UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ACTUALIZACIÓN DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO PARA LA LITIASIS RENAL

MONOGRAFÍA

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala

José Daniel Salvador Paiz
Saúl Alexander Hernández Montepeque

Médico y Cirujano

Guatemala, octubre 2022

Orden de impresión

USAC TRICENTENARIA

COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
-COTRAG-

El infrascrito Decano y la Coordinadora de la Coordinación de Trabajos de Graduación –COTRAG-, **de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala**, hacen constar que los estudiantes:

1. JOSÉ DANIEL SALVADOR PAIZ 201600772 2991818120101
2. SAÚL ALEXANDER HERNÁNDEZ MONTEPEQUE 201600228 2998673580101

Cumplieron con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, habiendo presentado el trabajo de graduación en modalidad de monografía, titulado:

ACTUALIZACIÓN DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO PARA LA LITIASIS RENAL

Trabajo asesorado por el Dr Hugo Fernando Alvarado Ovando y, revisado por la Inga. Vivian Paola Wallewska Pérez Mazariegos, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, el veintiuno de octubre del año dos mil veintidós

USAC TRICENTENARIA
COORDINACION DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN -COTRAG-

Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva
DECANO

Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva. PhD
Decano

ddvs
O.I.126-22
145_22MMNRG

Hoja de autorización COTRAG

USAC TRICENTENARIA

COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
-COTRAG-

La infrascrita Coordinadora de la COTRAG **de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala**, HACE CONSTAR que los estudiantes:

1.	JOSÉ DANIEL SALVADOR PAIZ	201600772	2991818120101
2.	SAÚL ALEXANDER HERNÁNDEZ MONTEPEQUE	201600228	2998673580101

Presentaron el trabajo de graduación en modalidad de monografía, titulado:

ACTUALIZACIÓN DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO PARA LA LITIASIS RENAL

El cuál ha sido revisado y aprobado por la **Dra. Mónica Ninet Rodas González,** profesora de la COTRAG y, al establecer que cumple con los requisitos solicitados, se les **AUTORIZA** continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el veintiuno de octubre del año dos mil veintidós.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

USAC TRICENTENARIA
COORDINACION DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN -COTRAG-

Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora

eavs
145_22MMNRG

Hoja de presentación de los estudiantes, asesor y revisor

USAC TRICENTENARIA

COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
-COTRAG-

Guatemala, 21 de octubre del 2022

Doctora
Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora de la COTRAG
Presente

Le informamos que nosotros:

1. JOSÉ DANIEL SALVADOR PAIZ
2. SAÚL ALEXANDER HERNÁNDEZ MONTEPEQUE

Presentamos el trabajo de graduación titulado:

ACTUALIZACIÓN DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO PARA LA LITIASIS RENAL

Del cual el asesor y la revisora se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES

Dr. Hugo Fernando Alvarado Ovando
Maestro en Ciencias Médicas
Especialista en Cirugía
Colegiado 14,662

Asesor:
Dr. Hugo Fernando Alvarado Ovando

Revisora:
Inga. Vivian Paola Wallewska Pérez Mazariegos
Registro de personal: 20130378

Vivian Paola W. Pérez Mazariegos
INGENIERA INDUSTRIAL
Colegiado No. 12184

145_22MMNRG
eavs

DEDICATORIA

A Dios, por su amor, misericordia, protección y sabiduría brindada en este proceso de aprendizaje en la carrera de medicina.

A Jesús, por interceder en nuestras oraciones.

A nuestros padres, quienes, con su guía y educación, nos inculcaron valores y principios que nos llevaron a ser los profesionales que hoy somos; por su apoyo brindado durante la carrera, su comprensión, paciencia, esfuerzo y por estar pendientes en todo momento de nosotros.

A nuestros hermanos, por ser un apoyo incondicional, ser fuente de inspiración y valentía para superarnos a nosotros mismo; por estar con nosotros en cada logro de nuestra carrera.

A nuestras familias en general, a nuestros tíos y primos, por sus muestras de apoyo, cariño y consejos brindados a lo largo de la carrera y por alentarnos a lograr nuestras metas.

A nuestros amigos, por acompañarnos a lo largo de la carrera en nuestros momentos difíciles; por su apoyo y por hacer de esta carrera algo más agradable y quienes además dejaron huella en nosotros de alguna manera; y porque nos ayudaron a ser mejores personas y profesionales.

A nuestros catedráticos: Inga Vivian Paola Walleska Pérez Mazariegos, Dr. Hugo Fernando Alvarado Ovando y Dra. Mónica Ninet Rodas González, quienes fueron tan importantes para culminar nuestra investigación y nuestra carrera.

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A NUESTROS CATEDRÁTICOS,

A NUESTRO ASESOR

Dr. Hugo Fernando Alvarado Ovando

A NUESTRA REVISORA

Inga. Vivian Paola Walleska Pérez Mazariegos

A NUESTRA REVISORA DE MONOGRAFÍA

Dra. Mónica Ninet Rodas González

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL CENTRO UNIVERSITARIO METROPOLITANO –CUM–

Por brindarnos el conocimiento que hoy poseemos

Índice

Prólogo

Introducción i

Objetivos ii

Métodos y técnicas iii

Capítulo 1. Tratamiento quirúrgico actual de la litiasis renal 1

Capítulo 2. Nuevas técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la litiasis renal 8

Capítulo 3. Técnicas quirúrgicas en desarrollo para el tratamiento de la litiasis renal 13

Capítulo 4. Análisis 23

Conclusiones 28

Recomendaciones 29

Referencias bibliográficas 30

FACULTAD DE
CIENCIAS MÉDICAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

De la responsabilidad del trabajo de graduación:

El autor o autores es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresados en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y, de las otras instancias competentes, que así lo requieran.

Prólogo

La litiasis renal es una patología que ha tomado mayor relevancia en los últimos años ya que la incidencia ha aumentado exponencialmente con el desarrollo industrial y los cambios en los hábitos de vida y alimentación. Con este aumento de la incidencia se ha visto mayor impacto global en la economía tanto familiar por los gastos médicos como en el sistema de salud por los gastos de tratamiento e internamiento de los pacientes.

Es por esto que se hace relevante seguir indagando sobre esta patología, además el avance tecnológico pone a disposición del personal de salud mayor cantidad de tratamientos para abordar esta patología tanto médicos como quirúrgicos, cada uno con sus indicaciones, utilidades, ventajas y desventajas, por lo que amerita estar en constante actualización sobre los tratamientos quirúrgicos para saber individualizar los tratamientos y poder ofrecerle la mejor opción al paciente en el cual tenga el mayor beneficio y el menor daño.

Por consiguiente, se presenta una investigación documental en donde se analizan las diferentes técnicas quirúrgicas disponibles actualmente, los cambios que se han realizado con el tiempo a dichas técnicas y las que se piensan implementar a futuro, se divide en: primer capítulo, tratamiento actual de la litiasis renal, el desarrollo de la cirugía mínimamente invasiva donde se aborda la litotripsia extracorpórea, nefrolitotomía percutánea y nefrolitotomía endoscópica retrógrada; el segundo capítulo trata sobre las nuevas técnicas quirúrgicas como la cirugía laparoscópica para litiasis renal y la cirugía robótica o asistida por robot; el tercer capítulo aborda sobre las técnicas o tecnologías en desarrollo para el tratamiento de litiasis renal y un cuarto capítulo sobre el análisis de los temas presentados, por parte de los autores.

Hugo Fernando Alvarado Ovando

Introducción

La litiasis renal es una patología frecuente en la práctica quirúrgica, es motivo de consulta en los servicios de urgencia por presentar síndrome de cólico renal, tiene un cuadro clínico característico cuando se presentan los síntomas o ya sea por un hallazgo rutinario en la evaluación médica[1]. Es una enfermedad que ha mostrado un incremento en su prevalencia con el paso de los años, esto puede ser ocasionado por los cambios en la forma de vida, cambios en la dieta que llevan a la aparición de diversas comorbilidades como diabetes mellitus, obesidad e hipertensión arterial que aumentan el riesgo de desarrollo de litiasis renal, ya que se ha demostrado que solo el síndrome metabólico aumenta hasta un 30% de riesgo de litiasis renal[2,3,4].

El tratamiento principal para la litiasis renal, es quirúrgico y se inició con técnicas como la cirugía abierta para la extracción de litos renales, la cual necesitaba un protocolo para preparar al paciente que iba a ser sometido a este procedimiento, sin embargo con el avance de la tecnología e investigaciones se ha logrado la implementación de nuevas técnicas mínimamente invasivas para la extracción de litos renales con lo que se reduce el daño al cuerpo del paciente, se reducen costos, riesgos y el tiempo en que se tratan en comparación con el procedimiento convencional, entre estas nuevas técnicas tenemos la litotricia extracorpórea por ondas de choque y la endourología[7,8] además de nuevos dispositivos y tecnologías que se están desarrollando para mejorar los tratamiento ya conocidos o implementar nuevos tratamientos quirúrgicos. Según diversos autores la cirugía laparoscópica implementada recientemente para el tratamiento de la litiasis renal presenta un gran avance y otra alternativa más para individualizar de mejor manera el tratamiento de la litiasis renal según el caso que se presente[1,9,10].

Se realizó una revisión y búsqueda de actualizaciones de los tratamientos quirúrgicos disponibles, la manera en la que han evolucionado a lo largo de los años, las tecnologías que se están utilizando en la actualidad a nivel mundial, las investigaciones más novedosas que buscan mejorar las tratamientos yo conocidos o implementar nuevos tratamiento quirúrgicos, así como también las indicaciones para cada tipo de estas técnicas y los nuevos avances en cirugía mínimamente invasiva para el manejo de la litiasis renal en adultos.

