



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO  
"DR. EDUARDO LICEAGA"  
SECRETARÍA DE SALUD

***"FACTORES PREDICTORES DE ÉXITO EN LITOTRIPSIA  
EXTRACORPÓREA DE ONDAS DE CHOQUE (LEOCH)"***

TESIS DE POSGRADO.  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE LA ESPECIALIDAD EN:  
UROLOGÍA

PRESENTA  
DR ANUAR DANIEL BERBER DESEUSA

ASESOR:  
DR. MIGUEL MALDONADO AVILA

Una firma manuscrita en tinta negra sobre una línea horizontal.

CO-ASESOR:  
DR. HUGO ARTURO MANZANILLA GARCIA

México D, F Noviembre 2015





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



DR. HUGO ARTURO MANZANILLA GARCÍA  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO UNIVERSITARIO DE  
ESPECIALIZACIÓN EN UROLOGIA



DR. MIGUEL MALDONADO AVILA  
ASESOR DE TESIS



DR. HUGO ARTURO MANZANILLA GARCÍA  
COASESOR DE TESIS

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA**

A mí madre, a mi abuela y a mis tíos que siempre me han brindado su apoyo incondicional, son mi vida y doy todo por y para ellos.

A mis maestros por sus enseñanzas a lo largo de este camino de la urología.

A mis amigos y compañeros de la residencia por su amistad incondicional.

Un agradecimiento especial al maestro Dr Miguel Rodriguez Esqueda quién me ha enseñado que la urología es una forma de vida.

Un agradecimiento especial al Dr Miguel Maldonado Avila, por su cooperación y gran disponibilidad para la realización de este trabajo.

Un agradecimiento especial al maestro Dr Leopoldo Garduño Arteaga por sus valiosas aportaciones y facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

**INDICE**

Titulo .....	5
Marco Teórico .....	6
Planteamiento del problema. ....	20
Justificación. ....	20
Hipótesis. ....	20
Objetivos. ....	20
Objetivo general. ....	20
Objetivos específicos. ....	20
Metodología. ....	21
Tipo y diseño de estudio. ....	21
Población y tamaño de muestra. ....	21
Material y métodos .....	21
Criterios de Inclusión .....	24
Criterios de Exclusión .....	25
Variables. ....	25
Análisis estadístico .....	26
Resultados .....	26
Discusión .....	31
Conclusión .....	33
Abreviaturas .....	34
Bibliografía .....	35

**TITULO:**

***“FACTORES PREDICTORES DE ÉXITO EN LITOTRIPSIA  
EXTRACORPOREA DE ONDAS DE CHOQUE (LEOCH) ”***

## MARCO TEÓRICO

Litiasis de la vía urinaria:

La enfermedad por cálculos de la vías urinarias es la tercera entidad seguida de la infección de la vía urinaria y patologías de la próstata entre las enfermedades más frecuentes que afectan a la vía urinaria <sup>(1)</sup>. En nuestro servicio es la segunda causa más frecuente de consulta. <sup>(2)</sup> Los cálculos renales son estructuras cristalinas incluidas en una matriz orgánica, que se forman en las papilas renales y crecen hasta que, de forma aleatoria, se rompen y los fragmentos pasan al sistema excretor <sup>(3)</sup>.

Tipo de cálculos:

El 70% de los litos están constituidos por calcio, el 26% son de oxalato cálcico, el 37% esta constituido por una mezcla de oxalato cálcico y fosfato cálcico, mientras que 5-10% contienen ácido úrico, del 10-15% lo corresponde los cálculos de fosfato amónico magnésico, solo un 7% son exclusivamente de fosfato de calcio y los cálculos de cistina representa el 2% de las litiasis <sup>(3)</sup>.

Incidencia en el mundo y en México:

La urolitiasis es una enfermedad multifactorial en la que se han implicado aspectos epidemiológicos, raciales, geográficos y hereditarios de las poblaciones estudiadas. La prevalencia mundial varía de 4 a 17 casos/1,000 habitantes. En México se han efectuado pocos estudios epidemiológicos de la litiasis en la vía urinaria. Este padecimiento comprende 13% de todas las hospitalizaciones por enfermedad renal en el ámbito nacional registradas en el instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). <sup>(1)</sup>

Existen varias teorías y varios factores sobre la formación de los cálculos en las vías urinarias sin embargo se ha reportado que para que se dé la formación de un cálculo, la orina debe estar sobresaturada por una o varias sales litógenas. La litiasis urinaria aparece cuando los cristales de la sustancia que lo forman aparecen en la orina, y la orina está sobresaturada con esta sal (aunque sea de forma intermitente). Sin embargo

la sobresaturación no explica por sí sola la teoría litogénica, sino que intervienen además otros factores como la alteración del pH urinario o de los inhibidores de la formación, crecimiento y agregación de los cristales, las anomalías anatómicas del sistema urinario y las alteraciones del urotelio. <sup>(3,4)</sup> Entre los factores promotores de la urolitiasis tenemos:

**Sobresaturación de las sales** :Los factores urinarios que promueven la formación de cálculos, como el volumen bajo, la disminución de la concentración de citrato y el aumento de la concentración de calcio, oxalato, fosfato y ácido úrico, incrementan la sobresaturación con oxalato de calcio. <sup>(3)</sup>

**Alteraciones del pH urinario:** Algunas sales urinarias se ven influenciadas por la variación del pH urinario, como los cálculos de ácido úrico se ven favorecidos por un pH ácido y los de estruvita por un pH alcalino. Otros cálculos, como los de cistina y fosfato, se influyen en menor grado, y los de oxalato cálcico, no están influenciados en absoluto. <sup>(3)</sup>

**Inhibidores de la cristalización:** Son sustancias orgánicas o inorgánicas presentes en la orina (citrato, magnesio), que se unen con los distintos iones para formar complejos solubles, de forma que inhiben o retardan la cristalización. En algunos casos su déficit favorece la formación de cálculos <sup>(3)</sup>.

**Disminución de los inhibidores de la agregación de los cristales** <sup>(4)</sup>:

- Nefrocalcina: Glicoproteína ácida que se sintetiza en el riñón, inhibe la nucleación, el crecimiento y la agregación del oxalato de calcio
- Proteína de Tamm-Horsfall: Es la proteína más abundante en la orina, inhibe la agregación
- Uropontina : Inhibe el crecimiento de los cristales.
- Bicunina: inhibe la nucleación y la agregación de los cristales

**Estasis y Disminución del volumen urinario:** Favorecen la cristalización, ya que una aumenta la concentración de las sales, y la otra favorece el crecimiento del núcleo primitivo y retiene más tiempo en el sistema urinario los núcleos cristalinos formados <sup>(3)</sup>.

**Obstrucción de la vía urinaria o anomalías anatómicas:** Las obstrucciones locales o la estasis en la vía urinaria podría prolongar el tiempo de tránsito y permite la formación de cristales en la orina <sup>(4)</sup>.

### Fases de la litogénesis

La formación de la litiasis consta de tres partes: primero se forma el núcleo del cristal, a continuación tiene lugar el crecimiento y posteriormente, se produce la fase de agregación de cristales. Todo en conjunto conllevará la formación del cálculo. <sup>(3)</sup>

• **Nucleación:** Es la formación de la partícula cristalina sobre la que se producirán el crecimiento y la agregación. Si la formación del núcleo se produce en soluciones puras, dará lugar a una estructura cristalina de igual composición, conocida como **nucleación homogénea**; este tipo de nucleación es poco frecuente, ya que requiere valores altos de sobresaturación urinaria. La forma más frecuente es la **nucleación heterogénea**, en la que el núcleo tiene una composición diferente al resto del cristal. Los principales nucleantes son: ácido úrico, fosfatos y detritus. <sup>(3)</sup>

• **CRECIMIENTO CRISTALINO:** Se ve favorecido por la disminución de los inhibidores (citrato, magnesio) y por la sobresaturación de la orina. <sup>(3)</sup>

• **AGREGACIÓN:** El crecimiento de los cristales no puede explicar por sí sólo la formación del cálculo urinario, es necesario además la agregación de los cristales para obtener la litiasis. <sup>(2)</sup> Existen dos tipos de agregación:

- **Agregación primaria:** Sobre cristales ya formados se van formando otros nuevos que se adhieren a la superficie de los primeros. <sup>(3)</sup>
- **Agregación secundaria:** Los cristales ya formados se unen entre ellos mediante sustancias aglutinantes. Se necesita una concentración elevada de cristales en la orina, por lo que sólo se observa este tipo de agregación si la nucleación es homogénea o en residuos post LEOCH. <sup>(3)</sup>

## Diagnostico de Litiasis urinaria

La tomografía abdomen y pelvis es considerada el estándar de oro del diagnóstico de litiasis urinaria, con un alta sensibilidad y especificidad (95 y 98% respectivamente).

