



## LITOTRICIA EXTRACORPÓREA POR ONDAS DE CHOQUE. UN TRATAMIENTO ESTABLECIDO

M.C. REINA RUIZ, J. SÁNCHEZ DE LA VEGA, R. MARTÍNEZ RUIZ,  
P. BLASCO HERNÁNDEZ, M. GARCÍA PÉREZ

*Servicio de Urología. Hospital Universitario de Valme. Sevilla.*

**PALABRAS CLAVE:**

Litiasis renal. Litiasis ureteral. Litotricia extracorpórea por ondas de choque. Tratamiento. Fragmentos residuales. Complicaciones.

**KEY WORDS:**

Kidney calculi. Ureteral calculi. ESWL. Treatment. Residual fragments. Complications.

Actas Urol Esp. 26 (9): 636-649, 2002

### **RESUMEN**

La litotricia extracorpórea por ondas de choque (ESWL) es la forma de tratamiento de la litiasis urinaria más demandada en nuestro país y en el resto del mundo. Prácticamente ha sustituido a las otras formas de terapia (cirugía convencional, ureteroscopia, nefrolitectomía percutánea). Sin embargo éstas aun tienen sus indicaciones. Aunque no hay un consenso definitivo, sería deseable demarcar el terreno de cada una de las modalidades de tratamiento a fin de un mayor aprovechamiento de los potenciales de cada terapia que en muchos casos pueden ser complementarios. En este artículo se revisan los aspectos técnicos de la ESWL, las indicaciones más aceptadas en la literatura en cálculos renales y ureterales, los efectos adversos de este tratamiento y, por último, se consideran las mejoras futuras en su aplicación.

### **ABSTRACT**

Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) is the most required urinary stone therapy in our country and in the rest of the world. In a way it has replaced the alternative treatments (open surgery, percutaneous nephrolithectomy, ureteroscopy). Nevertheless these therapeutic approaches have still its own indications. Although there is no a definitive agreement, it should be desirable a world-wide consensus where each therapy will have a exactly defined land with all potential of each management improved. We review ESWL technical aspects, its literature-based most accepted indications, adverse bioeffects and last, future improvements are considered.

Hoy día algunas generaciones de jóvenes urólogos no han conocido "un mundo sin litotricia extracorpórea"; para ellos la litiasis renoureteral se ha convertido en sinónimo de ondas de choque en la mayoría de los casos. Los pacientes son enviados a Unidades de Litotricia con las que pueden o no haber tenido contacto durante su residencia y conocido su funcionamiento. De esa

manera la litiasis urinaria se ha convertido para ellos en un problema de indicación terapéutica adecuada, del cuál sólo viven las complicaciones o malos resultados de ésta técnica o bien oponen su propia experiencia con la endourología.

Pero esto no siempre fue así. La mayoría de urólogos recordamos que al menos un tercio de la cirugía de los Servicios de Urología de nuestro país

se debía a los cálculos urinarios. Era una fuente inagotable donde los residentes se formaban en su hábito quirúrgico. Pero este panorama parece “haberse ido con el viento”. Estas afirmaciones, que pueden corresponder a una melancolía quirúrgica, son abrumadoramente sobrepasadas por la inmensa revolución terapéutica y beneficio para el paciente que ha supuesto la introducción del manejo de la litiasis, de forma extracorpórea, con carácter ambulatorio, de alta efectividad y bajo número de complicaciones que supone la litotricia extracorpórea por ondas de choque (ESWL).

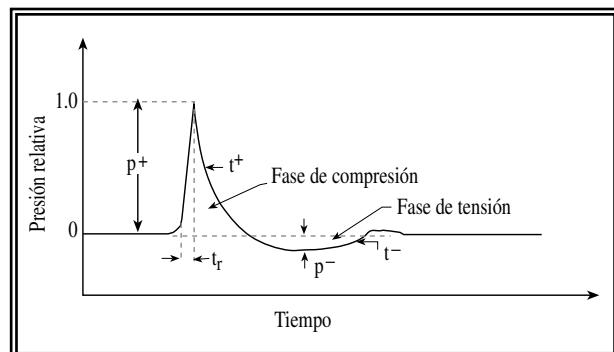
Cuando en un artículo de revisión se trata del tema del bloqueo androgénico para el tratamiento del cáncer de próstata metastásico, es muy difícil no mencionar a C. Huggins como precursor de la idea. Algo parecido ocurre con Ch. Chaussy y la aplicación clínica de las ondas de choque como tratamiento de la litiasis urinaria. Fue el primero en administrar litotricia extracorpórea a un humano en 1980 en Munich utilizando la máquina experimental de Dornier HM1, tras diversas investigaciones de la aplicabilidad terapéutica de las ondas de choque que fueron producto de la colaboración de la empresa Dornier y el Departamento de Urología de la Universidad de Munich. Tras ello apareció en 1983 la HM3 como un aparato de aplicación clínica para tratamientos en serie<sup>1</sup>, con lo que comienza la más poderosa innovación terapéutica en la historia reciente de la Urología. Este método se universalizó rápidamente, en 1984 llegó a España en la Clínica Dexeus de Barcelona donde los primeros tratamientos se dirigieron por Ruiz Marcellán; poco después se distribuyeron máquinas por todo el territorio nacional. En nuestro caso en Sevilla aplicamos esta tecnología en nuestro hospital para parte de la población de Andalucía Occidental desde 1986. Como fruto de esa práctica se elaboró la Ponencia al Congreso Nacional de Urología de Vigo de 1990 coordinada por nuestro grupo, en la que se realizó una puesta al día de las nuevas tecnologías<sup>2</sup>.

Ha pasado pues un tiempo prudencial donde los Centros de litotricia extranjeros y españoles han consolidado una experiencia que avala esta técnica como la más usada actualmente en el tratamiento de la litiasis renoureteral. En nuestro país en el año 2000 el Grupo de Litiasis de la Asociación Española de Urología bajo la coordina-

ción de Miguel Arrabal, en un trabajo ingente que abarca la casuística de 63 Unidades de Litotricia españoles<sup>3</sup>, expone esta experiencia en cifras (301.743 casos en 15 años) y da una idea bastante fiel de la carga de presión asistencial a la que están sometidas los Centros de Litotricia en España, reflejo de la aceptación de la ESWL por la comunidad urológica.

## CONSIDERACIONES TÉCNICAS

La onda de choque se caracteriza por una amplitud importante, una duración considerable del pulso y un abrupto frente de onda, circunstancias que la diferencian de la onda de ultrasónico (Fig. 1). Hay una fase positiva de rápida elevación de la presión (fuerza de compresión) seguida de una caída gradual y una fase negativa (zona tensil)<sup>4</sup>. Los parámetros que caracterizan a esta onda son: el pico de presión positiva y negativa más el tiempo de alcance del pico de presión positiva. Las ondas de choque desarrollan una energía acústica que se mide por la presión desarrollada en el punto focal de la máquina. Dependiendo de la potencia desarrollada por el litotriptor los parámetros se modifican y también la energía aplicada (mayor potencia, mayores picos de presión positiva y negativa y menor tiempo de alcance de máxima presión) (Tabla I). El margen entre la presión positiva efectiva para fragmentación y la cifra que puede ser dañina para los tejidos parece corresponder a un rango entre 200 (inicio de la rotura del cálculo) y 400 bares (lesión tisular)<sup>5</sup>. En estudios de experimentación teóricos la presión negativa y su amplitud parecen estar más en relación con la fragmentación litiásica por cavitación desarrollada por la energía acústica que



**FIGURA 1. Diagrama ideal de la onda de choque.**

**TABLA I**

PARÁMETROS DE PRESIÓN SEGÚN DIFERENTES TIPOS DE LITOTRIPTORES

| <b>Tipo de litotriptor</b> | <b>Descarga inicial<br/>(kv)</b> | P+<br>(Mpa) | P-<br>(Mpa) | <b>Energía efectiva<br/>(mJ)</b> |
|----------------------------|----------------------------------|-------------|-------------|----------------------------------|
| <b>Electrohidráulico</b>   | 14-25                            | 21-78       | 3,6-9,5     | 2,0-90,0                         |
| <b>Electromagnético</b>    | 8-19                             | 8-60        | 3,6-9,5     | 17,0                             |
| <b>Piezoeléctrico</b>      | 3-6                              | 9-114       | 6,2-9,9     | >2,0                             |

Datos según referencia 4.

la presión positiva y el tiempo de pico de presión<sup>4</sup>. Unas medidas adecuadas para una fragmentación fina del cálculo serían un tiempo de subida de la onda de 1 nanosegundo y una amplitud de menos de 200 nanosegundos<sup>10</sup>.

