
Litotricia extracorpórea*

Por: Académico Jorge Cavellier Gaviria

INTRODUCCION

La nefrolitiasis es una enfermedad relativamente frecuente que al parecer ha aumentado en las últimas décadas, especialmente con la adición de factores nutricionales más asequibles y que en verdad tienen una decisiva influencia en la formación de cálculos.

En los países industrializados afecta de 1 a 3% de la población adulta (Japón 1% – España 4.16%) con una recurrencia hasta en un 50% de los pacientes tras la formación de los primeros cálculos. Ello tiene, naturalmente, un impacto económico considerable tanto por los costos de hospitalización como por los costos indirectos originados en la incapacidad laboral de las personas afectadas.

Grandes esfuerzos se han hecho para investigar las causas metabólicas que intervienen en la formación de cálculos. Desórdenes tales como los relativos al metabolismo del calcio han sido particularmente clarificados, y como resultado ellos pueden ser manejados a medida de su desarrollo.

Sin embargo, la mayoría de los pacientes involucrados son solamente "formadores ocasionales de cálculos". En tales circunstancias es extremadamente difícil, si no imposible, identificar el verdadero sustrato del disturbio metabólico que lleva a la formación de cálculos.

Por estas razones el progreso decisivo en el tratamiento de los cálculos renales se ha concentrado mayormente en el área terapéutica en que los mayores progresos han tenido lugar en la extracción de los cálculos del riñón.

Entre los principales componentes de los cálculos humanos, el oxalato de calcio es el principal culpable, formando del 60 al 80% de todos los cálculos. El ácido úrico, con un 10%, ocupa un distante segundo lugar. Los cálculos formados sólo de materia orgánica son los únicos que pueden ser disueltos

en un período razonable de tiempo con la administración oral de drogas.

Por todo ello, y hasta hace poco, la cirugía abierta era el tratamiento electivo para buen número de pacientes. A causa de que las intervenciones quirúrgicas se acompañan de dolor, riesgo e infección y un prolongado tiempo de convalecencia, fue natural la búsqueda e investigación de procedimientos menos invasivos y más placenteros.

El primer procedimiento no quirúrgico diseñado para la extracción de cálculos renales desde el exterior mediante la punción renal controlada ultrasonográficamente fue la litolapaxia percutánea. Esta modalidad, gracias al progreso de la fibra óptica y el diseño de endoscopios flexibles y rígidos de pequeño calibre, dio lugar al desarrollo de la endourología. Esta técnica fue desarrollada en la Clínica Universitaria de Mainz al final de los años 70 y pronto ganó aceptación mundial.

La litolapaxia ha reducido considerablemente el dolor quirúrgico y ha acortado tanto la estadía hospitalaria como el tiempo de convalecencia. Esta técnica tiene la ventaja de realizar mediante un nefroscopio la extracción de cálculos directamente del riñón bajo control visual o la trituración bien ultrasónica o mediante sondas electrohidráulicas dentro de la misma pelvis, con el fin de evacuar los fragmentos en el mismo acto operatorio.

Una variante consiste en la utilización de endoscopios flexibles, que permite la localización y extracción de cálculos en sitios difíciles o en la porción proximal del uréter.

Otro método consiste en el empleo de ureterorenoscopios rígidos o flexibles, o ambos, que son pasados a través de la uretra y la vejiga hasta la porción distal del uréter para lograr, mediante canastilla o pinzas, la extracción entera de cálculos enclavados en ese sector. También mediante tales instrumentos, cálculos mayores pueden ser fragmentados mediante litotricia ultrasónica, electrohidráulica o de láser.

*Presentación ante la Academia Nacional de Medicina, el 17 de septiembre de 1992.

El desarrollo de la litotricia extracorpórea por ondas de choque (E.S.W.L.) es el último adelanto en este campo, procedimiento que permite destruir los cálculos renales y ureterales sin emplear medios invasivos.

LITOTRICIA: PRINCIPIOS BASICOS

La palabra litotricia viene del griego litos (piedra), y tricia, del latín (triturar).

La idea es tan antigua y simple como lo es el dejar caer una pequeña piedra en un estanque de agua, lo cual produce ondas por el impacto.

El principio de enfocar energía acústica se conoce desde la antigua Grecia, cuando se construyeron bóvedas para alcanzar a oír los murmullos de los enemigos prisioneros, y fue en el año de 1966 cuando por casualidad se descubrió una posible aplicación médica al conocerse la transmisión de ondas de choque a través del cuerpo humano sin ocasionar daño alguno. Con este descubrimiento nació la idea de un nuevo tratamiento médico aplicable a la destrucción de cálculos renales.

La litotricia extracorpórea por ondas de choque se basa precisamente en el principio de ejercer mediante la aplicación de ondas de choque sobre el paciente una presión tal que fragmente el cálculo renal en partículas muy pequeñas.