Este estudio de imagen nos permite determinar la localización, numero, tamaño y forma de los cálculos urinarios y nos permite también conocer el valor de atenuación expresado en unidades Hounsfield lo cual podría proveer de información pronostica sobre la fragilidad del calculo y el éxito de LEOCH. <sup>(2, 5, 6, 7, 8)</sup>

Existen diversas opciones terapéuticas para la litiasis urinaria sin embargo la LEOCH se considera la primera línea de tratamiento tanto para litiasis renal como ureterales <sup>(5, 9, 10)</sup> debido a su condición menos invasiva en comparación con otras modalidades de tratamiento como la ureterolitotripsia y la nefrolitotomía percutánea, pero con ciertas limitaciones con respecto a la eficacia <sup>(9)</sup>.

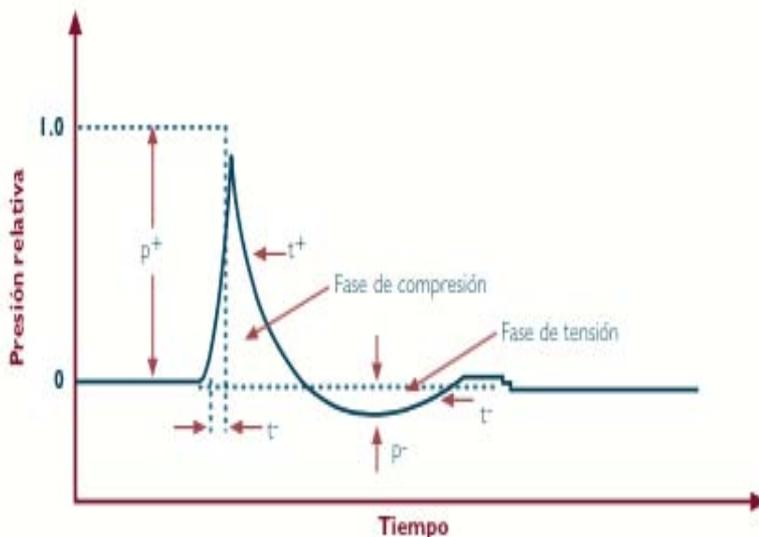
La decisión de que modalidad de tratamiento que se empleara será en base al tamaño, número y localización de los cálculos en la vía urinaria. Sin embargo el tratamiento inicial con LEOCH ha presentado numerosos fallos terapéuticos, ya sea por la falta de fragmentación completa o incapacidad para eliminar todos los fragmentos <sup>(5)</sup>.

### **LITOTRIPSIA POR ONDAS DE CHOQUE :**

La litotricia por ondas de choque (LEOCH) se introdujo en la década de los ochenta para el tratamiento de cálculos urinarios. <sup>(11)</sup> La LEOCH permite la fragmentación de los cálculos del aparato urinario mediante la aplicación extra corpórea de ondas de choque de alta energía, que son generadas por una fuente extracorpórea y focalizadas hacia el punto donde se localiza el cálculo. <sup>(3)</sup> Estas ondas de choque solo adquieren suficiente fuerza en el objetivo, donde genera fuerzas suficiente para fragmentar el cálculo, aunque las ondas de choque producidas por los litotriptores generan presiones elevadas, son relativamente débiles dado que solo inducen una compresión y una deformación leve del material. <sup>(4)</sup> La fuerza destructora de la onda de choque se

establece ante una interfase con distinta impedancia acústica, como es el caso de la interfase tejido/cálculo u orina/cálculo. Los cálculos una vez fragmentados, deben ser expulsados espontáneamente a través de la vía urinaria. Por este motivo, es necesario un tracto urinario con una morfología y función adecuadas antes de plantear el tratamiento con LEOCH. En contraste con la onda ultrasónica de características sinusoidales y propiedades mecánicas longitudinales, las ondas de choque son disarmónicas y tienen características de presión no lineal. La onda de choque se caracteriza por una gran amplitud, una duración considerable de pulso y un abrupto frente de onda, circunstancias que la diferencian de la onda de ultrasonido. <sup>(3)</sup>

Hay una fase positiva de rápida elevación de la presión (fase de compresión) seguida de una caída gradual y una fase negativa (fase tensil). 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. (Figura 1). Las ondas de choque desarrollan una energía acústica que se mide por la presión desarrollada en el punto focal de la máquina y el volumen del foco. <sup>(3)</sup>



**Figura 1. Diagrama de la onda de choque.** Castiñeiras . Fernández, Carballido Rodríguez et al. Libro del Residente de Urología Asociación Española de urología 2007: 791

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>(3)</sup>

Este procedimiento consiste en una fuente de compresión corta y aguda con presiones alrededor de 40 MPa (1 mega Pascal (MPa) es alrededor de 10 atmosferas de

presión), seguido por una presión negativa (de tensión) de menor amplitud y mayor duración de 10 MPa, con una duración total del pulso de 4( $\mu$ s) (1 microsegundo ( $\mu$ s) = 1 millonésimo de segundo)<sup>(4)</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 y profundidad del foco<sup>(3)</sup>. La onda de choque no tiene una frecuencia dominante o tono, sino más bien su energía se extiende sobre una gran variedad de frecuencias; este es un rasgo característico de un pulso corto. Se puede observar que la mayoría de la energía de la onda de choque es de entre 100 kHz y 1 MHz <sup>(11)</sup>.

### ***Mecanismo de fragmentación de los cálculos :***

La fragmentación del cálculo se produce como consecuencia del deterioro del material litiásico a causa de la presión mecánica producida, ya sea de forma directa por la incidencia de la onda de choque, o de forma indirecta por el colapso de las burbujas de cavitación. (Figura 2). <sup>(3)</sup>

**1) Fractura por compresión:** Grandes presiones positivas sobre la cara frontal del cálculo provocan la fractura por compresión. A medida que el frente compresivo atraviesa el cálculo de delante hacia atrás, se generan campos de tensión locales alrededor de las imperfecciones preexistentes en el cálculo, como bordes granulares, cavidades que provocan fractura por compresión. <sup>(3)</sup>

**2) Fractura por astillas:** Grandes presiones negativas (de fase inversa) derivadas de las ondas que se reflejan de la parte posterior del cálculo (después de haber penetrado por su frente) ponen al cálculo bajo una fuerza de tensión, provocando la ruptura por astillamiento en su superficie posterior. Una vez que la onda compresiva penetra en el cálculo puede reflejarse en sitios de impedancia dispareja como la interface cálculo-orina, interface cristal/matriz orgánica. A medida que se refleja la onda compresiva, se invierte su fase a una onda de tensión negativa y cuando la onda de tensión excede la fuerza de cohesión del cálculo se produce la fragmentación llamada por astillamiento. Este mecanismo es muy importante, ya que los cálculos renales se quiebran con mayor facilidad bajo fuerzas de tensión que bajo fuerzas de compresión <sup>(3, 4)</sup>

**3) Cavitación acústica:** Se define como la formación de burbujas y su posterior comportamiento dinámico. La presión negativa en la parte de arrastre del pulso provoca el crecimiento de burbujas en los sitios de nucleación (zona no homogénea en el fluido). A medida que estas burbujas crecen presentan un tamaño oscilante durante