La energía desarrollada sobre un cálculo depende de la capacidad de generar presión sobre la zona focal del litotriptor y ésta depende del tamaño focal y la profundidad de foco. En el caso de amplia zona focal y desarrollo de alta energía, toda ésta puede ser aplicada a un cálculo a costa de también poder afectar a tejidos vecinos, en caso de zona focal menor la localización del cálculo debe ser más exacta. Cuando la entrada en la piel de la corriente de onda tiene un diámetro pequeño y el tamaño focal es amplio se desarrolla dolor, lo contrario (entrada amplia y menor tamaño focal) provoca menos presión positiva y por lo tanto menos dolor con lo que el tratamiento puede no requerir anestesia.

Debido a las características de transmisión acústicas de los tejidos humanos y el cálculo urinario, la onda de choque se transmite bien por medio líquido y el cuerpo (de alto contenido en agua) ya que la impedancia acústica o resistencia al paso de la onda son similares. Cuando llega a una litiasis la resistencia es mucho más alta por lo que parte de la onda se refleja, parte es absorbida y parte se transmite. El choque entre zonas de distinta impedancia acústica produce en el caso de la zona anterior del cálculo (paso de baja a alta resistencia) una fuerza de compresión, y en el punto de salida (alta a baja resistencia) una fuerza de tensión al ser rebotada de nuevo parte de la onda. Ambas fuerzas pueden llegar a superar la fuerza de cohesión del cálculo y la fragmentación se produce<sup>5</sup>. Este mecanismo se ha atribuido a la rotura en forma de fragmentos esféricos

ricos (spalling) de la parte posterior del cálculo y a la separación en capas de cebolla en el interior del cálculo debido a las distintas propiedades acústicas entre los cristales y la matriz<sup>6</sup>. Por el contrario en la parte anterior del cálculo se produce una erosión por cavitación (creación de burbujas que se expanden rápidamente y posteriormente se colapsan de forma súbita con creación de microjetos)<sup>7</sup>.

Los cálculos de mayor impedancia acústica se corresponden con los de más difícil fragmentación por esta técnica (oxalato cálcico monohidrato y cistina), ya que la energía se refleja en mayor magnitud, mientras los que dejan pasar mejor la onda se fragmentan mejor (FAM y fosfato cálcico apatita)<sup>6</sup>.

Los generadores de ondas de choque usan distintas fuentes de energía para su producción. Los más utilizados en la actualidad son: 1) La energía electrohidráulica que fue la original utilizada por la empresa Dornier en el primer aparato de aplicación clínica (HM3). La onda de choque se genera por la acción de una bujía que desarrolla una descarga eléctrica de alta intensidad en un medio líquido (agua), creándose ondas por la vaporización que se produce, que van a reflejarse de forma divergente en una semielipse metálica lo que permite reorientarlas a la zona focal<sup>9</sup>. 2) La energía piezoeléctrica produce ondas al pasar una corriente eléctrica por unas bandejas semiesféricas cubiertas de cristales piezoeléctricos cerámicos que son excitados y cambian de tamaño de forma simultánea. Las ondas son dirigidas por el diseño de las bandejas hacia el punto del foco. 3) La energía electromagnética, que se está volviendo muy popular actualmente, se basa en el desplazamiento retrógrado de una membrana metálica colocada dentro de un tubo donde una bobina

plana genera una corriente magnética al ser excitada por una descarga eléctrica. La membrana metálica, que está cargada eléctricamente del mismo signo que la bobina, al pasar la corriente magnética se desplaza por un movimiento brusco de repulsión, lo que genera la presión suficiente para la formación de la onda. La focalización se realiza por lentes acústicas o por un reflector parabólico metálico<sup>1,9</sup>.

La energía electrohidráulica se considera una fuente puntual, porque las ondas de choque se generan en un punto concreto (F1), divergen y se vuelven a concentrar en el punto focal deseado (F2). Las energías electromagnéticas y piezoelectricas son fuentes extendidas porque las ondas se generan en una amplia superficie que permite focalizarlas directamente (F1).

Las ondas de choque se transmiten desde el punto de origen hasta el cuerpo por un medio líquido o semilíquido de débil impedancia acústica para que la pérdida de energía sea la menor posible. En un principio este medio era un baño o recipiente con agua donde se sumergía al paciente (HM3). En las nuevas máquinas se ha sustituido por cabezales llenos de agua y cubiertos por gel transmisor acústico que se sitúan en la zona a tratar.

Las distintas máquinas según sus características proporcionan una apertura de la corriente de onda variable (según la anchura del sistema de focalización del generador), que se correlaciona con el tamaño de la superficie de la piel expuesta a la entrada (apertura más grande menos dolor) y una zona focal también diversa (mayor volumen focal generalmente mayor energía aplicada). La potencia de una máquina viene dada por la energía que es capaz de desarrollar en la zona a tratar. Dicha energía (en julios) es el resultado del producto de la presión máxima en la zona focal por el volumen de la misma. Los generadores que proporcionan una más alta energía son los electrohidráulicos por su amplia zona focal y alta presión proporcionada<sup>11</sup>. Sin embargo Rassweiler enfatiza en las ventajas del sistema electromagnético por: 1) mayor duración de los componentes; 2) aún con zona focal más pequeña proporciona un amplio abanico de presión con suficiente energía para proporcionar fragmentación adecuada en distintas situaciones (litiasis renal, ureteral, biliar,

niños, etc.); y 3) se puede integrar en máquinas multifuncionales (mesas en las que se pueden realizar maniobras endourológicas)<sup>12</sup>. De hecho la empresa pionera Dornier (tanto en litotricia extracorpórea como en el sistema electrohidráulico) en sus últimos modelos de litotriptor emplea el sistema electromagnético (Compact y DoLi S) (Fig. 2).

La zona focal debe ser periódicamente controlada durante el tratamiento debido a que la respiración o movimientos del paciente pueden desplazar la corriente de ondas fuera de su objetivo. El sistema de localización más comúnmente usado es la fluoroscopia, que con experiencia puede minimizarse sin perder eficacia en el control del tratamiento. La mayoría de las máquinas permiten realizar radiografías para constatar el grado de fragmentación. En caso de litiasis de débil radiodensidad o radiotransparentes, aerocolia o superposición de estructuras vecinas que dificultan la localización adecuada del cálculo es útil la administración simultánea de contraste intravenoso. En algunas máquinas se ha incorporado la ecografía que permite evitar la radiación y la radio-

**FIGURA 2.** Máquina de litotricia electromagnética DoLi S (Dornier) de nuestro Servicio.

densidad del cálculo no influye en su localización; no obstante requiere un aprendizaje específico, se comprueba la fragmentación con menor eficacia y la mayoría del trayecto ureteral está fuera de su alcance con lo que su uso hoy en día es minoritario.

