

---

# PROGRAMA DE ACTUALIZACION CONTINUA Y A DISTANCIA EN UROLOGIA

---

Comité de Educación Médica Continua  
Sociedad Argentina de Urología

## Módulo 7 - Fascículo 1 - 2001

### Litotricia extracorpórea por ondas de choque (E.S.W.L.)

Coordinador: *Dr. Lorenzo Grippo*

- Historia
- Fundamentos físicos
- Modalidades de generación de ondas de choque
- Sistemas de generación de ondas de choque
- Sistemas de localización del cálculo
- Diferentes equipos de litotricia
- Indicaciones de las ondas de choque extracorpóreas
- Complicaciones y efectos secundarios de las ondas de choque
- Rol del catéter Doble Jota en E.S.W.L.

#### Director

*Dr. Jorge H. Schiappapietra*

#### Secretario

*Dr. Carlos A. Acosta Güemes*

#### Asesor

*Dr. Elías J. Fayad*

SAU

SOCIEDAD ARGENTINA DE UROLOGIA

# LITOTRICIA EXTRACORPOREA POR ONDAS DE CHOQUE (E.S.W.L.)

Dres. LORENZO GRIPPO, ALBERTO DEPARCI, OSCAR GONZALEZ, JUAN PABLO CORBETTA

Servicio de Urología. Hospital Francés de Buenos Aires.

## HISTORIA

Henry Morris, en 1880, realizó la primera nefrolitotomía con éxito. Durante un siglo las únicas opciones terapéuticas ante un cálculo han sido la cirugía abierta y la endoscopia "ciega" mediante la sonda de Dormia o el lazo de Zeiss.

En 1966 se descubrió por azar la transmisión de las ondas de choque por el cuerpo humano durante los trabajos experimentales realizados en la compañía aeroespacial Dornier, cuando al tocar un ingeniero una cartulina de uso diario en el mismo momento en que recibía el impacto de un proyectil de alta velocidad, sintió una especie de shock eléctrico pero sin evidencia alguna de fenómenos eléctricos reales.

En 1971 se consiguió la primera desintegración *in vivo* de cálculos renales mediante ondas de choque. Ente 1972 y 1974 se realizaron investigaciones sobre la desintegración de los cálculos renales por ondas de choque, producidas mediante la descarga de un electrodo bajo el agua y enfocadas con la ayuda de un hemielipsoide. De esta manera, se pretendía experimentar con una generación de ondas de choque aportando el enfoque y el acoplamiento acústico adecuados para conseguir la transferencia de energía.

Entre 1974 y 1978, Chaussy efectuó estudios *in vitro* e *in vivo* sobre la reacción de las ondas de choque enfocadas sobre los tejidos, para descartar la posible aparición de lesiones graves en tejidos vecinos tras la aplicación del tratamiento.

En el Departamento de Urología de la Universidad de Munich, Chaussy, el 7 de febrero de 1980 trató con éxito al primer paciente con un cálculo renal mediante la litotricia extracorpórea por ondas de choque (E.S.W.L.); dos años después se inauguró en dicho centro la primera Unidad de ESWL. En Octubre de 1983 se desarrolla el modelo Dornier HM3 que comienza a producirse en serie y a distribuirse en diferentes hospitales del mundo (Stuttgart, Wuppertal, Berlín, Mainz, Barcelona, etc.)<sup>5</sup>.

El 8 de Noviembre de 1984 se practicó con éxito el primer tratamiento de litotricia por ondas de choque en España, en el Centro sanitario de Litiasis Renal (Instituto Dexeus) de Barcelona.

A finales de 1984 la *Food and Drug Administration (FDA)* aprobó la utilización del equipo Dornier HM3, lo cual propició una amplia y rápida difusión del método en todo el mundo. En nuestro país se inició en el Hospital Alemán, seguidos años más tarde (1988) por los Servicios de Urología del Hospital Francés, Hospital Italiano y Clínica del Sol.

El tratamiento de la litiasis mediante ondas de choque y endourología (nefrolitotomía percutánea y ureteroscopia) ha limitado la cirugía abierta a una minoría de casos, sobre todo cálculos coraliformes complejos, lesiones anatómicas que requieren una corrección quirúrgica o la nefrectomía en el caso del riñón no recuperable.

La ESWL ha posibilitado la fragmentación de los cálculos del tramo urinario mediante energía generada y aplicada externamente al cuerpo humano, que posteriormente serán eliminados de forma espontánea a través de la vía urinaria<sup>7</sup>.

## FUNDAMENTOS FISICOS

Las nuevas investigaciones en el área de la Física han posibilitado la destrucción de los cálculos a distancia mediante la aplicación de las ondas

de choque de alta energía. Cuando una presión de onda entra en contacto con una interfase, hay un cambio en la impedancia acústica y se produce una tensión.

Una onda de choque generada externamente entra en el cuerpo y se propaga sin interferencia porque no hay virtualmente diferencia entre la impedancia acústica del agua y la del tejido humano. En la interfase tejido - cálculo, por la reflexión parcial de la onda de choque, se establece una carga de alta presión que inicia la destrucción del cálculo completándolo con sucesivas ondas.

Las ondas de choque consisten en un frente de presión positiva de múltiples frecuencias con un pico inmediato y un descenso gradual.

El uso de las ondas de choque para la destrucción de cálculos renales se basa en las siguientes propiedades:

1° Las ondas de choque, cuando golpean un material quebradizo (cálculo), crean un elevado gradiente de presión que cuando excede la fuerza de cohesión del material causa su destrucción.

2° La intensidad necesaria para destruir un cálculo debe ser inferior al nivel de tolerancia del tejido vivo

3° Es necesario que la longitud del impulso de las ondas de choque sea más corto que el tiempo del paso a través del cálculo para evitar superposición y ondas reflejadas.

