal shock wave lithotripsy in the prevention of urinary tract infections in patients with urine proven sterile prior to treatment. *Eur Urol* 1997;**31**:30-5.
- [11] Dincel C, Ozdiler E, Ozenci H, Taxici N, Kosar A. Incidence of urinary tract infection in patients without bacteriuria undergoing SWL: comparison of stone types. *J Endourol* 1998;**12**:1-3.
- [12] Pearle MS, Roehrborn CG. Antimicrobial prophylaxis prior to shock wave lithotripsy in patients with sterile urine before treatment: a meta-analysis and cost-effectiveness analysis. *Urology* 1997;**49**:679-86.
- [13] Reid G, Jewett MA, Nickel JC, McLean RJ, Bruce AW. Effect of extracorporeal shock wave lithotripsy on bacterial viability. Relationship to the treatment of struvite stones. *Urol Res* 1990;**18**:425-7.
- [14] Leusmann DB, Tschuschke C, Stenzinger W. Extracorporeal shock wave lithotripsy of renal calculi in a patient with haemophilia A complicated by a high titre factor VIII inhibitor. *Br J Urol* 1995;**75**:415-6.
- [15] Strem SB, Yost A. Extracorporeal shock wave lithotripsy in patients with bleeding diatheses. *J Urol* 1990;**144**:1347-8.
- [16] Sare GM, Llyod FR, Strom ER. Life-threatening haemorrhage after extracorporeal shockwave lithotripsy in a patient taking clopidogrel. *BJU Int* 2002;**90**:469.
- [17] Kufer R, Thamasett S, Volkmer B, Hautmann RE, Gschwend JE. New-generation lithotripters for treatment of patients with implantable cardioverter defibrillator: experimental approach and review of literature. *J Endourol* 2001;**15**:479-84.
- [18] Robert M, Lanfrey P, Rey G, Guiter J, Navratil H. Analgesia in piezoelectric SWL: comparative study of kidney and upper ureter treatments. *J Endourol* 1999;**13**:391-5.
- [19] Tan YM, Yip SK, Chong TW, Wong MY, Cheng C, Foo KT. Clinical experience and results of ESWL treatment for 3,093 urinary calculi with the Storz Modulith SL 20 lithotripter at the Singapore general hospital. *Scand J Urol Nephrol* 2002;**36**:363-7.
- [20] Jermini FR, Danuser H, Mattei A, Burkhard FC, Studer UE. Noninvasive anesthesia, analgesia and radiation-free extracorporeal shock wave lithotripsy for stones in the most distal ureter: experience with 165 patients. *J Urol* 2002;**168**:446-9.
- [21] Sorensen C, Chandhoke P, Moore M, Wolf C, Sarram A. Comparisons of intravenous sedation versus general anesthesia on the efficacy of the DOLI 50 lithotripter. *J Urol* 2002;**168**:35-7.
- [22] Honnens de Lichtenberg M, Miskowiak J, Mogensen P, Andersen JT. Local anesthesia for extracorporeal shock wave lithotripsy: a study comparing eutetic mixture of local anesthetics cream and lidocaine infiltration. *J Urol* 1992;**147**:96-7.
- [23] Becker AJ, Stief CG, Truss MC, Oelke M, Machtens S, Jonas U. Petroleum jelly is an ideal contact medium for pain reduction and successful treatment with extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1999;**162**:18-22.