La máquina de Dornier original HM3 es muy potente pero también, debido a la intensa energía desarrollada, muy dolorosa por lo que los primeros tratamientos se realizaban con anestesia general o regional. Posteriormente con la aparición de aparatos con nuevas características de apertura de la corriente y zona focal la sensación dolorosa disminuye permitiendo el uso de sedo analgesia (alfentanil, midazolam, propofol) en personas muy ansiosas y niños en distintos protocolos que se han demostrado eficaces<sup>11</sup>, o incluso analgésicos solos (petidina, analgésicos no narcóticos) que no requieren monitorización exhaustiva y favorecen el tratamiento ambulatorio. El uso de cremas anestésicas (EMLA) no se ha popularizado y en un reciente trabajo no se ha visto su superioridad sobre placebo<sup>13</sup>.

Por último la pléthora de litotriptores disponibles en el mercado han provocado distintos estudios comparativos. Taily realiza un interesante estudio sobre 4 aparatos de la misma casa Dornier (HM4, MPL9000, Compact y U50)<sup>14</sup> con la particularidad de que los dos primeros son electrohidráulicos y los 2 últimos electromagnéticos. Aplica el conocido cociente de efectividad de Clayman:

% Libre de litiasis

100% + % Retratamientos + % Procedimientos Auxiliares

Pero con la modificación de que considera procedimientos auxiliares los pre y post-litotricia (cociente de efectividad modificado de Rassweiler). Observa mejores resultados con las máquinas más modernas en relación a la HM4 y parejos cocientes entre la MPL9000 y los litotriptores electromagnéticos aunque las cifras más ventajosas tienden a éstos últimos. Sin embargo las crudas tasas de % libre de litiasis son semejantes en todas las máquinas. Concluye que con eficacia muy similar, la multifuncionalidad de los nuevos litotriptores los hace superiores para las necesidades actuales de una Unidad de Litotricia. Uno de los estudios multicéntricos más importantes realizados hasta la fecha, es a su vez un clásico de 1986<sup>15</sup>,

donde se publicó la efectividad de la HM3 en 2.501 pacientes con una tasa total de libre de cálculos del 66%, procedimientos auxiliares post-ESWL del 8% y una tasa de retratamientos del 16%. Otro estudio multicéntrico comparó la litotricia de 1ª generación HM3 con el litotriptor piezoelectrónico Piezolith 2200<sup>16</sup> y aunque la tasa de fragmentación fue similar, el cociente de efectividad modificado favorecía claramente a la HM3. Rassweiler matiza los dos estudios anteriores por su falta de randomización y por las diferencias entre grupos, indica que un estudio comparativo ideal sólo puede realizarse en un solo centro y lo efectúa de forma prospectiva, comparando dos litotriptores electromagnéticos Modulith SL 20 y el Lithostar Plus<sup>12</sup>. Publica que las dos máquinas consiguen un cociente de eficacia modificado similar entre ellas y muy parecido al conseguido por la HM3 aunque no lo alcanzan. Matin, por otro lado, en un estudio comparativo reciente entre un litotriptor electrohidráulico (MFL5000) y otro electromagnético (Modulith SLX) en un solo centro, no encuentra diferencias entre los cocientes de eficacia, aunque publica mayor tasa libre de cálculos en el sistema electrohidráulico a costa de un mayor porcentaje de procedimientos auxiliares<sup>17</sup>. A pesar del tiempo transcurrido y de los avances realizados es curioso observar que la máquina original HM3 todavía se considera el "gold standard" en capacidad de fragmentación, aunque obviamente ha sido sobrepasada en otros aspectos por las nuevas máquinas. En general es difícil hacer un estudio comparativo real que abarque todas las características de las distintas máquinas y en el que se pueda evaluar la eficacia y los aspectos colaterales (precio, posibilidad de endourología, otras indicaciones terapéuticas, etc.) por lo que actualmente cada Centro debe conocer sus prioridades de tratamiento y elegir entre las distintas opciones del mercado<sup>18</sup>.

## INDICACIONES ACTUALES DE LA ESWL

La ESWL ha supuesto una revolución urológica y médica de primer orden en el manejo de toda clase de cálculos urinarios. Su éxito en el tratamiento junto con la escasa morbilidad y la accesibilidad a todo el tracto urinario han convertido a esta técnica en la más usada, aunque como casi todo en Medicina, no es la panacea absoluta; ya que aparte de no resolver de forma ideal determi-

nado tipo de cálculos, la aparición casi simultánea de la nefrolitectomía percutánea, la ureteroscopia y el papel de la cirugía han servido un menú de opciones que aún hoy provocan controversia en determinadas situaciones. Desgraciadamente, al contrario de lo que ocurre en Uro-Oncología (TNM), no hay una clasificación diagnóstica aceptada universalmente que permita unificar protocolos de investigación y estudios cooperativos a fin de llegar a unas indicaciones terapéuticas más o menos aceptadas por todos. Se han hecho algunos intentos en la década de los 80, con algunas clasificaciones que no se han logrado imponer como definitivas<sup>19-21</sup>. En España nuestro grupo propuso una clasificación diagnóstico-terapéutica que ha tenido bastante eco en nuestro país<sup>22</sup> pero con limitado impacto fuera de nuestras fronteras. Esta situación ha provocado que, en un intento de aclarar el panorama, en la literatura anglosajona se haya publicado unas directrices de actuación en la litiasis ureteral y coraliforme<sup>23,24</sup>, que a nuestro conocimiento, son las más seguidas.

### Litiasis calicial

La observación ha sido clásicamente el tratamiento aplicado a cálculos caliciales asintomáticos, que no producen dilatación calicial y son de pequeño tamaño. Sin embargo la aparición de las nuevas tecnologías ha provocado que esta afirmación en la actualidad no sea tan rotunda. En estudios de la historia natural de la litiasis calicial se ha observado que un gran porcentaje de cálculos caliciales se volverán sintomáticos en pocos años o provocarán alguna complicación<sup>25</sup>.

La ESWL es el tratamiento más difundido para cálculos de los grupos caliciales superior y medio menores de 2 cm, que en la actualidad son la mayoría en esas localizaciones<sup>26</sup>.

En el cáliz inferior la situación es más compleja. La ESWL en esta porción renal es claramente de menor eficacia (Tabla II), debido a la mayor dificultad de eliminación de fragmentos por la posición declive (tasa libre de cálculos 33-74% dependiendo del tamaño)<sup>27</sup>. Hay factores anatómicos que parecen influir en la capacidad de expulsión de fragmentos como son el ángulo infundibulopélvico mayor de 90 grados y un infundíbulo ancho y corto (factores favorables)<sup>28,29</sup>, aunque esta afirmación se encuentra pendiente de adecuados estudios prospectivos, para ser válida de forma definitiva. La nefrolitectomía percutánea consigue una efectividad del 85% independientemente del tamaño<sup>27</sup>, pero a costa de mayor morbilidad y de ser una técnica operador dependiente. En un estudio reciente prospectivo y multicéntrico norteamericano<sup>30</sup> se ha publicado la superioridad de la NLP sobre la ESWL en todos los tamaños, pero con aceptables resultados para la última en cálculos de menos de 1 cm. Por otro lado un meta-análisis europeo sobre la misma cuestión llega a distintas conclusiones, recomendando la ESWL en todos los cálculos caliciales menores de 2 cm. y NLP en los de cáliz inferior mayores de 2 cm<sup>31</sup>.