Objetivos

Objetivo principal:

1. Establecer las actualizaciones que se han realizado en el tratamiento quirúrgico de la litiasis renal.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar los nuevos métodos y abordajes quirúrgicos disponibles actualmente para la litiasis renal en adultos.
2. Detallar cuales son las tecnologías quirúrgicas más recientes utilizadas en la cirugía mínimamente invasiva.
3. Describir las tecnologías que se buscan implementar para el tratamiento de la litiasis renal.

Métodos y técnicas

Se llevó a cabo una monografía de tipo compilativa con diseño descriptiva, se buscó y recopiló información sobre las técnicas quirúrgicas para tratar la litiasis renal y como estas evolucionaron con el tiempo, de esta manera se pudo reunir información actualizada sobre este tratamiento para la creación de nuevas ideas. Para lograr dicho objetivo se utilizó elementos bibliográficos con los Descriptores en Ciencias de la Salud –DeCs-: “Tratamiento de litiasis renal”, “Cirugía para litiasis renal”, “Litiasis renal” en idioma español e inglés, utilizando también como operador lógico “AND” (Anexo 1).

Con estos términos se buscó obtener información de utilidad en centros de información de la Biblioteca y Centro de Documentación “Dr. Julio de León Méndez”. También se utilizó Medical Subject Headings –MeSH-: “Nephrolitiasis”, “Surgical Treatment Nephrolitiasis”, “update of treatment for kidney stones”, estos términos nos mostraron resultados sobre actualizaciones del tratamiento quirúrgico de la litiasis renal. Posteriormente al tener información se utilizaron términos más específicos de cada tratamiento como litotripsia extracorpórea, nefrolitotomía percutánea, cirugía laparoscópica, burst wave lithotripsy, litechbole, con estos términos se fue ampliando la información y los avances realizados en el tratamiento quirúrgico de la litiasis renal.

Las fuentes de información fueron artículos científicos en línea, tesis, opiniones de expertos, libros de texto, informes de investigación, libros especializados en urología, todos publicados desde el año 2017 al 2022. Las bases de datos de texto completo a utilizar fueron: HINARI, PubMed, EBSCO, BVS, SciELO, LILACS, Redalyc, UptoDate y como motor de búsqueda general, se utilizó Google Académico, a través de una búsqueda efectiva, de calidad y amplia; se tomaron criterios de inclusión como idioma español e inglés, publicaciones iguales o menores de 5 años de antigüedad o que el autor o institución sean reconocidos, además fueron tomadas en cuenta publicaciones e información de libros de texto que presentaban una antigüedad mayor a 5 años; únicamente si brindaron información relevante y que contribuye a responder las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos formulados, de esta manera se recopilaron 80 referencias bibliográficas en su mayoría artículos de revisión con un total de 28, seguidos de ensayos clínicos controlados con 10, además de incluir 7 literaturas grises (Anexo 2).

El plan que se siguió para poder lograr los objetivos propuestos fue: utilización de motores de búsqueda para obtener bibliografías, revisión de las mismas, se tomó en cuenta los criterios de inclusión y de esta manera se seleccionó las bibliografías más adecuadas que presentaran la información adecuada al tema. Se realizó lectura de las bibliografías, posteriormente se llevó a

cabo un análisis y síntesis de la información relacionada con el tema, se interpretó de manera lógica para poder responder a los objetivos. Se llevó a cabo la recolección de las bibliografías y se utilizaron fichas electrónicas con la ayuda de Zotero y Mendeley. Se realizó una carpeta en Google Drive para gestionar las fichas electrónicas. Posteriormente se realizó el esquema de los capítulos de la monografía el cual contiene como capítulos principales: “Tratamiento quirúrgico actual de la litiasis renal”, “Nuevas técnicas en desarrollo para el tratamiento de la litiasis renal” y “Técnicas quirúrgicas en desarrollo para el tratamiento de la litiasis renal”. Se realizó la redacción de un último capítulo el cual es de análisis con el que se buscó responder la pregunta principal y concretar el alcance de los objetivos propuestos en la monografía.

Capítulo 1. Tratamiento quirúrgico actual de la litiasis renal

Sumario

- **Cirugía mínimamente invasiva**
- **Litotripsia extracorpórea por onda de choque (LEOC)**
- **Nefrolitotomía percutánea (NLP)**
- **Nefrolitotomía endoscópica retrógrada (URS-F)**

La litiasis renal es un problema de gran impacto que puede presentarse a cualquier edad, con una incidencia de 3% en la población pediátrica en países desarrollados, mientras que en la población adulta aumenta de 10% hasta un 15%, siendo los hombres la población más afectada.[11,12] Gracias al avance general en la tecnología y la ciencia se han presentado nuevas opciones de tratamiento con menores riesgos, dentro de los cuales se encuentra la miniaturización de la endoscopia y mejores tecnologías para la fragmentación de cálculos renales.

1. Cirugía mínimamente invasiva

1.1. Litotripsia extracorpórea por onda de choque (LEOC)

La litotripsia o litotricia extracorpórea por onda de choque, fue realizada por primera vez en 1980, luego de diversos años de investigación de las ondas de choque sobre el cuerpo humano. Las máquinas capaces de crear estas ondas se llaman litotriptor; el primer litotriptor generaba estas ondas por medio de energía eléctrica; sin embargo, se veían en la necesidad de una gran fuente de energía, por lo que se siguió investigando diversas maneras de generar ondas de choque.[13,14] Este primer litotriptor denominado HM3 Dornier, funciona según el principio electrohidráulico, según el cual, la onda de choque es creada por una descarga de alto voltaje en la parte superior de 2 electrodos colocados en un elipsoide bisecado. Esta onda de choque se dirige luego por reflexión sobre la piedra, que debe colocarse en el foco geométrico. Esta técnica es eficiente, pero los electrodos tienen una vida relativamente corta y cada paciente requiere anestesia, este tipo de tecnología se dejó de utilizar debido a que produce muchos efectos secundarios, pues las ondas de choque únicamente no golpeaban los cálculos, sino que también los vasos sanguíneos, razón por la cual generaban hemorragias intraparenquimatosas.[14,15]

Las máquinas de segunda generación producen ondas de choque por sistema piezoeléctrico (o de cuarzo), o por un sistema electromagnético. Mientras con los litotriptores de

primera generación se necesitaba tener al paciente sumergido en una bañera para la transmisión de la onda de choque, los litotriptores de segunda generación solo necesitan gel a temperatura ambiente en el área local a tratar y un cojín para el contacto con la piel.[14,16] En los cojines que se colocan en la piel del paciente se han ido implementando micro cámaras y sensores para verificar un buen contacto con la piel, y para verificar que no haya presencia de burbujas dentro del área de contacto, ya que si no existe un acoplamiento adecuado a la piel del área donde se ponen los litotriptores se llega a perder hasta un 26% de energía de las ondas de choque, con lo que el tratamiento pierde eficacia.[13-15] Se han implementado algunas modificaciones a los litotriptores electromagnéticos y piezoeléctricos, como por ejemplo un sistema de enfoque dual que permite al usuario variar los tamaños de enfoque. Los nuevos litotriptores piezoeléctricos funcionan con 3 tamaños de enfoque variables y están equipados con una doble capa de cristales piezoeléctricos para aumentar el rendimiento.[6,17]

Los experimentos se realizaron con una fuente de energía dual sincronizada en la que se aplican ondas de choque simultáneamente, a un cálculo en una configuración de 90°. No se ha demostrado daño tisular importante, a pesar de la doble tasa de aplicación de ondas de choque normales; además se utilizó la tecnología de pulso en tándem, en la que una segunda onda de choque sigue poco después de la primera a lo largo del mismo eje acústico y conduce a un colapso violento de las burbujas de cavitación en la región focal. Esto podría hacerse usando un espejo piezoeléctrico adicional, logrando el mismo campo acústico.[17,18]

La localización de los litos normalmente se realiza por fluoroscopia o ultrasonido, de esta manera se sabe a dónde dirigir las ondas de choque; sin embargo, la fluoroscopia tiene la desventaja de exponer a radiación al paciente y no permite la visualización de cálculos radiolúcidos; en contraste, el ultrasonido no expone a radiación, pero se dificulta la visualización de cálculos por gas intestinal, por tejido adiposo del paciente o cuando se presentan múltiples cálculos.[14,17] Es por esto que se han ido desarrollando nuevas herramientas para la localización de los cálculos y su seguimiento durante el proceso, como posicionamiento automático (Lithoskop), seguimiento óptico (Sonolith), seguimiento acústico (AST) y localización por brazo robótico (Lithoarm).[14]

Actualmente se han propuesto modificaciones y terapias adyuvantes para aumentar la resolución de la litiasis renal y la expulsión de los litos una vez fragmentados, entre las que tenemos:

- La técnica de pulso dual, la cual consiste en la colocación de dos generadores de ondas de choque a 90°, los cuales presentaron un aumento de tasa libre de cálculos en 74%, en comparación con un solo generador o dos generadores en distinto ángulo.[19]

- Percusión mecánica y terapia de inversión, en donde se administran 500 cc de líquido 30 minutos antes del procedimiento, con lo que aumenta el aclaramiento de los fragmentos hasta en un 64% en comparación de quienes no reciben terapia de inversión que tienen solo un 34% de aclaramiento. [19]

- Reducción de ondas de choque por minuto, ya que se han observado resultados que con menor número de ondas de choque (60 por minuto) tienen una mayor fragmentación de cálculos con menor daño al parénquima renal y menor riesgo de complicaciones. [19,20]

- Energía escalonada de las ondas de choque. Se ha visto que, aplicando pulsos de baja energía, aumentándola escalonadamente, genera mayor tasa de fragmentación de los cálculos; además de mejor tolerancia al dolor por parte del paciente y menor daño al parénquima renal.[19]

