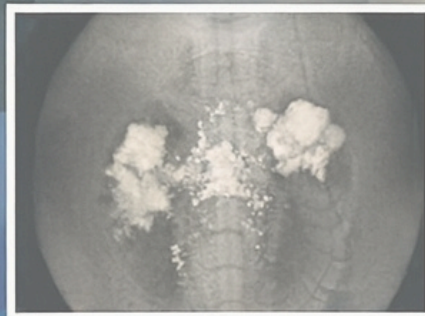
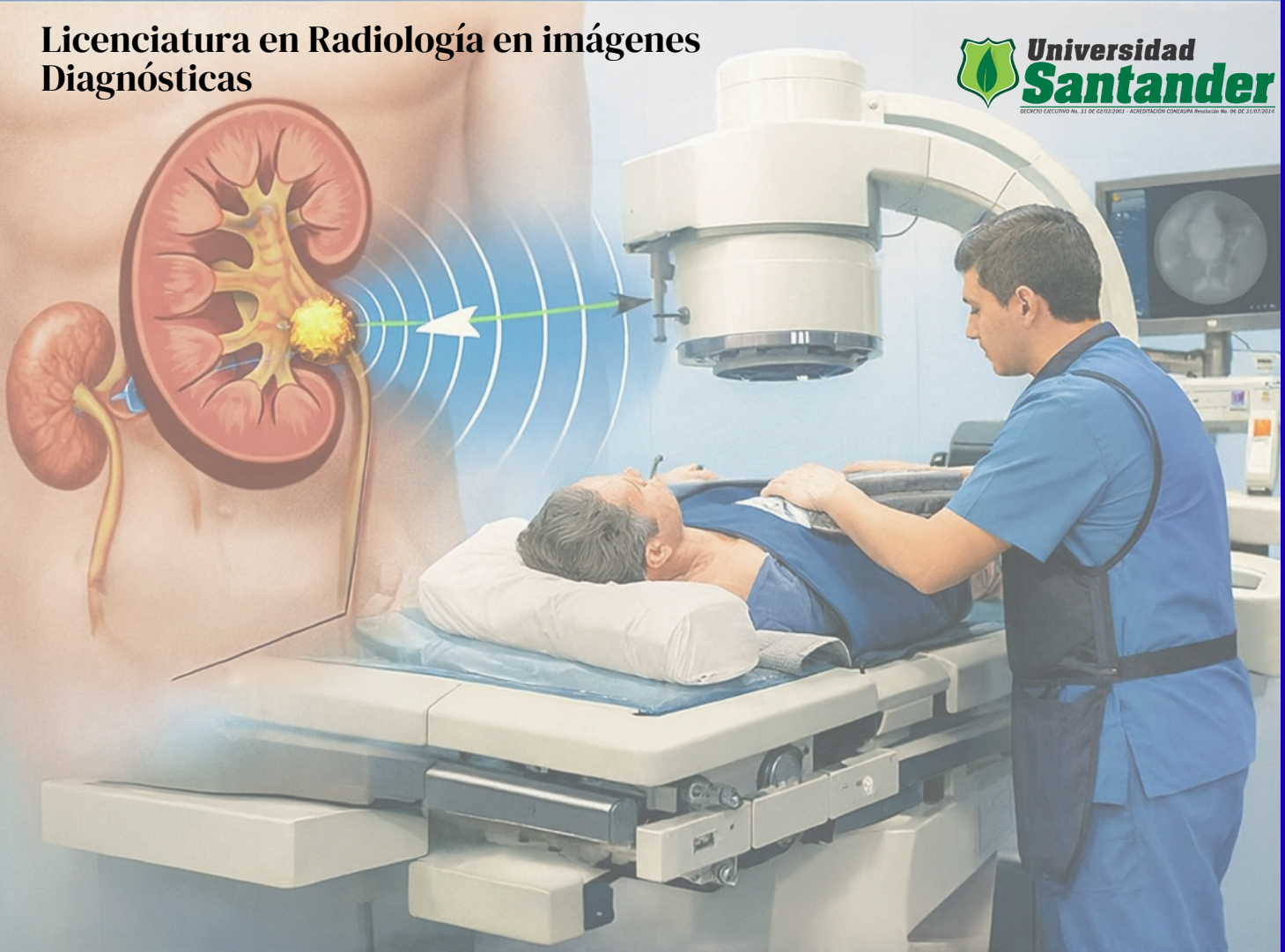


Manual técnico de Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque dirigido a estudiantes de Radiología Medica en Panamá

Licenciatura en Radiología en imágenes
Diagnósticas

 **Universidad
Santander**
DECRETO EJECUTIVO No. 31 DE 03/03/2001 - ACREDITACIÓN CONEPU Resolución No. 06 DE 30/07/2014

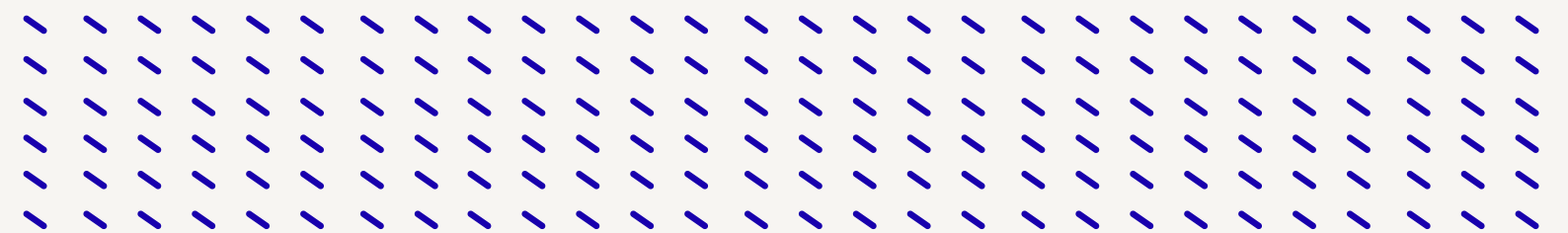


Año de edición: 2026

Autores: Yeira A. Guerra E., Alexandra C. Castillo G., Melany N. Sención,
Boris A. Barrios B.

Director de Trabajo: Elaene Femenias

Asesor metodológico: Margot Carrillo Núñez



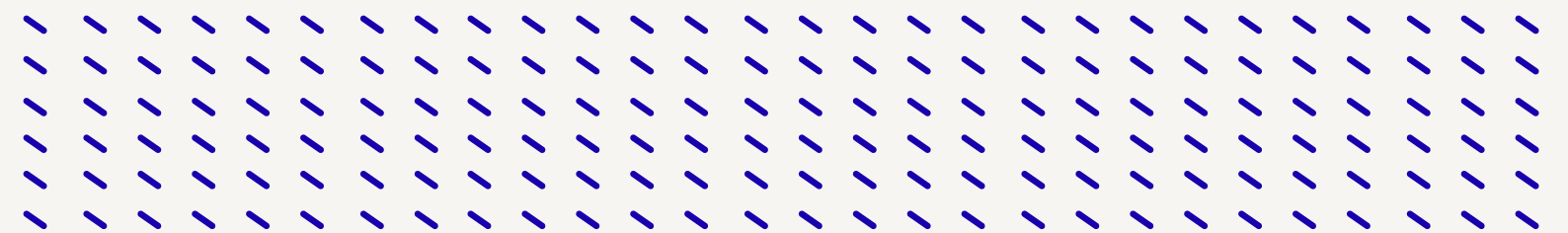
Autores

Este Manual ha sido elaborado conforme a los objetivos académicos y formativos de una guía introductoria y de apoyo para los estudiantes de Radiología Médica en el conocimiento del tratamiento por Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque.

Autores: Yeira A. Guerra E., Alexandra C. Castillo G., Melany N. Sención, Boris A. Barrios B., Elaene Femeninas y Margot Carrillo.

El presente manual es un producto del compromiso de los autores, que intentan integrar conocimientos teóricos, aspectos técnicos del procedimiento y principios mínimos de aspectos de seguridad y de la práctica profesional.

El Manual pretende contribuir al desarrollo de las competencias del alumno, facilitando el conocimiento del trabajo del licenciado en Radiología en la ejecución de un tratamiento como el de la Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque dentro del marco clínico instaurado.



Índice

A. Introducción

B. Historia

**C. Rol del Licenciado en Radiología
en Litotricia**

D. LEOCH

01. Litiasis renal

02. Anatomía y fisiología renal

03. Litotricia

04. Principios físicos y propagación de la onda

- Efecto de distintos medios en las ondas de choque

06. Descripción del equipo

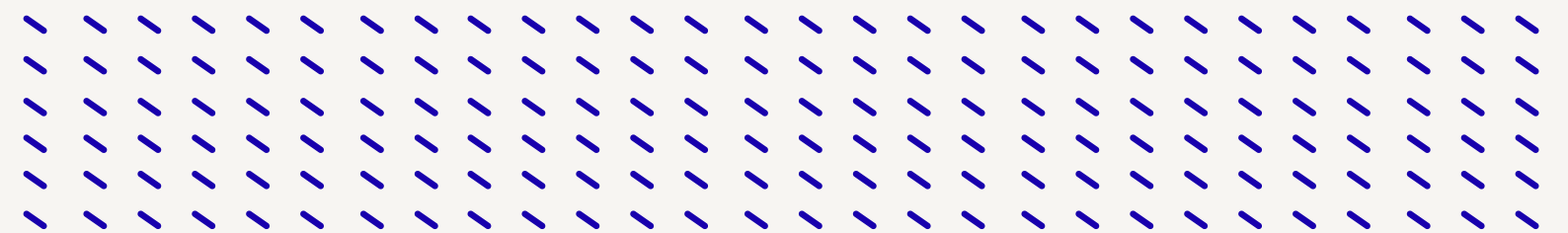
- Cabeza terapéutica
- Unidad básica
- Energía de las ondas
- Tipo de disparo
- Número de ondas de choque

07. Principios de funcionamiento

08. Principios médicos

- Uso correcto
- Indicaciones
- Contraindicaciones

09. Seguridad en el tratamiento de pacientes



Índice

- 10. **Criterios de inclusión y exclusión**
- 11. **Posicionamiento seguro del paciente**
- 12. **Fragmentación de los cálculos mediante las ondas de choque**
- 13. **Control durante el tratamiento**
- 14. **Post-procedimiento en litotricia extracorpórea**
- 15. **Seguridad y radio protección.**
- E. **Conclusiones**
- F. **Infografía**

Resumen

El presente manual técnico de la Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque (LEOCH), elaborado con la intención de servir como una guía académico-docente para los estudiantes de la carrera de Radiología Médica en Panamá y para los profesionales en formación que participen o deseen formarse sobre este procedimiento terapéutico.

Este manual sistematiza los principios técnicos, físicos y clínicos de la litotricia extracorpórea, contemplando aspectos básicos como el funcionamiento del equipo litotriptor, la localización del cálculo por imagen, la posición del paciente, los parámetros técnicos del procedimiento y las normas de protección radiológica. También se incluye la descripción de las indicaciones y contraindicaciones y de las funciones del Licenciado en Radiología Médica a lo largo de las fases del tratamiento.

La estructura del manual ha sido elaborada desde una posición didáctica y práctica, de manera que permita la comprensión paulatina del procedimiento y que facilite que el estudiante, adquiera las habilidades de la parte técnico-formativas y profesionales. Del mismo modo, el presente documento pretende contribuir a normalizar el conocimiento, para fomentar la práctica clínica organizada, segura y adecuada a los principios de calidad y seguridad para el paciente.

Introducción

En Panamá, los estudiantes de la carrera de Radiología Médica enfrentan una carencia de conocimientos teóricos y prácticos sobre el procedimiento especializado de la Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque (LEOCH). En un espacio de retroalimentación, los participantes de esta investigación, quienes son estudiantes de la carrera de Radiología Médica, se demostró un alto desconocimiento del procedimiento de Litotricia, y de cómo se realiza dicho procedimiento.

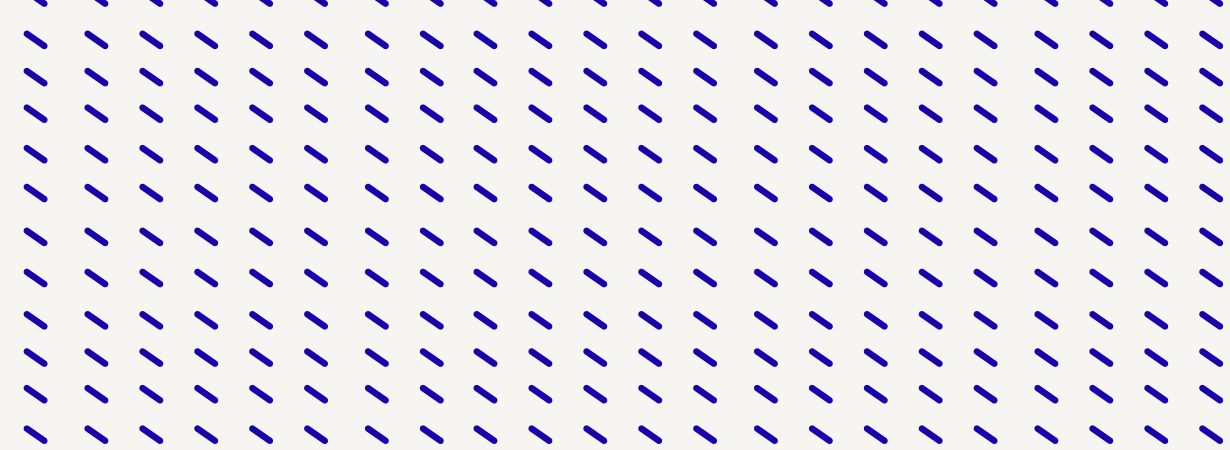


Figura 1: Representación visual del procedimiento de litotricia (Elaborada propiamente)



Figura 2: Procedimiento de litotricia (Elaborada propiamente)

También se debe recalcar las aptitudes necesarias que debe tener un Licenciado en Radiología para poder intervenir en procedimientos modernos en el campo de la Urología y Radiología Intervencionista como parte del equipo de Litotricia. Ante esta realidad surge la oportunidad de desarrollar un manual técnico, que brinde a los estudiantes una base sólida sobre el procedimiento, principios físicos, indicaciones, contraindicaciones y aspectos técnicos relacionados con la imagenología aplicada.