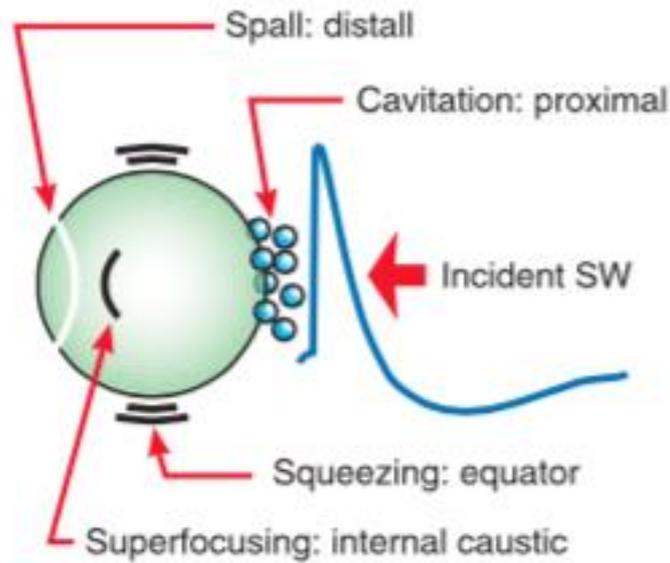
---

alrededor de 200  $\mu\text{s}$  y luego colapsan de forma súbita, lo que origina presiones y temperaturas elevadas. En ausencia de límites, la burbuja de cavitación conserva su forma esférica durante el colapso y libera su energía en forma principal por radiación sonora, la mayor parte en forma de onda de choque. En situaciones en presencia de límites, se forma un flujo de líquido (creación de “microjets” de cavitación) dentro de la burbuja durante el colapso. <sup>(3, 4)</sup>

**4) Fuerzas de cizallamiento:** Esta tensión se produce por ondas de cizallamiento o transversales, que se desarrollan cuando la onda de choque ingresa en el cálculo. Las ondas de cizallamiento se propagan a través del cálculo, a diferencia de las ondas de compresión, que desplazan las moléculas en la dirección de propagación, una onda de cizallamiento induce la traslación de las moléculas en sentido transversal a la dirección de propagación y, en consecuencia, las moléculas no se comprimen, si no que las desplaza en sentido lateral. <sup>(4)</sup>

**5) Superconcentración :** Es la intensificación de las tensiones dentro del cálculo debido a su geometría. La onda de choque que se refleja en la superficie distal del cálculo se puede concentrar por refracción o difracción desde los ángulos del cálculo. Varios grupos demostraron que estas ondas reflejadas puede generar su fractura. <sup>(4)</sup>

Lokhandwalla y Sturtevant (2000) Pudieron estimar el número de ondas de choque necesarias para que se produzca una fractura por astillamiento en un cálculo típico de oxalato de calcio monohidratado. Los valores que determinaron oscilan (entre 30 y 3000 ondas de choque) y se encuentra dentro de la dosis clínica empleada en la actualidad para tratar a los pacientes. <sup>(4)</sup>



**Figura 2. Resumen de mecanismos de fragmentación de LEOCH.** Cavitación (cavitation), Fuerzas de cizallamiento (squeezing: equator), Fractura por astillas (spall: distall), Super concentración( superfocusing: internal caustic). Smith Arthur et al Smith's textbook of endourology 3th Edition chapter 49: 546. Willey Blackwell.

Un equipo de litotricia consta de los siguientes elementos <sup>(3)</sup>:

**1. Sistema generador de ondas de choque:**

- *Electrohidráulico*
- *Electromagnético*
- *Piezoeléctrico*

**2. Sistema de localización del cálculo.**

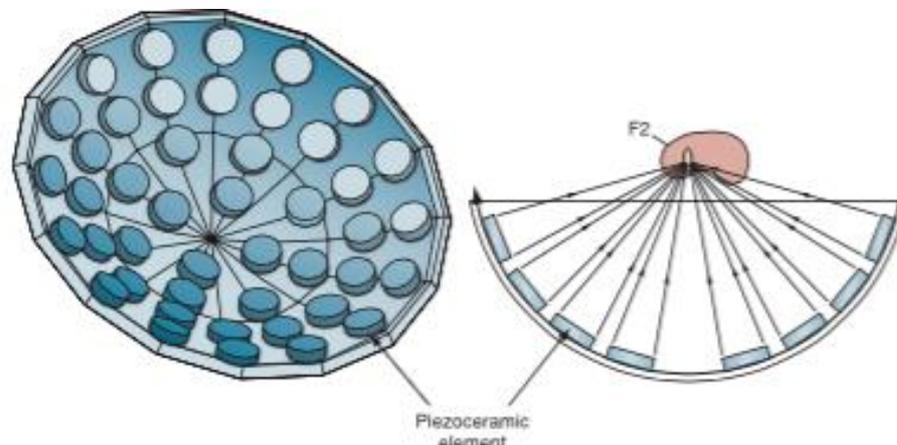
- *Fluoroscopio*
- *Ultrasonido*
- *Fluoroscopio con ultrasonido*

**3. Sistema de acoplamiento al paciente:**

- *Agua*
- *Membrana*

### **Generador piezoeléctrico**

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. Los elementos piezoeléctricos se suelen colocar en la parte interna de un plato esférico para permitir la convergencia del frente de choque. El foco del sistema es el centro geométrico del plato esférico. (Figura 3)<sup>(3)</sup> La onda de choque pizoeléctrica es actualmente la única onda de choque que permite concentrar y que no requiere de un reflector adicional. Esta tecnología se basa en el diseño compacto y ergonómico de la fuente de la terapia y proporciona una zona de enfoque bien definida y precisa. <sup>(12)</sup>



**Figura 3. Esquema de generador de ondas de choque tipo piezoeléctrico.** Campbell Walsh et al. Urology 10 th Edition Chapter 48:1390 Elsevier.

El tamaño de la zona focal para la desintegración del cálculo debe cumplir con ciertas características por una parte puede estar definida por ser compacta y pequeña, con

el fin de proteger el tejido circundante y también para fragmentar eficazmente piedras de gran dureza. Por otra parte, se requiere una zona focal más grande para fragmentar las piedras grandes o fragmentos de cálculo. También una terapia con zona focal más grande es frecuentemente requerido, debido a los cambios cíclicos de posición del cálculo causado por el movimiento de la respiración. Con el fin de proporcionar un tratamiento individualizado, el litotriptor PiezoLith 3000 Plus es único, en proporcionar 3 zonas focales. El operador puede cambiar entre diferentes zonas, incluso durante un tratamiento. Esta versatilidad única se facilita en la generación de la

onda de choque piezoeléctrico. La energía de entrada sobre una gran superficie reduce la densidad de energía en la superficie de la piel y reduce sustancialmente la respuesta al dolor. La zona de enfoque preciso proporciona un tratamiento dirigido y ofrece la máxima protección para el tejido circundante.<sup>(12)</sup> El procedimiento de localización y posicionamiento se lleva a cabo con la ayuda de ultrasonido o rayos X. Las ventajas de este generador son la exactitud del foco, su larga vida útil, provocan menos dolor, debido a su pequeño punto focal. La principal desventaja de este sistema es que la energía enviada es insuficiente para romper con eficacia los cálculos en algunas ocasiones en una sola sesión, requiriendo en algunos casos retratamientos. La energía piezoeléctrica genera mayores picos de presión que cualquier otro litotriptor, pero la energía efectiva enviada al cálculo es de magnitud varias veces menor que el generador electrohidráulico. <sup>(3)</sup>

### **SISTEMAS DE LOCALIZACION DE CALCULOS:**

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. Los tres diseños básicos son:<sup>(3)</sup>

*Fluoroscopia:* Es el sistema de localización más comúnmente usado, se utiliza fluoroscopia con un brazo en C giratorio y un sistema digitalizado de imágenes de alta calidad. La ventaja más importante es la posibilidad de visualizar cálculos radiopacos en todo el tracto urinario y la posibilidad de utilizar material de contraste para facilitar la localización de cálculos radiotransparentes y de detalles anatómicos. La principal desventaja es la exposición del paciente a la radiación ionizante. <sup>(3)</sup>