4° Las ondas de choque pueden ser transmitidas libremente y prolongadas a través del cuerpo sin una importante pérdida de energía cuando se usa un medio de transmisión adecuada, como, por ej., el agua.

5° Las ondas de choque pueden ser enfocadas con precisión si se integran en un sistema reflector apropiado (elipsoide).

6° Las ondas de choque generadas por descargas eléctricas de alto voltaje sobre electrodos sumergidos en agua pueden ser fácilmente reproducibles, lo que las hacen aptas para su uso clínico<sup>2</sup>.

La onda de choque bajo agua fue generada por una descarga eléctrica sobre un electrodo contenido en el interior de una caja Faraday para evitar que el shock eléctrico dañara el organismo que recibía las ondas de choque focalizadas. La localización se logró fijando el electrodo en el interior de un plato metálico semielipsoide un primer punto focal de onda de choque (F1). El reflector semielipsoide focalizaba las ondas de choque en un segundo punto focal (F2) en donde la energía convergía en un área pequeña (es decir, sobre un cálculo) con la finalidad de fragmentar el cálculo en varias partículas de menor tamaño (Fig. 1).

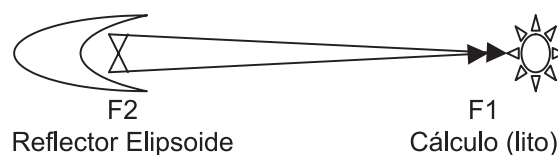


Fig. 1

## MODALIDADES DE GENERACION DE ONDAS DE CHOQUE

Desde el punto de vista médico, la onda ideal para desintegrar los cálculos renales es una onda de presión pura con un tiempo de su vida de 1 nanosegundo y una anchura inferior a 200 nanosegundos que correspondería a un tamaño medio de los productos de desintegración inferior a 1 mm. No debe existir contenido alguno de ondas de tracción, ya que

constituye una posible fuente de daño en los tejidos. Los tipos de onda que en la actualidad nos ofrece la investigación física se parecen a ésta, pero con la presencia de ondas de tracción.

Las fuentes de ondas de choque pueden clasificarse en dos tipos distintos: fuentes puntuales y fuentes extendidas.

### Fuentes puntuales:

En cuanto a las fuentes puntuales está en primer lugar la chispa inducida eléctricamente, que se utiliza en el dispositivo Dornier; en segundo lugar, la chispa inducida ópticamente mediante impulsos de radiación láser y, finalmente, la generación de ondas de choque con microexplosiones esféricas. Todos estos métodos están muy próximos a los modelos teóricos de la onda de presión ideal.

El primer pico de presión se produce por la rápida evaporación del fluido y podemos denominarle onda de choque primaria. Esta onda es esférica y su amplitud disminuye de modo inversamente proporcional a la distancia del origen. Luego, siguen una serie de ondas con un retardo de 1 milisegundo. El origen de estas ondas es la cavitación que ha causado la onda de choque en su fase inicial de expansión.

Una característica principal de éstas fuentes puntuales es el bajísimo contenido de ondas de tracción procedentes de la forma asimétrica de los impulsos de las ondas de choque primaria.

La fuente de láser se utiliza en la actualidad solamente para la fragmentación de los cálculos ureterales a través de un ureteroscopio rígido o flexible.

Con respecto a la generación de las ondas con explosivos, hasta la actualidad se ha utilizado con el equipo japonés Yachiyoda (Litotritor microexplosivo SZ1).

### Fuentes extendidas:

Otra clase de fuentes de ondas son las fuentes extendidas: fuente electromagnética y emisor piezoeléctrico. El esquema de dicha fuente consiste en dos conductores con una capa aislante entre ellos. Existe un transformador con una fuerza actuante entre las dos capas conductoras que es el campo magnético. El esquema de la fuente electromagnética consiste en un generador que transmite la fuente de impulsos a una bobina plana. Esta corriente da lugar a una fuerza repulsiva entre la bobina y la membrana metálica y el movimiento resultante de la membrana induce una onda acústica plana dentro del fluido. (Fig. 2)

El otro tipo de fuente extendida es el emisor piezoeléctrico que es casi igual que la electromagnética. (Fig. 3)

Solamente hay que sustituir la bobina y la membrana por una placa piezoeléctrica (de cerámica). Naturalmente, hay cambios en parámetros específicos de la electrónica de alta frecuencia.

Las diferencias existentes entre las dos fuentes extendidas consisten en el coeficiente de conversión de energía, que es superior para el transductor piezoeléctrico y la presión máxima que puede alcanzarse que es mayor para el transductor electromagnético. En ambos casos la presión máxima está limitada por la descomposición eléctrica o mecánica de los compo-

nentes esenciales.

En las fuentes puntuales y en las extendidas, la energía acústica de los transductores puede concentrarse mediante reflectores o lentes o bien una combinación de ambos elementos.

La finalidad en el diseño del sistema debe ser siempre la minimización de las interfaces que condicionen una reflexión o transmisión no ideal.

En las fuentes puntuales, la mejor elección es un reflector elipsoidal. La distribución de la presión en el plano de salida siempre es máxima alrededor del eje principal, pudiendo variarse cambiando la abertura del reflector.

Teniendo en cuenta los datos técnicos de los diferentes sistemas, se pueden comprobar que se alcanzan presiones más elevadas con las fuentes puntuales. No obstante, con ambos tipos de fuentes sabemos que la desintegración del cálculo es posible.

Los factores físicos que condicionan la eficacia e inocuidad de las ondas de choque son: el tamaño de la zona focal, la ausencia de creación de cavitación, el gradiente de energía y el agente acoplante.