Para resumir los datos anteriores la ESWL es el tratamiento indicado en la litiasis calicial inferior de menos de 1 cm, entre los 10-20 mm se puede optar por la misma técnica en caso de factores anatómi-

TABLA II

ESWL EN EL CALIZ INFERIOR

| Autor    | Año  | Nº de pacientes | % sin litiasis | Tipo de estudio |
|----------|------|-----------------|----------------|-----------------|
| Drach    | 1986 | 132             | 73             | Retrospectivo   |
| Politis  | 1987 | 313             | 65             | "               |
| Rigati   | 1989 | 380             | 62             | "               |
| Lingeman | 1994 | 439             | 73             | "               |
| May      | 1998 | 114             | 61             | "               |
| Obek     | 2001 | 395             | 66             | "               |
| Albala   | 2001 | 64              | 37             | Prospectivo     |

Datos según referencias 15, 27, 30, 34, 71, 72.

cos favorables, en caso contrario la NLP en los Centros con experiencia parece obtener mejores resultados. Para cálculos mayores de 2 cms en el cáliz inferior la NLP es el tratamiento de elección.

### **Litiasis coraliforme**

Según el panel de expertos de la Sociedad Norteamericana de Urología el cálculo coraliforme es aquel que rellena la mayor parte de la vía urinaria intrarrenal afectando pelvis y la mayoría de los cálices<sup>24</sup>. Después de una exhaustiva revisión de la literatura llegaron a las siguientes conclusiones:

- El cálculo de estruvita, dejado a su historia natural, destruirá el riñón, por lo que el manejo conservador sólo se debe realizar en situaciones en las que esté contraindicada cualquier actitud agresiva incluyendo la ESWL.
- La NLP combinada o no con la ESWL y con nueva NLP opcional es el tratamiento más recomendado en la mayoría de los cálculos coraliformes infectivos.
- La ESWL como monoterapia se reserva para coraliformes de pequeño tamaño, sin dilatación calicial.
- La cirugía está indicada en casos de cálculos de gran volumen e importantes deformidades anatómicas en los que se espera que la NLP combinada con la ESWL no sea resolutiva.
- En el riñón débilmente funcionante la nefrectomía es una opción razonable.

Desde 1994 año de la publicación de estas conclusiones, la situación no ha cambiado sustancialmente y pensamos que siguen plenamente vigentes hoy en día, en consonancia con la filosofía de tratamiento expuesta en la clasificación española de 1992<sup>22</sup>. En una revisión europea reciente del tema no se difiere de los criterios enunciados<sup>32</sup>.

Recientemente se ha publicado la preocupación sobre los daños renales provocados por la ESWL en cálculos con abundante masa piélica en comparación con la mejoría de todos los parámetros de función renal en los pacientes sometidos a pielolitectomía<sup>33</sup>. Es un tema a confirmar en nuevos estudios.

### **Anomalías renales**

*Divertículos caliciales:* En estos casos la ESWL disminuye claramente su efectividad con tasas

libre de cálculos del 30%, debido normalmente a que la existencia de litiasis se asocia a estenosis infundibular por reacción inflamatoria y fibrosis secundaria. Sin embargo se ha publicado una mejoría sintomática del 70%<sup>34</sup>. Los mejores resultados se consiguen en cálculos pequeños y únicos (< 1 cm) con cuellos visibles en la urografía<sup>35</sup> y éstas son las indicaciones de manejo con ESWL más extendidas. No parece que la variedad anatómica (comunicación con un cáliz, infundíbulo o pelvis) intervenga en los resultados del tratamiento<sup>31</sup>.

*Riñón en herradura:* Los cálculos se asocian a esta anomalía en un 20% y a pesar de las frecuentes inserciones altas de la unión pieloureteral y de la morfología calicial alterada, la ESWL tiene una eficacia media en la literatura del 50-70%<sup>31</sup>. Con frecuencia el paciente debe colocarse en prono para la localizaciones en el área focal de algunos cálices medios o anteriores. La NLP es bastante más efectiva (pero requiere experiencia y presenta mayor morbilidad) con tasa libre de cálculos publicada del 89%<sup>36</sup>. En general la ESWL puede estar indicada en cálculos menores de 2 cm con vía urinaria intrarrenal no dilatada. Las mismas consideraciones pueden aplicarse al riñón malrotado.

*Riñón único y pelviano:* En el caso de riñón único la ESWL tiene las mismas indicaciones que en birrenos con la particularidad de que el uso de catéter DJ previo es más liberal para evitar el riesgo de anurias. En los riñones pelvianos la capacidad de expulsión de fragmentos es similar al riñón ortotópico por lo que las indicaciones son las mismas. Se recomienda la posición de decúbito prono.

### **Litiasis ureteral**

El modelo inicial Dornier HM3 tenía problemas de posicionamiento y focalización del cálculo a lo largo de la mayoría del trayecto ureteral, pero con las modificaciones posteriores y en las nuevas máquinas de 2<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup> generación el uréter se focaliza en toda su longitud. Las series iniciales describen una eficacia del 86-93% sin litiasis residual<sup>37</sup> por lo que pronto se adoptó la ESWL como tratamiento de 1<sup>a</sup> línea para la litiasis ureteral. Pero el advenimiento de la ureteroscopia retrógrada, que

tuvo una difusión paralela en el tiempo y que no ha cesado de desarrollarse con ureteroscopios más finos o flexibles que acceden a todo el uréter, así como el avance en litrotriccia intraluminal (láser de holmio) que consigue fragmentar cualquier tipo de cálculo, ha provocado que cierta polémica se centre en cual es el tratamiento más adecuado como 1<sup>a</sup> línea para los cálculos ureterales.

En el uréter lumbar la ESWL ha sido practicada en muchos Centros como terapia de elección con una tasa libre de cálculos publicada del 57-96%<sup>38</sup>. En un principio fue muy popular el ascenso del cálculo a cavidades renales, donde la fragmentación es más fácil, mediante cateterismo previo, pero pronto estudios comparativos con el tratamiento "in situ" fueron uniformes al afirmar que la morbilidad del procedimiento auxiliar no se correspondía con una tasa significativamente mayor de éxitos, por lo que en la actualidad esta práctica está en desuso como medida auxiliar standard y se reservaría para casos puntuales de litiasis obstructivas cerca de la unión pieloureteral<sup>34,38,39</sup>. El uso de catéter ureteral previo al tratamiento no mejora la tasa de fragmentación y la derivación urinaria en los cálculos obstructivos se contempla en caso de previsible demora en la obtención de un resultado definitivo o como drenaje en caso de infección añadida. La opinión más extendida en la actualidad es que la litiasis ureteral lumbar se trata con ESWL como primera opción; en el caso de fallo del tratamiento o cálculo grande ( $>1,5$  cms) y obstructivo la URS es una alternativa razonable<sup>23</sup>.

En el uréter medio o sacroiliaco se recomienda la posición en decúbito prono ya que la transmisión de la onda se dificulta al pasar por los huesos pélvicos. Se ha comunicado una eficacia de la ESWL en esta zona del 65-100%<sup>34,38,39</sup>. En caso de dificultad de visualización por sobreposición ósea o cálculo radiotransparente es útil el uso de contraste IV o en última opción el cateterismo infracálcico en personas alérgicas al contraste. Este es un territorio híbrido, donde las 2 técnicas predominantes presentan una eficacia más que aceptable con mayor tasa libre de cálculos para la URS (80-100%)<sup>38</sup> pero mayor morbilidad y necesidades anestésicas. En general la mayoría de las litiasis en esta localización se tratan con ESWL, recomendándose la URS en cál-

culos grandes, impactados y/o en aquellos que se prevea una difícil localización (radiotransparentes, alérgicos al contraste, etc..) sobre todo en mujeres.