Este método fue aplicado por primera vez en el ser humano en 1980 por los profesores Chaussy y Schmidt de Munich, gracias al desarrollo técnico de la compañía Dornier, dedicada inicialmente a la fabricación de aviones, con lo cual culminaba un avance decisivo en el área científica, particularmente en una especialidad médica muy popular: la urología.

El equipo desarrollado por Dornier para la práctica de litotricia extracorpórea fue puesto al servicio general en 1983 con la técnica más espectacular para eliminar cálculos renales y ureterales al presentar innumerables ventajas para el urologo y su paciente, entre otras, eliminar nada menos que los traumas generados por la tradicional intervención quirúrgica. Ahora el enfermo sólo requiere disponer de una hora de su tiempo para ser tratado y no requiere hospitalización, ni cirugía, ni anestesia. Desde que el primer paciente fue tratado satisfactoriamente para litiasis renal con litotricia extracorpórea con ondas de choque por Chaussy y asociados en 1980, rápida y amplia aceptación para

el uso de esta forma de tratamiento de cálculos, ha constituido el tratamiento electivo para cerca del 80% de los cálculos renales. Series clínicas en todo el mundo han documentado la eficacia de las ondas de choque en el tratamiento de cálculos renales y ureterales.

Una estructura sólida se fragmenta si se le aplica una presión superior a un valor limite que llamaremos carga de ruptura. Si la carga se aplica en forma alternativa, la ruptura puede producirse con presiones inferiores. El límite de fatiga corresponde a un valor mínimo de presión, por debajo del cual, no importa el número de ciclos impuestos, la estructura no se partirá. La experiencia ha probado que un exceso de carga produce una fragmentación más gruesa de la estructura sólida que una potencia bien ajustada.

En el caso de la litotricia extracorpórea, la fragmentación no se obtiene por contacto directo, sino que ésta debe hacerse a distancia, transmitiendo la presión hasta la estructura a destruir. Esta transmisión de la presión se efectúa precisamente mediante ondas denominadas elásticas.

Toda variación de presión y todo desplazamiento engendrado en un punto de una estructura se propaga a partir de este punto bajo ondas llamadas elásticas, las cuales, dependiendo de su forma exacta y de su frecuencia, llevan los nombres de ondas acústicas, ondas sonoras, ondas ultrasónicas, ondas de choque, etc., las cuales todas sin embargo obedecen a las mismas leyes de propagación y se rigen por las mismas ecuaciones. La velocidad de propagación depende de la naturaleza del medio; así, en los gases está alrededor de 300 metros por segundo; de 1.500 metros por segundo en los líquidos y de 3.000 a 10.000 metros por segundo en los sólidos.

Para lograr la destrucción de un cálculo y para que la onda elástica pueda ser eficaz, su intensidad tiene que ser suficiente, pero también su poder promedio tiene que ser débil, a fin de evitar un calentamiento excesivo de los tejidos.

Por el riesgo de calentamiento, la amplitud de los desplazamientos debe ser reducida al posible mínimo para limitar el riesgo de traumatismo tisular y en consecuencia se necesitan impulsos de duración extremadamente breves. Además la onda debe poderse focalizar perfectamente con la finalidad de obtener una concentración de energía sobre el

cálculo en una zona limitada, lo cual puede lograrse cuando la duración es más breve.

De esta manera, a causa de todos estos fenómenos que hay que controlar, ello se traduce en la necesidad de obtener ondas con impulsos de muy corta duración, fáciles de concentrar y capaces de fragmentar los cálculos sin desplazamiento ni traumatismo tisular. Se obtiene un buen resultado eligiendo impulsos cuya duración esté por el orden de 1 micro-segundo.

MECANISMOS DE FRAGMENTACION

Las ondas de choque de alta energía son usadas en igual forma en todos los litotritores disponibles en la actualidad. Tales ondas de alta energía son generadas en agua por la brusca producción de energía en un pequeño espacio y son transmitidas, de acuerdo con las leyes de la acústica, a través del agua y de los tejidos blandos, con muy poca atenuación de la energía, debido a que estos materiales tienen densidades similares. Cuando la onda de choque encuentra el límite entre sustancias de diferentes densidades o impedancias acústicas, la resistencia a la tensión de ese objeto puede ser vencida por la fuerza compresiva generada. El contacto de una onda de choque de suficiente energía con un cálculo, produce una onda de compresión a lo largo de la cara frontal del cálculo, causando la desintegración o desmoronamiento de esa parte anterior. A medida que la onda de choque atraviesa o progresa hacia la superficie posterior del cálculo, parte de la energía es reflejada creando debilitamiento y fragmentación en esta superficie. Repetidas ondas de choque enfocadas en el cálculo, eventualmente reducen éste a muchos pequeños fragmentos que pueden ser eliminados espontáneamente. El fenómeno de la onda compresiva resulta en una implosión más que una explosión de fragmentos, lo cual reduce la energía cinética total de los fragmentos al utilizar un gran número de ondas de choque. Este hallazgo, soportado por extensa investigación clínica, explica la baja incidencia de lesiones a los tejidos adyacentes durante la fragmentación con ondas de choque de alta energía.