- 1) *Tamaño zona focal*: el tamaño del punto focal condiciona la cantidad de energía producida por unidad de superficie y es proporcional al traumatismo tisular. El tamaño de la zona focal está directamente relacionado con el tamaño de la zona emisora y se puede reducir con los generadores de gran tamaño, en los que la superficie de penetración de la onda a nivel de la piel es grande y, por tanto, existe menor sensación dolorosa.
- 2) *Ausencia de creación de cavitación*: la ausencia del mismo a nivel de los tejidos atravesados es el factor de inocuidad más importante.
- 3) *Gradiente de energía a nivel de la superficie del cálculo*: cuando la onda de presión alcanza el cálculo es parcialmente reflejada, creando una fuerza de tensión de dirección opuesta a la fuerza de presión. Cuando la onda de presión sale del cálculo, se produce el mismo fenómeno de compresión – depresión. Se ha demostrado que presiones de 500 bars pueden crear una fragmentación más fina que presiones más fuertes y traumatizantes de 3000 y 4000 bars.
- 4) *Agente acoplante*: el agente acoplante ideal es el agua, ya que su densidad acústica es la misma que la de los tejidos blandos del cuerpo humano. El acoplaje directo con el agua, permite limitar al máximo la pérdida de energía; el acoplaje con membrana es más fácil de manipular, pero se produce atenuación y dispersión de energía.

Cuando la onda de presión toma contacto con una interfase, la impedancia acústica cambia, de manera que la fase de tensión es reflejada dependiendo de la calidad acústica de su interfase. La fragmentación ocurre en el punto en que la onda de presión excede la resistencia del cálculo.

Ch. Chaussy comprobó experimentalmente que se desintegraban los diferentes cálculos urinarios cuando eran colocados en el punto focal. La exposición de eritrocitos y linfocitos a las ondas de choque no evidenció

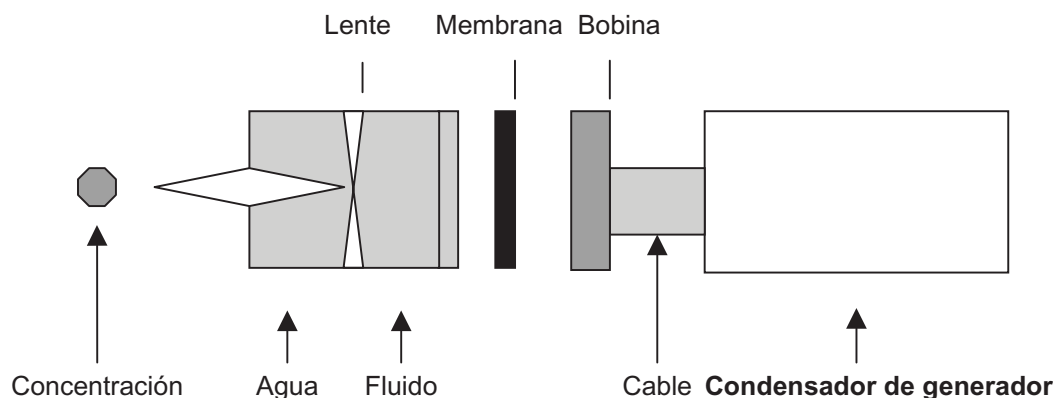
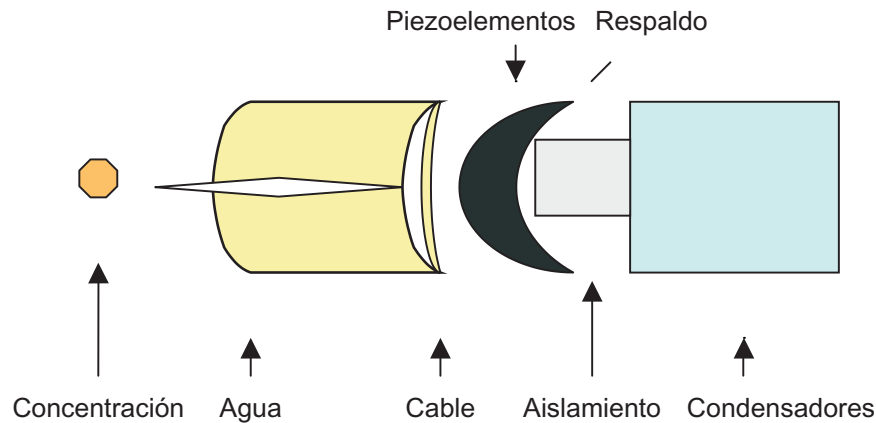


Fig. 2



**Fig. 3**

lesión alguna y tampoco existía mecanismo estimulante de proliferación tisular en el cultivo de linfocitos.

En una segunda fase se realizó experimentación animal con perros y ratas exponiendo sus diferentes órganos de la cavidad abdominal y torácica al efecto de las ondas de choque. Los estudios histológicos mostraron lesiones de los alvéolos pulmonares con hemorragia masiva por rotura alveolar.

En una tercera fase experimental, se comprobó la eficacia de la ESWL en perros con litiasis incorporada, consiguiendo la destrucción de la piedra en el 90% de los casos<sup>2-6</sup>.

### SISTEMAS DE GENERACION DE ONDAS DE CHOQUE

El éxito médico y económico de la litotricia extracorpórea se debe al sistema de generación eléctrica, desarrollado por Dornier; posteriormente se han empleado exitosamente otras modalidades de ondas de choque: sistema piezoeléctrico y sistema electromagnético que se consideran como dispositivos de "segunda generación"<sup>1</sup>.