B. Historia de la Litotricia



Historia

La Litotricia, es una técnica destinada a la fragmentación de litiasis renal vesical, ha evolucionado desde procedimientos altamente invasivos hasta métodos mínimamente invasivo y no invasivos ya que emplean energía de manera precisa. El término proviene del griego *lithos* que significa piedras y *tripsis* que significa triturar, lo que representa este procedimiento: destruir formaciones sólidas dentro del cuerpo para facilitar su eliminación.

Desde tiempos antiguos, la litiasis ha sido una causa muy significativa de dolor, infecciones e incluso la muerte en casos muy graves. La existencia de esta patología ha sido registrada hace miles de años antes de Cristo por las civilizaciones Egipcias, Indias y Griegas y se documentaron intervenciones quirúrgicas abiertas como la Litotomía que consiste en extraer los cálculos de la vejiga.

En la época medieval era realizado por litotomistas, en Francia la mayoría eran monjes lo que significa que este procedimiento presentaba una alta tasa de mortalidad por la falta de anestesia, antisepsia y conocimientos anatómicos y se mantuvo así por siglos.



Figura 3: Método conocido como Litotricia Transuretral, creado por el cirujano francés Jean Civiale. Utilizado para tratar a cientos de pacientes y conseguir una disminución considerable de complicaciones, estableciendo fundamentos de la urología contemporánea.

El primer avance significativo en el ámbito de Litotricia tuvo lugar en el año 1824, con creación de un aparato mecánico llamado Litotriptor, este era introducido por la uretra y facilitaba la fragmentación de cálculos vesical

dentro de la vejiga, eliminando las incisiones externas. Este método se le conoció como Litotricia Transuretral y fue creado por el cirujano francés Jean Civiale, se utilizó para tratar a cientos de pacientes y se consiguió una disminución considerable de complicaciones, estableciendo fundamentos de la urología contemporánea

A finales del siglo XIX, entre los años 1860 y 1900, doctores como Henry Bigelow en Estados Unidos y Joaquín Albarrán en Francia se dedicaron a mejorar los diseños mecánicos y las técnicas de operación, beneficiándose de los avances en la anestesia general y la antisepsia creados por Lister y Morton, lo que permitió cirugías más seguras y con menos dolorosas.

Durante la primera parte del siglo XX, la creación de endoscopios rígidos y posteriormente flexibles, se facilitó el acceso al uréter y la vejiga para realizar la Litotricia Intracorpórea. Alrededor de 1960, se introdujo fuentes de energía ultrasónicas y neumática, lo que

incrementó la efectividad en cálculos de mayor dureza. Como ocurre en la ciencia, los grandes descubrimientos se producen de manera casual, y la Litotricia es uno de ellos. Durante la Segunda Guerra Mundial, algunos bombarderos B-29 se desintegraban en el aire y no se entendía muy bien el porqué de este suceso.

Las averiguaciones realizadas por ingenieros aeronáuticos norteamericanos revelaron que los accidentes se produjeron por las fuertes lluvia en la que se encontraban envueltos estos aviones. Experimentos de simulación aeronáutica en el laboratorio demostraron que los impactos de las gotas de lluvia sobre el fuselaje del avión se comportaban como micro meteoritos que provocaban ondas de alta energía, lo que hoy se conoce como “Ondas de choque”, con suficiente energía como para pulverizar materiales frágiles. El problema se resolvió modificando el temple del cristal de la cabina del piloto. Al terminar la guerra, esta información quedó archivada,

de la población por tratamientos efectivos para la litiasis, llevo a la colaboración con la medicina, esto dio lugar a la idea de desintegrar cálculos renales con ondas de choque generadas por fuera del cuerpo del paciente. Al principio, la realización técnica y médica de la idea no estaba muy clara, de ahí nacen los primeros cimientos de la Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque (LEOCH).

En 1971, Haeusler y Kiefer, investigadores alemanes, informaron sobre la primera desintegración de un cálculo renal por ondas de choque sin contacto directo con el paciente, de manera in vitro, lo que motivo a que el Departamento de Investigación y Ciencia de Alemania financiara el programa de investigación "Aplicación de la ESWL" en 1974, algunos de los participantes en este programa fueron, Eisenberger, Chaussy, Brendel, Forßmann y Hepp.

Para la localización, se utiliza fluoroscopia biplanar, lo que permite fragmentar los cálculos en la zona objetivo.

En los años siguientes se llevaron a cabo experimentos in vivo e in vitro con ondas de choque generadas extracorpóreas con el objetivo de desintegrar cálculos biliares con este mismo equipo. En 1985, se realizó el primer tratamiento clínico de cálculos biliares con Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque (LEOCH) en Múnich, Alemania.

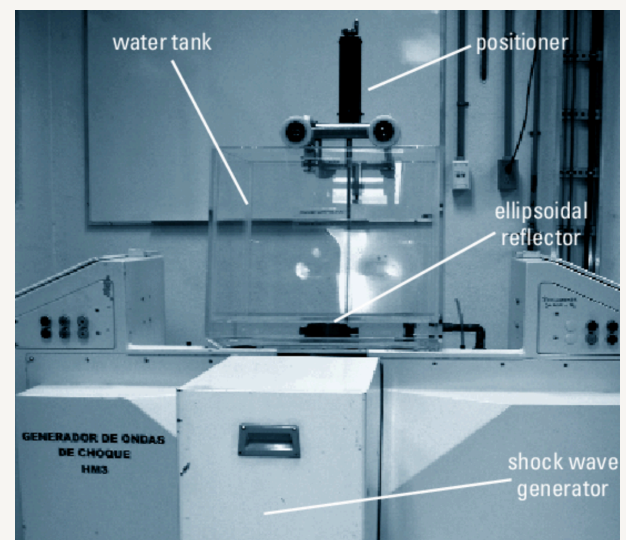


Figura 4: En 1980, el primer paciente con un cálculo renal fue tratado en Múnich con un prototipo llamado Dornier Lithotripter HM1. En 1983, el primer litotriptor comercial (HM3, Dornier) se instaló en Stuttgart, Alemania, el diseño del HM3 se basaba en un generador de ondas de choque electrohidráulico; las ondas de choque se enfocan mediante una tina metálica elipsoide llena de agua, en la que se sumergen tanto el paciente como el generador.

hasta que, a finales de la década de los 50, los aviones a reacción alemanes empezaron a tener los mismos problemas. En uno de los centros de pruebas de la Alemania Occidental, ingenieros de la compañía aeronáutica Dornier lanzaron gotas de agua a una velocidad ocho veces superior a la del sonido contra ciertos elementos de un caza Lockheed F-104.

En el transcurso de esas investigaciones, en el año 1966, se descubrió la transmisión inocua de las ondas de choque mecánicas a través del cuerpo, cuando un ingeniero tocó una cartulina de uso diario en el mismo momento en que recibía un impacto de un proyectil de agua de alta velocidad, sintió una especie de shock eléctrico, pero sin evidencia de fenómenos eléctricos reales.

De 1968 a 1971, se investigó en Alemania la interacción entre las ondas de choque y el tejido biológico en animales, permitiendo que estas investigaciones dieran como

resultado que las ondas de choque de alta energía causan efectos en el organismo a largas distancias, en particular, se investigaron los efectos de las interfaces en el organismo, junto con la diferencia y la amortiguación de la onda de choque a su paso por los diferentes tejidos vivos, también se observó la transición de las ondas de choque y como estas tienen pocos efectos secundarios al atravesar los músculos, la grasa y el tejido conectivo.

El tejido óseo a diferencia permanecía intacto. Además de las interacciones, también se investigó si estas ondas pudiesen causar algún tipo de daño en órganos sanos tales como: los pulmones, el cerebro, el abdomen y otros órganos. Asimismo, se pudo llegar a la conclusión de que las Ondas de Choque tienen una mejor vía de transmisión cuando se encontraban con sustancias como el agua y gel acuoso debido a la similitud de la impedancia acústica con el tejido. Estas investigaciones y las necesidades

Un año después, se probó en Maguncia un prototipo de litotriptor sin bañera, dando así paso a las diferentes generaciones de litotriptores. Hoy en día, el tratamiento de cálculos renales y ureterales con ondas de choque extracorpóreas es la primera opción. Los litotriptores modernos funcionan sin bañera ni anestesia. Sin embargo, litotriptores de última generación se han diseñado para ofrecer mayor portabilidad y adaptabilidad. Estos sistemas suelen proporcionar imágenes tanto con fluoroscopia como con ecografía, teniendo la posibilidad de alternar entre las modalidades de imagen permite al urólogo compensar las deficiencias de cualquiera de los dos sistemas.

En los últimos 16 años, se han tratado más de 3 millones de pacientes, ya que la terapia de ondas de choque es segura y eficaz, pero su aplicación descuidada puede causar daños graves.

Los litotriptores de última generación se han diseñado para

ofrecer mayor portabilidad y adaptabilidad, ya que estos equipos proporcionan imágenes tanto de fluoroscopia como de ultrasonido, y la posibilidad de alternar entre las modalidades de imagen permite al urólogo compensar las deficiencias de cualquiera de los dos sistemas.

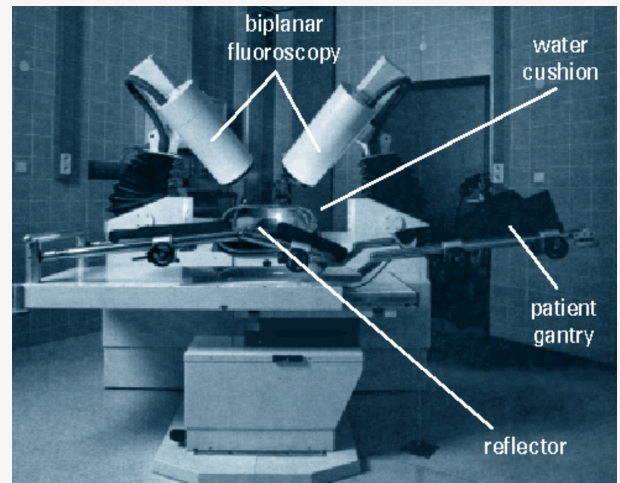
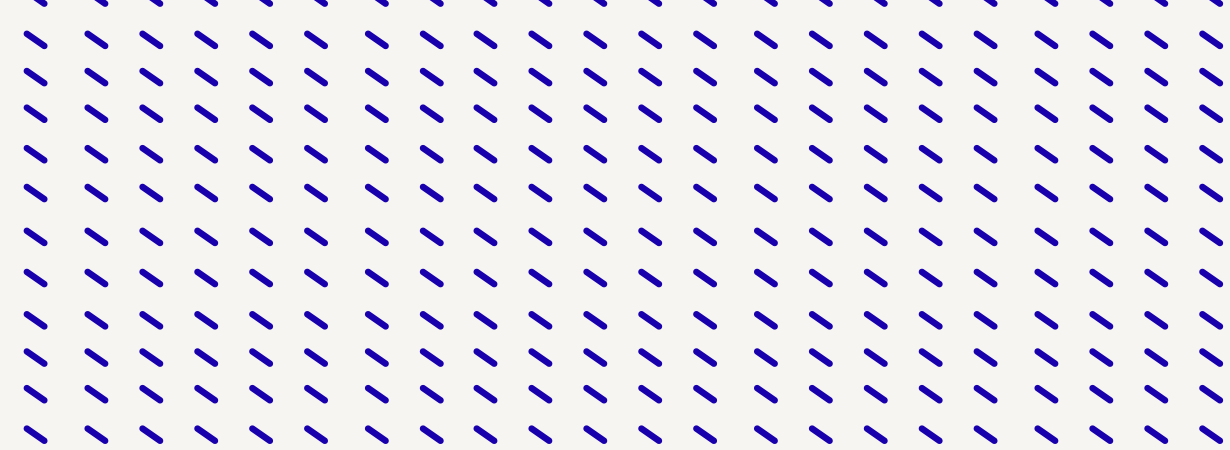


Figura 5: Dispositivos actuales que emplean tecnologías avanzadas como ondas de choque focalizadas guiadas por imagen, representando el estado actual de la litotricia extracorpórea.