- [24] Turker AK, Ozgen S. Local anesthesia for extracorporeal shock wave lithotripsy: a double-blind prospective, randomised study. *Eur Urol* 2000;**37**:331-3.
- [25] Tailly GG, Marcelo JB, Schneider IA, Byttebier G, Daems K. Patient-controlled analgesia during SWL treatments. *J Endourol* 2001;**15**:465-71.
- [26] Kovac AL. Recovery room risk and outcome associated with renal extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Clin Anesth* 1993;**5**:364-8.
- [27] Rogenhofer S, Wimmer K, Blana A, Roessler W, Wieland WF, Filbeck T. Acupuncture for pain in extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Endourol* 2004;**18**:634.
- [28] Sorensen C, Chandhoke P, Moore M, Wolf C, Sarram A. Comparison of intravenous sedation versus general anesthesia on the efficacy of the DOLI 50 lithotripter. *J Urol* 2002;**168**:35-7.
- [29] Parkin J, Keeley FX, Timoney AG. Analgesia for shock wave lithotripsy. *J Urol* 2002;**167**:1613-5.
- [30] Starr NT, Missleton RG. Extracorporeal Piezoelectric shock wave lithotripsy in unanesthetized children. *Pediatrics* 1992;**89**:1226-9.
- [31] Tiede JM, Lumpkin EN, Wass CT, Long TR. Hemoptysis following extracorporeal shock wave lithotripsy: a case of lithotripsy-induced pulmonary contusion in a pediatric patient. *J Clin Anesth* 2003;**15**:530-3.
- [32] Vljokovic M, Slavkovic A, Radovanovic M, Siric Z, Stefanovic V, Perovic S. Long-term functional outcome of kidneys in children with urolithiasis after ESWL treatment. *Eur J Pediatr Surg* 2002;**12**:118-23.
- [33] Alessandrini P, Coulange C, Ovalles J, Hernandez F, Aubrespy P. Lithotritie extracorporelle chez le jeune enfant. Utilisation de l'appareil EDAP LT01 chez une fillette de 20 mois. *Chir Pediatr* 1988;**29**:213-5.
- [34] Pearle MS, McClennan BL, Roehrborn CG, Clayman RV. Bolus injection vs drip infusion contrast administration for ureteral stone targeting during shockwave lithotripsy. *J Endourol* 1997;**11**:163-6.
- [35] Kostakopoulos A, Stravropoulos NJ, Louras G, Deliveliotis C, Dimopoulos C. Extra corporeal shock wave lithotripsy of radiolucent urinary calculi using Domier HM-3 and HM-4 lithotripters. *Urol Int* 1997;**58**:47-9.
- [36] Logarakis NF, Jewett MA, Luymes J, Honey RJ. Variation in clinical outcome following shockwave lithotripsy. *J Urol* 2000;**163**:721-5.
- [37] Cleveland RO, Anglade R, Babayan RK. Effect of stone motion non *in vitro* comminution efficiency of Storz Modulith SL X. *J Endourol* 2004;**16**:629-33.
- [38] Ugarte RR, Cass AS. Radiation awareness program for extracorporeal shock wave lithotripsy using Medstone lithotripter. *J Endourol* 1998;**12**:223-7.
- [39] Daudon M, Nguyen HV, Reveillaud RJ, Teillac P, Lombard M, Joerg A, et al. Faut-il toujours analyser les fragments de calculs expulsés après lithotritie extracorporelle? *Presse Med* 1990;**19**:251-4.