#### Sistema de generación eléctrica:

El sistema de generación eléctrica ha sido desarrollado por Dornier y aplicado a sus diferentes modelos: HM3, HME modificado, HM4, MFL 5000 y MPL 9000. A continuación se describe el equipo Dornier HM3:

#### Sistema de generador de ondas de choque:

Está compuesto por el reflector elipsoidal, la trayectoria de la descarga eléctrica y el generador de impulsos. La trayectoria de la descarga eléctrica está ubicada de tal forma que la onda de choque se origina en el foco del reflector. La energía eléctrica es suministrada por un generador de pulso acoplado con el electrocardiograma (ECG). La descarga eléctrica entre ambas puntas del electrodo se produce exactamente en el foco del elipsoide. La trayectoria de descarga, el generador de pulso y el reflector están instalados de tal manera que el electrodo puede ser cambiado sin dificultad por el personal instruido.

#### Depósito acoplador y bastidor:

El líquido acoplador (agua desgasificada) se encuentra en un depósito de acero inoxidable. Ha sido diseñado para permitir el acceso preciso al cálculo renal, tanto sea de riñón derecho como el izquierdo. En el fondo del depósito se encuentra el reflector y las ventanillas para el paso de los rayos X.

#### Sistema de localización:

Está compuesto por un sistema de rayos X biaxial, dos tubos de ánodos rotativos y dos amplificadores visuales. El cuadro visual de rayos X es retransmitido a dos monitores que determinan la posición exacta del cálculo renal dentro del punto focal.

#### Dispositivo para la localización del paciente:

El paciente está situado en una camilla que permite situarlo adecuada-

mente a sus condiciones anatómicas. La camilla es desplazable en las tres dimensiones del espacio por medio de un sistema hidráulico muy sensible.

#### Sistema piezoeléctrico:

Las ondas de choque piezoeléctricas son generadas por elementos de piezocerámica (cuarzo), montados en disco mosaico cóncavo de 50 cm de diámetro. Cada elemento de piezocerámica produce un impulso energético de un segundo de duración, que se transmite a un punto focal en donde se concentra toda la energía.

El sistema piezoeléctrico requiere poca energía para generar la onda de choque, debido a que el punto focal es menor.

El disco contiene alrededor de 3000 elementos de cuarzo con una distancia focal de 35 cm y un foco de 4 x 9 mm; esto permite suprimir completamente la anestesia en la mayor parte de los casos. La energía aplicada sobre el generador permite seleccionar cuatro niveles de intensidad de la onda de choque que responden a 310 bar, 400, 620 y 1020 respectivamente.

#### Sistema electromagnético:

El sistema electromagnético desarrollado por Siemens consta de una fuente electromagnética que se transforma en ondas de choque y se acopla directamente al paciente (*Lithostar*).

El generador consta de un serpentín (6 sinfín), separado de una placa metálica. Con un impulso de alto voltaje sobre el mencionado serpentín, se induce la membrana metálica que es repelida rápidamente generando la onda de choque, que es transmitida por un pequeño tubo de agua. La focalización se consigue por un sistema de lentes acústicas, que concentran la energía en un punto focal estrecho que oscila de 11 x 90mm a 4 x 40 mm, lo que permite realizar el tratamiento bajo anestesia local. La presión conseguida en el área focal es de 550 bar.

La onda penetra en el organismo a través de la membrana de silicona, acoplada en el extremo del tubo de agua y la piel del enfermo.

### SISTEMAS DE LOCALIZACION DEL CALCULO

La localización de la litiasis puede realizarse por rayos X o por ecografía. Es necesario evaluar la fragmentación litiasica en el curso del tratamiento y verificar de forma permanente (tiempo real) si el cálculo está bien focalizado para su desintegración<sup>5</sup>.

#### Localización radiográfica:

El principio de la localización radiográfica reside en la proyección de una imagen sobre un plano necesita al menos de dos incidencias diferentes para localizar un punto en el espacio. Los constructores utilizan dos fuentes de rayos X. La disposición de los amplificadores de rayos x es tal que los haces coaxiales se cruzan en el punto focal. Cuando la litiasis se coloca en el centro de la pantalla de cada intensificador de imagen, se encuentra automáticamente situado en el punto focal. Existen

amplificadores con memoria de imagen que facilitan el control y cada cierto tiempo permiten realizar un seguimiento radiológico para conocer si la litiasis sigue bien colocada en el punto focal y para valorar como progresa el proceso de fragmentación.

Con las técnicas radiológicas, la localización está en función de la densidad radiológica y del tamaño en los cálculos radioopacos. Se visualizan correctamente los cálculos calcilares, piélicos y ureterales.

En los casos de cálculos radiotransparentes, la introducción de medio de contraste (intravenosa o retrógrada) permite visualizar la cavidad excretora y dirigir la onda al punto deseado.

### Localización ecográfica:

La ecografía permite visualizar los cálculos cualquiera que sea su radiodensidad. Tiene varias limitaciones, como son la obesidad del paciente y la localización litiásica a nivel de uréter lumbar o ilíaco. Como los ultrasonidos no son nocivos pueden utilizarse de forma continuada comprobando la correcta posición del cálculo y la fragmentación.

Los cálculos mas fáciles de distinguir ecográficamente son los calcilares, fundamentalmente los del grupo inferior. Los cálculos de cálices superiores son mas difíciles de localizar, pero la ventana hepática y esplénica pueden facilitar la imagen de estos cálculos.

En los cálculos de uréter la ecografía permite visualizar cálculos altos que causan dilatación ureteral. Cuando los cálculos están próximos a la vejiga es posible visualizarlos utilizando la ventana transvesical si la vejiga está suficientemente distendida, si bien esto no siempre es posible; en los cálculos de uréter lumbar e ilíaco sin dilatación ureteral la ecografía no permite su localización.

Cuando existen cálculos múltiples es difícil visualizarlos todos porque las sombras de una litiasis superficial puede enmascarar una litiasis mas central.

La incorporación de ambos sistemas de localización en los equipos de litotricia es lo ideal.

### DIFERENTES EQUIPOS DE LITOTRICIA

Los equipos de litotricia extracorpórea están caracterizados por su sistema de generación de ondas de choque.