Con las modificaciones expuestas anteriormente no solo se ha visto mejores resultados de fragmentación y expulsión de cálculos, sino que también se ha visto disminución de las complicaciones a corto y largo plazo, especialmente cuando se utilizan ondas de choque de frecuencia lenta (60 por minuto), ya que se ha detectado que, a menor número de ondas de choque, mayor efectividad de tratamiento; además que disminuye el daño al parénquima renal, lo que conlleva menor riesgo de desarrollo de insuficiencia renal crónica, que es la principal complicación a largo plazo de este tratamiento.[19,20]

1.2. Nefrolitotomía percutánea (NLP)

La Nefrolitotomía percutánea (NLP) es un método desarrollado para el tratamiento de la litiasis renal; el primer caso documentado tratado por Nefrolitotomía percutánea fue en 1976 por Ferstrom y Johansson.[19,21] Esta técnica se realiza principalmente con el paciente en una posición prono y esto se debe a múltiples razones o indicaciones, ya que el riñón es un órgano retroperitoneal, con lo que abordarlo en esta posición disminuye el riesgo de lesión vascular y orgánica; sin embargo, aunque existe menor riesgo de lesión vascular, hay aumento en el riesgo

de sangrado por el posicionamiento del paciente, además presenta una tasa libre de cálculos del 80-90% de los casos resueltos aplicando esta técnica.[21-23]

La Nefrolitotomía percutánea se indica para aquellos litos de gran tamaño, usualmente en cálculos mayores a 2 cm de diámetro o mayores a 1.5 cm de diámetro cuando estos se ubican en el polo inferior; también está indicado en cálculos coraliformes. Con el paso de los años se han evidenciado otras posiciones para poder realizar la Nefrolitotomía percutánea. Entre las posiciones más aceptadas y utilizadas se encuentran: posición supina, supino Valdivia modificada.[21,24-26]

- **Posición prona**

La posición prona para la Nefrolitotomía percutánea ha sido la posición más utilizada por los urólogos desde la utilización de esta técnica quirúrgica, ya que desde su desarrollo por la localización del órgano blanco es la posición que mejor se adapta para una intervención mínima. Además de la posición también permite una mayor distensión del sistema colector renal y un mayor espacio para el manejo del nefroscopio; posición además que permite trabajar de mejor manera los cálices superiores del riñón en dado caso los cálculos estén localizados en esta área.[19,21]

La posición prona, sin embargo, presenta también algunas desventajas, entre las que cabe mencionar como las de mayor importancia:

- Movilización del paciente: al inicio del procedimiento, el paciente necesita estar en posición supina de litotomía para introducir un catéter uretral y realizar una pielografía retrógrada; posterior a la pielografía se posiciona al paciente en prono, con lo que debe haber personal disponible para la movilización.[21]

- Cambios cardiovasculares: con esta posición se presenta compresión de la vena cava inferior, lo que ocasiona la disminución del gasto cardiaco y aumento de estasis venosa que, a su vez, produce aumento del riesgo de trombosis venosa. Adicional a esto se generan taquicardias por estimulación del sistema simpático. Todos estos riesgos aumentan de manera significativa cuando el paciente presenta un índice de masa corporal (IMC) elevado en grado de obesidad.[21]

- Ventilación: el posicionar a un paciente en prono presenta un riesgo al momento de que se necesite intubación endotraqueal, por el trayecto que presenta la vía aérea adiciona, pues esta posición no permite una expansión completa del tórax en la ventilación.[21]

- **Posición supina o posición de Valdivia:**

La posición supina o posición de Valdivia para una Nefrolitotomía percutánea fue estudiada por primera vez en 1987, como una alternativa a la posición prono; está posición no se ha popularizado, sin embargo, tiene tantos beneficios como la posición prona para este tipo de procedimientos.[21] Esta posición resulta más favorable para los pacientes con un IMC elevado, pacientes con cardiopatías o con problemas a nivel pulmonar, en donde el prono altere su funcionamiento.

La principal ventaja de la posición supina es que no se tiene que recolocar al paciente durante el procedimiento, con lo que disminuye el riesgo de extubación y de lesión del paciente. Además de esto, la capacidad respiratoria o de ventilación y el retorno venoso, no se ven afectados por presiones intraabdominales como sí en la posición prono.[16,24] Por último, otra ventaja que ofrece está posición es la posibilidad de que el cirujano encuentre posiciones más cómodas al momento de llevar a cabo la operación y disminuir el campo al que está sometida la radiación para localizar los cálculos. Adicional a estas ventajas, la posición supina permite además un acceso simultáneo para realizar un acceso retrógrado por medio de ureteroscopía, con lo que se aumenta la tasa libre de cálculos en el paciente.[19,24,27]

Hay que tomar en cuenta que la posición supina tiene muchas ventajas, sin embargo, también presenta algunas desventajas entre las que se pueden mencionar: menor espacio para maniobrar los nefroscopios, vías urinarias colapsadas por disminución de presión, el cáliz superior se presenta de difícil acceso por la posición anatómica del riñón.[21,28,29]

Existe una variación de la posición supina, que es modificada o bien llamada posición supina de Valdivia modificada por Galdakao, en la cual se coloca al paciente en posición de litotomía, en la cual la pierna contralateral al procedimiento se flexiona a 90°, la pierna ipsilateral en extensión y la región lumbar y de cadera se elevan 20° utilizando alguna bolsa de 3000 cc, con lo que facilita el acceso a la región a operar.[21,28]

1.3. Nefrolitotomía endoscópica retrógrada (URS-F)

La Nefrolitotomía endoscópica retrógrada o también conocida como Ureteroscopia retrógrada flexible (URS-F) fue desarrollada en 1980 por Pérez Castro y Martínez, quienes lograron visualizar todo el tracto urinario con ureteroscopios semirrígidos. El equipo adquiere este nombre debido a la capacidad de flexionarse levemente y a que la imagen que se transmite al equipo de video no se deteriore; esto es posible gracias a que la imagen que transmite el

ureteroscopio es por medio de fibras ópticas.[30,31] Posteriormente, gracias al avance de la tecnología los ureteroscopios, ahora son completamente flexibles, con un menor diámetro y mayor calidad de imagen, lo que permite visualizar de mejor manera el tracto urinario, además de no dañar las estructuras anatómicas por su capacidad de flexión.[31,32]

La URS-F, era la segunda opción de tratamiento de litiasis renal frente a la Nefrolitotomía percutánea (NLP); sin embargo, con la implementación de ureteroscopios flexibles, la miniaturización de los equipos, además de implementar láseres que pueden fragmentar los cálculos, han permitido que la URS-F tenga una mayor aceptación dentro del tratamiento de la litiasis renal.[31-34]

El hecho de que la URS-F ahora implemente tecnología láser Holmium hace que esta opción de tratamiento pueda ser considerada para tratar cálculos ureterales proximales y en aquellos pacientes en los que la litotripsia ha fracasado.[30,31] Hoy en día debido a la tecnología láser, la URS-F se ha considerado como un tratamiento Gold Standard para el tratamiento de cálculos de entre 6 mm hasta los 20 mm. Además, se ha visto que presenta una tasa libre de cálculos más elevada que la litotripsia cuando se trata de cálculos menores a 10 cm ubicados en el cáliz inferior, con un menor número de reintervenciones.[34-37]

El equipo más utilizado para la URS-F es el denominado láser Ho:YAG, (Holminium YTTRIUM-Lumen Garnet), el cual utiliza una longitud de onda (2120 nm) y un pulso variado entre 350 a 500 uts, estos valores permite que se trabaje mejor dentro de un medio acuoso, como lo es la vía urinaria, aumentando la efectividad de la litotricia independiente a la composición química de los cálculos.[36-38] El uso de estos equipos permite la modificación de ondas y pulsos y permite la opción de utilizar 2 tipos de tratamientos, los cuales son la fragmentación convencional y la técnica de espolvoreado.

- **Fragmentación convencional:** Este método utiliza pulsos con energía alta para la fragmentación. Como su nombre lo indica, fragmentación de los cálculos, los cuales posteriormente se extraen con pinzas recolectoras. Con este método se consigue que los fragmentos de los cálculos no se dispersen; un menor tiempo de procedimiento y un análisis posterior de los fragmentos para dirigir el tratamiento metabólico.[35]

- **Técnica de Espolvoreado:** Este método utiliza pulsos amplios y con baja energía; esto para que los cálculos puedan reducirse a fragmentos de menos de 250 micrómetros, esta técnica tiene la ventaja que reduce el tiempo de procedimiento, además de que produce una menor lesión de la vía urinaria por disminución de manipulación y movimiento.[35]

Un estudio comparativo retrospectivo realizado por Akman, et al.,[37] donde se observó a 68 pacientes, 34 tratados con NLP y 34 tratados con URS-F, con cálculos entre 2 y 4 cm comparando tiempos quirúrgicos, complicaciones del procedimiento, tasa libre de cálculos y estancia hospitalaria, se detectó una diferencia significativa en la estancia hospitalaria favoreciendo a los pacientes tratados con URS-F con 30 horas, mientras los pacientes tratados con NLP mantenían una estancia de 61 horas.[37-39] Esto quiere decir que se pueden lograr resultados completamente similares utilizando la URS-F y disminuir el tiempo de estancia hospitalaria, lo que se traduce en un menor costo para sistema de salud y en una mejor aceptación por parte del paciente.

Los costos al sistema de salud y al paciente se ven reflejados en el mismo estudio donde Akman, et al.,[37] estimó que para pacientes tratados con NLP y con URS-F fueron de 19,845 y de 6,675$ respectivamente, por la estancia hospitalaria más prolongada y necesidad de una segunda intervención.[37,38]

Capítulo 2. Nuevas técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la litiasis renal

SUMARIO

- **Cirugía laparoscópica**
- **Cirugía robótica**

Las técnicas quirúrgicas han ido evolucionando con el paso de los años, gracias al avance de la tecnología y a la implementación de nuevos equipos, lo que conlleva el uso de nuevas técnicas para el tratamiento de la litiasis renal, las cuales se exponen a continuación.