En Panamá, la Litotricia de Extracorpórea por ondas de choque (LEOCH), ha tenido mucha relevancia como el método menos invasivo para el tratamiento de cálculos urinarios, aunque su implementación ha sido paulatina y en muchos casos limitada debido al acceso a la tecnología.



D. Rol del Licenciado en Radiología Médica

Rol del Licenciado en Radiología

El Licenciado en Radiología Médica cumple un rol esencial en el éxito del procedimiento de Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque, en donde su participación abarca múltiples responsabilidades tanto técnicas como clínicas, garantizando un tratamiento eficaz, seguro y centrado en el bienestar del paciente, por lo que una de sus funciones principales es la operación del equipo de litotricia y los sistemas de imágenes, como el manejo del arco en C o el ultrasonido, los cuales permiten localizar con precisión el cálculo renal o uretral, y distinguir adecuadamente a las ondas de choque, por lo que se requiere un conocimiento profundo sobre los distintos tipos de generadores de onda (electrohidráulico, piezoeléctricos, o electromagnéticos) y sobre los parámetros técnicos necesarios para lograr una fragmentación eficiente.

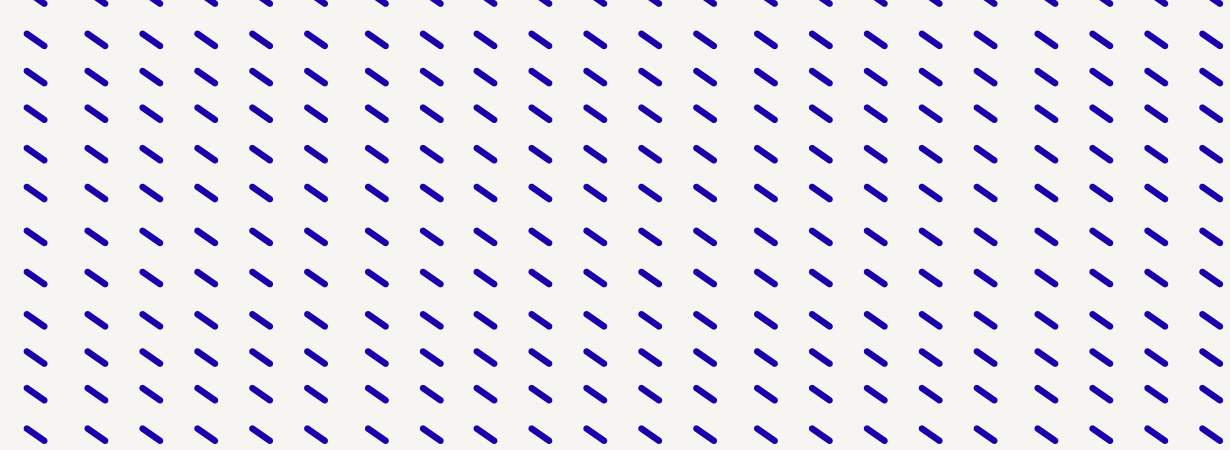
Además, el licenciado se encarga de preparar y posicionar correctamente al paciente en la mesa de tratamiento asegurando que el cálculo se sitúe en el punto focal para maximizar la efectividad del procedimiento al tiempo que se minimizan los posibles efectos en tejidos vecinos.

El profesional de radiología es responsable de obtener imágenes médicas de alta calidad que permitan guiar y supervisar el procedimiento en tiempo real ya sea mediante fluoroscopia o ultrasonido, por su experiencia, es clave para evaluar la evolución del tratamiento y realizar los ajustes necesarios durante la fragmentación del cálculo. En este contexto aplica rigurosamente los protocolos de protección radiológica velando por reducir al mínimo la exposición a la radiación tanto al paciente como del personal de salud, esto implica el uso correcto de elementos de

protección, el seguimiento de la dosimetría y el cumplimiento de las normativas vigentes. Además, este profesional tiene a su cargo el mantenimiento periódico del equipo de litotricia y los sistemas de imagen asegurando su correcto funcionamiento y previniendo fallos que puedan comprometer la seguridad o la calidad del procedimiento, y su trabajo se realiza en estrecha colaboración con urólogos, enfermeros y especialistas que participan activamente en la planificación del tratamiento, el seguimiento clínico del paciente y la gestión de posibles complicaciones

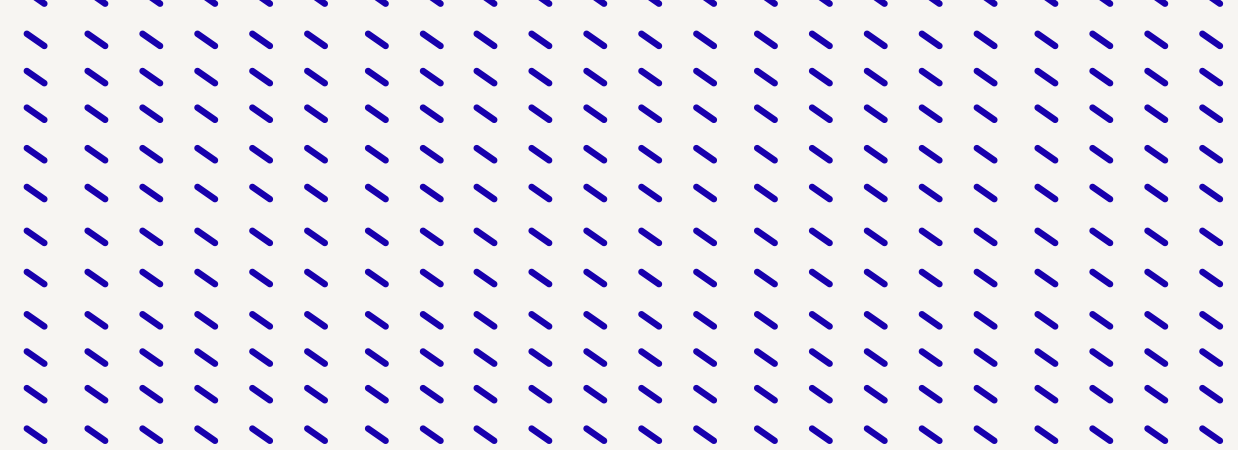


Figura 6: Función del licenciado en litotricia durante el proceso de litotricia extracorpórea por ondas de choque, que abarca la localización del cálculo, la gestión del equipo, el control de los parámetros y la observación del paciente. (Imágenes elaboradas propiamente).



D. LEOCH





01. Litiasis Renal

Litiasis Renal

La litiasis renal es la formación de pequeñas piedras o cristales (cálculos) dentro de las vías urinarias. Esta enfermedad es un problema bastante común en la población panameña. Además, se estima que entre el 5% y el 10% de la población mundial sufrirá de litiasis renales en algún momento, afectando especialmente a los hombres (Edwin Pimentel, 2019).



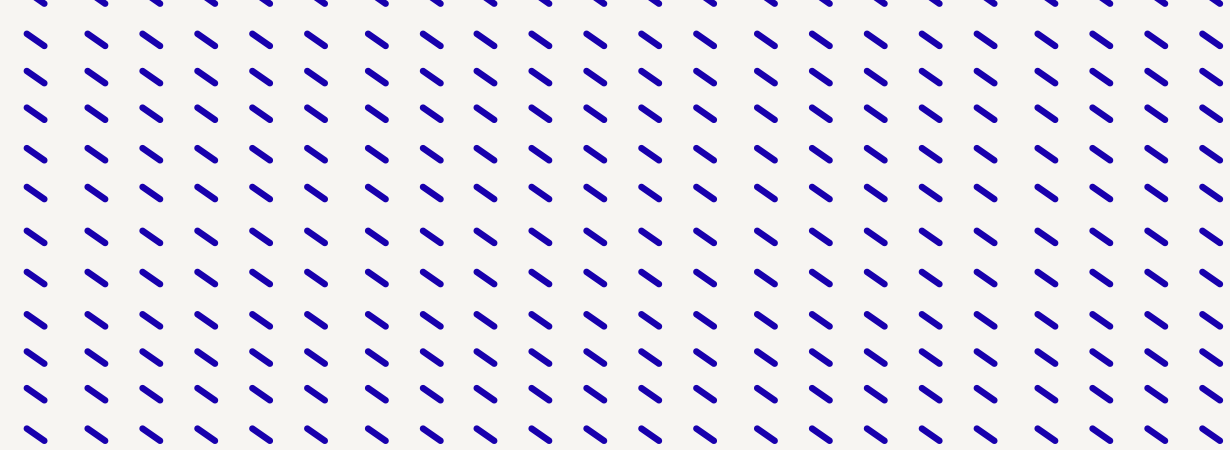
Figura 7: Litiasis renal o litiasis renoureteral. (Litiasis renal . (sf). Gruporecoletas.com).

Existen muchos factores que contribuyen en la formación de estos litos.

La genética, la hidratación, las dietas, el clima en donde viven las personas, e incluso el uso de ciertos medicamentos o infecciones previas, son algunas de las posibles causas de esta enfermedad.

Aunque existen varios tipos de litiasis, el 80% de los casos estas suelen ser de calcio, el resto varía según el metabolismo de cada paciente y dependen del lugar de origen en donde se forman.

El diagnóstico de los cálculos renales se basa en el historial médico del paciente, el estudio de orina y sangre, el análisis de orina durante 24 horas, así como el de las pruebas de diagnóstico por imagen como la ecografía y la tomografía computarizada, luego, si se logra la expulsión del cálculo, también se puede llevar a cabo un análisis de su composición para fines de prevención en la dieta o para la suplementación con inhibidores de la formación de cálculos.



02.

Anatomía y Fisiología Renal

Anatomía y Fisiología Renal

El sistema urinario se compone de, dos riñones, dos uréteres, la vejiga y la uretra, en donde cada órgano cumple con una función específica que contribuye a la correcta filtración y excreción de los desechos del cuerpo mediante la orina.

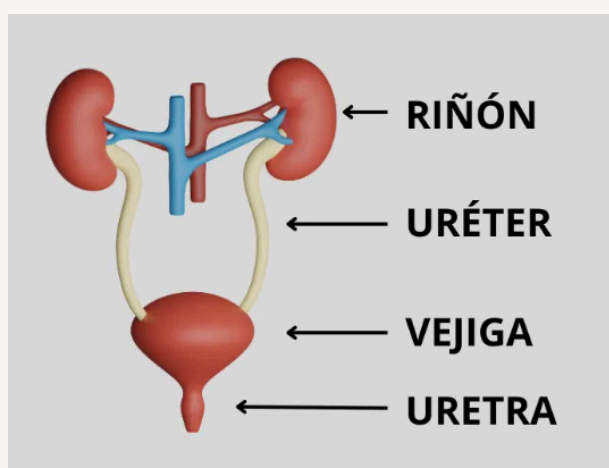


Figura 8: componentes del sistema urinario (De la salud, M-EP 2020, 27 de octubre. Sistema urinario: anatomía y función de la orina).

Los riñones son órganos retroperitoneales, en donde la cara medial de cada uno de los riñones contiene una región llamada hilio los cuales contienen las arterias y venas renales, además de los uréteres.

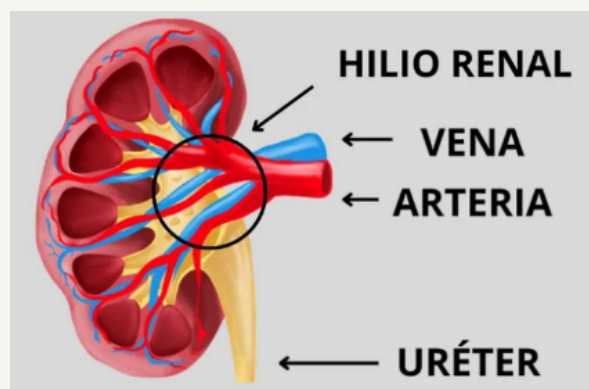


Figura 9: Hilio renal. (Rfoto, S. 2024, octubre 21. Sistema urinario).

En un corte longitudinal de los riñones, se pueden observar dos regiones principales; la corteza (porción externa) y la médula (porción interna).

En donde, la médula se divide en 8 a 10 pirámides renales. La base de cada pirámide tiene origen en el borde de la corteza y la médula, las cuales terminan en la papila que, a su vez, a su vez terminan en la pelvis renal.

Por consiguiente, la pelvis renal se divide en forma de bolsas abiertas, estos son llamados cálices mayores. Los cálices mayores por consiguiente se dividen en cálices menores y su función principal es recoger la orina de los túbulos de cada papila, En donde la orina pasa de los cálices a la pelvis renal y de ahí hacia los uréteres, en donde se transporta hacia la vejiga almacenándola hasta que se vacíe por medio de la micción.