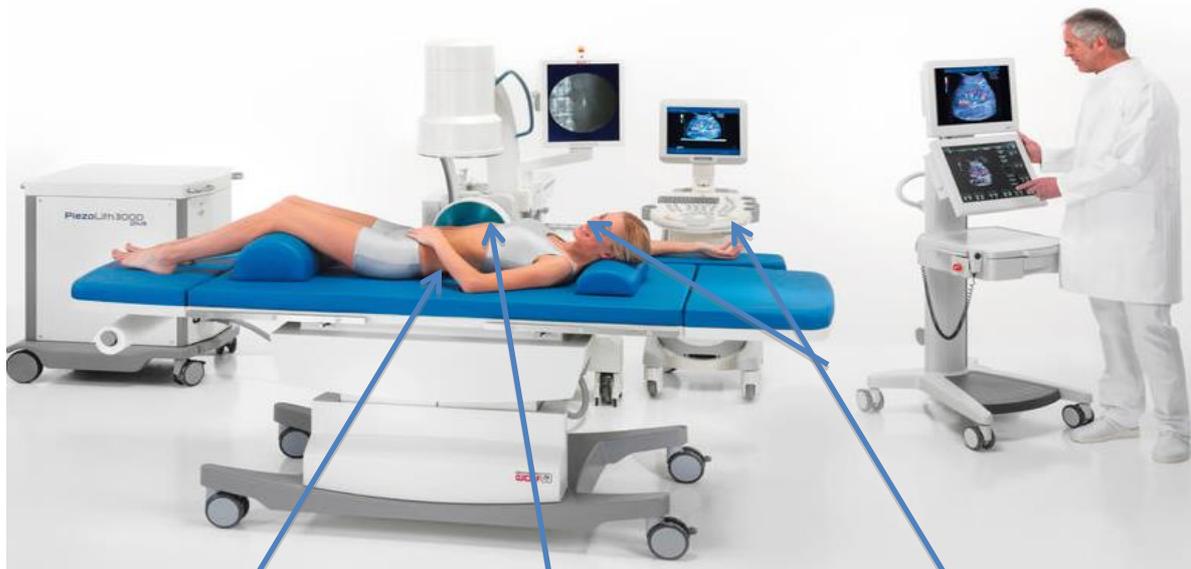
*Ultrasonido:* Permite evitar la radiación y puede localizar cálculos levemente radiopacos o radiotransparentes. Sin embargo requiere un operador muy bien entrenado para localizar el cálculo en una ecografía y es difícil o imposible localizar los cálculos ureterales, además es difícil también comprobar la fragmentación del cálculo.<sup>(3)</sup>

*Combinación de Fluoroscopia y Ultrasonido:* Tienen la posibilidad de ambos sistemas de localización en el mismo aparato. <sup>(3)</sup>

### **SISTEMAS DE ACOPLAMIENTO:**

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. Se utilizan cabezales rellenos de agua y cubiertos por gel transmisor acústico que se sitúa en la zona a tratar. La fragmentación exitosa necesita un acoplamiento efectivo, además los sistemas óptimos previenen el dolor, equimosis, hematomas o soluciones de continuidad de la piel (figura 4). <sup>(3)</sup>



**Figura 4. Esquema de componentes de unidad de litotripsia extracorpórea.** Pagina web [www.richard-wolf.com](http://www.richard-wolf.com)

SISTEMA DE ACOPLAMIENTO

SISTEMA GENERADOR DE ONDAS CHOQUE

SISTEMA DE LOCALIZACION

### INDICACIONES DE LEOCH :

Aquellos cálculos situados en riñón y uréter no expulsables espontáneamente y con un adecuado drenaje de la vía urinaria <sup>(3)</sup>.

Las indicaciones de LEOCH en litiasis renal:

- La LEOCH es el tratamiento de elección para la litiasis renal y supone aproximadamente el 80-85 % de las indicaciones iniciales. <sup>(3)</sup>
- Es el tratamiento indicado para cálculos de los grupos caliciales superior y medio menores de 20mm y en los cálculos de cáliz inferior menores de 10mm.

<sup>(3)</sup>(13)

- Los cálculos > 20mm en particular los coraliformes y aquellos que por razones anatómicas tienen dificultad de eliminación de los fragmentos, deben de ser tratados con nefrolitotomía percutánea (NLP) en combinaciones con LEOCH y cirugía retrograda renal<sup>(13)</sup>
- En el caso de la litiasis de cáliz inferior de tamaño comprendido entre 10-20mm, se puede indicar LEOCH <sup>(3)</sup>.
- Para los cálices inferiores, la nefrolitotripsia percutánea y la cirugía renal retrograda es recomendada, incluso para cálculos > 1.5 cm, por que la eficacia de la LEOCH es limitada (dependiendo de factores favorables y desfavorables del paciente) <sup>(13)</sup>

Indicaciones de LEOCH en litiasis ureteral:

- La litiasis ureteral tercio superior se trata con LEOCH como primera opción; en el caso de fallo del tratamiento o cálculo >15mm, múltiple y obstructivo, la ureteroscopia es una alternativa razonable. <sup>(3)</sup>
- Tanto en cálculos >10 y < 10mm esta indicado el tratamiento con LEOCH y procedimientos endourológicos. <sup>(13)</sup>

COMPLICACIONES DE LEOCH<sup>(13)</sup>:

- Relacionados con los fragmentos residuales de los cálculos (calle empedrada, cólico renal por fragmentos residuales).
- Infecciones (bacteriuria en cálculos no infectados, sepsis).
- En tejido renal afectado (hematoma), en aparato cardiovascular (arritmias, eventos cardiacos mórbidos), en aparato gastrointestinal (perforación intestinal, hematoma hepático o esplénico).

Diversos estudios han intentado establecer factores predictores de éxito en el tratamiento de urolitiasis con LEOCH.

Los factores predictores mas estudiados han sido:

Distancia piel calculo (Stone Skin Distance) (SSD)

Tamaño del cálculo

Medición de la densidad del cálculo (mean stone density) (MSD)

Relación de la atenuación de (MSD)

Localización del cálculo (Stone location)<sup>(5,6)</sup>.

Índice de masa corporal (IMC)

Gyan Pareek et al señalan que aquellos pacientes con SSD mayor a 10cm tienen mayor probabilidad de fracaso al tratamiento con LEOCH, sugiriendo un punto de corte de menos de 10 cm como predictor de éxito<sup>(7)(14)</sup>.

Con respecto al tamaño del cálculo, Basri Cakiroglu et al encontraron que este es un factor predictor independiente que influye en el éxito de la LEOCH en el tratamiento de cálculos ureterales, reportando que los pacientes con cálculos >10 mm frecuentemente fracasan al tratamiento<sup>(2)</sup>. En el estudio de Kent Kanao et al demostraron que el tamaño del cálculo, la localización y el número de litos son factores que predicen la tasa libre de litiasis en un periodo de 3 meses posterior a la LEOCH<sup>(9)</sup>.

Con respecto a la densidad del cálculo Li-Jen Wang et al concluyen que la carga litiasica >700mm<sup>3</sup>, la presencia de cálculo no redonda/ovalada así como la densidad >900UH son factores predictores de fracaso al tratamiento con LEOCH.

Pareek et al sugieren que los pacientes en los cuales se encuentra una densidad del cálculo >900UH y un IMC > 30 Kg/m<sup>2</sup>, podría ser más adecuado optar por el tratamiento endoscópico. Joshua D. Wiesenthal et al concluyen que la medición de la densidad de los litos (<900UH) y la distancia piel cálculo (<110mm) son factores predictores de éxito de LEOCH en cálculos renales y ureterales<sup>(5)</sup>.

En cuanto a la localización del cálculo se ha reportado que hay un mayor éxito cuando la localización es en la pelvis renal<sup>(9)</sup>. El estudio realizado por Shiroyanagi et al concluye que el tamaño y la localización son factores de riesgo independientes para fragmentación del cálculo en la LEOCH<sup>(9)</sup>. Por otra parte, la tasa libre de cálculo es mayor cuando el lito está localizado en la pelvis renal comparado cuando la localización es en cálices renales<sup>(9)</sup>.