En resumen, la fragmentación de los cálculos renales se basa en ciertas características de las ondas de choque:

- Pueden transmitirse directamente por el tejido orgánico.
- Mediante reflectores, se pueden concentrar sobre pequeñas áreas en el organismo.

- En materiales quebradizos tales como cálculos renales, la presión de la onda de choque puede, en breve espacio de tiempo, superar el límite de resistencia del cálculo. El concremento en su parte anterior es entonces destruido por el paso de la onda.
- Debido a la baja resistencia a la tracción de las sustancias minerales del cálculo, la onda de tracción que se produce por la reflexión en la parte posterior del cálculo causa, aun con amplitudes bajas, fisuras en la estructura del mismo.
- Al aplicar repetidamente ondas de choque, el cálculo es expuesto a cargas mecánicas intermitentes que causan un ablandamiento de la estructura mineral y posteriormente la destrucción del centro del cálculo no afectado al principio.

ONDAS DE CHOQUE

Al contrario de las aplicaciones médicas convencionales de ultrasonido diagnósticas o terapéuticas, las ondas de presión generadas por los equipos de E.S.W.L. es grandemente distorsionada en relación con una onda sinusoidal normal.

El grado de distorsión depende, entre otras cosas, del poder de la fuente y de la distancia que la onda recorre desde la fuente. Si las presiones involucradas son altas, ocurre distorsión peculiar en las ondas, denominadas entonces así como ondas de choque, las cuales son utilizadas por los equipos de E.S.W.L. para la fragmentación de concreciones tales como los cálculos renales.

El diagrama representa una onda típica de presión utilizada en los litotritores y que muestra algunos parámetros que se utilizan para caracterizar los distintos tipos de ondas producidos en los diferentes equipos. Estos parámetros son las presiones pico ($P +$ y $P -$), el tiempo de elevación (t_r) y la amplitud del impulso (T_w).

La presión positiva pico ($P +$) varía según los equipos dentro de valores que oscilan de 20 – 100 MPa en razón a que por debajo de 20 MPa el fracturar cálculos renales comienza a ser muy difícil. Este valor pico ($P +$) puede ser de 10 a 100 veces mayor que aquéllos utilizados en ultrasonido diagnóstico.

Las presiones pico negativas ($P -$) son francamente inconvenientes en razón a que se asocian a la cavitación, fenómeno que resulta peligroso por la concentración de energía acústica en los tejidos.

Por ello, los fabricantes se cuidan especialmente de que esta parte de la curva sea plana.

La teoría sugiere que una rápida elevación de la presión (tr) y una corta amplitud del impulso (Tw) son condiciones requeridas para una ruptura eficiente en los cálculos y fragmentación del objeto en pequeños fragmentos.

A pesar de que los principios básicos de la litotricia por ondas de choque permanecen sin cambio, muchos avances tecnológicos y modificaciones de los litotritores disponibles, han expandido significativamente las aplicaciones clínicas de litotricia.

Zona focal:

Es importante saber que la zona focal se refiere a la máxima presión en el punto focal de la onda de choque. La propiedad típica de cualquier onda de choque se traduce en que la presión es distribuida mucho más ampliamente en la dirección axial que en la dirección lateral. Normalmente la distribución de la presión en la región focal se mide en la dirección axial en un nivel de la mitad de la presión máxima, sección denominada zona focal.

Los diferentes tipos de litotritores tienen completamente diferentes las presiones máximas. Pero, ¿cuál nivel de presión tiene interés médico? Desde que la discusión relativa a la distribución de la presión se hace en conexión con un posible daño tisular, la atención debe concentrarse en este punto. Hay publicaciones que indican que el daño puede ocurrir en el órgano con presiones de amplitudes a 400 bar (40 mpa), cuando el órgano es directamente sometido a la onda de choque o si el cálculo está localizado por fuera del cono de la onda de choque, lo cual puede observarse si el disparo se hace en una localización incorrecta del cálculo. El sistema Lithostar evita una presión mayor de 400 bar aun el máximo kilovoltaje seleccionado de 19 kilovoltios. Sin embargo, usualmente, presiones más bajas de 15 a 18 kilovoltios son suficientes para desintegrar cálculos urinarios satisfactoriamente y sin ninguna medicación. En resumen, debe ser puntualizado que la presión de una onda de choque debe ser tan alta como sea necesaria para desintegrar un cálculo, o sea mayor de 200 bar para cálculos urinarios, pero por otra parte la presión de la onda de choque debe ser igualmente tan baja como sea posible para minimizar el daño tisular (presión menor de 400 bar para tejido renal).