2.1. Cirugía laparoscópica

La cirugía renal por medio de laparoscopía fue descrita por primera vez en el año 1991 por Clayman y Kavoussi, quienes son considerados como los pioneros del arte de la cirugía laparoscópica en urología, debido a que llevaron a cabo la primera nefrectomía laparoscópica transperitoneal.[40] Posteriormente, en el año de 1994 se introdujo y se describió por primera vez la pielolitotomía laparoscópica con un abordaje retroperitoneal, realizada por Gaur.[41] A partir de entonces el tratamiento de la litiasis renal ha cambiado considerablemente y el tratamiento de cirugía abierta para la litiasis renal ha disminuido a sólo un 5.4% aproximadamente, respecto a todos los procedimientos quirúrgicos.[40-42]

La cirugía laparoscópica para la litiasis renal complementa los tratamientos anteriormente descritos, ya que se considera como una alternativa cuando los métodos no invasivos fracasan, en aquellos pacientes con cálculos con un tamaño mayor de 15 mm, pacientes con comorbilidades que afectan procedimientos mínimamente invasivos como los pacientes con enfermedad coronaria o hepática grave y aquellos pacientes con complejidad anatómica como riñón en herradura o riñón ectópico.[42-44]

El acceso para la cirugía laparoscópica puede realizarse por medio transperitoneal o retroperitoneal. Dentro de las ventajas del abordaje retroperitoneal o lumbotomía se encuentran:

- Anatomía familiarizada para urólogos
- Facilita el acceso a vía urinaria con menor lesión de órganos intraperitoneales
- Menor riesgo de íleo paralítico y contaminación peritoneal.[44]

A pesar de estas ventajas, como todo procedimiento quirúrgico se cuentan con ciertas desventajas o riesgos dentro de lo que cabe mencionar: menor espacio de trabajo, un riesgo aumentado de hipercapnia y una progresión más lenta de la curva de aprendizaje.[45-47]

La técnica retroperitoneal, utiliza un balón que ayuda a disecar y se crea un espacio real en el retro peritoneo; posteriormente este espacio se mantiene insuflado, requiriendo el uso de pinzas que ayudan a ampliar este espacio. Este acceso retroperitoneal disminuye la lesión o disección exagerada de la vía urinaria, además minimiza el uso de analgésicos y la estancia hospitalaria.[47]

Los accesos por los que se realiza la cirugía laparoscópica son por una incisión umbilical o retroperitoneal como se describió anteriormente; sin embargo con los avances de la tecnología e instrumentación quirúrgica se ha desarrollado nuevos accesos principalmente en el campo de la pediatría, entre estos nuevos accesos se encuentran la endoscópica transluminal por orificios naturales, el acceso por puerto único (SPA, que es igual a "single port Access") y la cirugía por orificio naturales (NOS, "natural orificies urgery").[47]

Dentro de los accesos, el denominado acceso por puerto único fue descrito por primera vez por Rane en el año 2008. A partir de ese reporte se comenzó a utilizar este método, el cual suele ser utilizado con instrumentación articulada, aun así, se presenta el inconveniente que este equipo o instrumental suele tener un costo elevado. Sin embargo, los pacientes sometidos a este procedimiento suelen tener un menor tiempo de hospitalización; se refiere menor dolor postoperatorio y ha demostrado tener buen acceso cuando se trata de litiasis bilateral en los casos que métodos menos invasivos no estén disponibles o hayan fallado.[48,49]

En la literatura especializada se han encontrado comparaciones de los diversos tratamientos de la litiasis según el tamaño de los cálculos, la laparoscopía que se ofrece en tratamiento de cálculos con tamaños mayores a 15mm en las regiones proximales se ha comparado con la ureteroscopia retrógrada. La ureteroscopia presentó una tasa libre de cálculos 10% menor que la cirugía laparoscópica, además de un 3% más de complicaciones postoperatorias y transoperatorias.[49-51]

2.2. Cirugía robótica

El primer uso de la cirugía robótica fue en 1999 en el Intuitive Surgical Inc. (Sunnyvale, CA, EE.UU.) donde introdujeron el Sistema quirúrgico da Vinci, el cual fue creado con el propósito de realizar cirugías a distancia en los campos de batalla. El robot da Vinci es un sistema operador-

robot para cirugía laparoscópica el cual puede ser utilizado para diversas indicaciones. En urología se utiliza la robótica principalmente para laparoscopia. El tratamiento de urolitiasis asistida por robot es raro ya que se prefiere utilizar otros métodos los cuales son más sencillos, como la litotricia extracorpórea por onda de choque o intervenciones endourológicas modernas. Razón por la cual son casos seleccionados donde se puede aplicar cirugía abierta, laparoscópica o ya sea robótica.[52]

Existen ciertas indicaciones específicas donde se utiliza la cirugía laparoscópica asistida por robot, indicaciones en las cuales se ha demostrado su mayor beneficio. Dentro de estas indicaciones se encuentran pacientes con obstrucción pieloureteral combinada con pieloplastia, cálculos de cuerno de ciervo donde falla la litotricia por onda de choque o la nefrolitotomía percutánea.[52]

Otras indicaciones para considerar la cirugía asistida por robot son:

- Cálculo coraliforme de gran tamaño (> 2 cm) con mínima ramificación, situado en una pelvis extrarrenal prominente.
- Cálculo pélvico renal con aberración anatómica que impide una nefrolitotomía percutánea segura (NLPC), como riñón en herradura, riñón pélvico, ectópico y riñón malrotado.
- Pacientes con patología renal concurrente que requiera intervención quirúrgica como la obstrucción de la unión ureteropélvica.
- Cálculo renal grande que erosiona el parénquima renal.
- Piedras en divertículo calicial.
- Piedra de cuerno de ciervo completo que no es susceptible de PCNL (obesidad mórbida, anomalía anatómica renal).
- Intentos anteriores fallidos de PCNL. [53]

Varios dispositivos robóticos, como el sistema Da Vinci ampliamente disponible, se introdujeron en las pautas de tratamiento con respecto a varias localizaciones de cálculos. El sistema da Vinci operador-robot puede ser sustituido en el futuro por la cirugía abierta o laparoscópica en las indicaciones específicas. La mayoría de los estudios, hasta la fecha, muestran que el sistema de robot es más seguro y con, al menos, resultados clínicos similares. Nuevos sistemas robóticos que ingresan al mercado como Avatera (Avateramedical GmbH, Jena, Alemania) o el sistema robótico TELELAP ALF-X (SOFAR SpA, Milán, Italia), que tienen nuevas

características como la retroalimentación de movimiento y el seguimiento ocular, podrían mejorar aún más la utilidad y los resultados. Las indicaciones de abordajes no endourológicos para el tratamiento de los cálculos urinarios están disminuyendo, con la mejora de los endoscopios y el surgimiento de la robótica. El advenimiento de la laparoscopia asistida por robot ha contribuido a facilitar la sutura intracorpórea, aunque la estadía hospitalaria, el tiempo operatorio y los costos fueron más altos que en la contraparte de cirugía endourológica.52,53

Tradicionalmente, el estándar de oro para el manejo urológico de la enfermedad de cálculos grandes ha sido la nefrolitotomía percutánea. (PCNL). Un enfoque quirúrgico más nuevo para cálculos renales grandes que está ganando más apoyo es la pielolitotomía robótica (PR). Durante los últimos 15 años, algunos urólogos han comenzado a utilizar técnicas robóticas en el tratamiento de cálculos renales grandes con resultados positivos. Esta técnica incluso ha mostrado resultados tempranos favorables en adolescentes. A pesar de la creciente evidencia en apoyo de la pielolitotomia robótica, todavía falta suficiente evidencia.[54,55]

La pielolitotomía robótica (RP) es una buena opción para aquellos pacientes con pelvis renal grande y cálculos coraliformes parciales con una pelvis extrarrenal ancha; es ideal para cálculos dentro de un divertículo calicial, también para cálculos en asta de ciervo parcial que erosiona el parénquima renal. El control vascular renal podría evitarse en la mayoría de estas cirugías. La nefrolitotomía anatrófica robótica (RAN) es el procedimiento más complejo y reservado para pacientes con cálculos coraliformes completos cuando el abordaje percutáneo no ha tenido éxito o no ha sido factible.[56]

Se ha demostrado que con cirugía robótica la tasa de eliminación de cálculos es del 90%, superior a lo que se ha observado en la NLPC. Estudios previos han demostrado en un estudio global multiinstitucional que se observan tasas libres de cálculos en el 57 % de los pacientes con un cálculo coraliforme y en el 82 % de los cálculos grandes que no son coraliformes utilizando NLPC. En varios estudios se ha demostrado una mayor tasa libre de cálculos con cirugía robótica, una de las razones es porque el robot ofrece la capacidad de identificar claramente la anatomía, proporcionando una visualización óptima del cálculo y los fragmentos de cálculo dentro de la pelvis renal. Un beneficio muy grande de la PR es evitar el daño del parénquima debido al abordaje quirúrgico que ofrece el robot; la RP es capaz de evitar la invasión del parénquima renal y, por lo tanto, evita por completo daño renal. [54]

Una de las maneras de usar la cirugía robótica es combinarla con técnicas ya descritas como la ureteroscopia flexible (FURS). La tecnología FURS se ha desarrollado recientemente,

con una mejor ergonomía, eliminación de temblores y una visión superior; las FURS asistidas por robot pueden tener la capacidad de abordar algunas de las limitaciones de las FURS convencionales. [55]