En los pacientes obesos, la probabilidad de éxito de la LEOCH es menor comparado con aquellos pacientes con menor IMC. Los pacientes obesos constituyen un reto

diagnostico y terapéutico al presentar mayor dificultad en la identificación del cálculo en las radiografías y la ecografía y un aumento de la distancia piel cálculo <sup>(15)</sup>.

Joshua D., Wiesenthal et al concluyen que el IMC es un factor predictor de éxito de LEOCH en cálculos ureterales, pero no así para cálculos renales. En contraste, Perks et al, reportaron que las variaciones en el IMC fueron relativamente pequeñas y no afectaron el resultado de la LEOCH <sup>(16)</sup>.

La mayoría de los estudios que caracterizan a la atenuación del cálculo en la TAC muestran que el éxito de LEOCH es generalmente mayor para los cálculos que presentan de menor vs mayor atenuación <sup>(5,2)</sup>.

Aun no existe consenso generalizado en la definición de éxito en LEOCH, algunos autores lo definen como la ausencia de cálculos, mientras otros tantos lo consideran cuando existen fragmentos residuales menores a 4 mm después del tercer mes posterior al último tratamiento, con un máximo de tres sesiones.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La LEOCH es un tratamiento frecuentemente realizado en nuestro servicio debido a la alta prevalencia de la litiasis urinaria en nuestro país, la identificación de factores predictores de éxito en LEOCH nos permitirá realizar en forma mas precisa una adecuada elección terapéutica.

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido a que la litiasis urinaria es una patología muy frecuente en nuestro medio, con gran complejidad en su tratamiento y con distintos factores implicados en la tasa de éxito, la identificación de los factores predictores de éxito mas importantes en LEOCH en nuestra población nos permitirá ofrecer mejores resultados a nuestros pacientes y optimizar a su vez los recursos existentes en nuestro hospital.

## **HIPÓTESIS**

Si los pacientes con litiasis urinaria multiple, de localización renal, con densidad mayor a 1000 UH, dimension mayor a 20 mm , distancia piel-calculo mayor a 100 mm e IMC mayor a 25 kg/m<sup>2</sup> han sido identificados como factores de riesgo para fracaso en LEOCH, entonces aquellos pacientes con litos de localización pielica y ureteral, única, con densidad cálcica <1000 unidades Hounsfield (UH), cálculo con dimensiones < 20mm, con distancia piel-calculo <100 mm e IMC normal tendran mayor tasa libre de litiasis en el seguimiento a tres meses.

## **OBJETIVO PRINCIPAL**

Identificar si la distancia piel-calculo, el tamaño del cálculo, la medición de la densidad y la localización del cálculo y el Índice de masa corporal constituyen factores predictores de éxito tras una sesión única de LEOCH

## **OBJETIVOS SECUNDARIOS**

Establecer la eficacia global del litotriptor PiezoLith 3000 plus marca Richard Wolf.

## **METODOLOGÍA**

- **Tipo y diseño de estudio**

Estudio Retrospectivo, transversal, observacional, descriptivo.

- **Población y tamaño de muestra**

Se incluyeron en el estudio pacientes de ambos sexos, mayores de 18 años, con diagnóstico de litiasis única renal o ureteral en tercio superior de tamaño  $\geq 5\text{mm}$  y  $\leq 20\text{mm}$ , que fueron sometidos a realización de LEOCH en el periodo de Diciembre del 2013 a Junio del 2015 en el servicio de Urología del Hospital General de México.

- **MATERIAL Y MÉTODOS.**

Este estudio constituye un brazo del estudio titulado “**Comparacion de tres regimenes analgesicos con bloqueo del doceavo nervio costal para el control del dolor durante la litotripsia extracorporea con ondas de choque**” registrado en la Dirección de Investigación con el numero con el numero DI/14/I/10503/060

Revisamos los expedientes clínicos de los pacientes sometidos a LEOCH de Diciembre del 2013 a Abril 2015 con diagnostico mediante tomografía simple de abdomen y pelvis de litiasis renal y ureteral (tercio superior)

Se llenó un expediente por paciente, independiente al expediente clínico del Hospital, en donde se asentaron los datos personales del paciente, datos demográficos, historia clínica y exploración física completa. A todos los pacientes se les realizaron análisis de laboratorio preoperatorios que incluyeron: biometría hemática, química sanguínea, tiempos de coagulación, examen general de orina y urocultivo. Se realizo también un formato de reporte de LEOCH en el cual se consignaron numero de golpes aplicados , intensidad y frecuencia , así como tipo de analgesia utilizada.

Se revisaron las TAC de todos los pacientes en el sistema de visualización de estudios de imagen recabando los siguientes datos :

Localización del calculo

Lateralidad de la vía urinaria afectada

Medición del tamaño del cálculo expresado en milímetros

Densidad del cálculo expresada en (UH)

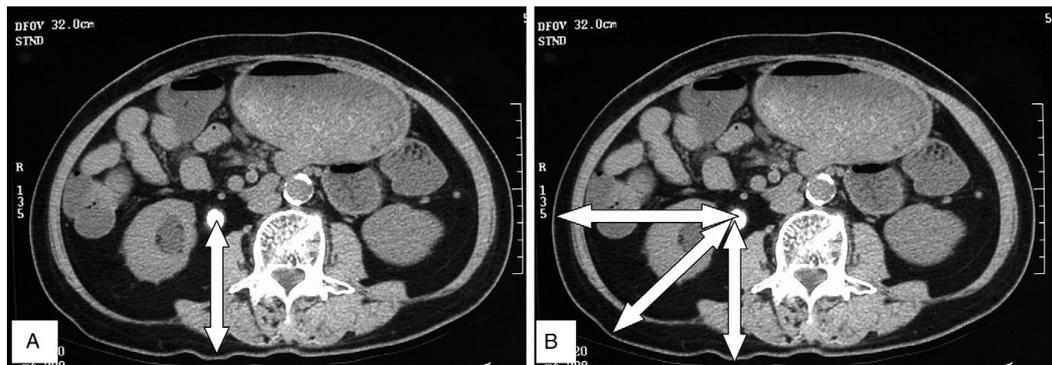
Medición de la distancia piel cálculo a  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $90^\circ$ . Se realizó un promedio de la distancia piel a cálculo expresada en milímetros.

Se definió éxito como la eliminación completa del cálculo en radiografía de abdomen de control a partir de 2 semanas de la realización de litotripsia. Se definió fracaso a la presencia de litiasis residual.

En todos los pacientes fue empleado el litotriptor PiezoLith 3000 plus marca Richard Wolf, se aplicaron un rango de ondas de choque de 200 a 4000 golpes.

Durante la realización de LEOCH los pacientes recibieron analgesia ya sea diclofenaco intramuscular o con bloqueo subcostal mediante la aplicación de lidocaína simple al 2% y analgésicos intravenosos (tramadol o keterolaco).

**Distancia piel cálculo (Stone Skin Distance) (SSD):** Se define como aquella distancia vertical desde el centro del cálculo a la piel, mediante tomografía con el paciente en posición supina. La distancia puede ser medida en un ángulo de  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  o  $90^\circ$ . (Figura 5)



**Figura 5. Imagen A. Definición de distancia entre piel y cálculo (flecha) Imagen B Definición de distancia entre piel y cálculo realizando 3 mediciones a  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $90^\circ$ .** Chi-Fai Ng, Deyond Yung-Woon Siu et al. Development of a Scoring System From Noncontrast Computerized Tomography Measurements to Improve the Selection of Upper Ureteral Stone for Extracorporeal Shock wave lithotripsy. The Journal of Urology 2009;181: 1153.