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Todos los litotritores comparten 4 principales componentes: una fuente de energía, un dispositivo de foco, un medio de conexión o acoplamiento y un sistema de localización del cálculo.

GENERACION DE ONDAS DE CHOQUE

Existen dos tipos básicos de generadores de ondas de choque: el primero, integrado por los generadores de fuentes puntuales, donde las ondas se generan en un punto de volumen reducido divergente de forma esférica y que son concentradas por medio de espejos o de lentes, constituyendo los equipos electrohidráulicos (Dornier, Direx, Medstone, Technomed), y lo segundo, por los generadores de fuentes repartidas, donde los impulsos son emitidos a partir de una superficie donde todos los puntos vibran en fase coherente, tales como en los equipos piso-eléctricos (Diasonics Edap y Wolf) y los equipos electromagnéticos (Siemens).

ONDAS DE CHOQUE ELECTROHIDRAULICAS

El generador de ondas de choque electrohidráulicas está localizado en la base de un recipiente de agua y produce ondas de choque mediante una chispa eléctrica generada entre dos electrodos de 15.000 a 25.000 voltios y un microsegundo de duración. La descarga de esta chispa de alto voltaje causa rápida evaporación de agua que genera onda de choque por expansión del líquido alrededor de la misma. El generador electrohidráulico se encuentra localizado dentro de un reflector elipsoidal que concentra las ondas de choque para ser reflejadas a un segundo punto focal.

La repetición de ondas de choque generadas electrohidráulicamente desde una máquina de primera generación produce dolor a nivel de la piel y en el sitio del foco, por lo cual se necesita anestesia general o regional durante la litotricia. Los equipos electrohidráulicos de segunda generación tienen una más amplia apertura del elipsoide y una intensidad menor de la energía allí generada; sin embargo, algún tipo de analgesia, bien sea sedación, o anestesia local, generalmente es requerida en la mayoría de los litotritores electrohidráulicos de segunda generación.

ONDAS DE CHOQUE PIEZOELECTRICAS

Las ondas de choque piezoeléctricas se generan por la brusca expansión de elementos cerámicos

excitados por una fuente de energía de alta frecuencia y alto voltaje. Este movimiento de los elementos piezocerámicos genera una onda ultrasónica que a su vez produce una onda de choque dirigida al punto focal inicial. La onda es entonces propagada a través de agua mediante distintos mecanismos según el fabricante. El mecanismo esférico de foco de los litotritores piezoeléctricos provee una amplia región de entrada de la onda de choque en la superficie de la piel y una región focal muy pequeña (4×8 en Wolf). La combinación de amplia apertura de la esfera focal, de amplia zona de entrada en la piel, de foco pequeño y bajas presiones, hacen que los generadores piezoeléctricos disminuyan la necesidad de anestesia en estos equipos.

ONDAS DE CHOQUE ELECTROMAGNETICAS

En los equipos electromagnéticos (Siemens) las ondas de choque se generan cuando un impulso activa el movimiento de una membrana metálica dentro de un tubo de choque o "cañón". La onda resultante en el tubo de choque relleno de agua es enfocada por un lente acústico y transmitida o acoplada a la superficie del cuerpo mediante un cojín de agua. Alguna forma de sedación o de anestesia local, o ambas, usualmente se requiere durante el tratamiento con este tipo de litotritores electromagnéticos, debido a la pequeña apertura y a la moderada presión generada.

ENFOQUE DE LAS ONDAS DE CHOQUE

Una vez que las ondas de choque son generadas, deben enfocarse en el cálculo de acuerdo con el método utilizado en la generación de ondas de choque. En las máquinas electrohidráulicas, un reflector elipsoidal es requerido; en los elementos piezocerámicos se utiliza un disco esférico y en los litotritores electromagnéticos, en donde la vibración de membranas metálicas produce una onda acústica, se requiere de lentes para realizar el enfoque de la onda de choque.

ACOPLAMIENTO DE LAS ONDAS DE CHOQUE

El medio para acoplamiento corrientemente utilizado por los diferentes litotritores varía desde un baño de agua de 1.000 litros hasta un cojín de agua cerrado. El baño de agua requiere una única posición del paciente en la tina, de tal forma que el cálculo se localiza en un segundo punto focal (F-2).

Las máquinas de segunda generación han adoptado diseños para acoplamiento que minimizan los requerimientos de espacio, lo mismo que inconvenientes fisiológicos y funcionales de un baño de agua. Los modelos corrientes usan bien un cojín de agua cerrado, una pequeña poceta de agua o un tubo de ondas totalmente hermético.