El uréter distal es el terreno de la mayor controversia pues es donde la URS consigue sus mayores éxitos. Por su parte en la ESWL los cálculos se suelen localizar bien y los movimientos respiratorios no obligan a un centraje continuado ni a aumentar el número de ondas como pasa con frecuencia en el uréter lumbar. La tasa de éxitos difundida en la literatura varía desde el 77% al 100%<sup>34,41</sup>. Curiosamente se han descrito peores resultados en cálculos pequeños (< 5 mms) por dificultad de localización<sup>40</sup>, aunque en general estas litiasis no suelen tratarse porque son expulsables en la mayoría de los casos. La ESWL es una técnica poco invasiva, no precisa anestesia, es ambulatoria y tiene escasas complicaciones pero necesita retratamientos y no está disponible en cada Centro; por el contrario la URS tiene mayor efectividad (90-100%), habitualmente no precisa retratamientos, resuelve el problema en menos tiempo y puede estar disponible en cada hospital pero presenta mayor morbilidad y precisa anestesia o sedoanalgesia controlada<sup>38</sup>. Se han realizado estudios comparativos prospectivos<sup>42-44</sup> entre los dos métodos con resultados contradictorios por lo que en la literatura no hay una opinión unánime al respecto (Tabla III). Clayman en un comentario editorial sobre el tema refiere que los mejores resultados de la ESWL en estos trabajos comparativos se consiguen con la HM3, mientras que cuando son las máquinas de 2<sup>a</sup> ó 3<sup>a</sup> generación las que se utilizan se favorece a la URS; no tiene una explicación a este hecho<sup>45</sup>. Nuestra política es la de usar la ESWL en cálculos distales entre 5-10 mms, únicos y no impactados; la URS se reservaría para cálculos de aspecto duro (alta radiodensidad), litiasis múltiples o mayores de 1 cm, cálculos muy obstructivos o mujeres en edad fértil<sup>46</sup>. No obstante estas recomendaciones son relativas a una serie de condicionantes ambientales que influyen en la decisión última: accesibilidad a un pronto tratamiento con ESWL, experiencia con la URS, adecuado aparataje endoscópico y de litotricia intracorpórea y por último decisión de un paciente debidamente informado.

**TABLA III**

## LITIASIS URETERAL DISTAL: ESWL VERSUS URETEROSCOPIA

| Autor    | Año  | Nº de pacientes | % sin litiasis<br>URS | % sin litiasis<br>ESWL | Tipo de estudio         |
|----------|------|-----------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Hendriks | 1999 | 156             | 91                    | 51                     | Prospectivo Randomizado |
| Peschel  | 1999 | 80              | 100                   | 85                     | Prospectivo Randomizado |
| Turk     | 1999 | 283             | 95                    | 76                     | Retrospectivo           |
| Pearle   | 2001 | 64              | 100                   | 100                    | Prospectivo Randomizado |
| Wolf     | 1995 | 11.196          | 89-95                 | 80-92                  | Meta-análisis           |

Datos según referencias 42, 43, 44, 73, 74.

**Litiasis infantil**

Los cálculos en los niños son infrecuentes en los países desarrollados. La génesis más habitual es la hipercalciuria y las infecciones urinarias. En la mayoría de las ocasiones el manejo indicado es la ESWL. Los niños expulsan fragmentos con gran facilidad tras el tratamiento por lo que en esta población las indicaciones de la ESWL se amplían. Así mismo el uso de catéteres previo a la sesión se reduce, por el contrario la necesidad de anestesia general es común sobre todo en niños pequeños.

La literatura avala este procedimiento en la infancia ya que no se ha demostrado en estudios a largo plazo la existencia de lesiones renales permanentes o hipertensión<sup>47</sup>.

Se ha comunicado una eficacia global del procedimiento del 80-85% en pacientes sin litiasis coraliforme de predominio periférico ni cálculos de cistina<sup>49</sup> lo que coincide con la experiencia de nuestro hospital sobre 21 pacientes y la publicada por otros en España<sup>75</sup>.

En general en los niños se usa la ESWL para cálculos renales hasta 2 cms y a veces mayores (raros), reservando otras opciones (NLP, cirugía) en el caso de amplias masas litiásicas o anomalías congénitas asociadas<sup>48</sup>.

**LITIASIS RESIDUAL**

El problema principal de este grupo es el de la definición pues no hay acuerdo absoluto en cuanto al tamaño a partir del cual un cálculo residual se puede considerar peligroso o significativo. La

opinión más extendida es que litiasis residual no significativa (LRNS) tras ESWL comprende a fragmentos de < 5 mms asintomáticos, no infectivos ni obstructivos<sup>50</sup>. En la era de la ESWL es común tratar en las consultas con pacientes con litiasis residual y es importante cuando definir a un fragmento como no significativo para evitar el sobretratamiento. Hay pocos estudios a largo plazo que nos aclaren el pronóstico de estos pacientes. En uno de ellos, tal vez el más referenciado, en 160 pacientes con un seguimiento medio de 23 meses, el 40% los fragmentos desaparecían o disminuían de tamaño<sup>51</sup>. En otro trabajo más reciente sobre 83 pacientes y un seguimiento mayor de 40 meses, 34% de la LRNS desaparecía o disminuía y el 37% aumentaba de tamaño<sup>52</sup>. Las dos publicaciones coinciden en que los fragmentos de cálix inferior son más difíciles de expulsar que en otras localizaciones del riñón debido a la gravedad. Para la LRNS de esta localización se han propuesto posiciones invertidas o percusión lumbar que, según un trabajo prospectivo randomizado y a doble ciego reciente, dan mejores resultados que la observación en la eliminación de fragmentos<sup>53</sup>.

El tiempo de seguimiento mínimo para la LRNS es de 3 meses aunque hay autores que defienden que estos fragmentos tienen tendencia a la expulsión espontánea hasta en 24 meses<sup>31</sup>.

La mejor manera de tratar la LRNS es intentar que no exista, por tanto hay que ajustar de forma realista las indicaciones de la ESWL hacia cálculos que creemos podemos eliminar completamente de la vía urinaria.

Los riesgos de la LRNS son que produzca clínica dolorosa, infección urinaria o recidiva litiasica que requiera manipulación. En el estudio prospectivo de Streem estos eventos se producían casi en un 40%<sup>51</sup>. Por tanto en aquellos pacientes en los que preveamos que puede haber factores de riesgo para que alguna de las situaciones mencionadas se produzca, podemos hacer algunas medidas auxiliares. En el caso de fragmentos residuales tras tratamiento de litiasis infectiva, es conveniente intentar mantener la orina estéril con antibioterapia por ciclos y el uso prudente de ácido acetohidroxámico. En caso de historia de litiasis recidivante el estudio y corrección de alteraciones metabólicas parece disminuir el crecimiento de la LRNS. Un manejo menos específico también se ha demostrado eficaz en el caso de LRNS cálctica con el uso de citrato potásico<sup>50,54</sup>.

## EFFECTOS INDESEABLES DE LA ESWL

La ESWL produce poca morbilidad pero no es inocua. Se han hecho abundantes estudios para documentar los posibles efectos perniciosos de este tratamiento, que empezaron con C Chaussy en los ensayos preclínicos en ratas donde se resaltó el poco daño producido por las ondas sobre órganos focalizados directamente con el litotriptor<sup>55</sup>. Estos estudios iniciales no fueron reproducidos por otros autores y fueron criticados debido fundamentalmente a la poca presión focal (400 bars) y baja dosis de ondas con las que fueron realizados. Los estudios posteriores indicaron que los efectos indeseables se producen sobre todo a nivel vascular.