- [40] Lancina Martin JA, Vila Passols R, Lazaro Castillo J, Grases Freixedas F, Arrabal Martin M. Analysis of calculi in the era of extracorporeal lithotripsy. *Actas Urol Esp* 2001;**25**:462-79.
- [41] Das G, Hallson PC, Kasidas GP, Samuell CT, Virdi JS, Wickham JE. Chemical analysis of post-lithotripsy stone fragments: a critical evaluation. *Br J Urol* 1993;**72**:498-502.
- [42] Comité de la lithiase de l'Association française d'urologie (CLAFU). Bilan métabolique d'une lithiase urinaire en pratique courante. *Prog Urol* 1996;**6**:955-62.
- [43] Doré B, Lefebvre O, Hubert J, et les membres du Comité Lithiase de l'AFU. Vers une révision de la classification des calculs urinaires. *Prog Urol* 1999;**9**:23-37.
- [44] Albala DM, Assimos DG, Clayman RV, Denstedt JD, Grasso M, Gutierrez-Aceves J, et al. Lower pole I: a prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy for lower pole nephrolithiasis: initial results. *J Urol* 2001;**166**:2072-80.
- [45] Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, et al. Ureteral stones clinical guidelines panel summary report on the management of ureteral calculi. *J Urol* 1997;**158**:1915-21.
- [46] Doublet JD, Tchala K, Tligui M, Ciofu C, Gattegno B, Thibault P. In situ extracorporeal shock wave lithotripsy for acute renal colic due to obstructing ureteral stones. *Scand J Urol Nephrol* 1997;**31**:137-9.
- [47] Pearle MS, Nadler R, Bercowsky E, Chen C, Dunn M, Figneshau S, et al. Prospective randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for management of distal ureteral calculi. *J Urol* 2001;**166**:1255-60.
- [48] Kuo RL, Aslan P, Abrahmase PH, Matchar DB, Preminger GM. Incorporation of patient preferences in the treatment of upper urinary tract calculi: a decision analytical view. *J Urol* 1999;**162**:1913-9.
- [49] Ansari MS, Gupta NP, Seth A, Hemal AK, Dogra PN, Singh TP. Stone fragility: its therapeutic implications in shock wave lithotripsy of upper urinary tract stones. *Int Urol Nephrol* 2003;**35**:387-92.
- [50] Dretler SP, Polykoff G. Calcium oxalate stone morphology: fine tuning our therapeutic distinctions. *J Urol* 1996;**155**:828-33.
- [51] Bon D, Doré B, Irani J, Marroncle M, Aubert J. Radiographic prognostic criteria for extracorporeal shock-wave lithotripsy: a study of 485 patients. *Urology* 1996;**48**:556-61.
- [52] Oehlschlager S, Hakenberg OW, Froehner M, Mansek A, Wirth MP. Evaluation of chemical composition of urinary calculi by conventional radiography. *J Endourol* 2003;**17**:841-5.
- [53] Joseph P, Mandal AK, Singh SK, Mandal P, Sankwar SN, Sharma SK. Computerized tomography attenuation value of renal calculus: can it predict successful fragmentation of the calculus by extracorporeal shock wave lithotripsy? A preliminary study. *J Urol* 2002;**167**:1968-71.
- [54] Deveci SS, Coscun M, Tekin MI, Peskircioglu L, Tarhan NC, Ozkardes H. Spiral computed tomography: role in determination of chemical compositions of pure and mixed urinary stones: an in vitro study. *Urology* 2004;**64**:237-40.
- [55] Demirel A, Suma S. The efficacy of non-contrast helical computed tomography in the prediction of urinary stone composition in vivo. *J Int Med Res* 2003;**31**:1-5.
- [56] Passavanti G, Pizzuti V, Costantini FM, Bragaglia A, Franci L, Paolini R. The meaning and usefulness of spiral TC for radiolucent ureteric stones diagnostic: our experience. *Arch Ital Urol Androl* 2003;**75**:46-8.
- [57] Narepalem N, Sundaram CP, Boridy IC, Yan Y, Heiken JP, Clayman RV. Comparison of helical computerized tomography and plain radiography for estimating urinary stone size. *J Urol* 2002;**167**:1235-8.
- [58] Keeley Jr FX, Tilling K, Elves A, Menezes P, Wills M, Rao N, et al. Preliminary results of a randomized controlled trial of prophylactic shock wave lithotripsy for small asymptomatic renal calyceal stones. *BJU Int* 2001;**87**:1-8.
- [59] Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M. Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J Endourol* 2004;**18**:534-9.