LOCALIZACION DEL CALCULO

La localización del cálculo durante la litotricia, actualmente se lleva a efecto bien con fluoroscopia o ultrasonografía. La fluoroscopia provee al urólogo de una modalidad familiar y tiene el beneficio adicional de ser efectiva en la localización de cálculos ureterales. Además, la fluoroscopia facilita el uso de medios de contraste para delinear la anatomía del sistema colector. Sin embargo, este sistema de fluoroscopia requiere más espacio y genera el riesgo inherente de radiación ionizante. La ultrasonografía ofrece la ventaja de la localización de cálculos en forma continua, lo mismo que una efectiva identificación de cálculos radiolúcidos sin exposición a radiaciones. Los equipos basados en ultrasonido tienen igualmente la importante capacidad de la localización de cálculos biliares para litotricia biliar. El principal inconveniente del ultrasonido en la localización de cálculos, consiste en la necesidad del adiestramiento en estas técnicas para ser utilizado por los urólogos y la dificultad en la localización de cálculos ureterales.

EXPERIENCIA CLINICA CON EL LITHOSTAR SIEMENS

El primer Lithostar Siemens fue desarrollado en el Departamento de Urología de la Universidad de Mainz y los primeros pacientes fueron tratados en 1986. Un segundo Lithostar fue instalado en Oberhausen, bajo la dirección del profesor Gert Hutschenreiter. Fue allí precisamente donde personalmente pude recibir la información necesaria y el entrenamiento con le propio Hutschenreiter, lo cual nos permitió instalar en la Clínica de Marly, el 12 de diciembre de 1988, un equipo igual al allí utilizado.

Este equipo de trabajo multifuncional se presta de una manera excelente para la terapia y el diagnóstico en urología.

Diseñado especialmente para el tratamiento de la litiasis de todo el tracto urinario por medio de litotricia extracorpórea por ondas de choque, su versatilidad incluye la posibilidad de realizar pro-

cedimientos auxiliares eventualmente necesarios, tales como nefrolitolapaxia percutánea, la ureterorenoscopia, la cistoscopia y el cateterismo.

El diseño del sistema Lithostar consiste en una mesa motorizada con dos generadores electromagnéticos de ondas de choque integrados. Utiliza fluoroscopia biplana para ubicación de dos fuentes de rayos X de localización celiática y de dos intensificadores de imagen de 7 pulgadas, situados en la base de la mesa.

Estos intensificadores con pantallas de yoduro de cesio garantizan alta resolución y ampliación, particularmente útiles para la localización de los cálculos, aun los de débiles sombras.

Un sistema de rayos X provee proyecciones radiológicas A.P. e imagen fluoroscópica, mientras el segundo provee una proyección oblicua (aproximadamente de 45% del eje vertical), en el eje longitudinal de la mesa. Un portaplacas a su vez permite obtener placas radiológicas convencionales.

Dos monitores de video se suministran, uno para cada uno de los sistemas de Rayos X, los cuales son capaces de generar imágenes fluoroscópicas continuas de bajo poder y breves disparos de alto poder.

Estos implementos garantizan un sistema de localización de extraordinaria calidad de imagen, o sea una buena resolución espacial y de contraste, asegurando así una adecuada definición de contrastes. La localización radiológica biplana no sólo permite posicionar exactamente el cálculo en el foco de la onda de choque, sino que permite otras formas múltiples de aplicación.

Se suministran dos tubos o "cañones" productores de ondas de choque: uno para el tratamiento de los cálculos izquierdos y otro para los derechos.

Cuando estos "cañones" son retraídos dentro de la mesa, se pueden efectuar los siguientes procedimientos urológicos: nefrolitotomía percutánea, radiografía estándar A.P. y métodos endoscópicos retrógrados, tales como cistoscopia y ureterorenoscopia.

El tubo oblicuo de Rayos X puede ser retraído dentro del soporte celiático para facilitar el acceso al paciente durante estos procedimientos.

Durante el tratamiento el cañón apropiado se proyecta desde la mesa en tal forma que las ondas de

choque se acoplen al paciente mediante fuelles llenos de agua y un disco de jalea. Este mecanismo compacto de acoplamiento elimina la necesidad de un gran baño de agua y del equipo para procesamiento de agua.

La tecnología del Lithostar permite, por ello, que todo el procedimiento sea efectuado en una superficie completamente seca.

TUBO O CAÑÓN DE ONDAS DE CHOQUE

El mecanismo de generación de ondas de choque es similar a la producción del sonido en un altoparlante.

Un gran capacitador se carga con 16 a 22 kilovoltios. Aproximadamente 200 watios-segundos se almacenan en el capacitador en poco más de medio segundo. Esta energía es rápidamente descargada (en 5 microsegundos) mediante una bobina fija en la base del cañón.