Además, el FURS asistido por robot permite al cirujano operar el sistema fuera del campo de radiación. En 2008 se diseñó el sistema Sensea-Magellan flexi RIRS el cual es un sistema robótico que utiliza la ureteroscopia flexible, diseñado en suiza, y el cual presenta una tasa de éxito 94 % para la desintegración del cálculo y una tasa de eliminación completa del cálculo del 89 % donde finalmente se somete FURS con el sistema Sensai Magellan. El proyecto del sistema Sensei-Magellan encontró dificultades con el desarrollo del diseño al tener poco alcance, por lo cual se abandonó el estudio. Posteriormente se creó el Roboflex Avicenna, el cual fue la siguiente generación de FURS asistidos por robótica desarrollados por ELMED (Ankara, Turquía). Roboflex Avicenna consta de una consola para el cirujano y un brazo robótico para el ureteroscopio flexible. El brazo robótico tiene capacidades de rotación (220°), avance (150 mm), retracción y desviación (262°).[55] Las operaciones de irrigación e inserción de fibra láser pueden ser controladas por el cirujano en la consola. El sistema es compatible con una amplia gama de ureteroscopios digitales flexibles, vaina de acceso, fibras láser y cestas. El éxito técnico de la desintegración de cálculos se registró en un 96 % con dicho robot. Las cirugías laparoscópicas asistidas por robot brindan una variedad de manejo de procedimientos para la carga de cálculos grandes, incluida la pielolitotomía, la realización concomitante de otros procedimientos y la nefrectomía radical. Para los pacientes con enfermedad litiásica significativa, la PR puede proporcionar una alternativa segura y exitosa a la NLPC.[55,56]

Los sistemas robóticos están reemplazando a la cirugía abierta y laparoscópica clásica en el tratamiento quirúrgico de la urolitiasis. La evidencia del mayor beneficio de la cirugía robótica de cálculos en comparación con las opciones de tratamiento existentes está aumentando, pero los datos con respecto a este tema son insuficientes para establecer una conclusión final. Se necesitan más estudios controlados aleatorios prospectivos para verificar el beneficio de esta nueva tecnología para el tratamiento de la urolitiasis. [57] Los próximos años verán un aumento en las nuevas tecnologías y robots en el campo de la urología y la cirugía en general. Los sistemas operador-robot mejorados y de nuevo diseño deberían cambiar el campo actual de la cirugía robótica. La nanotecnología también será parte de las opciones de tratamiento de próxima generación, siendo de gran interés para científicos y cirujanos.[58,59]

Capítulo 3. Técnicas quirúrgicas en desarrollo para el tratamiento de la litiasis renal

SUMARIO

- **Vibración física extracorpórea litechbole (EPLV)**
- **Tecnología del coágulo de pegamento (Glue clot technology)**
- **Tecnología de magnetización para eliminar fragmentos de cálculos renales**
- **Litotripsia de onda explosiva (Burst wave lithotripsy)**

Las complicaciones más comunes de los procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos son las altas recidivas, aproximadamente la mitad de los casos, lo cual representa un problema para los sistemas de salud, debido a los altos costos de los equipos quirúrgicos y procedimientos por re intervención. La litotricia extracorpórea por onda de choque es el procedimiento más utilizado para cálculos menores de dos centímetros, teniendo una tasa de éxito del 60% al 90%. Posterior al procedimiento puede llegar a quedar residuos de cálculos, los cuales fueron expuestos a las ondas de choque; estos residuos de cálculos tienen potencial de crecer, provocar infecciones y obstrucción, razón por la cual se presenta alta recidiva.[60] En la práctica clínica, es imposible extraer esos residuos de cálculos, razón por la cual se están desarrollando nuevas técnicas quirúrgicas para extraer dichos cálculos residuales. De igual manera existen otros procedimientos como la cirugía intrarrenal retrógrada la cual puede dejar fragmentos, los cuales son muy difíciles de expulsar.[60]

En la práctica clínica actual, para intentar extraer los cálculos residuales se utilizan bloqueadores de los canales de calcio o antagonistas de los receptores adrenérgicos alfa o terapia de inversión para facilitar la limpieza dependiente de la gravedad de los cálculos caliciales inferiores. Desde entonces varios estudios han demostrado que los tratamientos anteriores pueden ser beneficiosos para los pacientes con cálculos residuales después de cualquier procedimiento mínimamente invasivo. [60,61]

Se ha utilizado la terapia de percusión, diuresis e inversión, la cual utiliza la fuerza de la gravedad para facilitar el paso de los fragmentos de cálculos, colocando al paciente en la posición de Trendelenburg boca abajo y utiliza la percusión en el flanco para causar vibraciones en el sistema renal para ayudar en el desalojo de los fragmentos. Bajo este concepto se fabricó en China en 2016, un dispositivo que se denominó Vibración física externa Lithecbole, el cual incluye

una cama giratoria y un dispositivo de vibración física que acelera la descarga de piedras cambiando la posición del cuerpo del paciente y proporcionando ondas armónicas simples multidireccionales.[60,61] A partir de este dispositivo se han realizado numerosos estudios para valorar si se puede utilizar en la práctica clínica; dichos estudios se han realizado principalmente en china, lugar de origen del Lithecbole.[60]

Recientemente se están realizando muchas investigaciones con nanotecnología, y la litiasis renal no ha sido excepción. Desde 2012 se viene estudiando la unión de un ion hierro para magnetizar los litos de diversos componentes y poderlos extraer con un dispositivo magnético. Esta tecnología novedosa disminuye los tiempos quirúrgicos y es más fácil para el cirujano que realiza el procedimiento, aunque aún falta realizar más estudios en humanos. Otra tecnología que se está estudiando es la creación de un gel bioadhesivo que se introduce dentro sistema pielocalicial para poder extraer los fragmentos residuales de cálculos expuestos a ondas de choque o láser de holmio.[62,63]

3.1. Vibración física extracorpórea litechbole (EPLV)

Este dispositivo consiste en un vibrador estacionario, una cama ajustable y un vibrador móvil. La estructura principal de los vibradores es una rueda excéntrica, que proporciona vibración armónica.[64]

Los pacientes deben beber 1000-3000 ml de agua antes de la terapia y acostarse en la cama en posición lateral o boca abajo sin anestesia. Los osciladores producen ondas de vibración armónicas a partir de múltiples direcciones. La aceleración horizontal es proporcionada por el dispositivo de vibración física estacionario a través de la onda de vibración armónica en la dirección horizontal que provoca que el cálculo se separe del riñón o del uréter, expandiendo un espacio móvil para el cálculo. El vibrador móvil produce una potencia de 15 W, la frecuencia de vibración es de 2800-3500 golpes/min y la amplitud es de 5 mm controlado por un sistema de guía inercial. Además, el ángulo de la cama se puede ajustar de -26° a 26° para cambiar la posición relativa de las piedras y empujar el cálculo por vibración física. Finalmente, después del cambio de posición, bajo la dirección de la máquina de vibración física extracorpórea, los cálculos ureterales superiores se descargan activamente del uréter. Durante todo el procedimiento, los cambios de posición de la piedra son monitoreados y observados en tiempo real por ultrasonido. Como resultado, los fragmentos se pueden descargar sin problemas.[64,65]

Se encontró que el tratamiento con EPVL previene mejor los cálculos residuales después de la litotripsia extracorpórea por onda de choque y la cirugía intrarrenal retrógrada. La ubicación de los cálculos residuales es un factor significativo que afecta su tasa de eliminación, un factor que determina el éxito de la expulsión del cálculo. Debido al efecto de gravedad, los cálculos remanentes en la mitad inferior del riñón representan una gran proporción, y son más difíciles de remover que los cálculos remanentes en las áreas superior y media. Sin embargo, el análisis hecho por Zi-hao Xu1 et al., demostró que el tratamiento con EPVL puede resolver muy bien este problema pues puede mejorar significativamente la tasa de remanentes de cálculos en la parte inferior del riñón y también en otras partes del riñón.[61]

Se realizó un estudio el cual determinó que el mejor momento para realizar la vibración física externa (EPLV) es 3 días después de la cirugía intrarrenal retrógrada(RIRS); realizar EPVL en este momento mantendrá una tasa libre de cálculos alta en cualquier momento y reducirá las complicaciones. A largo plazo, realizar vibración física externa 7 días después de RIRS puede lograr una SFR alta y reducir las complicaciones, al igual que realizar EPVL 3 días después de RIRS. Realizar EPVL 14 días después de RIRS todavía aumenta la SFR en comparación con las personas que no recibieron EPVL después de RIRS. EPVL es un excelente método para tratar cálculos residuales después de RIRS.[66] La vibración física externa es una técnica segura y eficaz para ayudar a que los fragmentos de cálculos renales se descarguen al empujar activamente el cálculo hacia adelante a lo largo del tracto y finalmente expulsar los cálculos. Es un procedimiento completamente no invasivo con buena tolerancia y cumplimiento por parte del paciente. La mayoría de los estudios han mostrado tasas bajas de cálculos residuales, pero todavía falta realizar más estudios.[67]

3.2. Tecnología del coágulo de pegamento (Glue clot technology)

Es un coágulo de sangre venosa autóloga que se introduce dentro de la cavidad renal; posteriormente este aglutina los fragmentos, los cuales finalmente son extraídos, mejorando así la tasa libre de cálculos. Para realizar esta técnica se recomienda una vaina de acceso ureteral. Se comienza con una inspección endoscópica de cada cáliz, se inyecta medio de contraste para tener imagen del sistema colector.[68] Se realiza una destrucción endoscópica del cálculo utilizando láser de Holmium: YAG energía láser con fibra láser de 200 µm. El tamaño de la fibra láser permite una mayor desviación del ureteroscopio que podría ser útil para piedras del polo inferior. Los cálculos, al estar fragmentados o reposicionados en un cáliz superior o pelvis renal, son extraídos junto con el coágulo que previamente se formó, el cual reúne dichos fragmentos de cálculos; esto se realiza mediante URS-F.[68]