**Tamaño del cálculo:** La forma más habitual de expresar el tamaño (carga litiasica) en la bibliografía consiste en utilizar el diámetro mayor, es decir, la longitud del cálculo

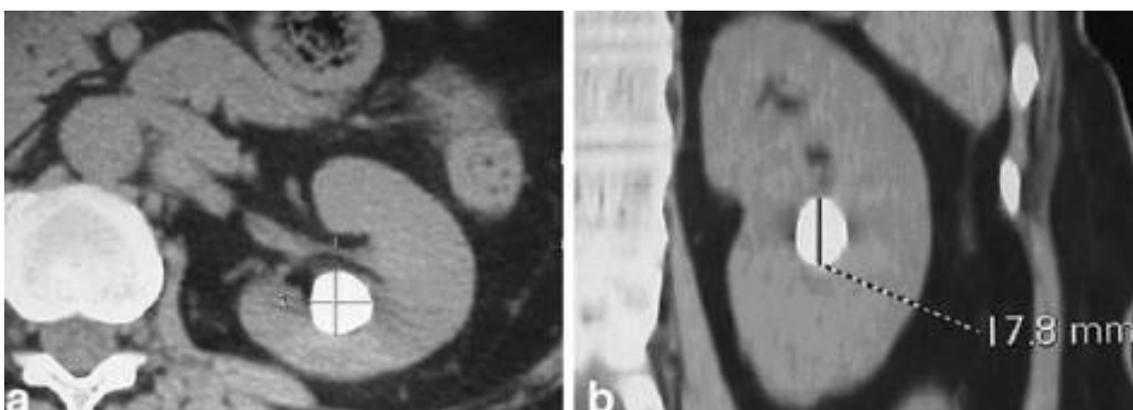
medida en una radiografía simple. La superficie del cálculo (SC) puede calcularse en la mayor parte de los casos a partir de su longitud (L) y anchura (a) mediante la fórmula siguiente <sup>(15)</sup> .

$$SC = L \times a \times \pi \times 0,25 (\pi = 3,14159) .$$

Con el uso más frecuente de TC es posible obtener una estimación aún mejor del volumen del cálculo (VC) combinando las medidas de longitud (L), anchura (a) y profundidad (p) mediante la fórmula <sup>(15)</sup>.

$$VC = L \times a \times p \times \pi \times 0,167 (\pi = 3,14159) .$$

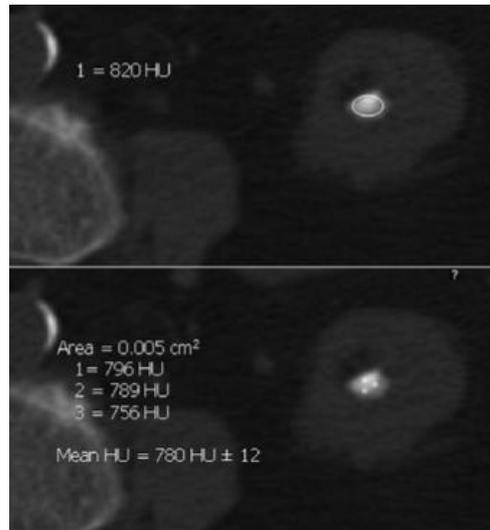
**Volumen Litiásico:** Se obtiene del largo de las dimensiones de longitud, ancho y altura expresado en mm<sup>3</sup>. La longitud se toma trazando una línea vertical en el cálculo y el ancho mediante el trazo de una línea horizontal en un corte axial en la tomografía (figura 6), mientras que lo alto o profundo del cálculo se realiza mediante el trazo de una línea vertical a lo largo del cálculo en un corte coronal. <sup>(8)</sup>



**Figura 6. Imagen a. Tomografía en corte axial se realiza medición en longitud y ancho del cálculo. Imagen b. Tomografía en corte sagital se realiza medición de lo alto del cálculo** Li-Jen Wang, Yon-Cheong Wong et al. Predictions of outcomes of renal stones after extracorporeal shock wave lithotripsy from stone characteristics determined by unenhanced helical computed tomography: a multivariate analysis Eur Radiol ; 2005 15: 2239.

**Densidad Hounsfield:** Se calcula como el pico de las UH dividido por el tamaño del cálculo. <sup>(14)</sup>

**Medición de la densidad del cálculo:** Consiste en a partir de 3 mediciones en diferentes puntos del cálculo en estudio con el visor de tomografía (área de 0.005 cm<sup>2</sup>), que no se superponen, se realiza un promedio de estas mediciones (Figura 7) <sup>(16)</sup>.



**Figura 7. Tomografía en corte axial en donde se realiza medición de la densidad del cálculo.** Alexandra E. Perks, Geoffrey Gotto and Joel M. H et al Shock Wave Lithotripsy Correlates With Stone Density on Preoperative Computerized Tomography The Journal of urology 2007; 178, 912-915.

**Localización del cálculo:** Es el lugar en el cual se encuentra alojado el cálculo en la vía urinaria (riñón o ureter).

**Índice de masa corporal (IMC):** Es una medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo, donde el peso se expresa en kilogramos y el cuadrado de la estatura en metros cuadrados. Se calcula según la expresión matemática:

$$\text{IMC} = \frac{\text{peso}}{\text{estatura}^2}$$

- **Criterios de inclusión:**

1. Tamaño del calculo  $\geq 5$  mm y  $\leq 20$ mm
2. Calculo únicos
3. Cálculos radiopacos visibles previamente a la realización de sesión de LEOCH (riñón, ureter (tercio superior) en TAC de abdomen y pelvis y Radiografía simple de abdomen
4. Pacientes sin vía urinaria derivada y pacientes con vía urinaria derivada (nefrostomía o catéter ureteral doble J.
5. Pacientes mayores de 17 años y menores de 80 años.

6. Sexo indistinto.
7. Pacientes con litiasis renal
8. Pacientes con litiasis en tercio superior del uréter.

• **Criterios de exclusión:**

1. Pacientes con catéter doble J calcificado
2. Pacientes con cálculo >20mm
3. Pacientes que solo fueron diagnosticados por Ultrasonido renal .
4. Pacientes con alguna anomalía de la vía urinaria congénita (doble sistema colector (completo e incompleto), riñón en herradura).
5. Pacientes con múltiples cálculos en riñón o en uréter del lado en el cual será sometido a LEOCH
6. LEOCH previa
7. Pacientes con contraindicaciones para la realización de LEOCH
8. Pacientes embarazadas.

**Variables a evaluar y forma de medirlas:**

**Tipo de variables**

Índice de masa corporal	kg/m <sup>2</sup>
Tamaño máximo del cálculo	mm
Volumen litiásico	mm <sup>3</sup>
Distancia piel cálculo	mm
Densidad del cálculo	Unidades Hounsfield
Localización del cálculo	Renal (cáliz superior, medio, e inferior y pelvis renal), uréter( tercio superior del uréter)

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Los valores se expresan como medias (+/-) desviación estándar (DE). Realizamos prueba de T de student para comparación de medias independientes y modelo de regresión logística binaria para establecer asociación entre el éxito de la LEOCH y las variables en estudio.

Los resultados se consideraron estadísticamente significativos con un valor de  $p < 0.05$ . Se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 20 para Mac (SPSS, Chicago, IL).

### RESULTADOS

De Diciembre del 2013 a Junio del 2015 se realizaron un total de 607 LEOCH, de estas 60 pacientes cumplieron los criterios de inclusión para ser considerados en el estudio. 42 fueron del sexo femenino y 18 del sexo masculino.