Una membrana aislada separa la bobina de una membrana metálica altamente conductiva.

La vibración en la bobina induce un campo magnético opuesto en la membrana de metal y repulsión de estos dos componentes. Desde que la bobina es fija, la membrana metálica es rechazada hacia adelante, comprimiendo de esa manera el agua contenida en el tubo o cañón. La onda de presión generada (onda de choque) se transmite a lo largo del eje longitudinal del tubo y es enfocada por lentes acústicos hacia el blanco.

La máxima presión en el área del blanco es de aproximadamente 600 bar* y es suficiente para fragmentar el cálculo urinario.

Cuando menos 50% de la energía es concentrada en un área de un (1) centímetro de diámetro y aproximadamente 6 centímetros de longitud en la dirección de la onda.

Debido a que los movimientos del riñón inducidos por la respiración decrecen la eficiencia de los golpes por las ondas de choque, mediante el equipo Lithostar se puede coordinar el disparo al final de la fase espiratoria, lo cual incrementa la eficiencia de la fragmentación y reduce el número total de impulsos necesarios para la pulverización. Igualmente una sincronización electrocardiográfica puede utilizarse si algún paciente desarrolla arritmias inducidas durante el tratamiento.

(* Bar = Unidad de presión).

PROCEDIMIENTO

Al paciente que ha de ser sometido a tratamiento para litotricia se le solicitan algunos requisitos previos:

Cuadro hemático, recuento de plaquetas, P.T.T., glucemia, parcial de orina, urocultivo, urografía excretora, y en caso de alergia al medio de contraste, ecografía renal y renograma. En pacientes mayores de 40 años, E.C.G. y Rayos X de tórax.

Una vez que el paciente ha sido estudiado y seleccionado, es llevado a la sala de litotricia y en posición de decúbito, mediante los dos equipos de Rayos X, utilizando fluoroscopia, se localiza el cálculo con la mayor exactitud, ya sea piélico o ureteral.

En seguida se realiza el acoplamiento del tubo o "cañón" generador de las ondas, bien al lado izquierdo o derecho del paciente y se da comienzo al tratamiento.

Básicamente todo paciente es susceptible de ser sometido a litotricia si su función renal es adecuada, con un mínimo de 20-25 ml por minuto de filtración glomerular, pues con cifras inferiores los fragmentos calculosos no pueden ser expulsados.

Existen, desde luego, contraindicaciones relativas, tales como la hipertensión arterial no controlada, infección no controlada, la obstrucción urinaria, coagulopatías y obesidad excesiva por problemas técnicos. Una contraindicación absoluta es el embarazo.

La composición de los cálculos tiene cierta importancia en lo que hace relación a su dureza o resistencia a las ondas de choque; se consideran "blandos" los constituidos por oxalato de calcio (wedellita) y los de fosfato amónico magnésico (estruvida); de dureza media, los de ácido úrico y los de fosfato cálcico dihidratado (hidroxiapatita), y los duros, de cistina y oxalato de calcio monohidratado (whewellita). Sin embargo, en cualquiera de ellos es posible obtener su fragmentación, como es el caso de los grandes cálculos coraliformes de poca masa en que la sola monoterapia en 3 o 4 sesiones puede lograr su eliminación, o en los más grandes en un número mayor de sesiones.

La técnica empleada por Litomédica, o sea la organización filial de la Clínica Marly en el tratamiento de los cálculos, utiliza 7.000 choques en el uréter y 4.000 en el riñón, pero a veces se rompen con

menos impulsos. Generalmente la frecuencia es de 110 golpes por minuto. El tratamiento se inicia con 10 K.V. de potencia para ir ascendiendo paulatinamente a 18.1 o 19 K.V., dependiendo del grosor o masa del cálculo. El ascenso gradual se utiliza para acostumbrar al paciente y hacerlo más tolerable a la sensación dolorosa y leve que se siente.

En general se utilizan en promedio 1.6 sesiones en los cálculos simples y de 2.2 sesiones incluyendo los coraliformes.

Ultimamente nuestros médicos utilizan la inserción de un catéter "Doble J" en todo cálculo mayor de 2 1/2 cm de diámetro, en coraliformes o en riñones únicos con el fin de facilitar la eliminación de los fragmentos, toda vez que es muy rara la ocasión en que es necesario hospitalizar a un paciente cuando aparece dolor intenso en el 2% de los casos cuando más.

Cálculos coraliformes

Merece especial mención el tratamiento de los cálculos coraliformes en razón a su etiopatogenia y dificultad de tratamiento médico y quirúrgico en el pasado. Mediante litotricia extracorpórea es posible su tratamiento en 3 sesiones y a veces más, dependiendo de la masa del cálculo y del empleo de catéteres doble J.; por razones económicas la técnica combinada con endourología debe tenerse en cuenta.