Los cálculos más grandes pueden ser eliminados con canasta de nitinol; la dificultad de remover fragmentos menores de 2mm a 3 mm es una preocupación real por lograr la mayor tasa libre de cálculos, especialmente para los cálculos de cistina e infecciosos. Para eliminar los fragmentos restantes se introducen 10 ml de sangre venosa autóloga, la cual puede ser extraída por el anestesiólogo; luego se avanza a la punta del endoscopio hacia el cáliz apropiado con los pequeños fragmentos.[68] Justo antes de la inyección de la jeringa, se debe limpiar todos los sistemas colectores para asegurarse de que no quede material de contraste residual que pueda inhibir la formación de coágulos. A continuación, la jeringa de sangre autóloga de 10 ml se inyecta lentamente durante un período de 5 min a través del canal de trabajo de la URS-F, y es necesario detener la irrigación durante esta parte del procedimiento.[68] La vista se vuelve completamente roja. La inyección lenta permite que la sangre permanezca en el cáliz deseado con todos los fragmentos. Finalmente, con la canasta se extraen los coágulos formados con los cálculos adheridos al coágulo. Este procedimiento puede repetirse 2 o 3 veces, lo que permite la evacuación completa de los fragmentos bajo visión directa y aclaramiento del sistema colector renal.[68]

La extracción de fragmentos de cálculos mediante coágulos de sangre autólogos (técnica de coágulo de pegamento) durante la FURS es simple, económica y factible, pero aún se necesitan estudios aleatorios prospectivos multicéntricos. Sin embargo, este posible procedimiento debe tenerse en cuenta para ayudar al endourólogo que se está entrenando en cirugía intrarrenal retrógrada pues se encuentra frente a muchos fragmentos pequeños. La técnica del coágulo de pegamento es un complemento eficaz para la pediatría URS y litotricia láser para eliminar cálculos caliciales inferiores, pequeños fragmentos y para una limpieza completa.[68,69]

Bajo el concepto del coágulo autólogo de sangre, los científicos del Departamento de Urología de la Universidad de Freiburg desarrollaron un bioadhesivo, para la incrustación intrarrenal y la extracción endoscópica de pequeños fragmentos residuales, después del tratamiento mínimamente invasivo de cálculos renales. El novedoso sistema bioadhesivo consta de 2 sustratos líquidos a base de polisacáridos; el adhesivo no produce citotoxicidad en líneas celulares de túbulo proximal y urotelio.[70] Se aplica endoscópicamente los sustratos utilizando un catéter FLEXguard delgado con un diámetro exterior de 3 Fr y un diámetro interior de 2 Fr, que se introduce a través del canal de trabajo del endoscopio. En combinación, los sustratos se gelifican a una temperatura de 37 °C y crean un bulto adhesivo que abarca y encierra fragmentos de los cálculos.[70]

Este bioadhesivo se aplicó en riñones de cerdo donde primero se aplica el sustrato 1, posteriormente el sustrato 2, el cual en combinación forman un gel de color azul, el cual posteriormente puede ser extraído endoscópicamente por dispositivos comerciales ya conocidos.[70] El tratamiento se realizó en riñones de cerdos experimentales con una tasa libre de cálculos de 100%. Para confirmar dicha tasa se realizó una autopsia. El estudio tiene la limitante que no se ha hecho en humanos, pero se están realizando investigaciones para evaluar la compatibilidad con los tejidos humanos, estas investigaciones son precedentes para futuros desarrollos tecnológicos y así poder aumentar las herramientas en endourología para el manejo de la urolitiasis.[70]

En 2018 se realizó este mismo procedimiento, pero en cuatro cerdas domésticas, las cuales se sometieron a RIRS o PNL bajo anestesia general. Se contaban con 8 unidades renales, de las cuales cuatro fueron sometidas a Nefrolitotomía percutánea y otros cuatro a cirugía intrarrenal retrógrada. Se realizó CRIR sin sistema adhesivo en un riñón y a los otros 3 se les realizó CRIR con el sistema bioadhesivo; 4 riñones fueron sometidos a PNL utilizando el sistema bioadhesivo.[70] A todos los riñones se les introdujo un lito de oxalato de calcio humano, luego se realizó el procedimiento quirúrgico ya sea CRIR aplicando litotripsia con láser de holmio o la nefrolitotomía percutánea; a los fragmentos restantes se les introdujo el bioadhesivo, primero el sustrato uno y después el sustrato dos, los cuales en conjunto gelifican, se extrae con una pinza grasper de nitinol, se agrega un sustrato tres que es un componente quelante del bioadhesivo, que sirve para eliminar los restos que no fueron extraídos con las pinzas.[70,71]

Este estudio demostró que el uso del bioadhesivo es superior al uso del coágulo autólogo de sangre teniendo varias ventajas con respecto a la visibilidad, eficacia, evitando preocupaciones con respecto a la biocompatibilidad. Los complejos bioadhesivo-piedra son bultos maleables que tienen una flexibilidad comparable a los coágulos de sangre. El procedimiento es seguro, no se documentan reacciones severas en los sujetos experimentales y los hallazgos patológicos son clínicamente insignificantes. El procedimiento se realizó en un cerdo *in vivo*, se demostró la viabilidad y la seguridad de un sistema bioadhesivo novedoso para el tratamiento intrarrenal para la extracción endoscópica de pequeños fragmentos residuales en el tratamiento de cálculos mínimamente invasivo. Esta técnica promete mejorar el tratamiento endoscópico de la litiasis renal. Los estudios futuros incluirán la aplicación *in vivo* en cerdos a largo plazo para confirmar la seguridad del procedimiento y biocompatibilidad, así como su primer uso en humanos.[71]

3.3. Tecnología de magnetización para eliminar fragmentos de cálculos renales

En 2010 se realizó el primer ensayo *in vitro* para la extracción de cálculos de oxalato de calcio mediante tecnología de magnetización, dicho cálculos tienen que estar magnetizados mediante la unión de un ion de hierro. Se estudió las características superficiales de los cálculos humanos conformados por oxalato de calcio, donde se identificaron aminoácidos con cadenas carboxilo que forman múltiples enlaces a sitios cargados positivamente en la superficie del cálculo de oxalato de calcio y forman un enlace que se basa en las propiedades iónicas de la partícula. Posteriormente, estos péptidos patentados se unieron químicamente a una matriz de poliestireno *(Invitrogen, Carlsbad, CA)* que rodeaba un núcleo de óxido de hierro. En un modelo *in vitro* humano para entrenamiento *(Uroscopic Trainer),* se introdujeron cálculos de oxalato de cálculos, los cuales se expusieron a una solución de 1 mg/ml de micro partículas de óxido de hierro en solución salina normal. Para cada prueba se incubaron 10 fragmentos de cálculos durante la noche en la solución de micro partícula para tener una máxima unión, ion de hierro - Oxalato de calcio, y un dispositivo de extracción magnético o una cesta convencional de nitinol, En todos los ensayos, el acoplamiento de la piedra al imán fue instantáneo al contacto o cuando se acercaba a 1 mm del fragmento.

En general, el tiempo total medio requerido para extraer todos los cálculos fue más corto para el dispositivo magnético en comparación con la cesta convencional.[72] Continuando con las investigaciones, en 2012 se realizaron estudios en modelos murinos a quienes se les administró por vía intravenosa diferentes concentraciones de micropartículas de hierro para evaluar daño tisular. Se evaluaron histológicamente muestras representativas de cerebro, pulmón, corazón, riñón e hígado por un patólogo clínico, reportando el patrón de distribución tisular de las partículas y e inflamación. También se realizaron pruebas de función hepática.[73] Todos los ratones sobrevivieron hasta el punto final asignado y parecían saludables después de la exposición a las micropartículas.

Hubo distribución tisular en el hígado y en menor medida en el pulmón. Hubo una inflamación leve en el hígado y el pulmón, que dependía de la dosis. Las novedosas micropartículas supra paramagnéticas de óxido de hierro utilizadas para hacer paramagnéticos los fragmentos de cálculos en el sistema colector urinario, no parecían cruzar las membranas uroteliales, las cuales permanecieron intactas durante los estudios. Cuando se introdujeron sistemáticamente, provocaron cambios inflamatorios mínimos, predominantemente en el hígado y los pulmones.[73]

Investigadores de la Universidad de Stanford han desarrollado un nuevo dispositivo médico*, MagSToNE (Sistema magnético para la extracción total de litos renales*), que utiliza magnetización para eliminar cálculos renales durante la ureteroscopia para maximizar la tasa libre de cálculos y minimizar el tiempo quirúrgico.[74] La tecnología *MagSToNE* ofrece una solución que mejorará la eficacia y la eficiencia quirúrgica, mediante la eliminación rápida de fragmentos de cálculos. La invención consta de dos componentes, un cable magnético flexible de pequeño diámetro *(MagWIRE)* y partículas superparamagnéticas que forman enlaces químicos con los fragmentos de cálculos. Después de fragmentar un cálculo renal, se instila una solución de partículas superparamagnéticas a través de la vaina de acceso ureteral y recubre los fragmentos, haciéndolos magnetizables. El *MagWIRE* puede ingresar a través del ureteroscopio o la vaina de acceso y utiliza una configuración magnética única para generar un campo magnético fuerte para optimizar la captura de fragmentos de cálculos a lo largo de toda la longitud del cable. El *MagWIRE* puede entrar y salir rápidamente varias veces para recuperar múltiples fragmentos con cada pasada, lo que da como resultado la eliminación eficiente y efectiva de todos los fragmentos.[74]

Este dispositivo está diseñado para funcionar con configuraciones de ureteroscopia existentes, lo que lo convierte en una herramienta conveniente para incorporar en las prácticas de urología, además que presenta una gran oportunidad para las empresas involucradas en dispositivos de manejo de cálculos renales. Se realizaron estudios *in vitro* con partículas de óxido de hierro de un rango de tamaños (7 nm a 4,5 µm) y cálculos renales de una variedad de composiciones (fosfato de calcio (CaPO4), oxalato de calcio monohidrato (CaOxM), ácido úrico y estruvita).[74]