La tecnología de descarga eléctrica empleada en la primera generación de litotritores ha sido modificada a través de los años y es ampliamente utilizada en los modelos electrohidráulicos<sup>8-9-10</sup>.

Actualmente los litotritores son frecuentemente comparados con el Dornier HM3 original.

Clayman y col. (1989) introdujeron el concepto del "Cociente de efectividad" (CE). Fue concebido con la intención de comparar una forma de tratamiento con una u otra máquina. Este cociente relaciona el índice libres de cálculos con la necesidad de tratamiento adicional (por ej., repetición de litotricia y procedimientos auxiliares) después de la litotricia inicial. Este valor se calcula con la siguiente fórmula:

$$CE = \frac{\text{Índice libre de cálculos (\%)}}{100\% + \% \text{ de tratamientos repetidos} + \% \text{ de procedimientos auxiliares}} \times 100$$

Los resultados del HM3 en cuanto a la ausencia de litiasis residual oscilan en un rango entre el 67,3 % y el 80,3% (Tabla 1).

Las cualidades técnicas responsables de la efectividad del equipo HM3 incluyen:

- **Zona focal amplia:** permite dirigir la energía sobre un área extensa (15 x 90 mm)

- **Elevada presión sobre el punto focal:** distribuye un alto nivel de energía sobre la zona focal.
- **Profundidad focal de 130 mm:** permite una adecuada carga de energía para la penetración.

Los parámetros técnicos del HM3 son importantes para la efectividad de la litotricia extracorpórea y deben ser mantenidos en cuenta para las otras variedades de equipos de litotricia disponibles en la actualidad. (Tablas 2,3 y 4).

Serie	Nº de pacientes	Procedimientos auxiliares (%)	Tratamientos repetidos (%)	Ausencia de litiasis (%)
· Lingeman et al	1840	13,5	7	80,3
· Cass	1337	89	5	67,3
· US Study Group	517	17	NR	78,9
· Graff et al	499	NR	4,1	73,7
· Politis and Griffith	863	5	9	74,3
TOTAL	5056	31,1	6,3	74,9

Tabla 1

### LITOTRITORES ELECTROHIDRAULICOS

	Medstone STS-T	HealthTronics LithoTron	Direx Co. (Triport X1)
Tipo	Descarga eléctrica	Descarga eléctrica	Descarga eléctrica
Enfoque	Reflector elipsoidal	Reflector elipsoidal	Reflector elipsoidal
Diámetro de elipsoide	150	200	190
Zona Focal (A x L)	13 mm x 50 mm	8 mm x 38 mm	15 mm x 15 mm
Presión focal (bars)	350	530	1000
Profundidad focal (mm)	150	150	125
Mecanismo gatillo	Acoplado a ECC*	Acoplado a ECC*	Acoplado a ECC*
Repetición de frecuencia (shocks/min)	120	120	120
Mesa para endourología	SI	SI	SI
Planos de localización	A - P*** / C - C**	A - P / C - C / ORBITAL	A - P / C - C
Voltage (kV)	18 - 24	14 - 26	14 - 22,5
Nº de shocks por electrodo	2400	7000	2400

\*\*\* A - P: Antero - posterior

\*\* C - C: Cráneo - caudal

\* ECG: electrocardiograma

Tabla 2

### INDICACIONES DE LAS ONDAS DE CHOQUE EXTRACORPOREA

La acumulación de experiencia y el análisis de los resultados clínicos han ido modificando a lo largo del tiempo las indicaciones y contraindicaciones relativas y absolutas de litotricia extracorpórea (ESWL)<sup>7</sup>.

La combinación de la endourología (nefrolitotomía percutánea y ureteroscopia ureteral) con la ESWL han reducido la cirugía de la litiasis a menos de un 10% de los casos, siendo especialmente efectiva esta asociación en la litiasis coraliforme y ureteral.

La cirugía abierta ha quedado limitada a una minoría de casos, sobre todo cálculos coraliformes complejos, lesiones anatómicas que requieren una corrección quirúrgica, la nefrectomía del riñón no recuperable o el fracaso y/o complicaciones de los métodos anteriores.

Las contraindicaciones absolutas y relativas de la litotricia se han reducido con la mayor experiencia y con los nuevos equipos. Se consideran

## LITOTRITORES ELECTROMAGNETICOS

	Karl Storz SLX -T	Dornier Compact Delta
Tipo	Electromagnético	Electromagnético
Enfoque	Reflector parabólico	Lentes acústicas
Diámetro de apertura de foco	300 mm	140 mm
Zona Focal (A x L)	6 mm x 28 mm	7.7 mm x 81 mm
Presión focal (bars)	1056	556
Profundidad focal (mm)	165	150
Mecanismo gatillo	Acoplado a ECG*	Acoplado a ECG*
Repetición de frecuencia (shocks/min)	60/90/120	120
Mesa para endourología	SI	SI
Planos de localización	***A - P / **C - C	A - P / C - C
Voltage (kV)	12 - 20	12 - 20
Nº de shocks por electrodo	7000	3000
Nº de shocks por generador	10.000.000	1.000.000
Nº de shocks por rollo magnético	800.000	600.000

\*\*\* A - P: Antero - posterior

\*\* C - C: Cráneo - caudal

\* ECG: electrocardiograma

**Tabla 3**

## LITOTRITOR MICROEXPLOSIVO

Empresa	Yachiyoda Japón
Máquina	SZ 1
Fuente	Microexplosiva
Foco	Elipsoide
Peso	700 kg
Distancia (cm)	13,5
Presión en punto	800
Zona Focal	1,0 x 3,0
Vida útil	Ilimitada
Acoplamiento	Agua / contacto directo

**Tabla 4**

contraindicaciones absolutas los trastornos de la coagulación no controlables, la obstrucción completa distal al cálculo que se va a tratar, el riñón no funcionante no recuperable, marcapaso cardíaco, deformaciones ortopédicas graves, aneurisma de aorta calcificado, los niños y la gestación.