Anestesia vs. analgesia

En nuestro servicio básicamente todo paciente es tratado sin anestesia, en consideración al hecho de que el dolor que puede presentarse durante el tratamiento es tolerable y se puede calificar de leve en un 23% de los casos y moderado en un 7%. Cuando ello se presenta aplicamos Fentanyl I.V. o Midizolam, o ambos, si es necesario.

La necesidad de recurrir a anestesia general es excepcional. En niños acudimos a la ayuda del anestesiólogo, con el fin de suministrar analgesia, mediante Talamonal y Midizolam; pero como en el adulto, el procedimiento es tolerado sin recurrir a otros medios.

Las complicaciones, raras en verdad, se refieren a la organización de una "calle litiásica" en el uréter debido a la acumulación de fragmentos pequeños en este tramo de las vías urinarias. Su manejo es expectante, sintomático, o en algunos casos se re-

curre a un tratamiento adicional de litotricia extracorpórea.

Ocasionalmente también es necesario recurrir, en presencia de obstrucción o dolor acentuado, a la realización de nefrostomía percutánea bajo anestesia local, con el fin de obtener un drenaje alto de la vía urinaria.

Los hematomas perirrenales, otra posible complicación, se producen en general muy finos, laminares y la conducta aconsejada es expectante en que en ningún caso ha sido necesario recurrir a cirugía abierta.

En una paciente de lupus eritematoso, quien desarrolló un hematoma considerable, fue necesario realizar un drenaje percutáneo simple para solucionarlo.

En cuanto a infección urinaria, es más aconsejable su profilaxis, pues el tratamiento por ondas de choque se prefiere en sistemas libres de infección, toda vez que la posibilidad de una sepsis de importancia no puede ignorarse y de hecho se han presentado en poquísimos casos sin consecuencias.

En lo referente a controles se acostumbra en nuestra institución a realizar una radiografía simple renal uno o dos días después del tratamiento, así como posteriormente para estar seguros de que no hay la menor evidencia de cálculos residuales en un tiempo determinado.

PACIENTES ATENDIDOS Y RESULTADOS

Nuestra experiencia, ya cercana a los 4 años, puede resumirse en la atención de 1.740 pacientes, de los cuales 1.504 presentaron cálculos "simples", que requirieron una sesión o poco más de una con el fin de obtener la eliminación del cálculo y de 236 pacientes con cálculos coraliformes completos o parciales, quienes requirieron un mayor número de sesiones para su eliminación en la forma de monoterapia para esta complicada afección.

En cuanto a los resultados globales, se pueden asegurar un 96% de éxitos y tan sólo un 4% de fracasos en circunstancias especiales, lo cual habla bien de las bondades de un procedimiento bien planeado y ejecutado.

CONCLUSIONES

El sistema electromagnético del Lithostar facilita el tratamiento efectivo de los cálculos a cualquier

nivel del tracto urinario alto, esto es, riñón y uréteres.

El sistema tiene las siguientes ventajas:

1. Es un procedimiento indoloro, que no requiere anestesia y sin inmovilización del paciente.
2. La litotricia puede realizarse sin restricción alguna en las vías urinarias superiores.
3. El tratamiento es posible ambulatoriamente en la mayoría de los casos.

Solamente un tratamiento simple es necesario en el 80% de los pacientes, lo cual, sin embargo, depende del tamaño y de la edad del cálculo. Los cálculos coraliformes no se incluyen en esta premisa. Las indicaciones para la litotricia con el Lithostar son absolutas y se limitan solamente en casos de cálculos gigantes, cuando la función renal está restringida o cuando se presenta una patología obstructiva.

Cálculos renales

Estos cálculos, a su turno, se dividen claramente en dos grupos: el cálculo simple, hasta de 1.5 cm de diámetro, y el cálculo simple o cálculos múltiples, de un tamaño que en total sobrepasan 1.5 cm de diámetro.

El primer grupo se considera ideal para todos los casos de litotricia. Estos cálculos son tratados con todo éxito en todos los casos y el paciente se encuentra libre de cálculos un mes más tarde.

El grupo de cálculos renales complejos requiere más de una sesión de litotricia en el 80% de los casos, pero en casi todos estos casos el tratamiento ambulatorio ha sido suficiente.

En algunos pacientes con grandes masas calculosas, el uso temporal de un catéter doble J ha sido utilizado para eliminar los fragmentos calculosos.

La calle litiásica obstructiva o "steinstrasse" que ocurre cuando grandes cálculos son triturados, son tratados de una manera simple por el nuevo método de litotricia extracorpórea sin que la posición de la calle obstructiva en el uréter desempeñe papel especial.

Fragmentos residuales se presentan en un promedio del 20% en todos los casos, pero pueden ser eliminados mediante otro tratamiento ambulatorio de litotricia.