En el riñón la opinión extendida es que la hematuria postratamiento es por lesión vascular cortical, ya que son frecuentes los hematomas subcapsulares debido a laceraciones de la corteza así como pequeñas hemorragias intraparenquimatosas sobre todo en la zona corticomedular<sup>8,55</sup>. Tanto el glomérulo como el túbulos renal son susceptibles al efecto deletéreo de la onda de choque con lesiones variables que van desde rupturas capilares focales hasta la destrucción del epitelio. De forma aguda se ha observado en animales un descenso transitorio de la filtración glomerular y del aclaramiento de para-aminohipurato, valores que suelen retornar al grado normal. Los estudios a nivel humano con determinación

de distintas enzimas o sustancias que nos señalan de forma indirecta tanto la función como la morfología renal (NAG, LDH, glicosaminoglicanos) nos hablan de una lesión aguda reversible a los pocos días en la mayoría de los casos<sup>10,57</sup>. La producción de un daño permanente renal (ruptura de nefronas, hematomas grandes parenquimatosos, lesiones capilares periglomerulares y peritubulares) produce una cicatriz cuyo tamaño, correspondiente al terreno renal funcionante perdido, va en proporción a la presión aplicada, número de sesiones y número y frecuencia de las ondas. En general es conveniente ajustarse a la zona de seguridad planteada por cada fabricante dentro de la cual, si no hay otros factores de riesgo, el peligro de una lesión renal permanente es pequeño<sup>8,56</sup>.

El tema largamente debatido de la hipertensión arterial secundaria a la ESWL todavía sigue abierto y aunque en un principio tras una revisión exhaustiva del tema, comparando estudios retrospectivos con la incidencia publicada de hipertensión arterial, se afirmaba que podía ocurrir un ligero incremento en la presión diastólica en un porcentaje significativo de pacientes<sup>58</sup>, un estudio prospectivo y controlado reciente no encuentra diferencia significativa entre la tensión arterial entre pacientes litiasicos tratados con ESWL u otro método<sup>18</sup>. Más aún, otro trabajo europeo de hace pocas fechas de forma prospectiva en un año observa aumento de la tensión arterial en pacientes litiasicos después del tratamiento efectuado independientemente del tipo de método utilizado (ESWL, endoscopia o cirugía), por lo que los autores correlacionan el aumento de la tensión sanguínea con la enfermedad litiasica en sí más que con la ESWL<sup>59</sup>.

Por otro lado no se ha observado deterioro de la función renal achacable a la ESWL en monorrenos o en pacientes con insuficiencia renal crónica<sup>60</sup>, ni tampoco en riñones infantiles en crecimiento en estudios a largo plazo<sup>61</sup>.

En un principio debido a la gran energía desarrollada por la HM3 y el uso indiscriminado de la ESWL en grandes cálculos, éstos se fragmentaban en grandes bloques que producían calles litiasicas frecuentes y de gran volumen. Una estadística de aquellos años hablaba de hasta el 20%<sup>62</sup>. Con esta experiencia pronto se empezó a usar la

llamada “técnica Puigvert” popularizada desde la Fundación<sup>1</sup>, en la que el progresivo aumento de potencia favorecía la fragmentación más fina. Por otro lado las indicaciones se ajustaron, con lo que la monoterapia del coraliforme ha ido disminuyendo. También ha cambiado la epidemiología de la enfermedad, siendo menos frecuentes los cálculos voluminosos que en la década de los 80. Todo ello ha provocado que las calles litiásicas hayan disminuido hasta cifras que rondan el 6%<sup>63</sup>. El mejor tratamiento es su prevención, por lo que se indica cateterismo ureteral previo en aquellos casos en los que preveamos su aparición por cálculos grandes ( $> 2$  cms) o algo menores pero de alta radiodensidad con probable fragmentación grosera. El manejo inicial de una calle litiásica con fragmentos que nos hagan sospechar la buena expulsabilidad de los mismos, pero que ésta no se haya producido tras un periodo de observación o en caso de obstrucción y/o infección añadidas, es la derivación urinaria sin que se haya demostrado la superioridad del cateterismo ureteral sobre la nefrostomía y viceversa<sup>64</sup>. En caso de fragmentos ureterales de difícil expulsión se puede plantear una sesión de ESWL o bien ureteroscopia con litofragmentación endoscópica (ésta última sobre todo en el uréter pelviano).

Los posibles efectos dañinos de las ondas de choque en el ovario en tratamientos de litiasis ureterales pelvianas, aunque no se han confirmado en diversos estudios<sup>46,58</sup>, han provocado que se propugne la ureteroscopia como tratamiento inicial en mujeres en edad de reproducción<sup>46</sup>.

## PERSPECTIVAS DE FUTURO

La aparición de la ESWL fue un acontecimiento súbito al que le siguió un rápido desarrollo tecnológico que provocó la aparición de máquinas de 2<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup> generación. Todo ello ha situado a esta técnica en la más utilizada para el tratamiento de la litiasis urinaria hoy en día y ha favorecido que con la experiencia podamos prever lo que podemos esperar con su manejo, pero pensamos que estamos todavía a medio camino del litotriptor ideal: total capacidad de fragmentación fina de toda clase de cálculos, ausencia de lesiones tisulares colaterales, mínima o nula necesidad de analgesia y escasa tasa de retratamientos.

Uno de los aspectos abiertos hoy en día a la investigación es la manera de optimizar los parámetros físicos de las ondas de choque. La parte positiva de la onda de choque aumenta su fuerza tensil si es más estrecha que el cálculo con lo que se desarrollan gradientes de presión, deformación y fragmentación en forma de cráter sobre todo si el diámetro del foco es pequeño en comparación con el de la litiasis<sup>65</sup>, por lo tanto focos pequeños con adecuada energía aplicada favorecerán una mejor fragmentación. La parte negativa de la onda provoca tensión intracálcico de forma homogénea sin relación con los factores de espacio-tiempo y además produce erosión por cavitación entre los planos cristalinos que aumenta si otra onda de choque aparece cuando se produce el colapso de las burbujas creadas por la primera<sup>66</sup>. Recientemente se ha propuesto que la compresión ejercida por la parte positiva de la onda en la parte anterior y posterior del cálculo con dilatación perpendicular al sentido de la onda es un mecanismo principal en la fragmentación (squeezing mechanism)<sup>67</sup>, lo que, según el autor de la teoría, ayudaría a aumentar la eficiencia de la onda, disminuyendo los efectos secundarios al usar focos hasta 20 mms, anchuras de pulso hasta 2 microseg. y presiones de pulso reducidas del orden de 10-30 Mpa.

Muchas ondas se pierden con los movimientos respiratorios u obligan a una focalización continua. Diversos métodos se han investigado para que el litotriptor dispare la onda sólo cuando el cálculo está en posición pero tienen el inconveniente de aumentar mucho la duración del tratamiento. Recientemente se ha descrito un sistema de localización electrónica permitiendo una localización continua del cálculo<sup>9</sup>. El tiempo nos dirá si tiene una aplicación práctica.

El poder adivinar la composición del cálculo a tratar tiene hoy día gran importancia a la hora de la fragmentación posible por ESWL. Por desgracia nuestros medios actuales son limitados. En un estudio prospectivo reciente un panel de expertos en nefrolitiasis acertaron en menos de la mitad de los casos con la correcta composición del cálculo en el estudio de la radiografía simple<sup>68</sup>. Sin embargo la reciente introducción de la TAC helicoidal ha abierto amplias expectativas en este terreno, publicándose distintos coeficientes de atenuación según la composición<sup>69</sup>.

Últimamente parece imponerse en el mercado el sistema generador electromagnético por su amplio rango de potencia y su adecuada capacidad de fragmentación<sup>70</sup>. Si en un futuro ello es así, facilitaría los estudios multicéntricos al hacerlos más homogéneos.

En conclusión estamos en una fase de consolidación de los tratamientos establecidos para la litiasis renoureteral y, salvo en el caso de la ureteroscopia donde los avances son continuos, la ESWL parece estar en una meseta de estabilidad, gozando de una posición privilegiada entre las demás técnicas. No hay que olvidar sin embargo que, ajustarse a unas indicaciones precisas, junto con el juicioso uso de las técnicas complementarias y de los avances que sin duda llegarán, hará que la ESWL siga teniendo el predicamento que actualmente posee, salvando el peligro de un descrédito posible si aplicamos el criterio de "ESWL para todo" con el alto número de retratamientos, complicaciones y residuales que esa actitud puede conllevar. Todo lo anterior propició la filosofía de diagnóstico y tratamiento de la litiasis urinaria, reflejada en la clasificación de 1992 que, con los distintos matices que el tiempo introduce, sigue con pleno vigor hoy día.