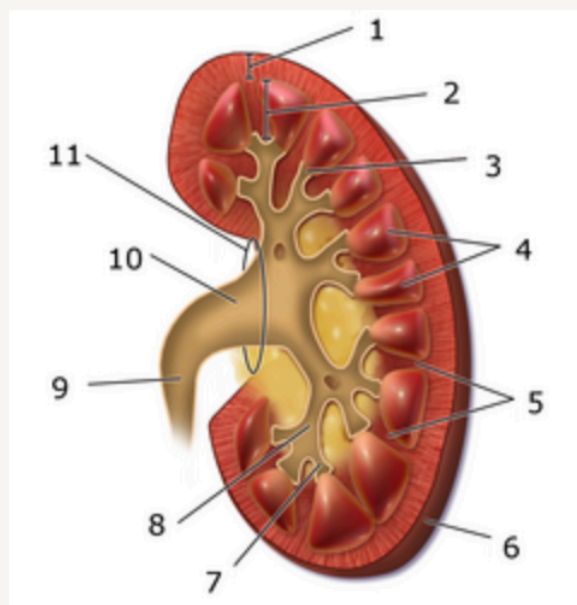
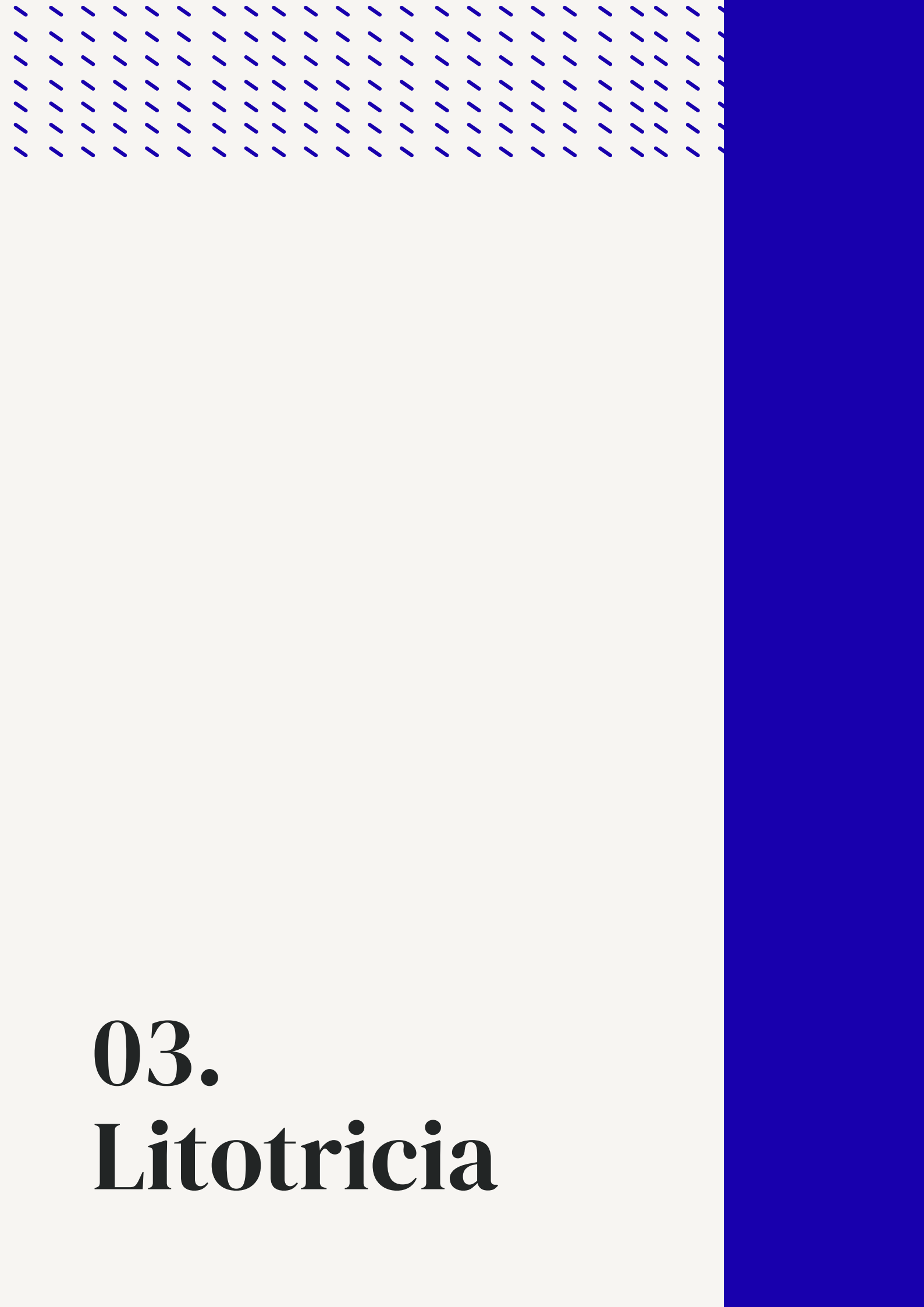


Figura 10: 1. Corteza renal, 2. Médula renal, 3. Papila renal, 4. Pirámide renal, 5. Columna renal, 6. Capsula fibrosa, 7. Cáliz menor, 8. Cáliz mayor, 9. Uréter, 10. Pelvis renal, 11. Hilio renal. (Colaboradores de Wikipedia. Dakota del norte. Riñón).



03. Litotricia

Litotricia

La litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque es un procedimiento mínimamente invasivo utilizado para la fragmentación de litiasis renal, por medio de la interacción de las ondas de choque con el material lítico. La litotricia supone un avance significativo para la urología, un método de fragmentación rápido, preciso y sin complicaciones significativas.

La enfermedad de la litiasis renal está en aumento, dado esto, se buscaba un procedimiento que cumpliera con tres criterios específicos.

- Pocas complicaciones
- Bajos costos
- Rapidez

La LEOCH cumple los tres criterios de manera significativa, con una tasa de indicación primaria que va en aumento en los últimos años, además de una tasa de éxito en los procedimientos, que fluctúan entre 80 a 97% de efectividad.

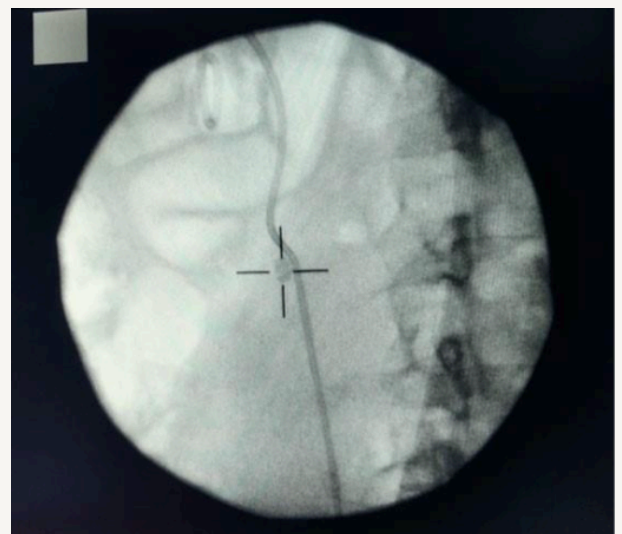
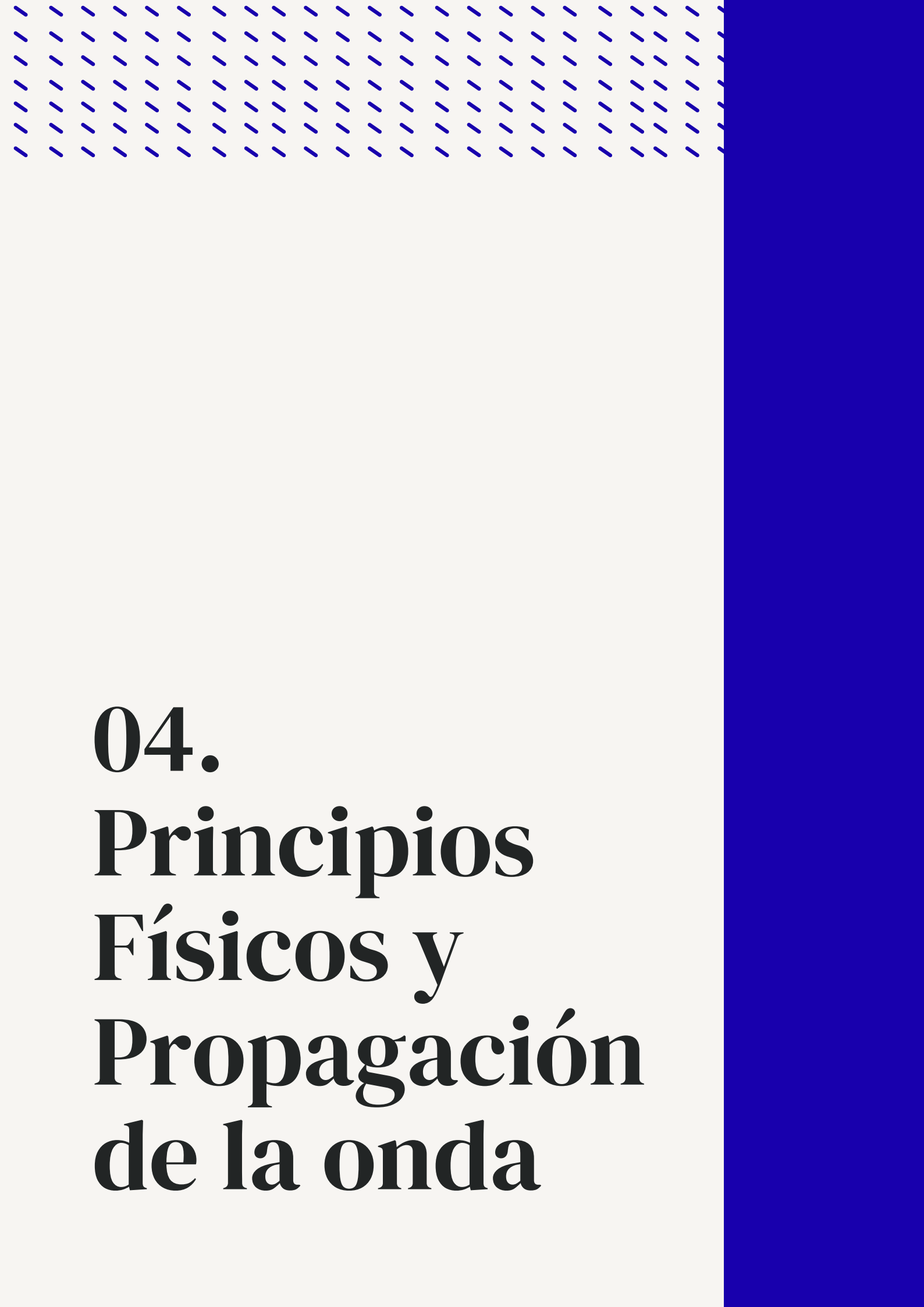


Figura 11: Litiasis en uréter proximal. Paciente portadora de catéter doble J. (Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque. Dakota del Norte).



04.

Principios Físicos y Propagación de la onda

Principios físicos

Una onda de choque es una onda sonora que se autopropaga a través de las partes más densas de un material, incluso puede hacer vibrar átomos individuales, a diferencia de las ondas ultrasónicas comunes, las ondas de choque, son uniformes, tienen subidas de presión muy bruscas y poca parte de estiramiento; por ende, poseen un alto espectro de frecuencia, permitiendo que su amortiguación en tejidos es mucho más baja que en la onda de ultrasonido, lo que implica que esto puede llegar a zonas más profundas.

Una onda de choque es una clase de vibración que se difunde a través de un fluido, en este caso un líquido, cuando la onda comprime las partículas del fluido vecino provoca que las moléculas se aproximen, empujándose mutuamente, esta oscilación de compresión y tensión genera una "onda" que se desplaza a través del fluido.

Propagación de la onda

Se aplican las leyes físicas del sonido para la propagación en materiales o diferentes tejidos. Esto quiere decir que las ondas de choque al llegar a un límite entre dos materiales con diferente resistencia acústica se reflejan y se rompen parcialmente; en cambio, en los tejidos con una resistencia acústica parecida, se siguen moviendo básicamente sin perder fuerza.

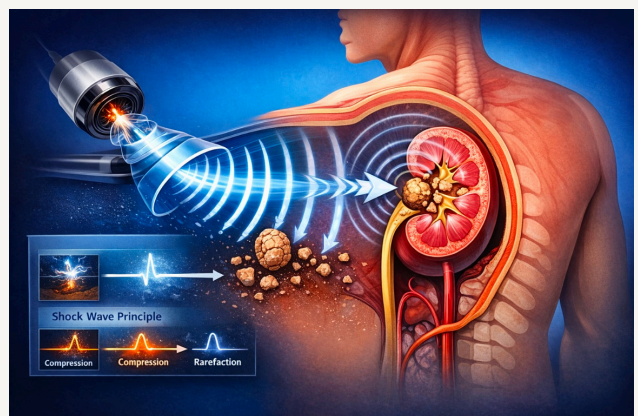


Figura 12: Generación, propagación y enfoque de ondas de choque en medios biológicos durante la litotricia extracorpórea. (Elaboración propia).