- [60] Amiel JA, Peyrottes AY, Dujardin T, Benizri EJ, Toubol J. Exclusive piezoelectric lithotripsy in the treatment of calculi larger than 30 mm (partial or complete coralliform, pyelic calculi). *Ann Urol* 1990;**24**:317-21.
- [61] Hubert J, Blum A, Cormier L, Claudon M, Regent D, Mangin P. Three-dimensional CT scan reconstruction of renal calculi. A new tool for mapping out staghorn calculi and follow-up of radiolucent stones. *Eur Urol* 1997;**31**:297-301.
- [62] Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, et al. Nephrolithiasis clinical guidelines panel summary report on the management of staghorn calculi. *J Urol* 1994;**151**:1648-51.
- [63] Conort P, Dore B, Saussine C. Prise en charge urologique des calculs rénaux et urétéraux de l'adulte. *Prog Urol* 2004;**14**:1095-102.
- [64] Shulka AR, Hoover DL, Homsy YL, Perlman S, Schurman S, Reisman EM. Urolithiasis in the low birth weight infant: the role and efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 2001;**165**:2320-3.
- [65] Lottmann HB, Traxer O, Archambaud F, Mercier-Pageyrol B. Monotherapy extracorporeal shock wave lithotripsy for the treatment of staghorn calculi in children. *J Urol* 2001;**165**:2324-7.
- [66] Tan OM, Karaoglan U, Sen I, Deniz N, Bozkirli I. The impact of radiological anatomy in clearance of lower calyceal stones after shock wave lithotripsy in paediatric patients. *Eur Urol* 2004;**43**:188-93.
- [67] Tolley DA, Wallace DM, Tiptaft RC. First UK consensus conference on lithotripter terminology 1989. *Br J Urol* 1991;**67**:9-12.
- [68] Richard F, Chastang C, Bensadoun H, Charpit L, Chrétien Y, Cohen L, et al. Étude coopérative sur la lithotritie extracorporelle (appareil Dornier HM3 non modifié). *Chirurgie* 1991;**117**:9-10.
- [69] Stroom SB, Yost A, Mascha E. Clinical implications of clinically insignificant stone fragments after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1996;**155**:1186-90.
- [70] Rassweiler J, Haupt G, Lahme S, Roessler W. Clinically insignificant residual fragments – Consensus report. In: Chaussy C, Eisnenberger F, Jocham D, Wilbert D, editors. *High energy shock waves in medicine*. Stuttgart: Thieme; 1997.
- [71] Wilbert DM. A comparative review of extracorporeal shock wave generation. *BJU Int* 2002;**90**:507-11.
- [72] Denstedt JD, Clayman RV, Preminger GM. Efficiency quotient is more reliable way to compare extracorporeal shock wave lithotriptors. *AUA Today* 1993;**6**:1-9.
- [73] Cass AS. Comparison of first generation (Dornier HM3) and second generation (Medstone STS) lithotriptors: treatment results with 13,864 renal and ureteral calculi. *J Urol* 1995;**153**:588-92.
- [74] Bierkens AF, Hendriks AJ, de Kort VJ, de Reyke T, Bruynen CA, Bouve ER, et al. Efficacy of second generation lithotriptors: a multicenter comparative study of 2,206 extracorporeal shock wave lithotripsy treatments with the Siemens Lithostar, Dornier HM4, Wolf Piezolith 2300, Direx Tripter X-1 and Breakstone lithotriptors. *J Urol* 1992;**148**(3Pt2):1052-7.
- [75] Sheir KZ, Madbouly K, Elsobky E. Prospective randomized comparative study of the effectiveness and safety of electrohydraulic and electromagnetic extracorporeal shock wave lithotriptors. *J Urol* 2003;**170**:389-92.
- [76] Tailly GG. In situ SWL of ureteral stones: comparison between an electrohydraulic and electromagnetic shockwave source. *J Endourol* 2002;**16**:209-14.
- [77] Lambert D, Perron J, Rousselot F, Bringer F, Lemaire P. La lithotritie extracorporelle mobile. *Chirurgie* 1991;**117**:17-8.
- [78] Flam T, Saighi D, Thiounn N, Bourlion M, Chiche R, Zerbib M, et al. Lithotritie électroconductive : résultats expérimentaux et cliniques du Sonolith 4000. *J Urol* 1994;**100**:283-9.
- [79] Doré B, Grange Ph J, Aubert J. La lithotritie extra-corporelle par ondes de choc hydro-électriques (Sonolith 2000). Analyse de 137 dossiers d'une première année d'expérience. *Acta Urol Belg* 1989;**57**:743-54.
- [80] Bon D, Doré B, Irani J, Marroncle M, Aubert J. Radiographic prognostic criteria for extracorporeal shock-wave lithotripsy: a study of 485 patients. *Urology* 1996;**48**:556-61.