## REFERENCIAS

- ROUSAUD A: Experiencia actual con litotricia extracorpórea: una eficacia comprobada. *Cuadernos de Urología* 1997; **25**: 3-9.
- ARRABAL M, LANCINA A, GARCÍA M: Criterios clínicos y tratamiento actual de la litiasis urinaria. Tema monográfico LV Congreso Nacional de Urología. Vigo. Ene Ediciones. Junio, 1990.
- ARRABAL M: Litotricia extracorpórea en España en el siglo XX. *Actas Urol Esp* 2000; **24 (9)**: 699-708.
- ZHONG P, PREMINGER G: Physics of shock-wave lithotripsy. En "Kidney Stones Medical and surgical management". Coe F, Favus M, Pak C, Parks J y Preminger G. Editores. *Lippincott-Raven Publishers*. Filadelfia 1996; 530-531.
- SPIRNAK P, RESNICK M: Extracorporeal shock wave lithotripsy. En "Urolithiasis. A medical and surgical reference". Resnick M y Pak C. Editores. *Saunders*. Filadelfia 1990; 321-361.
- ZHONG P, PREMINGER G: Mechanisms of differing stone fragility in extracorporeal shockwave lithotripsy. *J Endourol* 1994; **8**: 263-268.
- JENKINS A: Extracorporeal shock wave lithotripsy of renal stones. En "Stone surgery" Marberger M, Fitzpatrick J, Jenkins A y Pak C. Editores. *Churchill Livingstone* 1991; 15-33.
- ALCOVER J, ROUSAUD A, RUIZ MARCELLÁN FJ, SERRALLACH N, SERRATE R: Efectos adversos de las ondas de choque. Tema monográfico. LVII Congreso Nacional de Urología. Septiembre 1992; 23-37.
- CHOW G, STREEM S: Extracorporeal lithotripsy. Update on technology. *Urol Clin North Am* 2000; **27 (2)**: 315-322.
- RUIZ MARCELLÁN FJ: Litotricia extracorpórea por ondas de choque. En "Actualización en el diagnóstico y tratamiento de la litiasis urinaria". 5º Seminario de formación continuada en Urología. *Edicion Ergon*. Madrid 2000; 19-30.
- LINGEMAN JE: Extracorporeal shock wave lithotripsy. Development, instrumentation and current status. *Urol Clin North Am* 1997; **24 (1)**: 185-211.
- RASSWEILER J, KOHRMANN K, SEEMANN O, TSCHADA R, ALKEN P: Clinical comparison of ESWL. En "Kidney stones: medical and surgical management". Coe F, Favus J, Pak C, Parks J y Preminger G. Editores. *Lippincott-Raven Publishers*. Filadelfia 1996; 571-603.
- TRITRAKARN T, LERTAKYAMANEE J, KOOMPONG P et al: Both EMLA and placebo cream reduced pain during Extracorporeal Piezoelectric Shock Wave Lithotripsy with the Piezolith 2300. *Anesthesiology* 2000; **92**: 1.049-1.054.
- TAILLY G: Consecutive experience with four Dornier Lithotripters: HM4, MPL 9000, Compact and U/50. *J Endourol* 1999; **13 (5)**: 329-338.
- DRACH G, DRETLER S, FAIR W et al: Report of the United States cooperative study of extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1986; **135**: 1.127-1.133.
- RASSWEILER J, GUMPINGER R, MAYER R, KOHL H, SCHMIDT A, EISENBERGER F: Extracorporeal shock wave lithotripsy using the Wolf lithotripter versus low energy lithotripsy with modified Dornier HM3: a cooperative study. *World J Urol* 1987; **5**: 218-224.
- MATIN S, YOST A, STREEM S: Extracorporeal shock wave lithotripsy: a comparative study of electrohydraulic and electromagnetic units. *J Urol* 2001; **166**: 2.053-2.056.
- MARTÍN T, SOSA E: Shock-Wave Lithotripsy. En "Campbell's Urology". Walsh P, Retik A, Vaughan E y Wein A. Editores. 7ª edición. *Saunders Co*. Filadelfia 1998; 2.735-2.752.
- ROCCO F MACHESSII A, LARCHER P: Surgical classification of renal calculi. *Euro Urol* 1984; **10**: 121-123.
- GRIFFITH D, VALIQUETTE L: Pica Burden a staging system for upper tract urinary stones. *J Urol* 1987; **138**: 253-257.
- TISELIUS H: A method for description and classification of patients with urolithiasis. *Scand J Urol Nephrol* 1987; **21**: 131-133.
- ARRABAL M, REINA C, LANCINA A, VILCHES E, GARCIA M: Clasificación clínicoterapéutica de la litiasis urinaria. *Arch Esp Urol* 1992; **45**: 661-671.
- SEGURA J, PREMINGER G, ASSIMOS D: Ureteral stones clinical guidelines panel summary report on the management of ureteral calculi. *J Urol* 1997; **158**: 1.915-1.921.