Efectos de los distintos medios en las ondas de choque

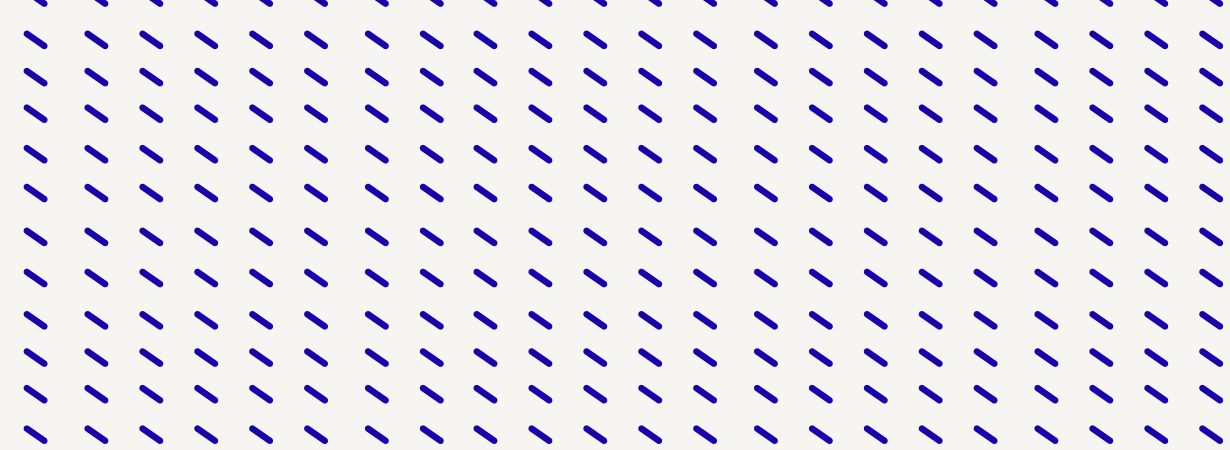
Los cálculos pueden romperse con ondas de choque, ya que en las superficies límite de diferentes medios con distinta resistencia acústica se producen cambios repentinos de presión y estiramiento.

se fragmenten en pequeños pedazos.



Figura 13: Generación, propagación y enfoque de ondas de choque en medios biológicos durante la litotricia extracorpórea. (Elaboración Propia)

La energía real que sirve para la desintegración se determina por el grado de la diferencia de grosor y velocidades acústicas o la resistencia entre los medios de propagación. Mientras mayor sea esta diferencia entre los medios, mayor fuerza se aplicará sobre el cálculo; -



05. Descripción del Equipo

Descripción del Equipo

Un equipo de litotricia es un conjunto de 4 partes principales que son las que ayudan a crear, focalizar y emitir las ondas de choque. Además de los elementos del litotriptor, también se utiliza un Arco en C adaptado o un equipo de ultrasonido para la mejor focalización.

Estos elementos serían:

- Cabeza terapéutica
- Unidad básica
- Panel de control
- Mesa de tratamiento

Cabeza terapéutica

La cabeza terapéutica se acopla al paciente mediante un cojín de acoplamiento. El circuito de agua es la clave para generar la presión de acoplamiento necesaria para el tratamiento. Es un circuito formado por un depósito, una instalación de degasificación y elementos de control.

El cojín de acoplamiento de la fuente se le colocan de dos a tres gotas de aceite de forma manual, nos ayuda al acoplamiento y desacoplamiento de este. La presión ejercida al paciente se puede regular mediante los botones en el panel de control. Si la presión ejercida se eleva el equipo suspende función, por ende, se recomienda una presión media para que no se detenga el tratamiento. En caso de que se detenga se puede realizar un nuevo acoplamiento.



Figura 14: Izquierda: Cabeza terapéutica encima de la mesa / Derecha: Cabeza terapéutica debajo de la mesa.

El movimiento de altura de la mesa no afecta la presión de acoplamiento, se mantiene continua.

En el interior de la cabeza terapéutica encontramos un Air bag. En urología los Air bag facilitan la localización radiológica a 0° mientras que el paciente se encuentra acoplado a la cabeza terapéutica. El Air bag se infla por medio de llenado de aire a través de la fuente terapéutica que se encuentra llena de agua, de esta manera en el eje horizontal, es decir a 0°, nos proporciona una mayor calidad de imagen, a su vez en el eje lateral, a 30°, nos ayuda la visualización en un eje distinto. Este Air bag se desinflan a la hora de la emisión de las ondas de choque.

Al igual que en radiología convencional, se deben de mostrar dos ejes de visualización para la correcta localización del cálculo.

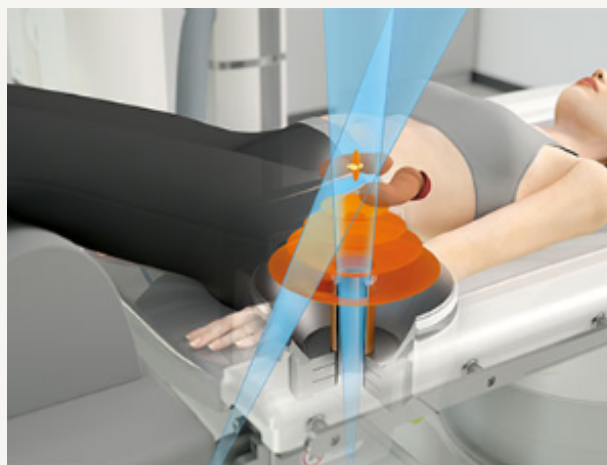


Figura 15: Izquierda: Cabeza terapéutica encima de la mesa / Derecha: Cabeza terapéutica debajo de la mesa.

Unidad básica

La unidad básica se constituye como la base del litotriptor y es donde se aloja los subsistemas del equipo y permite generar, focalizar y transmitir las ondas de choque para fragmentar los cálculos dentro del cuerpo de manera no invasiva.

Entre ellos tenemos:

- La alimentación eléctrica o la unidad generadora de ondas de choque que es la parte principal del equipo y la más importante, esta produce las ondas acústicas de alta energía que fragmenta el cálculo y como se ha mencionado antes de puede basar en los distintos principios como el electrohidráulico, electromagnético y el piezoeléctrico.
- El sistema de focalización que concentra las ondas de choque en un punto focal preciso donde se encuentra el cálculo, minimizando el daño a los tejidos adyacentes. Este sistema incluye:
- El lente acústico que es utilizado en litotriptores electromagnéticos y piezoeléctricos, su función es dirigir y enfocar las ondas de choque hacia el cálculo con alta precisión. Este sistema también incluye el reflector elipsoidal que es una superficie metálica en forma de elipse que se utiliza principalmente en litotriptores electrohidráulicos.

Su función es reflejar y enfocar las ondas de choque generadas en el foco terapéutico. Esta elipse tiene dos focos el F1 es donde se genera la onda y el F2 es donde se enfoca o se concentra la energía y se ubica el cálculo.

Y adicional el sistema de focalización tiene un ajuste de profundidad y alineación, estas dos partes permiten adaptar la profundidad del foco dependiendo de donde se encuentre el cálculo y alinear perfectamente el foco del litotriptor con el cálculo utilizando rayos x o el ultrasonido.



Figura 16 : Tipos de generadores de ondas de choque utilizados en la litotricia extracorpórea: electrohidráulico, electromagnético y piezoeléctrico, los cuales permiten la generación de pulsos acústicos de alta energía dirigidos hacia el cálculo para su fragmentación. (Elaboración propia)

Sistema de acoplamiento acústico que permite la transmisión eficiente de la onda desde el equipo de litotricia al cuerpo del paciente y así evita la pérdida de energía por aire. Para esto generalmente se utiliza una membrana con agua desgasificada y un gel conductor. El equipo de litotricia también cuenta con un equipo de fluoroscopia que sirve para identificar y posicionar el cálculo en el foco terapéutico.

La alimentación eléctrica o la unidad generadora de ondas de choque que es la parte principal del equipo y la más importante, esta produce las ondas acústicas de alta energía que fragmenta el cálculo y como se ha mencionado antes de puede basar en los distintos principios como el electrohidráulico, electromagnético y el piezoeléctrico.

El sistema de focalización que concentra las ondas de choque en un punto focal preciso donde se encuentra el cálculo, minimizando el daño a los tejidos adyacentes.

Este sistema incluye:

El lente acústico que es utilizado en litotriptores electromagnéticos y piezoeléctricos, su función es dirigir y enfocar las ondas de choque hacia el cálculo con alta precisión. Este sistema también incluye el reflector elipsoidal que es una superficie metálica en forma de elipse que se utiliza principalmente en litotriptores electrohidráulicos.

Su función es reflejar y enfocar las ondas de choque generadas en el foco terapéutico. Esta elipse tiene dos focos el F1 es donde se genera la onda y el F2 es donde se enfoca o se concentra la energía y se ubica el cálculo.

Y adicional el sistema de focalización tiene un ajuste de profundidad y alineación, estas dos partes permiten adaptar la profundidad del foco dependiendo de donde se encuentre el cálculo y alinear perfectamente el foco del litotriptor con el cálculo utilizando rayos x o el ultrasonido.

Sistema de acoplamiento acústico que permite la transmisión eficiente de la onda desde el equipo de litotricia al cuerpo del paciente y así evita la pérdida de energía por aire. Para esto generalmente se utiliza una membrana con agua desgasificada y un gel conductor. El equipo de litotricia también cuenta con un equipo de fluoroscopia que sirve para identificar y posicionar el cálculo en el foco terapéutico.

El sistema de posicionamiento del paciente, permite movimientos en los ejes longitudinal, transversal y esto garantiza la correcta alineación del cálculo con el foco de las ondas.

Adicional cuenta con una unidad de control y consola que es el centro operativo del equipo de litotricia. Desde esta unidad de control el Licenciado en Radiología configura y supervisa el procedimiento. Esta unidad de control permite ajustar la energía de cada onda de choque para disminuir el daño tisular y lograr la fragmentación del cálculo.

También permite el control de la frecuencia de disparos por minuto y optimiza la eficacia terapéutica. El litotriptor emite la onda mediante un disparo, el disparo interno emite ondas de choque a una frecuencia estable, 1 Hz, es decir una onda por segundo. Además, también se puede ajustar el nivel de energía para el tratamiento dependiendo de la composición y el tamaño del cálculo.

La máxima frecuencia con la que se podrían emitir las ondas va a depender del nivel de energía seleccionado para el paciente.

Además, tiene una sincronización con el electrocardiograma para cuando se dispara la onda se sincronice con la onda R del ECG para evitar arritmias cardíacas, especialmente en cálculos de lado izquierdo.

El sistema de seguridad que se diseñaron para la protección del paciente y del operador durante el procedimiento, en el cual cuenta con un botón de emergencia que detienen inmediatamente la emisión de ondas ante cualquiera situación peligrosa, contiene un

situación peligrosa, contiene un sistema de seguridad eléctrica y mecánica que protegen sobrecargas y fallas del generador, también movimientos no deseados de la mesa.

Lo más importante de estos equipos es que tienen incorporado la protección radiológica en tal caso que incluya fluoroscopia, tienen colimación del haz, control de tiempo de exposición, indica las dosis, también se incorpora un blindaje y protocolos radioprotección.



Figura 17 : Litotritor compacto y móvil con mesa de tratamiento integrada para ESWL

Adicional tiene un monitoreo fisiológico del paciente que incluye la saturación de oxígeno, la frecuencia cardíaca, el ritmo cardíaco como se mencionó

anteriormente y según el equipo puede incluir control de la presión arterial.

El tratamiento con ondas choque se basa en ciertos parámetros:

- **Energía de las ondas**

La energía es ajustable, los niveles van desde 0.1 y 9.0, es un parámetro que se puede modificar durante el procedimiento.

- **Tipo de disparo**

El disparo es ajustable, se puede seleccionar entre disparo interno y disparo ecg, debe de escogerse antes de la emisión de pulso.

- **Número de ondas de choque**

Para los tratamientos deben de emitirse un máximo de 4000 impulsos, la determinación de este parámetro es criterio del doctor.



06.