Los factores que se han de tener en cuenta en las indicaciones de ESWL son:

- 1) El tamaño y la dureza del cálculo.

- 2) La morfología de la vía urinaria.

- 3) Tipo de litotriptor: sistema de localización y fuente de energía.

- 4) Criterios médicos: trastornos de la coagulación, hipertensión no controlada, aneurismas aórtico o renal, marcapasos, gestación, deformidades esqueléticas severas y obesidad patológica.

Desde el punto de vista amplio, son subsidiarios de ESWL todos aquellos cálculos situados en riñón o uréter con un adecuado drenaje de la vía urinaria. Sin embargo, el análisis de los resultados nos hacen cuestionar como discutibles ciertas anomalías renales, determinados cálculos y algunos pacientes<sup>3,4</sup>.

### Litiasis ureteral:

El tratamiento *in situ* de la litiasis ureteral mediante la litotricia por ondas de choque ofrece un elevado éxito en todas las series. Los factores que tipifican el cálculo ureteral se deben a la característica del mismo (localización tamaño, consistencia y número), las características de la vía excretora y las características anatómicas y funcionales de la unidad renal. Hay que admitir que algunos cálculos impactados con larga permanencia deben tratarse con maniobras endoscópicas de ascenso con catéter u otros métodos. Algunos cálculos por su dureza, impactación y localización requieren ureteroscopia y fragmentación intraureteral (ultrasonidos o lasertricia).

### Riñón en herradura:

Por su peculiar condición anatómica y morfología se ha comprobado que en la mitad de los casos tratados persisten restos calculosos a pesar de su correcta fragmentación. En este tipo de pacientes la ESWL, la nefrolitotomía percutánea y la cirugía son opciones válidas.

### Paciente monorroreño:

El riesgo de anuria obstructiva tras la fragmentación de los cálculos obliga a incrementar las maniobras endoscópicas: colocación de doble jota, cateterismos ureterales, nefrostomías y ureteroscopías. Si el cálculo es menor de 2 cm se considera subsidiario de tratamiento mediante ESWL. En cálculos de mayor tamaño es preferible la colocación de un catéter doble jota o realizar una nefrostomía percutánea previo a la ESWL. En el caso especial del riñón transplantado heterotópico el método de elección es la nefrolitotomía percutánea.

### La nefrocalcinosis:

Es subsidiaria de ESWL sólo cuando alguna de las calcificaciones intrapapilares emigra de la vía urinaria. Es obvio que las ondas de choque no benefician ni facilitan la eliminación de los cálculos de los túbulos colectores.

### Litiasis calicular intradiverticular:

No es tratable mediante ondas de choque ya que generalmente no se expulsan los fragmentos (particularmente difícil en el polo inferior).

### La litiasis infundíbulo-calicular:

Cuando existe cierta caliectasia es arriesgado tratarla mediante ESWL ya que, de no desprenderse los fragmentos, se reagudiza la obstrucción destruyendo el segmento renal correspondiente y precisando una nefrectomía parcial o una difícil nefrolitotomía percutánea.

### Ciertas estenosis pieloureterales:

Los pacientes portadores de una litiasis secundaria, descubiertas a partir de la cuarta década de la vida y sin manifestación clínica previa pueden ser pasibles de ESWL como primera opción terapéutica. Sin embargo, la estenosis pieloureteral primaria con litiasis, en general, es subsidiaria de cirugía quedando reservados para la endopielolitotomía percutánea los secundarismos de la cirugía.

### Litiasis cística:

Por su estructura cristalina ofrece una mayor resistencia a la fragmen-

tación. Estaría indicada la ESWL con tratamiento médico combinado, requiriendo elevar la intensidad del generador y precisando frecuentemente de varias sesiones. En cálculos mayores de 2 cm o coraliformes combinados la nefrolitotomía percutánea y la ESWL.

### Los pacientes para y tetrapléjicos:

Por las particular relación Huésped – Agente y el grado de infectividad de la litiasis de estos pacientes es conveniente la colocación de catéteres doble jota por incrementarse el riesgo de infecciones graves con difícil eliminación de los fragmentos por la precaria movilización del paciente, debiendo recordar para tal procedimiento la evaluación del tipo de anestesia a utilizar.

### Las derivaciones urinarias:

En el Bricker-Wallace y en las ureterosigmoidostomías después de la fragmentación calculosa, si el cálculo es de pequeño tamaño no suele plantear problemas de eliminación, siendo preciso que la anastomosis ureterointestinal sea complaciente. Si se trata de cálculos coraliformes, generalmente infectivos, la indicación es la nefrolitotomía percutánea o la cirugía abierta, complementado, de ser necesario (restos litiásicos), por ESWL.

### Litiasis coraliforme:

Las diferentes formas de presentación de la litiasis coraliforme requieren opciones terapéuticas distintas para cada caso en particular. Un grupo numeroso de litiasis coraliformes y pseudocoraliformes de consistencia blanda o intermedia con infundibulos normales y cálices poco modificados y buen funcionamiento renal son pasibles de monoterapia con ESWL y catéter doble J.

Los cálculos coraliformes de gran predominio central, poco ramificados y de consistencia dura pueden ser abordados mediante nefrolitotomía percutánea con un solo trayecto percutáneo y una sola sesión. La combinación de nefrolitotomía percutánea y ESWL está indicada en algunos cálculos coraliformes completos de consistencia intermedia o dura con distribución central y algunos cálices no accesibles al nefroscopio, pacientes monorrenos, derivaciones urinarias intestinales, etc.