24. SEGURA J, PREMINGER G, ASSIMOS D et al: Nephrolithiasis clinical guidelines panel summary report on the management of staghorn calculi. *J Urol* 1994; **151**: 1.648-1.651.
25. HUBNER W, PORPACZY P: Treatment of caliceal calculi. *Br J Urol* 1990; **66**: 9-11.
26. COHEN T, PREMINGER G: Management of caliceal calculi. *Urol Clin North Am* 1997; **24**: 81-96.
27. LINGEMAN J, SEIGEL Y, STEELE B et al: Management of lower pole nephrolithiasis: a critical analysis. *J Urol* 1994; **151**: 663-667.
28. ELBAHNASY A, SHALHAV A, HOENING D et al: Lower caliceal stone clearance after shock wave lithotripsy or ureteroscopy: the impact of lower pole radiographic anatomy. *J Urol* 1998; **159**: 676-682.
29. SAMPAIO F, ARAGAO A: Inferior pole collecting system anatomy. Its probable role in extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1992; **147**: 322-324.
30. ALBALAD, ASSIMOS D, CLAYMAN R et al: Lower pole I: a prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrolithiasis. Initial results: *J Urol* 2001; **166**: 2.072-2.080.
31. RASSWEILER J, RENNER C, CHAUSSY C, THURROFF S: Treatment of renal stones by Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy. An update. *Euro Urol* 2001; **39**: 187-199.
32. RASSWEILER J, RENNER C, EISENBERGER F: The management of complex renal stones. *BJU Int* 2000; **86**: 919-928.
33. ETEROVIC D, KUSIC L, CAPKUN V et al: Pyelolithotomy improves while extracorporeal lithotripsy impairs kidney function. *J Urol* 1999; **161**: 39.
34. PEARLE M, CLAYMAN R: Outcomes and selection of surgical therapies of stones in the kidney and ureter. En "Kidney stones, medical and surgical management". Coe F, Favus J, Pak C, Parks J y Preminger G. Editores. *Lippincott-Raven Publishers*. Filadelfia 1996; 709-755.
35. STREEM S, JOST A: Treatment of caliceal diverticular calculi with extracorporeal shock wave lithotripsy: patient selection and extended follow up. *J Urol* 1992; **148**: 1.043-1.046.
36. CLAYMAN R, MCDOUGALL E, NAKADA S: Endourology of the upper urinary tract, percutaneous renal and ureteral procedures. En "Campbell's Urology". 7<sup>a</sup> edición. Walsh P, Retik A, Vaughan E, Wein A. Editores. *Saunders Co* 1998; 2.789-2.874.
37. EL-GAMMAL M, FOUDA A, MESHREF A, ABU-ELK-MAGD A, FARAG F, EL-KATIB S: Management of ureteral stones by extracorporeal shock wave lithotripsy using Lithostar lithotriptor. *J Urol* 1992; **148**: 1.086-1.087.
38. SINGAL R, DENSTEDT J: Contemporary management of ureteral stones. *Urol Clin North Am* 1997; **24**: 59-70.
39. DRETLER S: Ureteral stone disease. Options from management. *Urol Clin North Am* 1990; **17**: 217-230.
40. MARBERGER M, HOJBAUER J, TÜRK CH, HÖBARTH K, ALBRECHT W: Tratamiento de la litiasis ureteral. *Eur Urol* (edición española) 1995; **5**: 345-352.
41. TORRECILLA C, CONTRERAS J, VIGUES F et al: Tratamiento ambulatorio de la litiasis ureteral mediante litotricia con ondas de choque. *Actas Urol Esp* 1998; **22**: 336.
42. PEARLE M, NADLER R, BERCOVSKY E et al: Prospective randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for management of distal ureteral calculi. *J Urol* 2001; **166**: 1.255-1.260.
43. PESCHEL R, JANETSCHKEK G, BARTSCH G: Extracorporeal shock wave lithotripsy versus ureteroscopy for distal ureteral calculi: prospective randomized study. *J Urol* 1999; **162**: 1.909-1.912.
44. HENDRIKX A, STRIJJBOS W, DE KNIJFF D, KUMS J, DOESBURG W, LEMMENS W: Treatment for extended mid and distal ureteral stones: SWL or ureteroscopy? Results of a multicenter study. *J Endourol* 1999; **13**: 727-733.
45. CLAYMAN R: Comentario editorial. *J Urol* 2001; **165**: 1.832.
46. REINA C, GARCÍA M: Enfoque actual de la litiasis ureteral. Formación continuada en Urología. 2000; **6 (2)**: 3-8.
47. JAYANTHI V, ARNOLD P, KOFF S: Strategies for managing upper tract calculi in young children. *J Urol* 1999; **162**: 1.234.
48. FRASER M, JOYCE A, THOMAS D, EARDLEY I, CLARK P: Minimally invasive treatment of urinary tract calculi in children. *BJU International* 1999; **84**: 339-342.
49. KROOVAND R: Pediatric urolithiasis. *Urol Clin North Am* 1997; **24 (1)**: 173-184.
50. DELVECCHIO F, PREMINGER G: Management of residual stones. *Urol Clin North Am* 2000; **27 (2)**: 347-354.
51. STREEM S, YOST A, MASHA E: Clinical implications of clinically insignificant stone fragments after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1996; **155**: 1.186-1.190.
52. CANDAU C, SAUSSINE C, LANG H, ROY C, FAURE F, JAQMID D: Historia natural de la litiasis residual después de la ESWL. *Eur Urol* (edición española) 2000; **7 (4)**: 297-301.
53. PACE K, TARIQ N, DYER S: Mechanical percusión, inversión and diuresis for residual lower pole fragments after shock wave lithotripsy: a prospective, single blind, randomized controlled trial. *J Urol* 2001; **166**: 2.065-2.071.
54. CICERELLO E, MERLO F, FANDELLA A et al: Effect of alkaline citrate therapy on clearance of residual renal stone fragments after extracorporeal shock wave lithotripsy in sterile calcium and infection nephrolithiasis patients. *J Urol* 1994; **151**: 5-9.
55. EVAN A, MCATEER J: Q-Effects of shock-wave lithotripsy. En "Kidney stones: medical and surgical management". Coe F, Favus M, Pak C, Parks J, Preminger G. Editores. *Lippincott-Raven Publishers*. Filadelfia 1996; 549-570.
56. DAWSON C, WHITFIELD H: Morphological changes after lithotripsy. *Eur Urol Update Series* 1993; **2 (17)**: 129-135.
57. PÉREZ-BLANCO F, ARRABAL M, OCETE C et al: Glicosaminoglicanos urinarios tras litotricia extracorpórea por ondas de choque en pacientes con litiasis renal. *Arch Esp Urol* 2001; **54 (9)**: 875-883.
58. LINGEMAN J, NEWARK J: Adverse bioeffects of shock wave lithotripsy. En "Kidney stones: medical and surgical management". Coe F, Favus M, Pak C, Parks J, Preminger G. Editores. *Lippincott-Raven Publishers*. Filadelfia 1996; 605-614.

59. STROHMAIER W, SCIMIDT J, LAHME S, BICHLER K: Arterial blood pressure following different types of urinary stones therapy. *Eur Urol* 2000; **38** (6): 753-757.
60. CHANDHOKE P, ALBALA D, CLAYMAN R: Long-term comparison of renal function in patients with solitary kidneys and/or moderate renal insufficiency undergoing extracorporeal shock wave lithotripsy o percutaneous nephrolithotomy. *J Urol* 1992; **147**: 1.226-1.230.
61. GOEL M, BASERGE N, BABU R: Pediatric kidney: functional outcome after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1996; 2.044-2.046.
62. FEDULLO L, POLLAK H, BANNER M: The development of steinstrasse after ESWL. Frequency, natural history and radiologic management. *AMJ Roentgenol* 1988; **151**: 1.145-1.147.
63. SAYED M, EL-TAHER A, ABOUL-ELLA H, SHAKER S: Steinstrasse after extracorporeal shockwave lithotripsy: aetiology, prevention and management. *BJU International* 2001; **88**: 675-678.
64. PEARLE M, PIERCE H, MILLER G et al: Optimal method of urgent decompression of the collecting system for obstruction and infection due to ureteral calculi. *J Urol* 1998; **160**: 1.260-1.264.
65. GRANTZ B, KÖLHER G: What makes a shockwave efficient in lithotripsy?. *J Stone Dis* 1992; **4**: 123-128.
66. XI X, ZONG P: Improvement of stone fragmentation during shock wave lithotripsy using a combined EH/PEAA shockwave generator -in vivo- experiments. *Ultrasound Med Biol* 2000; **26**: 457-467.
67. EISENMENGER W: The mechanisms of stone fragmentation in ESWL. *Ultrasound Med Biol* 2001; **27**: 683-693.
68. RAMAKUMAR S, PATTERSON D, LEROY A et al: Prediction of stone composition from plain radiographs: a prospective study. *J Endourol* 1999; **13**: 397-401.
69. OLDER R, JENKINS A: Stone disease. *Urol Clin North Am* 2000; **27**: 215-229.
70. ARRABAL M: Aspectos históricos, epidemiológicos y terapéuticos de la litiasis urinaria. *Arch Esp Urol* 2001; **54**: 845-850.
71. TOLLEY D, DOWNEY P: Current advances in shock wave lithotripsy. *Curr Op Urol* 1999; **9**: 319-323.
72. OBEK C, ONAL B, KANTAY K 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**: 2.081-2.085.
73. TURK T, JENKINS A: A comparison of ureteroscopy to in situ extracorporeal shock wave lithotripsy for the treatment of distal ureteral calculi. *J Urol* 1999; **161**: 45-46.
74. WOLF J, CARROL P, STOLLER M: Cost-effectiveness and patient preference in the choice of treatment for distal ureteral calculi: a literature-based decision analysis. *J Endourol* 1995; **9**: 243-248.
75. BUTORI G, IGLESIAS J, MANCETO J, MASSARRA J, CISNEROS J, PÉREZ-CASTRO E: Litotricia extracorpórea por ondas de choque (ESWL) en niños: nuestra experiencia en 1995. *Arch Esp Urol* 1996; **49**: 414-417.

---

Dr. M.C. Reina Ruiz  
Albarizas, 40  
41940 Tomares (Sevilla)

(Trabajo recibido el 31 de enero 2002)