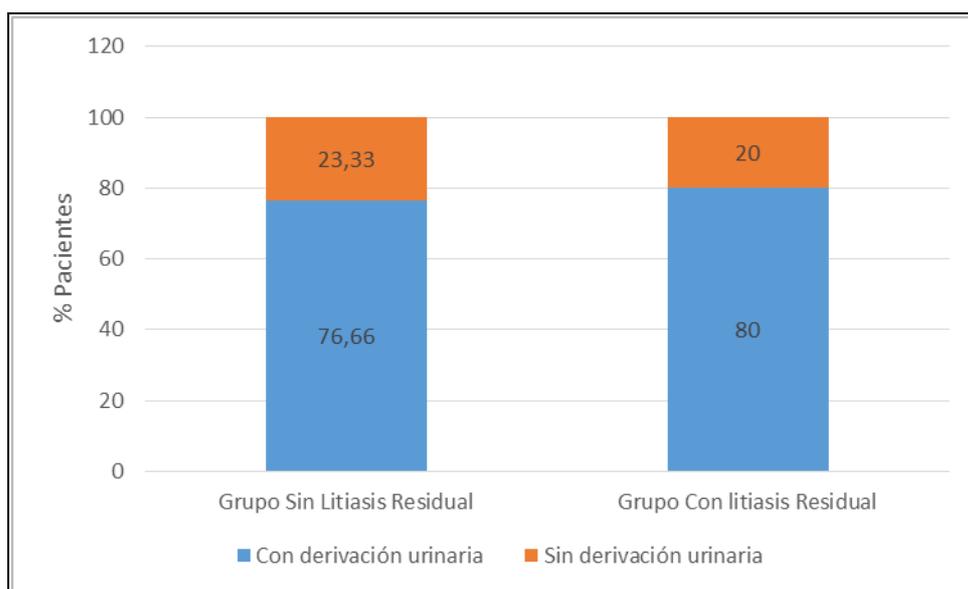
La localización mas frecuente fue en pelvis renal (27 casos), seguida de tercio superior de uréter (15 casos) y cáliz inferior (15 casos) Ver Tabla 1.

**Tabla 1. Localización de los cálculos en la vía urinaria en los grupos en estudio.**

LOCALIZACION DEL CALCULO	GRUPO LIBRE DE LITIASIS n=30	GRUPO CON LITIASIS RESIDUAL n=30
Cáliz superior	1	0
Cáliz medio	1	1
Cáliz inferior	7	8
Pelvis	10	17
Tercio superior del uréter	11	4

Aunque 47 pacientes (78.3%) fueron portadores de derivaciones urinarias ( 42 catéter doble J y 5 nefrostomía), este no fue un factor que influyera en resultado final de la LEOCH. Como lo muestra el resultado de la Chi cuadrada ( $p=0.75$ ) Figura 8

**Figura 8. Pacientes con derivación de la vía urinaria por grupo.**



\*  $P= 0.75$

De acuerdo a la definición establecida de éxito o el fracaso del tratamiento con LEOCH, se re-categorizaron las variables para crear dos grupos:

- **Pacientes libres de litiasis posterior a la realización de LEOCH:**  
30 pacientes.
- **Pacientes con litiasis residual posterior a la realización de LEOCH :**  
30 pacientes.

No existieron diferencias estadísticamente significativas en lo que respecta a edad, promedio del lito, volumen litiásico, distancia piel cálculo, densidad del calculo e IMC.

Aunque no existieron diferencias estadísticamente significativas con respecto a la longitud máxima del del calculo ( $p=0.057$ ) se mostró una tendencia a ser mayor en el grupo con litiasis residual. (Tabla 2)

Tabla 2. Características demográficas

<b>Variables</b> <b>N=60</b>	<b>Sin Litiasis Residual</b> <b>n=30</b> <b>X ± DE</b>	<b>Con Litiasis Residual</b> <b>n=30</b> <b>X ± DE</b>	<b>Valor p</b>
<b>Edad</b> (años)	44.4 ± 11.9	49.0 ± 12.9	0.156
<b>Longitud Máxima del lito</b> (mm)	12.8 ± 3.6	14.6 ± 3.4	0.057
<b>Promedio del Lito</b> (mm)	11.1 ± 3.1	12.1 ± 2.7	0.160
<b>Volumen Litiásico</b> (mm <sup>3</sup> )	871.7 ± 837.4	1028.3 ± 708.7	0.437
<b>Promedio de SSD</b> (mm)	102 ± 22.2	102.8 ± 24	0.912
<b>Densidad del Cálculo</b> (UH)	917 ± 301	1058 ± 285	0.068
<b>IMC</b> (Kg/m <sup>2</sup> )	28.6 ± 5.02	29.8 ± 4.4	0.326
<b>Número de golpes</b>	2631 ± 1057	3202 ± 632	0.013

\*Nivel de significancia < 0.05

En cuanto al número de golpes, existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.013$ ) entre el grupo libre de litiasis ( $2631 \pm 1057$ ), comparado con el grupo con litiasis residual ( $3202 \pm 632$ ) Ver Figura 9.

**Figura 9. Número de golpes por grupo .**



p=0.013

El modelo de regresión logística binaria (tabla 3) mostró que el sexo, IMC, localización del lito, promedio del cálculo, promedio de la distancia piel cálculo y número de golpes, no pueden ser considerados factores predictores de éxito para la LEOCH.

El modelo de regresión logística mostró que la medición de las unidades Hounsfield, es una variable independiente significativa que puede ser considerada factor predictor de éxito en LEOCH. (p=0.01) (OR 6, IC 95% 1.4-26.2)

**Tabla 3. Análisis de regresión logística binaria de variables en estudio como factores predictores de éxito en LEOCH.**

Análisis Multivariado			
Variables	OR	IC 95%	Valor de p
SEXO	0.63	0.15 – 2.50	0.51
IMC	0.75	0.51 – 1.10	0.14
LOCALIZACION DEL LITO	0.45	0.18 – 1.15	0.09
PROMEDIO DE LITO	0.73	0.13 – 3.90	0.72
SSD	1.57	0.40 – 6.18	0.51
UH	6	1.40 – 26.2	0.01
GOLPES	3.39	0.75 – 15.40	0.11

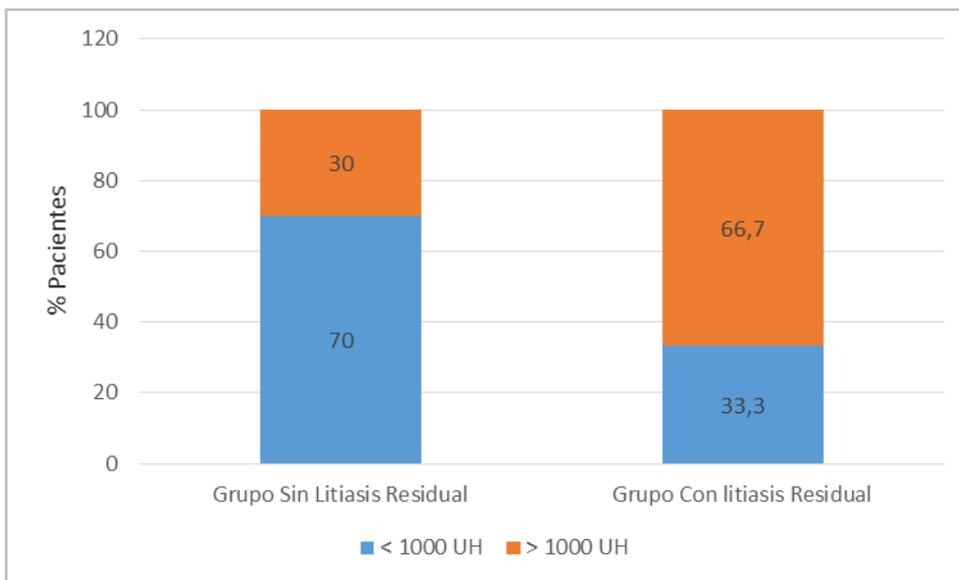
\*Nivel de significancia < 0.05

El 66.7 % de los pacientes en el grupo de litiasis residual tenían cálculos con más de 1000 unidades Hounsfield (figura 10) . (tabla 4)

**Tabla 4. Porcentaje de pacientes en base a densidad del cálculo por grupo de estudio.**

	UH	Libre de litiasis	Litiasis Residual
Unidades Hounsfield (%)	< 1000	21 (70%)	10 (33.3%)
	> 1000	9 (30%)	20 (66.7%)

**Figura 10. Distribución de pacientes por densidad del cálculo expresado en UH por grupo**



$p=0.004$

## DISCUSIÓN

Existen varias opciones de tratamiento para la litiasis urinaria. La LEOCH se considera la primera línea de tratamiento tanto para litiasis renal como ureteral <sup>(5, 9, 10)</sup>. Esta preferencia se debe a que la LEOCH es menos invasiva en comparación con otras modalidades de tratamiento como la uretero litotripsia y la nefrolitotomía percutánea, aunque con ciertas limitaciones en los que respecta a la eficacia <sup>(9)</sup>. La decisión del tratamiento será en base al tamaño, número y localización de los cálculos en la vía urinaria.