## COMPLICACIONES Y EFECTOS SECUNDARIOS DE LAS ONDAS DE CHOQUE

Las complicaciones post-ESWL pueden ser inmediatas o tardías y ocasionadas por la eliminación de los fragmentos o como consecuencia de los efectos nocivos de las ondas de choque sobre el riñón u órganos vecinos.

Un estudio retrospectivo de los resultados clínicos del Centro Sanitario de Litiasis Renal en Barcelona (España), sobre 4000 pacientes mostró los siguientes resultados:

### COMPLICACIONES INMEDIATAS EN 19.858 SESIONES

- DOLOR COLICO (8,7%)
- SINDROME NEUROVEGETATIVO (3,8%)
  - FIEBRE (2,4%)
  - MOLESTIA RENAL (2 %)
- HEMATOMA PERIRRENAL (0,3%)
  - SEPSIS URINARIA (0,1%)
- DOLOR ABDOMINAL INESPECIFICO (0,1%)
  - CEFALEA INTENSA (0,06%)
  - TRANSFUSION (0,005%)
  - PANCREATITIS (0,005%)
  - CALLE URETERAL (0,01%)

### COMPLICACIONES TARDIAS EN 19.858 SESIONES

- COLICOS RENALES (9,18%)
- INFECCION URINARIA (6,5%)
- MOLESTIAS LUMBARES (2%)
- HEMATOMA PERIRRENAL (0,4%)
- ANULACION RENAL (0,2%)
- ATROFIA POSTOBSTRUCTIVA (0,19%)
  - NEFRECTOMIA (0,18%)
  - PIONEFROSIS (0,16%)
- COMPLICACIONES PULMONARES (0,03%)
  - ANULACION POLO RENAL (0,03%)

La rápida aceptación e introducción de la ESWL en el tratamiento de la litiasis ha propiciado la falsa creencia de que la tecnología es absolutamente inocua y que el tratamiento de las ondas de choque no induce efectos indeseables agudos o crónicos. Sin embargo son numerosas las publicaciones que ponen de manifiesto las complicaciones y efectos negativos de las ondas de choque en el organismo.

Se han realizado múltiples estudios clínicos y experimentales para valorar y analizar los efectos dañinos de las ondas de choque sobre el riñón y órganos vecinos. El fenómeno de la cavitación es el mecanismo más común de lesión tisular producido por las ondas de choque. La cavitación ocurre en campos de alta presión, y este fenómeno puede persistir durante milisegundos y favorecer la interacción entre las ondas administradas.

La valoración del daño tisular se puede cuantificar por ejemplo mediante el estudio funcional renal bioquímico, las determinaciones isotópicas, las elevaciones enzimáticas, las alteraciones en el Eco-doppler, las alteraciones en la tomografía axial computada (TAC) y en la resonancia magnética nuclear (RMN), y en los estudios histológicos.

### Calle ureteral:

La calle ureteral (“Stone street”) es una agregación de partículas en el uréter visualizadas en una placa radiográfica después de una ESWL. Es una complicación conocida de la ESWL y es un hallazgo en radiografías de rutina tomadas 24 – 48 hs. posteriores a la misma. Generalmente son asintomáticas, sin embargo, puede ser causa de obstrucción parcial o completa y puede estar acompañada ó no de infección. En esta situación se valorará la conducta quirúrgica, sobre todo en pacientes monorrenos<sup>3</sup>.

### Clasificación:

- *Tipo I:* Partículas menores de 2 mm de diámetro.
- *Tipo II:* Es liderado por un fragmento largo de 4 – 5 mm de diámetro seguido de una “cola” de partículas de 2 mm.
- *Tipo III:* Compuesta por fragmentos grandes.

El tratamiento de las mismas pueden ser divididos en tres grupos:

- *Grupo I:* Una calle asintomática puede ser expectada con controles semanales mediante Rx y ultrasonido hasta que las partículas se liberen espontáneamente.
- *Grupo II:* Una calle sintomática SIN dilatación proximal será cubierta con tratamiento antibiótico (ATB) y analgesia hasta el pasaje espontáneo ocurra.
- *Grupo III:* Una calle sintomática asociada con dilatación proximal ó síndrome febril requiere tratamiento mediante nefrostomía por punción, endourología y/o cirugía percutánea (Ureter superior).

Las secuelas tardías secundarias a las ondas de choque pueden ser la **hipertensión, la disminución de la función renal y el incremento de la recidiva litiásica.**

### a) Hipertensión:

La hemorragia parenquimatosa y perirrenal secundaria a la ESWL

puede ocasionar fibrosis por compresión del riñón condicionando alteraciones hemodinámicas y riñón de Page similares al traumatismo renal.

Los estudios retrospectivos realizados hasta la fecha para valorar la posible hipertensión secundaria a la ESWL son contradictorios.

J.E. Lingeman et al obtuvieron un 4 % de hipertensos en pacientes sometidos a litotricia extracorpórea, pero no se encuentran variaciones en la concentración de renina plasmática y concluyen que no está clara la relación entre la hipertensión arterial y ESWL.

J.V. Kaude et al observan un aumento de la tensión arterial tras la ESWL que requiere un incremento de la medicación hipotensora.

No es concluyente que exista relación entre la ESWL e hipertensión, y es injustificado alertar a los pacientes sobre el peligro de la hipertensión en la litotricia extracorpórea.

#### **b) Valoración de la función renal:**

Existen autores que han analizado la función renal mediante flujo plasmático renal efectivo (FPRE) o midiendo el filtrado glomerular (aclaramiento de inulina) y la actividad de la renina plasmática comprobando que en algunos enfermos el traumatismo renal induce a una disminución permanente de la función renal.

Se considera que los pacientes que sufren un daño renal importante con hematoma subcapsular secundario a la ESWL requieren un control clínico riguroso de la función renal y de la tensión arterial.