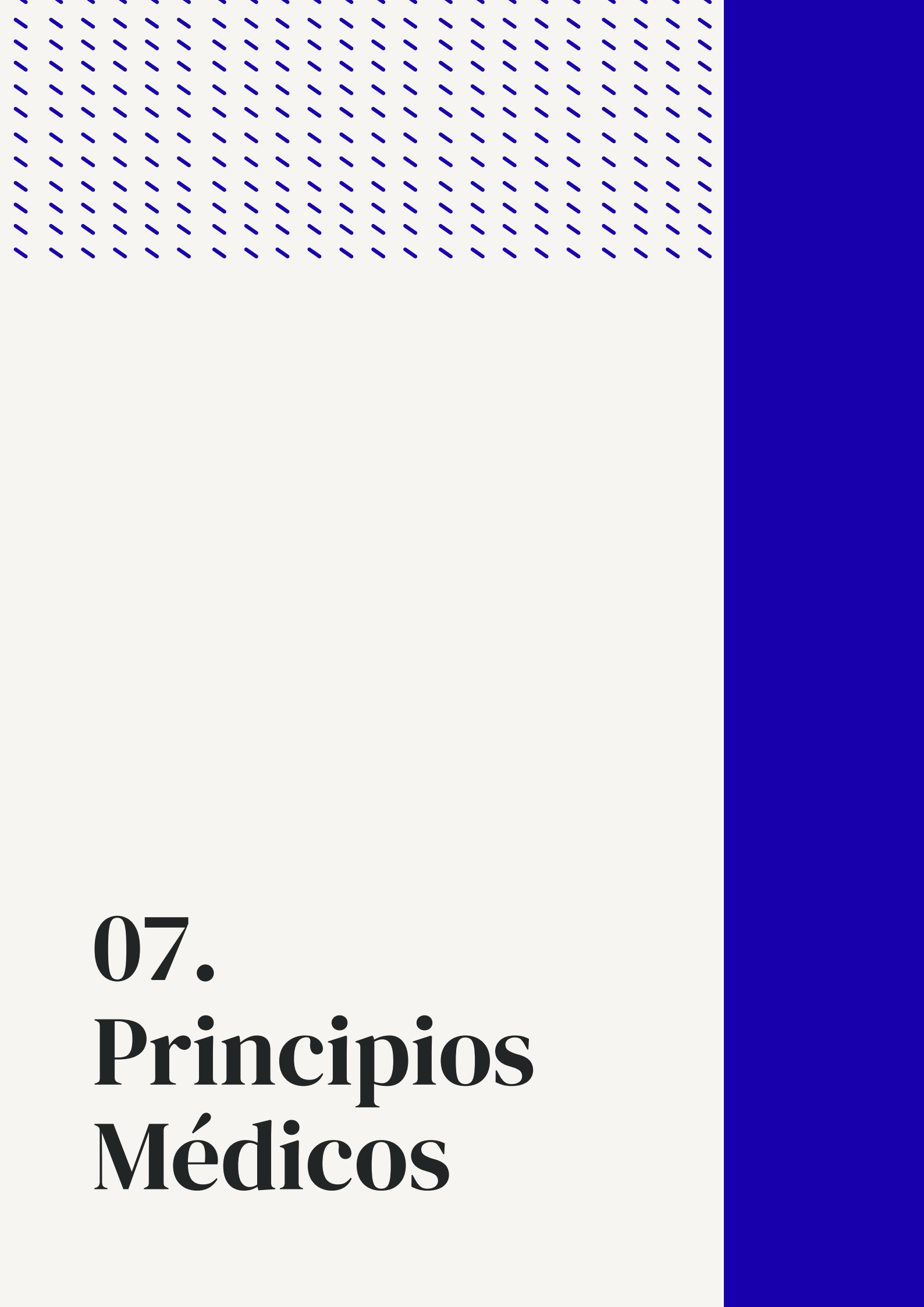
Principio de funcionamiento

Principio de funcionamiento

Las ondas de choque se generan mediante un emisor de forma cilíndrica y se focalizan con precisión usando un espejo con forma parabólica. Esto ofrece una zona de enfoque claramente definida, que se puede replicar con la mayor exactitud tanto en el eje axial como en el lateral. Estas ondas son introducidas a la piel del paciente a través de la fuente terapéutica llena de agua y utiliza una membrana y un medio de acoplamiento. Es importante señalar que las moléculas individuales del medio no se desplazan con la onda acústica. Necesitan un medio como el agua o el aire para diseminarse. Habitualmente, las ondas de choque empleadas en medicina se producen en un medio acuático exterior al organismo y luego se conducen al tejido biológico. Puesto que el tejido está formado principalmente por agua, sus características de conducción del sonido son bastante parecidas

Así, el medio actúa como transportador para que la onda sonora se difunda.

Cuando una de estas ondas encuentra o se impacta con un cálculo de tejidos biológico o líquido corporal, se generan tensión de presión y estiramiento elevadas justo en ese lugar. Estas tensiones exceden la resistencia mecánica del cálculo y provoca la creación de grietas o fisuras. Estos efectos deberían observarse en la parte posterior del cálculo, por donde sale la onda. Si se aplican estas ondas repetidas veces, el cálculo empezara a fragmentarse en pequeños pedazos.



07.

Principios

Médicos

Principios Médicos

Para el tratamiento de distintas litiasis pueden aplicarse distintos métodos.

En este caso, la aplicación de ondas de choque generadas extracorpóreamente es un método no invasivo que puede utilizarse para destruir cálculos de diversa composición en diferentes posiciones.

Uso correcto

- Aplicación en la terapia con ondas de choque de inducción extracorpórea bajo las indicaciones descritas más adelante.
- Colocación y posicionamiento de pacientes para intervenciones endourológicas y urológicas mínimamente invasiva.

Indicaciones

El procedimiento de LEOCH está indicado para pacientes donde los cálculos:

- Son demasiado grandes para pasar por el tracto urinario, aproximadamente más grande de 5 milímetros
- Bloquean el flujo natural de la orina
- Le resultan demasiado dolorosos al paciente

Además de esos factores la ubicación del cálculo es muy importante para determinar el procedimiento a realizar y si la LEOCH es la vía más recomendada para el caso en estudio.

Algunas de las ubicaciones serían:

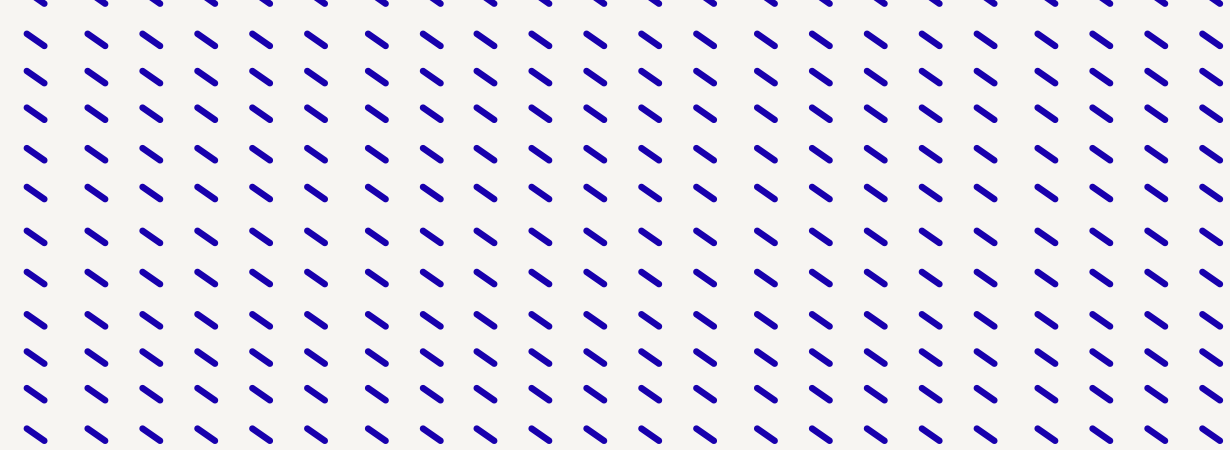
- Cálculos urinarios
- cálculos renales
cálculos uretrales
cálculos vesicales
cálculos coraliformes

Contraindicaciones

Estas contraindicaciones son válidas para tratamientos focalizados de ondas de choque de alta energía, sobre todo para el procedimiento de litotricia.

El procedimiento no se deberá realizar en los siguientes casos a ningún al paciente:

- En donde la zona de objetivo no es localizable claramente.
- Presencia de un tumor maligno en el trayecto de las ondas de choque.
- Presencia de tejido lleno de aire sobre todo tejido pulmonar en el trayecto de las ondas de choque.
- En la zona del cerebro o la columna vertebral, si se encuentran en el trayecto de las ondas de choque.
- Embarazo.
- Diátesis hemorrágica, a no ser que sea compensado como mínimo durante un período de 24 horas antes y 48 horas después del tratamiento.
- Infección no tratada (como infección de las vías urinarias en caso de cálculo en el tracto urinario).
- Presencia de un aneurisma en el trayecto de las ondas de choque.
- Presencia de depósitos arteriales de cal en el trayecto de las ondas de choque.
- Obstrucción anatómica del entorno distal del cálculo.
- Marcapasos y desfibriladores no admitidos para tratamiento.
- Síndrome de Ehlers-Danlos.
- Hipertonía aguda.
- Coagulopatías.
- Trombocitopenia.
- Tiempo de tromboplastina prolongada.
- Tratamiento previo con inhibidores de la agregación de trombocitos.
- Tratamiento con anticoagulantes.
- Zona de epífisis en niños.
- La administración de medios de contraste que contienen gas para el diagnóstico por ultrasonido debe ser menos de 24 horas antes del tratamiento.



08.

Seguridad en el Tratamiento de Pacientes

Seguridad en el Tratamiento de Pacientes

Se debe realizar una adecuada selección del paciente, descartando contraindicaciones absolutas y relativas como embarazo, trastornos severos de la coagulación no controlados, infecciones urinarias activas o aneurismas en la trayectoria de las ondas de choque.

Para evitar efectos dañinos en los pacientes durante el tratamiento, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Los órganos con inclusiones de gas, sobre todo partes de los pulmones no deberán exponerse a las ondas de choque.

- Los injertos de pacientes no deben encontrarse en la ruta de las ondas de choque, ya que esto podría provocar daños en el funcionamiento de estos.
- No se debe irradiar ondas de choque a través de masa ósea. En este caso, la energía de las ondas de choque se debilitaría considerablemente.

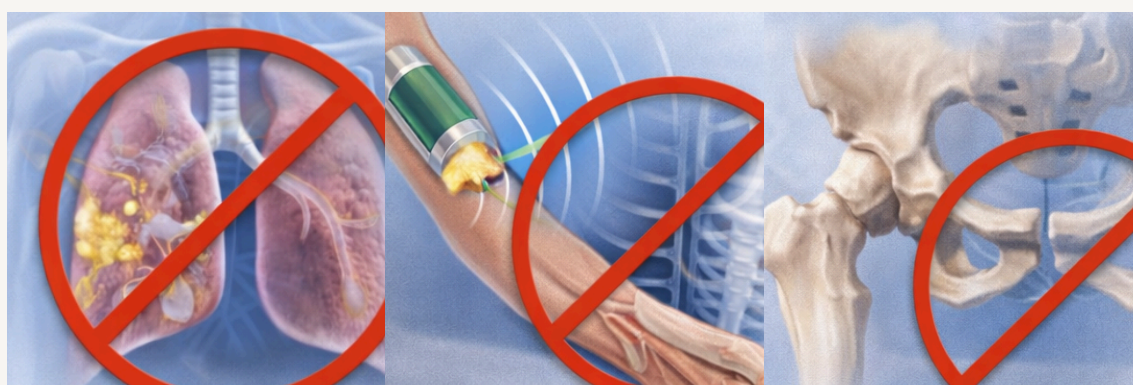
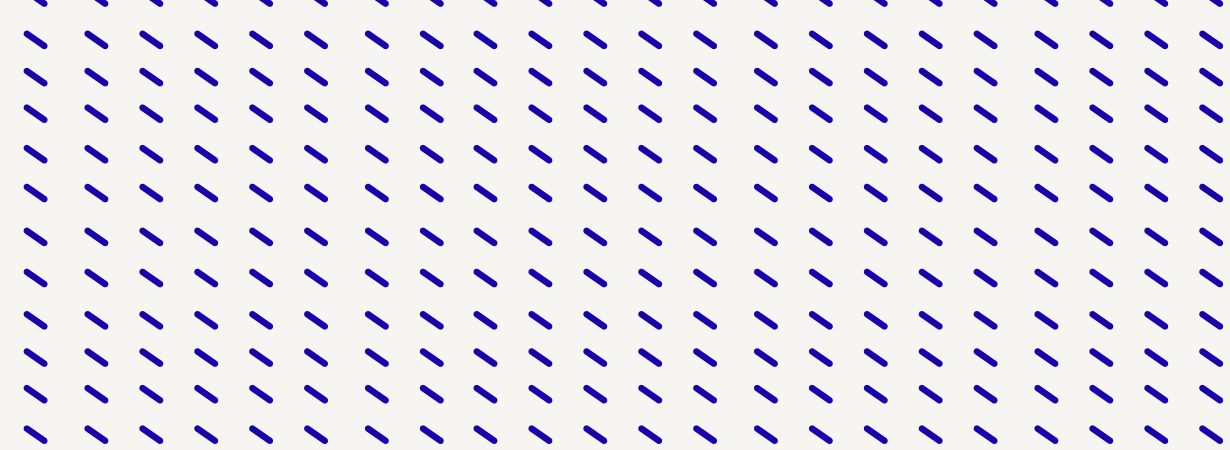


Figura 18: Representación de las áreas que no se deben aplicar las ondas de choque por seguridad del paciente (Elaboración Propia)



09. Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de Inclusión y Exclusión

Inclusión

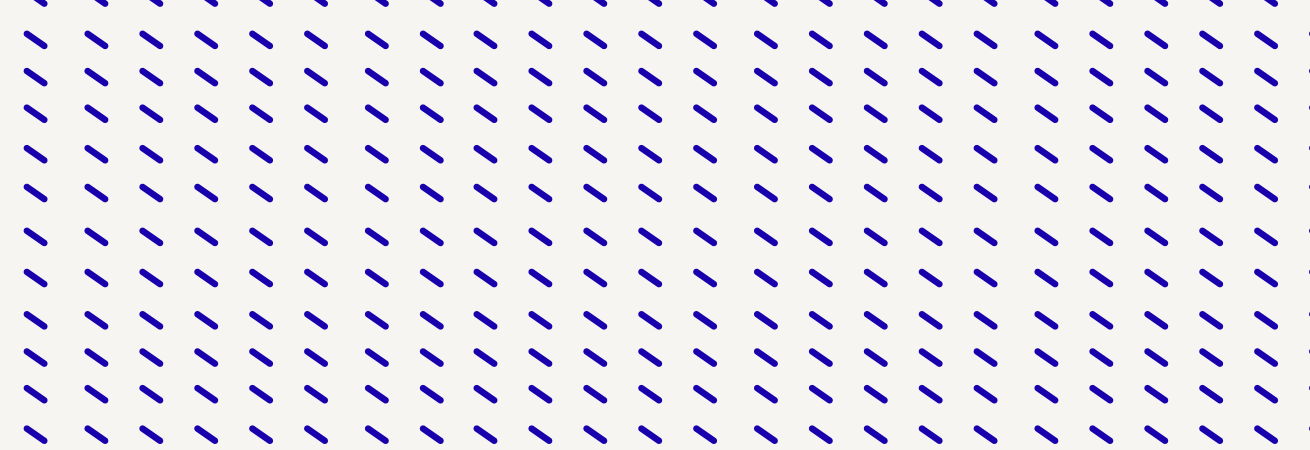
Se consideran buenos candidatos aquellos pacientes que cumplen los siguientes criterios:

- El tamaño del cálculo debe ir generalmente entre 5 mm y 20 mm punto, ya que para los cálculos mayores de 2 cm se suele requerir otras técnicas como cirugía percutánea.
- La localización del lito debe ser clara y eficiente, debido a que los litos en riñón o uréter superior especialmente son accesibles a las ondas de choque.
- La composición de los litos debe ser susceptibles de fragmentarse como el oxalato cálcico dihidrato, ácido úrico.
- La función renal conservada, o un riñón con adecuada función y sin obstrucción severa.
- Ausencia de infección urinaria activa, para evitar riesgo de sepsis.
- Pacientes con buenas condiciones.