Existen varios factores de éxito que influyen en la LEOCH, como es el tipo de litotriptor. Se considera que los litotriptores de primera generación son más potentes y más eficaces en la fragmentación del cálculo <sup>(14)</sup>. Hay algunos reportes que comparan la eficacia de los diferentes litotriptores, por lo que en términos de eficacia el dispositivo Dornier pudiera ser mejor en este aspecto.

Actualmente no hay un litotriptor ideal, y se considera que tanto los litotriptores de primera como de segunda generación son tan eficaces cuando los criterios de selección son los adecuados <sup>17</sup>.

En nuestro estudio encontramos que hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto al número de golpes (número de ondas de choque), paradójicamente los pacientes que presentaron litiasis residual recibieron un mayor número de golpes, esto podría explicarse debido a que el grupo con litiasis residual presentaba una longitud mayor de los cálculos por lo que requeriría mayor número de golpes.

Encontramos diferencias estadísticamente significativas en aquellos pacientes con cálculos con unidades Hounsfield mayor a 1000, situación que concuerda con lo reportado por Joshua D., Wiesenthal et al que demostraron que la medición de la densidad de los cálculos (<900UH) constituye un factor predictor de éxito en LEOCH para cálculos renales y ureterales <sup>(5)</sup>.

Con respecto al tamaño del cálculo aunque no existieron diferencias estadísticamente significativas, existió una tendencia a ser de mayor dimensión en el grupo de litiasis residual.

En un estudio realizado por Basri Cakiroglu et al concluyen que el tamaño del cálculo es un factor predictivo independiente que influye en la sesión de LEOCH y número de LEOCH en el tratamiento de cálculos ureterales, reportando que los pacientes con

cálculos >10mm presentan mayor falla en la eliminación del cálculo<sup>(2)</sup>. Kent Kanao et al demostraron que el tamaño del cálculo la localización y el número de litos son factores predictores en la tasa libre de litiasis<sup>(9)</sup>. Por tanto los cálculos >10mm presentan riesgo de fracaso al tratamiento con LEOCH<sup>(18)</sup>. Aunque esta situación no se confirmó en nuestro estudio, consideramos que al aumentar el tamaño de muestra, esta condición se pueda hacer evidente.

No encontramos diferencias estadísticamente significativas en nuestro estudio en cuanto a la localización del cálculo, a diferencia de lo reportado por Kyle J Weld et al. los cuales encontraron que los cálculos localizados en cáliz inferior, son de peor pronóstico<sup>(14)</sup>.

Por otra parte no encontramos una correlación estadísticamente significativa en cuanto al IMC como factor predictivo de éxito en LEOCH como lo descrito por Perks et al, los cuales reportaron que las variaciones en el IMC fue relativamente pequeña y no afectó el resultado de la LEOCH<sup>(16)</sup>.

Dentro de las fortalezas de nuestro estudio encontramos que la realización de mediciones como es la distancia piel cálculo, la densidad del cálculo expresado en UH, la medición de la longitud del cálculo mediante Tomografía simple de abdomen y pelvis son accesible para ser realizadas en la consulta de urología y estas podrían servir para normar conducta en el tratamiento de litiasis renal y ureteral como factor predictor de éxito en LEOCH.

Una debilidad de nuestro estudio es el tamaño de muestra que en comparación a otros estudios similares publicados a nivel mundial es pequeña, sin embargo este estudio podría servir de precedente para la realización de futuros estudios en nuestro hospital, ya que no se cuenta con literatura nacional sobre factores predictores en LEOCH.

**CONCLUSIONES:**

- La densidad del cálculo <1000UH es un factor predictor de éxito para LEOCH
- La distancia piel cálculo, el IMC, el tamaño y la localización del cálculo no se encuentran relacionados al éxito para LEOCH.
- La eficacia global del litotriptor PiezoLith 3000 plus marca Richard Wolf fue de 50%

**ABREVIATURAS**

DE	Desviación estadar
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
IMC	Indice de masa corporal
LEOCH	Litotripsia Extracorporea por Ondas de choque
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
mm	Milímetro
mm <sup>3</sup>	Milímetro cúbico
MSD	Mean Stone density
MPa	Mega pascales
µs	Microsegundo
NLP	Nefrolitotripsia percutánea.
NA	No aplica
SSD	Skine Stone Distance
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TAC	Tomografía Axial Computarizada
UH	Unidades Housnfield

## BIBLIOGRAFIA

1. Medina Escobedo., et al (nov. 2002). "Prevalencia y factores de riesgo en Yucatán México para litiasis urinaria." Salud Pública Méx **44**(6): 541-545.
2. Basri Cakiroglu., et al (2013). "The influence of Stone size, skin to Stone distance and hydronephrosis on extracorporeal shock wave lithotripsy sesión and shock wave numbers in ureteral stones " World J Nephrol Urol **2**(2): 60-64
3. Castiñeiras Fernández., et al (2007). Libro del Residente de Urología. Asocación Española de Urología: 757-798
4. Campbell Walsh., et al (2012). Urology. Elsevier: 1257- 1303
5. Wiesenthal, J. D., et al. (2010). "Evaluating the importance of mean stone density and skin-to-stone distance in predicting successful shock wave lithotripsy of renal and ureteric calculi." Urol Res **38**(4): 307-313.
6. B. Vivaldi., et al. (2011). "Factores predictivos de éxito tras una sesión única de litotricia extracorpórea de cálculos urinarios a las tres semanas de seguimiento " Actas Urol Esp **35**(9): 529-533
7. Pareek, G., et al. (2005). "Shock wave lithotripsy success determined by skin-to-stone distance on computed tomography." Urology **66**(5): 941-944.
8. Wang, L. J., et al. (2005). "Predictions of outcomes of renal stones after extracorporeal shock wave lithotripsy from stone characteristics determined by unenhanced helical computed tomography: a multivariate analysis." Eur Radiol **15**(11): 2238-2243.
9. Kanao, K., et al. (2006). "Preoperative nomograms for predicting stone-free rate

- after extracorporeal shock wave lithotripsy." J Urol **176**(4 Pt 1): 1453-1456.
10. Yoshida, S., et al. (2006). "Role of volume and attenuation value histogram of urinary stone on noncontrast helical computed tomography as predictor of fragility by extracorporeal shock wave lithotripsy." Urology **68**(1): 33-37.
  11. Smith, A. (2012). Smith's Textbook of endourology. Wiley-Blackwell: 529-568.
  12. [www.richard-wolf.com/broschueren/shock\\_wave](http://www.richard-wolf.com/broschueren/shock_wave).
  13. C. Türk., et al (2015). "Guidelines on Urolithiasis." European Association of Urology: 17-35.
  14. Weld, K. J., et al. (2007). "Shock wave lithotripsy success for renal stones based on patient and stone computed tomography characteristics." Urology **70**(6): 1043-1046.
  15. C. Türk, T. K. (2010). "Guía clínica sobre la urolitiasis." European Association of Urology: 462-467.
  16. Perks, A. E., et al. (2007). "Shock wave lithotripsy correlates with stone density on preoperative computerized tomography." J Urol **178**(3 Pt 1): 912-915.
  17. Tan, E. C., et al. (1991). "Comparative studies of extracorporeal shock wave lithotripsy by Dornier HM3, EDAP LT 01 and Sonolith 2000 devices." J Urol **146**(2): 294-297.
  18. AlexandraE.Perks., et al. (2008). "Stone Attenuation and Skin-to-Stone Distance on Computed Tomography Predicts for Stone Fragmentation by Shock WaveLithotripsy." Urology **72**(4): 765–769