#### **c) Incremento de la recidiva litiásica:**

Un 50 % de los pacientes con enfermedad litiásica presentan recidivas. En la cirugía convencional por litiasis no existen cifras fiables de cálculos residuales en la globalidad de los enfermos operados, la introducción de las nuevas tecnologías ha propiciado un control riguroso de los resultados de las mismas. Sistemáticamente se realizan estudios radiológicos y ecográficos a corto y largo plazo permitiendo obtener porcentajes fiables de litiasis residual. Los restos calculosos postlitotricia condicionan un crecimiento más rápido de las litiasis, pero algunos autores no los consideran como una recidiva atribuibles al método, sino a su enfermedad litiásica.

#### **ROL DEL CATETER DOBLE JOTA EN ESWL**

El advenimiento de la ESWL como principal tratamiento para los cálculos renales y ureterales superiores le ha dado al catéter doble jota valor importante en el manejo de pacientes pasibles de tratamiento con litotricia extracorpórea (ESWL). Ejs.:

1. Creación de "capilaridad" para una mejor eliminación de fragmentos.
2. Prevenir la impactación de un cálculo piélico en uréter superior.
3. Ser utilizados como un catéter retrógrado para llevar el lito hacia la vía urinaria.
4. Como adyuvante para el pasaje del cálculo posterior a ESWL.

En conclusión, el uso de catéter doble jota permite el pasaje de fragmentos grandes posterior a ESWL, causando dilatación ureteral pasiva. Sin embargo, se debieran mantener por cortos períodos de tiempo por los problemas de calcificación del catéter (incrustación).

## CONCLUSIONES

En la última década la litotricia por ondas de choque se ha convertido en el método de elección para el tratamiento de los cálculos renales en todo el mundo.

La bibliografía confirma la eficacia clínica, la seguridad y la sencillez de la litotricia extracorpórea por ondas de choque.

Es sugerible la aplicación de un mínimo y suficiente número de ondas de choque, con un nivel de energía lo mas bajo posible.

El éxito depende de que los fragmentos sean eliminados a través del uréter, salvo cuando se combina con un procedimiento percutáneo. Numerosos fragmentos se alojan en los cálices inferiores y no pueden ser eliminados con facilidad. Los cálculos asociados a obstrucción de la unión pieloureteral deberían tratarse con cirugía a cielo abierto o con cirugía percutánea y endopielotomía. Los cálculos alojados en divertículos caliciales NO son eliminados en el 80 % de los casos.

No existen recursos que permitan predecir la dureza de un cálculo urinario.

Los efectos secundarios se pueden reducir e incluso evitar si se seleccionan y se preparan los pacientes cuidadosamente, utilizando medidas endoscópicas auxiliares.

La fácil aplicación y la disponibilidad de la litotricia extracorpórea no deben enmascarar el objetivo de descubrir y tratar los factores etiológicos que determinan la formación y la recurrencia de los cálculos, ya que se debe tener presente los cambios morfológicos y funcionales que esto condiciona en el aparato urinario.

## BIBLIOGRAFIA

1. Cass, AS: Comparison of first generation (Dornier HM3) and second generation (Medstone STS) lithotriptors; treatment results with 13.864 renal and ureteral calculi. *Journal of Urology* 1995; 153: 588 – 592.
2. Chaussy, C.; Brendel, W.; Schmiedt, E.: Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet*. 1980; 2: 1265 – 1268.
3. Coptcoat, M. J.; Miller, R.A.; Wickham, J.E.A.: Lithotripsy II. 1987. B.D.I. Publishing. London.
4. Drach, G.; Dretler, S; Fair, W., et al.: Report of the United States cooperative study of extracorporeal shock wave lithotripsy. *Journal of Urology* 1986; 135 (6): 1127 – 1133.
5. Graff, J.; Diederichs, W.; Schulze, H.: Long term followup in 1003 extracorporeal shock wave lithotripsy. *Journal of Urology* 1988; 140: 479 – 483.
6. Lingeman, J.: Extracorporeal shock wave lithotripsy. Development, instrumentation and current status. *Urol Clin North Am*. 1997; 24: 185 – 211.
7. Lingeman, J.; Smith, L.; Woods, JR. et al.: Bioeffects and long-term effects of ESWL. *Urinary calculi: ESWL, Endourology, and Medical Therapy*. Philadelphia, PA: Lea & Febiger; 1989: 273 – 292.
8. Martin, T.; Sosa, R.: Shock-Wave Lithotripsy. En: Walsh, P.; Retik, A.; Vaughan, Jr. ED et al., *Campbell's Urology*. 7<sup>th</sup> ed. Philadelphia, Pa: WB Saunders Co; 1998: 2735 – 2752.
9. Moran, M.; Wilbur, V.; Desai P., et al.: Outcomes of shock wave lithotripsy utilizing a Storz Modulith SLX: results in the first 200 patients. *Journal of Endourology*. 1999; 13: 74.
10. Wilbert, D.; Noske, E., et al.: New generation shock wave lithotripsy. *Journal of Urology*. 1987; 138: 563 – 565.
11. In vitro comparisson of shock wave lithotripsy. *Journal of Urology*. 2000; 164 (4) 1259 – 1264.

### Preguntas de Evaluación

El último fascículo de este módulo incluirá una hoja con un cuestionario de preguntas relacionadas a los temas tratados en el mismo, en el que los médicos podrán registrar sus datos personales y las respuestas elegidas. Este cuestionario deberá ser remitido por correo o fax al Comité de Educación Médica Continua, Secretaría de la S.A.U., Pasaje de la Cárcova 3526 (1172) Buenos Aires. Tel./fax: 4963-8521/4336/4337.

El requisito para aprobar el módulo consistirá en contestar correctamente por lo menos el 75% del total de preguntas.