Las partículas que van de 50 nm a 3 µm de diámetro facilitan la captura magnética de > 90 % de los fragmentos de cálculos de fosfato de calcio < 1 mm de diámetro.[74] El ferumoxitol, una nanopartícula aprobada por la FDA que se usa por vía intravenosa para el tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro, también funciona satisfactoriamente. Las partículas más grandes de 1 µm funcionan de manera más consistente en una variedad de composiciones de cálculos, y también logran una captura de > 90 % de fragmentos de cálculos de < 1 mm de tamaño. Para cálculos < 1 mm, en comparación con la recuperación con cesta convencional, el sistema *MagSToNE* recuperó > 10 veces más cálculos y funcionó 20 veces más rápido.[74]

Esta tecnología tiene el potencial de obviar la necesidad de maniobras complejas y procedimientos de revisión para eliminar cada fragmento, lo que lleva a una mayor eficiencia en la eliminación de fragmentos. Actualmente, esta tecnología está diseñada solo para cálculos de

oxalato de calcio, pero la modificación adicional de péptidos y el análisis de la superficie de los cálculos deberían permitir desarrollar una solución que funcione con otras formas comunes de cálculos urinarios (es decir, estruvita, ácido úrico, etc.); finalmente hacer que los cálculos sean paramagnéticos con micropartículas novedosas permite manipularlos y extraerlos mediante un dispositivo magnético novedoso, lo que mejora potencialmente la eficacia quirúrgica y reduce el tiempo necesario para la extracción de cálculos pequeños. Actualmente se están realizando investigaciones para optimizar aún más la química de la superficie de las partículas, el suministro de partículas y el diseño del cable para facilitar la captura de fragmentos de cálculos más grandes. Se planean estudios de biocompatibilidad de partículas y prueba de concepto para modelos porcinos.[72,74]

3.4. Litotricia de onda explosiva (Burst wave lithotripsy)

Actualmente la única intervención no invasiva clínicamente disponible para los cálculos renales es la litotripsia extracorpórea (LEOC), con la cual una fuente electrohidráulica, electromagnética o piezoeléctrica fuera del paciente, genera ondas de choque que se enfocan en el cálculo renal para romperlo en pequeños fragmentos. Sin embargo, la LEOC está siendo reemplazada cada vez más por la ureteroscopia debido a las preocupaciones sobre la lesión renal y las limitaciones de efectividad para lograr que los pacientes estén libres de cálculos. Una nueva tecnología llamada "litotricia de onda explosiva" (BWL) puede evitar las deficiencias de la SWL mediante el uso de pulsos de ultrasonido sinusoidales cortos en lugar de choques para fragmentar los cálculos.[75] La diferencia principal entre la LEOC y la BWL es la forma de la onda de presión que se aplica al cálculo. En la LEOC se aplican ondas de choque mientras que en la litotripsia por onda explosiva es una ráfaga de ondas sonoras de menor amplitud.[76]

Las ráfagas ultrasónicas se dirigen de manera constante hacia el cálculo, de tal manera que se van acumulando dentro de la piedra, esto genera energía dentro del cálculo, permitiendo la trituración a presiones máximas relativamente bajas del campo de sonido incidente. La litotricia por onda explosiva genera tensiones y fracturas en la piedra a través de resonancias, de la misma manera que un cantante de ópera rompe una copa de cristal.[76]

Para realizar esta técnica se necesitan dispositivos específicos los cuales administran pulsos sinusoidales enfocados en ráfagas cortas de forma percutánea. Se utiliza una sonda portátil compacta denominada SC-X, que proporcionan presiones máximas bajas (<12 MPa) a frecuencias altas (<200 Hz) y tiene como objetivo abordar varias necesidades clínicas de los

transductores generadores de ondas ultrasónicas los cuales necesitan amplificadores de sonido para generar las ondas ultrasónicas capaces de fragmentar los cálculos.[77]

Recientemente, los avances de ingeniería, utilizando el enfoque de espectro angular iterativo y lentes acústicas prototípicas rápidas, diseñaron un sistema BWL con anchos de haz más grandes, para apuntar a piedras más grandes.[78] Las piedras expuestas a BWL muestran fracturas periódicas en toda la piedra antes de la fragmentación. Además, la fragmentación en BWL se produce principalmente por la destrucción de pequeñas partes del cálculo principal, a diferencia de la bisección secuencial observada en SWL. La periodicidad de las fracturas en BWL parece proporcional a la longitud de onda del ultrasonido, lo que da como resultado fragmentos más pequeños para exposiciones de mayor frecuencia.[79]

Estas características pueden ser beneficiosas para producir un tratamiento que genere solo pequeños fragmentos que pasarán fácil y sintomáticamente a través del tracto urinario. La actividad de cavitación con pulsos BWL también es diferente; la naturaleza multicíclica del pulso (frente a una sola fase negativa final en SWL) limita el crecimiento expansivo de las burbujas durante la tensión.[79] A amplitudes suficientes para fracturar cálculos, los pulsos BWL se pueden administrar a velocidades considerablemente más altas que un litotriptor de ondas de choque típico (10–100 Hz frente a 1–2 Hz), sin producir cavitación detectable. [78] Una de las principales ventajas de estos dispositivos es que puede ser ajustado a cualquier frecuencia ultrasónica de tal manera que ayuda a controlar el tamaño al cual se desean fragmentar los cálculos. Otros refinamientos en esta técnica han permitido la fragmentación de cálculos renales > 1 cm usando un transductor de haz ancho de banda.[79]

En 2021 se realizó el primer ensayo en dos humanos, en los cuales se utilizó BWL para atacar y tratar de manera no invasiva un cálculo renal y ureteral. En estos dos participantes iniciales BWL pareció ser seguro y eficaz para romper el cálculo renal, además que se tolera sin dolor; finalmente los restos fueron eliminados por sí mismos.[79]

El ensayo clínico más reciente fue realizado en mayo de 2022, en el cual se aplicó BWL en 19 pacientes, reportando que la fragmentación de cálculos fue del 90 % del volumen de todos los cálculos, con 21 de 23 cálculos fragmentados; una fragmentación completa (todos los fragmentos ≤2 mm) dentro de los 10 minutos de BWL ocurrió en 9 de 23 cálculos (39%). De los 6 cálculos con menos minutos, los factores causales probables de la disminución de la eficacia incluyeron cálculos que eran más grandes que el ancho del haz de BWL, más pequeños que la longitud de onda de BWL o la introducción de burbujas de aire desde el ureteroscopio, dando

como resultados una mediana de conminución del 90 % del volumen total del cálculo en fragmentos ≤2 mm dentro de los 10 minutos de exposición a BWL con solo una lesión tisular leve.[80]

La litotricia de onda explosiva es una herramienta de mano para fragmentar y desalojar cálculos del tracto urinario de manera ambulatoria. Todavía se realizan estudios adicionales de estas nuevas tecnologías, teniendo prospectos muy buenos para poderlos introducir de manera comercial en los años siguientes.

Capítulo 4. Análisis

Es de vital importancia poder mantenerse actualizado, comparar y poder analizar la información que se encuentra presente sobre este tema, ya que la litiasis renal, ha presentado un incremento en su incidencia en los últimos años ya que de presentarse en un 5% de las personas a nivel mundial, se ha visto que incrementa hasta en un 10% en algunos países, principalmente industrializados.[3,4] Está incidencia ha aumentado también en la población pediátrica, debido al aumento de sobrepeso y obesidad en esta población.[5] Es la tercera patología urológica detrás de las infecciones y la enfermedad prostática; además se ha asociado a diversas complicaciones; dentro de las más importante cabe mencionar el desarrollo de enfermedad renal crónica y elevación del riesgo de enfermedades cardiovasculares.[6-8]

La litiasis renal, al ser una patología frecuente, presenta un gasto importante en los sistemas de salud, así como en los pacientes, por lo que es necesario saber qué métodos están disponibles para ofrecer al paciente, además de saber en qué tipo de casos usar estos tratamientos. Desde el desarrollo de la litotricia extracorpórea en el año 1980, la ciencia se ha enfocado en desarrollar técnicas quirúrgicas menos invasivas para el tratamiento de la litiasis.[14,15] La litotricia empezó utilizando el agua como medio de conducción para las ondas de choque, pero tenía la desventaja de que estas ondas de choque, al no estar reguladas en los primeros litotriptores, realizaban daño adicional el tejido renal y a los vasos sanguíneos, lo que resultaba en falla renal a largo plazo y hematomas intraparenquimatosos.[17]

Los litotriptores de segunda generación reemplazaron la energía electrohidráulica con energía piezoeléctrica y electromagnética, además de utilizar equipo más pequeño, con lo que permitió dirigir la onda de choque con mayor precisión, al tiempo que se disminuyó el daño al parénquima y vasos sanguíneos.[14] La segunda generación posee también sensores y micro cámaras en los contactos con la piel para cerciorarse que no existen burbujas de aire; de esta manera no se pierde la efectividad del tratamiento, ya que las burbujas pueden reducir hasta en un 26% la energía de la onda, lo que conlleva mayor recidiva o fracaso de tratamientos.[15,16]

La litotricia extracorpórea se ha seguido estudiando por el daño al parénquima renal que produce a largo plazo; es por esto que se han desarrollado guías en donde han observado que utilizar ondas de baja frecuencia (entre 60 a 120 por minuto) además de baja intensidad e ir progresando únicamente con la intensidad, disminuye el daño producido al parénquima, mejora la tolerancia al dolor y mantiene tasas libres de cálculo por arriba de 85% en los cálculos menores a 15 mm.[17,18]

La nefrolitotomía percutánea (NLP) es un método descrito por primera vez en 1976 para tratar la litiasis renal pero no fue completamente desarrollado hasta los años 90 con el perfeccionamiento de los equipos de intervención.[17,21] La NLP fue un gran avance en los cálculos que no resolvían con la litotricia extracorpórea, en aquellos cálculos entre 15 mm y 20 mm y en los cálculos ubicados en el polo inferior del riñón. [19-23] Normalmente se realiza en posición prono pues de esta manera se expone mejor el riñón de forma retroperitoneal con la disminución de riesgo de lesión de órganos intraperitoneales.[18,24] Sin embargo, también se puede utilizar y se han estudiados otras posiciones como la supino o supino modificada por Valdivia.[20]