- [81] Corbel L, Staerman F, Cipolla B, Guille F, Lobel B. Extracorporeal lithotripsy for urinary calculi: a non invasive technique? Report of 150 patients treated with the Nova lithotripter. *Prog Urol* 1994;**4**:700-9.
- [82] Conort P, Ledenko N, Cour F, Barre P, Richard F, Chatelain C. Résultats de la lithotripsie extracorporelle par ondes de choc électromagnétiques (Lithostar Siemens). *Chirurgie* 1991;**117**: 11-6.
- [83] Tligui M, Nouri M, Tchala K, Haab F, Gattegno B, Thibault P. Traitement ambulatoire des calculs de l'uretère pelvien par lithotritie extracorporelle. À propos d'une série de 200 patients traités consécutivement. *Prog Urol* 1999;**9**: 1057-61.
- [84] Robert M, Segui B, Vergnes C, Taourel P, Guiter J. Piezoelectric extracorporeal shockwave lithotripsy of distal ureteric calculi: assessment of shockwave focusing with unenhanced spiral computed tomography. *BJU Int* 2001;**87**: 316-21.
- [85] Pearle MS, Nadler R, Bercowsky E, Chen C, Dunn M, Figenshau S, et al. Prospective randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for management of distal ureteral calculi. *J Urol* 2001;**166**:1255-60.
- [86] Peschel R, Janatschek G, Bartsch G. Extracorporeal shock wave lithotripsy versus ureteroscopy for distal ureteral calculi: a prospective randomized study. *J Urol* 1999;**162**: 1909-12.
- [87] Sinha M, Kekre NS, Chacko KN, Devasia A, Lionel G, Pandey AP, et al. Does failure to visualise the ureter distal to an impacted calculus constitute an impediment to successful lithotripsy? *J Endourol* 2004;**18**:431-5.
- [88] Deliveliotis C, Chrisofos M, Albanis S, Serafetinides E, Varkarakis J, Protergerou V. Management and follow-up of impacted ureteral stones. *Urol Int* 2003;**70**:269-72.
- [89] Demirbas M, Kose AC, Samli M, Guler C, Kara T, Karalar M. Extracorporeal shock wave lithotripsy for solitary distal ureteral stones: does the degree of urinary obstruction affect success? *J Endourol* 2004;**18**:237-40.
- [90] Anagnostou T, Tolley D. Management of ureteric stones. *Eur Urol* 2004;**45**:714-21.
- [91] Lotan Y, Gettman MT, Roehrborn CG, Cadeddu JA, Pearle MS. Management of ureteral calculi: a cost comparison and decision making analysis. *J Urol* 2002;**167**:1621-9.
- [92] WU CF, Shee JJ, Lin WY, Lin CL, Chen CS. Comparison between extracorporeal shock wave lithotripsy and semi rigid ureterorenoscopy with Holmium:YAG laser lithotripsy for treating large proximal ureteral stones. *J Urol* 2004;**172**: 1899-902.
- [93] Orsola A, Diaz I, Caffaratti J, Izquierdo F, Alberola J, Garat JM. Staghorn calculi in children: treatment with monotherapy extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1999;**162**:1229-33.
- [94] Lottmann H, Archambaud F, Hellal B, Mercier-Pageyral B, Cendron M. 99 Technetium Dimercapto-Succinic Acid renal scan in the evaluation of potential long term renal parenchymal damage associated with extra corporeal shock wave lithotripsy in children. *J Urol* 1998;**159**:521-4.
- [95] Lottmann HB, Traxer O, Archambaud F, Mercier-Pageyral B. Monotherapy extracorporeal shock wave lithotripsy for the treatment of staghorn calculi in children. *J Urol* 2001;**165**: 2324-7.
- [96] Myers DA, Mobley TB, Jenkins JM, Grine WB, Jordon WR. Pediatric low energy lithotripsy with Lithostar. *J Urol* 1995;**153**:453-7.
- [97] Tan AH, Al-Omar M, Watterson JD, Nott L, Denstedt JD, Razvi H. Results of shockwave lithotripsy for pediatric urolithiasis. *J Endourol* 2004;**18**:527-30.
- [98] Landau EH, Gofrit ON, Shapiro A, Meretyk S, Katz G, Shenfeld OZ, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy is highly effective for ureteral calculi in children. *J Urol* 2001;**165**(6Pt2):2316-9.
- [99] Janatschek G, Frauscher F, Knapp R, Holfe G, Peschel R, Bartsch G. New onset hypertension after extracorporeal shock wave lithotripsy: age related incidence and prediction by intrarenal resistive index. *J Urol* 1997;**158**:346-51.
- [100] Elves AW, Menezes P, Tilling K, Wills M, Rao PN, Feneley RC. The effect of ESWL on blood pressure: results of a randomized control trial. *Br J Urol* 1999;**83**(suppl25):45 [abstract].
- [101] Van Arsdalen KN, Kurzweil S, Smith J, Levin RM. Effects of lithotripsy on immature rabbit bone and kidney development. *J Urol* 1991;**146**:213-6.
- [102] Traxer O, Lottmann H, Archambaud F, Hellal B, Mercier-Pageyral B. Évaluation à long terme par la scintigraphie au DMSA-Tc^{99m} des atteintes parenchymateuses rénales chez l'enfant après lithotripsie extracorporelle par ondes de choc. *Prog Urol* 1998;**8**:502-6.