Cálculos ureterales

Los cálculos urinarios localizados en el uréter superior en ocasiones se acompañan de pronunciada obstrucción urinaria, pueden ser tratados exitosamente mediante litotricia extracorpórea con el Lithostar en aproximadamente 80% de los pacientes en una sola sesión. Ocasionalmente es necesario repetir el tratamiento, pero casi siempre se obtiene un 100% de expulsión de fragmentos sin cálculos residuales a este nivel.

El simple manejo con el Lithostar y la inmediata desobstrucción del uréter mediante la litotricia producen muy buenos resultados en el tratamiento de cólicos renales resistentes.

Los cálculos ureterales bajos presentan, debido a esta localización, un problema considerable para algunos de los sistemas de litotricia. Sin embargo, con el Lithostar de otra parte, estos cálculos pueden ser tratados de una manera simple sin utilizar otros métodos adicionales.

Cálculos coraliformes

Los cálculos coraliformes significan en algunos casos una real restricción a la litotricia extracorpórea en forma de monoterapia. Para conseguir un éxito terapéutico con estos cálculos usando litotricia, una condición básica es la de tener un adecuado drenaje urinario con buena función renal. De acuerdo con el volumen del cálculo coraliforme, un catéter doble J se inserta de tiempo en tiempo para remover los fragmentos. Este catéter se introduce después de la primera sesión y puede ser removido tan pronto como se está seguro en los exámenes ambulatorios en que más de la mitad del cálculo ha sido eliminado. Los cálculos residuales son frecuentes para este tipo de problemas en cerca del 48% y en general son removidos ambulatoriamente por la litotricia repetida. A pesar de los buenos resultados, en ocasiones es necesario recurrir a cirugía o a métodos auxiliares percutáneos para asegurar un éxito completo del tratamiento en los casos extremos de grandes cálculos y cuando el riñón ha sufrido un daño aparente.

CONSIDERACIONES PARA DESPUES DE LA LITOTRICA

Cálculos renales

Los fragmentos triturados por litotricia normalmente son expulsados a través del tracto urinario, pero es posible que la sedimentación ocurra en los cálices inferiores, reteniéndose así algunos frag-

mentos por algún período largo de tiempo. Se recomiendan algunos ejercicios y también la ingesta de más de 3 litros por día de líquidos durante las 48 horas siguientes al tratamiento.

Cálculos ureterales

En general, los residuos de cálculos ureterales son eliminados sin dificultad debido a la peristalsis del uréter; por consiguiente, no se recomienda ingreso excesivo de líquidos.

Seguimiento

La administración de analgésicos es a veces necesaria debido a cólico o dolor durante la expulsión de los fragmentos.

LITOTRICA BILIAR

Los principios de fragmentación de cálculos mediante litotricia extracorpórea con ondas de choque han sido aplicados al sistema biliar en un intento de obtener economía en el tratamiento, así como reducir la morbilidad de la cirugía abierta y de la anestesia.

En las primeras series todos los pacientes recibieron una combinación de chenodiol y ursodiol con el fin de disolver los fragmentos que no pasaron al intestino espontáneamente, drogas que fueron suministradas por períodos hasta de 6 meses hasta la desaparición completa de los cálculos.

En algunas series (Munich en particular) se obtuvo fragmentación en todos los 175 pacientes, menos en uno, y desaparición completa en 91% de ellos al cabo de 12 a 18 meses con mínima morbilidad (petequia, cólico biliar y otros).

Este método, sin embargo, necesita criterios especiales para la selección de casos: cálculos demostrables por ultrasonido, tres o menos cálculos, masa de cálculos no mayor de 3 cm de diámetro máximo, cálculos no calcificados y otros.

Por otra parte, existen limitaciones relacionadas con el hecho de que los cálculos biliares no se fragmentan tan bien como los renales por ser más blandos que éstos y de que el acceso a la vía biliar es más difícil que a la vía urinaria en caso de obstrucción por fragmentos.

A su vez, los propios pacientes tienen poco interés en el asunto debido a la necesidad de recibir que-

molíticos orales por un mínimo de 1 a 2 años después de la litotricia.

El advenimiento de la colecistectomía laparoscópica ha demorado aún más las definiciones y avances en este tipo de procedimiento sujeto aún a experimentación.

LITOTRICIA DE CALCULOS PANCREATICOS

La fragmentación de cálculos pancreáticos mediante litotricia extracorpórea es un tratamiento

complementario, no quirúrgico, aplicable en pacientes seleccionados con pancreatitis crónica, procedimiento que ha sido técnicamente efectivo y seguro.

Estudios clínicos preliminares muestran éxitos terapéuticos en relación con la reducción o desaparición del dolor en más del 90% de los pacientes. Esta aplicación debe ser considerada previamente a la intervención quirúrgica.