Exclusión

Aunque este procedimiento sea ambulatorio y no invasivo, existen situaciones en donde este procedimiento queda contraindicado para los pacientes que cumplan con los siguientes criterios:

- Las pacientes en embarazo porque las ondas de choque pueden ser un riesgo para el feto.
- Trastornos de coagulación, por ejemplo, la anticoagulación activa o coagulopatía como riesgo de hemorragia.
- Infección urinaria activa, puede ser un riesgo de sepsis post-procedimiento.
- Obstrucción distal severa que impida el paso de fragmentos.
- Malformaciones anatómicas graves, como estenosis uretral o anomalías que dificultan la eliminación de los fragmentos.



10.

Posicionamiento seguro del paciente

Posicionamiento seguro del paciente

El correcto posicionamiento antes y durante el tratamiento es responsabilidad del licenciado en radiología.

- Se debe colocar al paciente con mucho cuidado y esmero.
- Para evitar que el paciente se caiga se le debe brindar ayuda para subir y bajar
- Se coloca a los pacientes, sólo con la lámina de soporte de la paciente fijada.

Las burbujas de aire disminuyen la eficacia de las ondas de choque. Por este motivo las burbujas de aire siempre deberán eliminarse de la trayectoria de las ondas de choque.

- Se debe eliminar cuidadosamente las burbujas de aire que se hayan formado entre el paciente y el cojín de acoplamiento, y en el medio de acoplamiento, arrastrándolas hacia afuera con la mano.

- Se elimina el vello corporal del paciente, en la zona de las ondas de choque, donde es posible que se formen burbujas de aire.

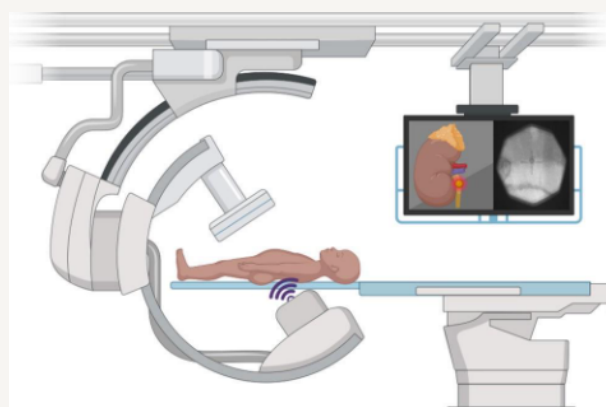
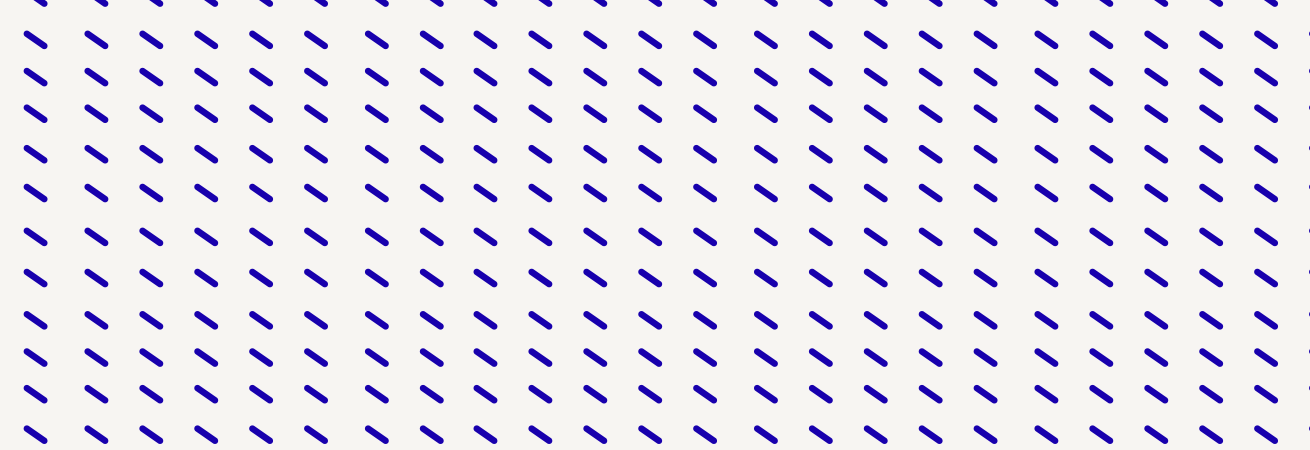


Figura 19 : Colocación del paciente en la mesa de litotricia en decúbito supino. El generador de ondas de choque se apoya en el dorso del paciente sobre la zona a tratar y en la parte anterior el fluoroscopio permite centrar la litiasis y visualizar su fragmentación en el monitor. (Efectividad de la litotricia extracorpórea por ondas de choque. Barcelona, España, 2003)

La emisión de ondas de choque a través de los pliegues de la piel puede provocar pequeños hematomas y petequias.

- Se coloca a los pacientes de forma que no haya pliegues de la piel en la ruta de ondas de choque.



11. Fragmentación de los cálculos mediante ondas de choque

Fragmentación de los cálculos mediante ondas de choque

El procedimiento de LEOCH dura aproximadamente 60 – 90 minutos.

Al momento de la recepción del paciente, el licenciado en radiología se encara de verificar que el paciente este preparado para el tratamiento y se procede a iniciar con el protocolo de posicionamiento.

- Posicionamiento del paciente en decúbito supino
- Se le coloca una cierta cantidad de agua a una temperatura
- Proceso de localización, focalización y acopamiento
- Comienzo de la propagación de las ondas

Las ondas en el medio liquido se desplazan de manera uniforme, pero al interactuar con el cálculo se refleja de manera parcial.

Las ondas reflejadas se superponen a las siguientes de manera que el efecto sumativo aumenta la presión que se ejerce en el cálculo y es llamada onda de tracción.



Figura 20: Radioscopia o fluoroscopia a través de la abertura central en la cabeza terapéutica en dirección vertical AP (anteroposterior).

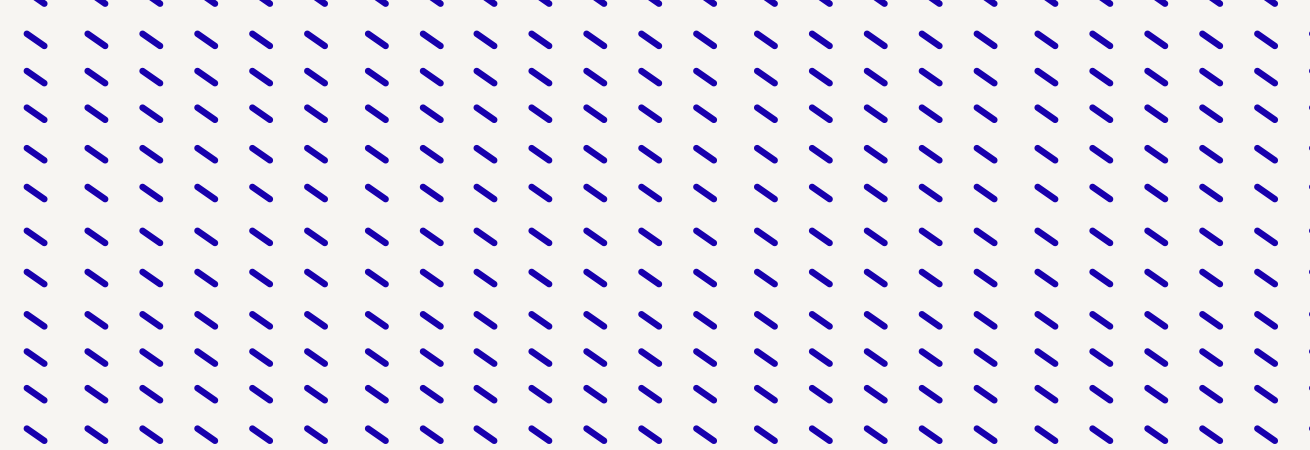
Efecto cavitación, es un efecto que se produce cuando durante el proceso se forman microburbujas de aire en el líquido, utilizado como medio, las cuales sufren un proceso de compresión y posteriormente colapsan en forma de micro jets que también ejercen una presión extra en la fragmentación de los cálculos.

La suma de las presiones en un tiempo prolongado es lo que finalmente fragmenta el cálculo.



Figura 21 : Representación esquemática del efecto de cavitación durante la litotricia extracorpórea por ondas de choque. Se observa la formación de microburbujas en el medio líquido, su posterior colapso y la generación de microjets que contribuyen a la fragmentación del cálculo.

(Elaboración Propia)



12.

Control durante el tratamiento

Control durante el tratamiento

El disparo de ondas de choque debe realizarse bajo control permanente del paciente. Por este motivo, siempre debe mantenerse contacto visual con el paciente desde el lugar de instalación del panel de control a distancia para el manejo del equipo.

Existe el peligro de que se produzcan hemorragias o la formación de hematomas en el entorno del punto focal. Estos pueden surgir en los tejidos a causa de una focalización no permitida.

- Durante la litotricia se debe controlar continuamente que la posición del cálculo y del foco coincidan.
- Se debe realizar siempre los controles radiológicos o por ultrasonido disparando ondas de choque y desplazando la mesa de tratamiento al mismo tiempo.

El dolor o malestar pueden provocar movimientos involuntarios en los pacientes.

Por este motivo:

- Compruebe la posición del paciente periódicamente mediante un control radiológico o por ultrasonido.



Figura 22: Mando a distancia del control y monitoreo total de todos los movimientos, parámetros terapéuticos y funciones radioscópicas.

En los tratamientos con energías muy elevadas fuera de la fase refractaria del miocardio puede verse afectada la actividad cardíaca.

- Para la detección de extrasístoles trabaje con vigilancia ECG.

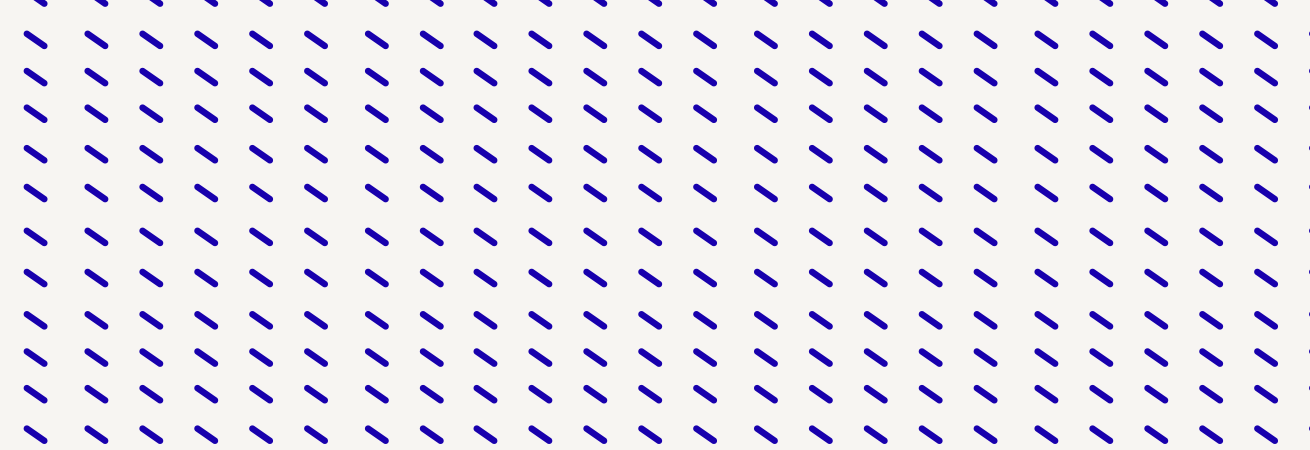
En caso de fallo de un indicador del panel de control:

- No efectúe ningún tratamiento de litotricia.