- [103] Blangy S, Folinais D, Sibert A, Delmas V, Moulounguet A, Benaceraf R. Complications du traitement de la lithiase rénale par lithotripsie extracorporelle. *J Radiol* 1987;**68**:619-24.
- [104] Dhar NB, Thornton J, Karafa MT, Streem SB. A multivariate analysis of risk factors associated with subcapsular hematoma formation following electromagnetic shock wave lithotripsy. *J Urol* 2004;**172**:2271-4.
- [105] Rashid P, Steele D, Hunt J. Splenic rupture after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1996;**156**:1756-7.
- [106] Villanyi KK, Szekely JG, Farkas LM, Javor E, Putztai C. Short-term changes in renal function after extracorporeal shock wave lithotripsy in children. *J Urol* 2001;**166**:222-4.
- [107] Madbouly K, Sheir KZ, Elsobky E, Eraky I, Kenawy M. Risk factors for the formation of a steinstrasse after extracorporeal lithotripsy: a statistical model. *J Urol* 2002;**167**:1239-42.
- [108] Sayed MA, El-Taher AM, Aboul-Ella HA, Shaker SE. Steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: aetiology, prevention and management. *BJU Int* 2001;**88**: 675-8.
- [109] Semerci B, Verit A, Nazh O, Ilbey O, Ozyurt C, Citi N. The role of ESWL in the treatment of calculi with anomalous kidneys. *Eur Urol* 1997;**31**:302-4.
- [110] Viguier JL, Martin X, Gelet A, Perraud Y, Menager A, Dubernard JM. Traitement de la lithiase sur rein en fer à cheval. *J Urol* 1988;**94**:189-92.
- [111] Torrecilla Ortiz C, Ponce Campuzano A, Contreras Garcia J, Marco Perez LM, Colom Feixas S, Vignes Julia F, et al. Treatment of lithiasis in horseshoe kidney with extracorporeal shock wave lithotripsy. *Actas Urol Esp* 2001;**25**:50-4.
- [112] Develiotis C, Argiropoulos V, Varkarakis J, Albanis S, Skolarikos A. Extracorporeal shock wave lithotripsy produces a lower stone free rate in patients with stones and renal cysts. *Int J Urol* 2002;**9**:11-4.
- [113] Vuksanovic A, Micic S, Petronic V, Bojanic N. Solitary kidney stone treatment by extracorporeal shock wave lithotripsy. *Eur Urol* 1997;**31**:305-10.
- [114] Thomas R, Cherry R, Neal Jr. DW. The use of extracorporeal shock wave lithotripsy in patients with aortic aneurisms. *J Urol* 1991;**146**:409-10.
- [115] Carey SW, Streem SB. Extracorporeal shock wave lithotripsy for patients with calcified ipsilateral renal arterial or abdominal aortic aneurisms. *J Urol* 1992;**148**:18-20.
- [116] Deliveliotis C, Kostakopoulos A, Stavropoulos N, Karagiannis E, Kyriazis P, Dimopoulos C. Extracorporeal shock wave lithotripsy in 5 patients with aortic aneurysm. *J Urol* 1995;**154**:1671-2.
- [117] Neri E, Capannini G, Diciolla F, Carone E, Tripodi A, Tucci E, et al. Localized dissection and delayed rupture of the abdominal aorta after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Vasc Surg* 2000;**31**:1052-5.
- [118] Vieweg J, Weber HM, Miller K, Hautman R. Female fertility following extracorporeal shock wave lithotripsy of distal ureteral calculi. *J Urol* 1992;**148**:1007-10.
- [119] Deliveliotis CH, Argyropoulos B, Chrisofos M, Dimopoulos CA. Shockwave lithotripsy in unrecognized pregnancy: interruption or continuation. *J Endourol* 2001;**15**: 787-8.
- [120] Asgari MA, Safarinejad MR, Hosseini SY, Dadkhah F. Extracorporeal shock wave lithotripsy of renal calculi during early pregnancy. *BJU Int* 2000;**84**:615-7.
- [121] Klinger HC, Kramer G, Lodde M, Marberger M. Urolithiasis in allograft kidneys. *Urology* 2002;**59**:344-8.

[122] Benoit G, Bitker MO. Aspects chirurgicaux de l'insuffisance rénale chronique et transplantation. *Prog Urol* 1996;**6**: 784-5.

[123] Zhou Y, Cocks FH, Preminger GM, Zhong P. Innovations in shock wave lithotripsy technology updates in experimental studies. *J Urol* 2004;**172**:1892-8.

B. Doré, Professeur des Universités-Praticien hospitalier (b.dore@chu-poitiers.fr).
Service d'urologie, Pavillon C. Guérin, CHU de Poitiers, La Milétrie, 86021 Poitiers, France.

Cualquier referencia a este artículo debe incluir la mención del artículo original: Doré B. Techniques et indications de la lithotritie extracorporelle (LEC) en urologie. EMC (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Urologie, 41-090-C, 2005.

Disponible en www.emc-consulte.com (sitio en francés)

Título del artículo: Techniques et indications de la lithotritie extracorporelle (LEC) en urologie



Algoritmos



Ilustraciones
complementarias



Vídeos /
Animaciones



Aspectos
legales



Información
al paciente



Informaciones
complementarias



Autoevaluación