En caso de un fallo de una pantalla táctil (monitor de manejo):

- No efectúa ningún tratamiento de litotricia.
- Se debe considerar siempre las indicaciones de estado.
- Mientras el aparato se esté usando con un paciente no se deben realizar trabajos de limpieza o mantenimiento.
- Cálculos muy duros o grandes mayor a 2 cm, como el oxalato cálcico monohidratado o cistina, los cuales responden mal a la litotricia extracorpórea por ondas de choque.

- Pacientes con aneurisma aórtico o vascular cercano, los cuales provocan un riesgo de ruptura por ondas de choque.
- Obesidad extrema que pueda dificultar la transmisión eficaz de las ondas.



15. Post- procedimiento en litotricia extracorpórea

Post-procedimiento en litotricia extracorpórea

A pesar de que la Litotricia Extracorpórea es un procedimiento ambulatorio, el paciente necesita guardar reposos durante unos pocos días posterior al procedimiento.

Además, durante esos días puede llegar a sentir molestias por la expulsión de los pequeños fragmentos, incluso puede presentar hematuria post-procedimiento debido a la fragmentación de los cálculos, más no debe ser mayor a unos pocos días, ya que, de ser prolongado el sangrado, deberá consultar a su médico.

Algunas de las recomendaciones para los días después del procedimiento son:

- Beber mucha agua
- Reposo de al menos 4 días
- No realizar esfuerzos en aproximadamente 2 semanas

Las actividades normales se pueden realizar en pocos días, siempre manteniendo buen nivel de hidratación y evitando esfuerzos físicos intensos durante al menos 48 a 72 horas para facilitar la expulsión de fragmentos y reducir el riesgo de dolor o edema ureteral.

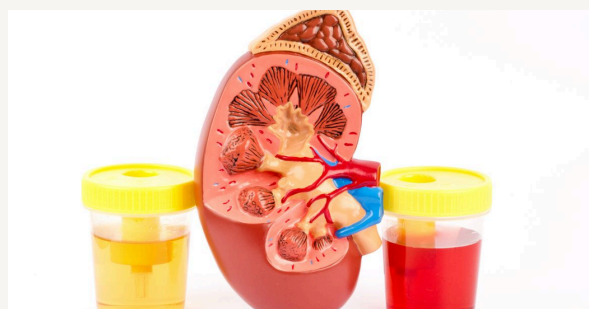
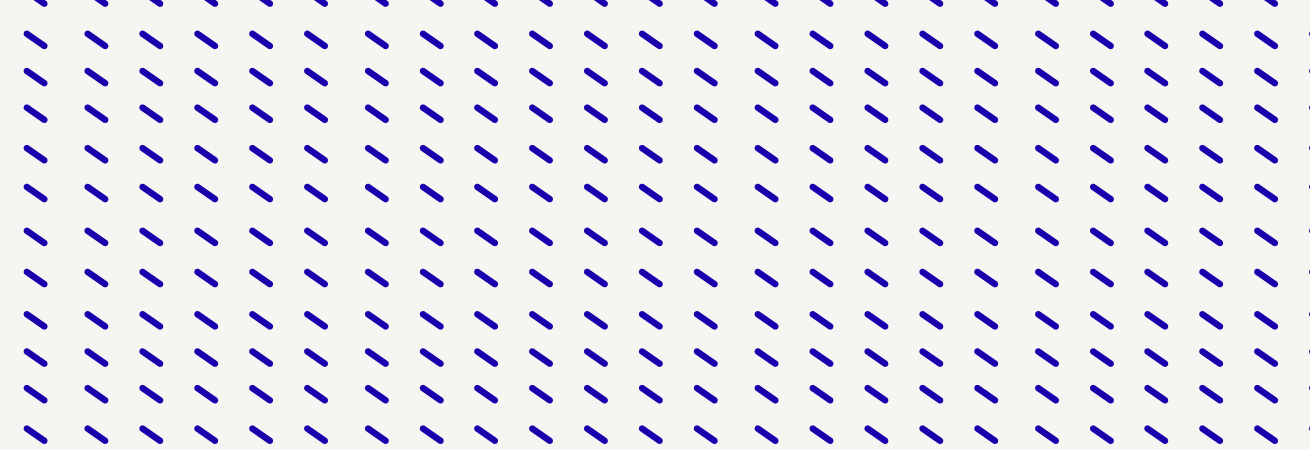


Figura 23: Representación de como se observa la orina en proceso de hematuria. (Elaboración propia)

Si el sangrado es intenso, persiste más allá de lo esperado o se acompaña de fiebre, dolor intenso, náuseas o dificultad para orinar, se recomienda consultar de inmediato al médico tratante.



16. **Seguridad y** **Radio** **protección**

Seguridad y Radioprotección

Este procedimiento es mínimamente invasivo que como se ha mencionado anteriormente y es su principal característica, pero además da prioridad a la seguridad del paciente y del personal ocupacionalmente expuesto. Cuando se utilizan rayos x o fluoroscopia para encontrar las piedras, la radio protección es esencial porque conlleva exposición a radiación ionizante. Reducir el tiempo de exposición, aumentar la distancia de la fuente y utilizar blindajes apropiados son las medidas esenciales. El personal que trabaja con los rayos X debe usar gafas, guantes, delantales especiales de plomo (que midan más de 0.25 mm) y también protección para la tiroides, aparte, tienen que llevar un dosímetro personal para chequear cuánta radiación reciben cada mes.

Las habitaciones donde se hacen estos estudios deben estar protegidas con blindaje, y las máquinas tienen un sistema para que se apaguen solas si alguien entra mientras están funcionando. En urología, gracias a ciertas mejoras en la fluoroscopia, se logra que los pacientes reciban menos radiación comparado con otros procedimientos como la nefrolitotomía percutánea que es una cirugía que se hace a través de un endoscopio para quitar litos grandes o complicadas de los riñones (casi siempre, más de dos centímetros). Para realizarla, se hace un corte chiquito en la espalda y así se llega directo al riñón. Con el endoscopio se encuentra la piedra, se fragmenta (con láser o ultrasonido) y se retira. Es el método principal para litos grandes que otros tratamientos no pueden quitar. Dejando resultados exitosos y la recuperación rápida.

Conclusiones

1. La litotricia extracorpórea por ondas de choque, es un tratamiento eficaz, mínimamente invasivo, para los cálculos renales y para el paciente. El éxito depende de la aplicación buena de los principios técnicos, radiológicos y de seguridad establecidos, durante el proceso.
2. El licenciado en radiología médica juega un papel fundamental en este procedimiento. Es responsable de la buena preparación del paciente, de encontrar el cálculo exacto con imágenes, además, del manejo correcto del equipo, la protección radiológica, protegiendo al paciente y al personal médico.
3. Un manual técnico para litotricia extracorpórea es esencial. Sirve para estandarizar el procedimiento, reducir los errores técnicos y mejora la práctica clínica de los estudiantes y profesionales de radiología.
4. Utilizar correctamente los parámetros técnicos, junto con una buena gestión y registro de los datos, ayuda a que la atención sea más organizada, segura, y eficiente, permitiendo un mejor seguimiento clínico del paciente con litiasis renal.
5. Implementar guías técnicas claras y bien estructuradas mejora muchísimo la calidad del procedimiento, optimizando la comunicación interdisciplinaria entre radiología y urología, y además fomenta una atención que se centra en la seguridad y el bienestar del paciente.

- 6.El análisis del procedimiento evidenció que la estandarización de los criterios de inclusión y exclusión del paciente contribuye a reducir complicaciones y garantizar una selección adecuada de los casos candidatos a litotricia extracorpórea.
- 7.La correcta aplicación de los principios físicos de las ondas de choque y el adecuado manejo de los sistemas de imagen son factores determinantes para lograr una fragmentación efectiva de los cálculos, minimizando posibles efectos adversos en los tejidos circundantes.
- 8.Se concluye que la integración del Licenciado en Radiología como parte activa del equipo multidisciplinario fortalece la eficiencia del procedimiento, mejora la calidad de las imágenes obtenidas y contribuye al cumplimiento de los principios de protección radiológica.

Referencias bibliográficas

1. Aguilera, M. M., Cabrera, C. M., Moraño, M. N., Salguero, E. E., González, S. V., Villarreal, D. F., & Camargo, N. S. (2024, May 22). RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA EN LITOTRICIA EXTRACORPÓREA POR ONDAS DE CHOQUE. <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/10975>
2. Auguet, P. (2024, October 23). Láser para eliminar litiasis o piedras renales. Dr. Pep Auguet | Urólogo Lleida. <https://urologiapepauguet.com/blog/cirugia-laser-piedras-litiasis-renal-urinaria/>
3. Barhum, L. (2023, May 31). Lithotripsy for stones: What to expect. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/322355>
4. Cirugía Láser de Piedras en Panamá. Centro Especializado de Urología. <https://www.centrourologicopanama.com/cirugias/cirugia-laser-piedras-panama/>
5. COPLYTRMNES. (2023, August 16). ¿Cuál es el Rol del Licenciado o Técnico Radiólogo? <https://copytermnes.ar/cual-es-el-rol-del-licenciado-o-tecnico-radiologo/>
6. COPLYTRMNES. (2023, August 16). ¿Cuál es el Rol del Licenciado o Técnico Radiólogo? <https://copytermnes.ar/cual-es-el-rol-del-licenciado-o-tecnico-radiologo/>

7. Hospital Santo Tomás. HST Usará Litotricia Extracorpórea para Tratar los Cálculos Renales.
<https://www.hospitalsantotomas.gob.pa/hst-usara-litotricia-extracorporea-para-tratar-los-calculos-renales/>
8. Javier, R. M. F., & Luis, I. S. (n.d.). Historia de la litotricia por ondas de choque en España. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06142007000800019
9. LITOTRICIA. INFORMACIÓN AL PACIENTE. (2013).
<https://www.urologosmalaga.com/wp-content/uploads/2014/09/litotricia-informacion-previa-para-el-paciente.pdf>
10. Litiasis; clasificación, diagnóstico y tratamiento en Panamá. (2025, February 21). Dr. Fernando Agreda Castañeda.
<https://saluddelhombrepanama.com/litiasis-clasificacion-diagnostico-y-tratamiento>
11. Litotricia. (n.d.).
<https://healthlibrary.brighamandwomens.org/spanish/TestsProcedures/92,P09247>
12. Litotricia extracorpórea. Urólogo en Panamá | Dr. Mario Herrera.
<https://www.urologomarioherrera.com/rinon/litotricia-extracorporea-por-ondas-de-choque/>

13. Litotricia extracorpórea. Urólogo en Panamá | Dr. Mario Herrera.
<https://www.urologomarioherrera.com/rinon/litotricia-extracorporea-por-ondas-de-choque/>
14. Litotricia por ondas de choque (LOC) | Boston Scientific. (2018, December 5). <https://www.bostonscientific.com/es-MX/health-conditions/calculos-renales/treatment-options/shockwave-lithotripsy.html>
15. Litotricia: Fragmento de Cálculos Renales | Redacción Médica. (n.d.). <https://www.redaccionmedica.com/recursos-salud/diccionario-enfermedades/litotricia>
16. Sección Urología CEMIC. (n.d.). MANEJO INSTRUMENTAL DE LOS CÁLCULOS URINARIOS. <https://www.idim.com.ar/blog/wp-content/uploads/2014/12/ESWL-para-IDIM-2014.pdf>
18. SERAM. Radiología Intervencionista en Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque, 2024.
19. Super User. (n.d.). Dr. Rubén Urena - Cálculos Renales en Panamá. <https://urologosenpanama.com/index.php/es/especializacion/kidney-stones>
20. TECH Global University. (n.d.). Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque (LEOC). <https://www.techtitude.com/pdf/medicina/diplomado/litotricia-extracorporea-ondas-choque-leoc.pdf?cc=EC>

21. Torrecillas, P. (2023, July 12). Litotriptor: qué es, para qué sirve y todo lo que necesitas saber sobre este instrumento médico. <https://pedrotorrecillas.net/litotriptor-que-es/>
22. Tratamiento de Cálculos Renales en Panamá. Centro Especializado de Urología. <https://www.centrourologicopanama.com/tratamientos/calculos-renales-panama/>
23. Urologiaserrateribal.com. (n.d.). <https://urologiaserrateribal.com/patologia/litiasis/>
24. ¿Qué es la litiasis renal? (2020, June 10). Sociedad Panameña de Urología. <https://www.spurol.org.pa/que-es-la-litiasis-renal/>
26. Radiation information for hospital personnel. AAPM Report 53.
27. Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (26 de julio de 2001).
28. RD 1891/1991 sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico (3 de enero de 1992).
29. Resolución del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) de 5 de noviembre de 1992 (14 de noviembre)



*Fortaleciendo el conocimiento en **Litotricia**
Extracorpórea por Ondas de Choque.*

Comprometidos con la salud y el trabajo en equipo.

“El conocimiento aplicado con ética y responsabilidad salva vidas.”