La posición supina fue realizada por primera vez en 1987, y a pesar de no ser practicada tiene ventajas en cierto tipo de pacientes principalmente en aquellos con un IMC elevado, pacientes con cardiopatía o patologías pulmonares.[18] Otra ventaja de la posición supina es que se evita la recolocación del paciente durante el procedimiento, esto disminuye al mismo tiempo el riesgo de extubación y no afecta el funcionamiento pulmonar durante la ventilación mecánica.[17,20,22] A pesar de las ventajas mencionadas, esta posición supina posee algunas desventajas, entre las que cabe mencionar principalmente el menor espacio para las maniobras de los nefroscopios, las vías urinarias se mantienen colapsadas ya que disminuye la presión y si los cálculos se llegaran a presentar en el cáliz superior, se dificulta el acceso por posición anatómica.[18,22,23]

La nefrolitotomía endoscópica retrógrada o ureteroscopia retrógrada (URS-F) se inició a desarrollar en el año 1980 reportando la primera visualización del tracto urinario con ureteroscopios.[24] Inicialmente los ureteroscopios transmiten la imagen por medio de fibra óptica; actualmente se han desarrollado ureteroscopios en los que la imagen se transmite de manera digital, por lo que son completamente flexibles sin perder calidad de imagen.[23,24] Actualmente la URS-F emplea láseres de litotripsia para la fragmentación de los cálculos, estos láseres pueden ser utilizado de 2 maneras, una fragmentación convencional con pulsos de alta energía o bien una técnica de espolvoreado a baja frecuencia que, como bien indica el nombre, consiste en que los cálculos puedan ser reducidos a polvo.[29,30]

La URS-F, ha pasado a ser una técnica Gold standard en distintos establecimientos para cálculos de 6 mm hasta los 20 mm localizados en el uréter proximal, presentando mayor tasa libre de cálculos que la litotripsia extracorpórea y tasas similares que la NLP, con la ventaja que con la URS-F se tiene menor tiempo de hospitalización y de recuperación (30 horas de hospitalización promedio para la URS-F frente a 61 horas para la NLP).[32-35]

La cirugía laparoscópica para la litiasis renal fue descrita por primera vez en el año 1994 por Gaur por medio de un acceso retroperitoneal,[40] está cirugía es complementaria a los demás tratamientos antes mencionados ya que se utiliza cuando las técnicas no invasivas o mínimamente invasivas fracasan, en aquellos pacientes con cálculos mayor a 15 mm con comorbilidades crónicas y con variación anatómica como riñón en herradura.[41]

Se puede realizar por acceso retroperitoneal o transperitoneal, siendo el más empleado el retroperitoneal, ya que se presenta una anatomía más familiarizada para los urólogos, se disminuye el riesgo de lesión a órganos intraperitoneales y menor riesgo de íleo paralítico.[44] La laparoscopia se ha comparado frente a la URS-F para cálculos mayores a 15 mm en las regiones proximales y han observado que la laparoscopia presenta 10% más de tasa libre de cálculos que la URS-F, además de un 3% menos de complicaciones trans y postoperatorias.[46-48]

La cirugía robótica fue creada con la finalidad de poder realizar cirugías en los campos de batalla, para que un cirujano entrenado pudiera realizar procedimientos quirúrgicos desde otros países.[55] En cuanto a litiasis renal .se utiliza únicamente en indicaciones muy específicas, principalmente cuando la NLPC no tiene la capacidad de poder extraer el cálculo, ya que los robots brindan vistas en terceras dimensiones, dando como resultado un mejor abordaje quirúrgico.[60] Los estudios demuestran que la cirugía robótica está superando a los procedimientos convencionales por la facilidad de vistas que puede proporcionar en los procedimientos y porque está siendo equipadas con seguimientos oculares, retroalimentación de movimientos y una mejora en la sutura intracorpórea.[56]

Los procedimientos mediante robot, brindan una tasa de eliminación de cálculos de aproximadamente un 90%, evitan el daño al parénquima renal por el abordaje que brinda el robot. Actualmente la mejor opción para utilizar la robótica es combinarla con técnicas ya conocidas como la URS-F, La tecnología URS-F combinada con robótica se ha desarrollado recientemente proporcionando una mejor ergonomía, eliminación de temblores y una visión superior, las URS-F asistidas por robot pueden tener la capacidad de abordar algunas de las limitaciones de las URS-F convencionales.[59]

Generalmente los procedimientos mínimamente invasivos para la destrucción de cálculos tienen una alta probabilidad de dejar remanentes de dichas piedras; dichos fragmentos tienen el potencial de crecer provocando recidivas, provocar infecciones y obstrucción de la vía urinaria.[60] Clínicamente fragmentos de cálculos son imposibles de expulsar, razón por la cual se están desarrollando nuevas tecnologías.[60,67]

Actualmente para esa expulsión de cálculos se utilizan fármacos y terapias con inversiones, percusión y diuresis para que el cálculo baje por gravedad. Bajo este concepto de inversión, percusión y diuresis, científicos chinos están desarrollando un dispositivo que tiene la capacidad de extraer los fragmentos de cálculos mediante ondas ultrasónicas; el dispositivo se denomina litech bole donde básicamente se hace flotar el cálculo con las ondas sonoras dentro de la vía urinaria, para después extraerlo manualmente por la uretra. Esta tecnología se sigue estudiando y ha demostrado en los estudios, tasas libres de cálculos hasta el 90%; es un procedimiento no invasivo, con buena tolerancia y aceptación por los pacientes.[60,67]

Otra forma innovadora que se está investigando para extraer los remanentes de cálculos, es mediante un gel bioadhesivo, el cual tiene la capacidad de aglutinar los fragmentos, los cuales son extraídos finalmente con algún dispositivo de extracción comercial; dicho gel surgió porque en estudios previos se utilizaba un coágulo autólogo de sangre, donde se inyectaba sangre venosa autóloga dentro de cáliz renal para formar un coágulo el cual finalmente aglutinaba los fragmentos y era finalmente extraído con canastas de nitinol.[68,70] El gel bioadhesivo tiene dos componentes formados por polisacáridos, los cuales junto a temperatura de aproximadamente 37 grados Celsius gelifican, formando un gel de color azul. Dicho gel tiene las características de ser muy maleable, une de buena manera los fragmentos, proporciona una fácil extracción mediante canastas comerciales de nitinol. Este gel se utilizó en cerdos, demostrando una tasa libre de cálculos de un 100% en todas las autopsias realizadas, no provocó citotoxicidad y fue bien tolerado. Es un plus en el tratamiento quirúrgico de esta patología por la facilidad que tiene de poder extraer los fragmentos con dispositivos comerciales ya conocidos, dicho bioadhesivo tiene la limitante que aún no se ha practicado en humanos, pero en los años venideros seguramente se estará utilizando.[70,71]

En los últimos años ha tenido auge la nanotecnología en todas las ramas de la ciencia, no siendo la medicina una excepción. En 2010 se realizó el primer ensayo *in vitro* para la extracción de cálculos de oxalato de calcio, utilizando iones hierro, para magnetizar dichos cálculos, los cuales finalmente fueron extraídos por un dispositivo magnético. Para poder darle esta propiedad a los cálculos se identificaron aminoácidos que estaban en la superficie de los cálculos, los cuales forman un enlace que se basa en las propiedades iónicas de la partícula; estos péptidos se unen químicamente a una matriz de poli estireno (Invitrogen, Carlsbad, CA) que rodea un núcleo de óxido de hierro. Al unirse esta molécula de hierro con la superficie de los cálculos le da propiedades magnéticas, haciendo posible extraer de una manera increíblemente sencilla.[72,73]

El problema inicial de esta tecnología era que únicamente se podía hacer en los cálculos de oxalato de calcio, pero conforme los años se siguió investigando; actualmente se puede magnetizar cálculos de cualquier material con el mismo ion hierro. Científicos de la inventaron un nuevo dispositivo denominado Mag Stone, que utiliza magnetismo para eliminar cálculos renales durante la ureteroscopia, La tecnología Mag SToNE ofrece una solución que mejorará la eficacia y la eficiencia quirúrgica, mediante la eliminación rápida de fragmentos de cálculos, Esta tecnología tiene la bondad de que puede ser utilizado con los procedimientos urológicos ya conocidos porque únicamente se trata de magnetizar partículas y extraer mediante ureteroscopia. Tiene además el potencial de evitar maniobras complejas y la necesidad de revisar cada fragmento, dando como resultado una mayor tasa libre de cálculos y menos tiempo quirúrgico.[74]

Finalmente, la última tecnología que se está desarrollando para el tratamiento de la urolitiasis es la litotricia por onda explosiva, dicha tecnología se genera a partir del estudio por más de 20 años de la LEOC; esta tecnología ya conocida, utiliza ondas de choque, estas ondas ultrasónicas tienen la característica de ser amplias, generan presiones elevadas dentro del cálculo el cual es posteriormente fragmentado; a diferencia de ello, la litotricia por onda explosiva utiliza dispositivos ultrasónicos pequeños que generan ondas muy pequeñas, estrechas, pero constantes, que poco a poco van generando energía dentro de la piedra, la cual finalmente es fragmentada. La litotricia por onda explosiva genera tensiones y fracturas en la piedra a través de resonancias, de la misma manera que un cantante de ópera rompe una copa de cristal.[76,77]

La destrucción de los cálculos es en pequeñas porciones, lo cual da ventaja de poder controlar la cantidad de fragmentos que se desee, mientras que la LEOC al ser una onda tan amplia no se tiene el control de los fragmentos formados por alta energía de las pulsaciones. tales diferencias dan una ventaja muy importante en relación a la LEOC ya conocida, tales como buena tolerancia en los pacientes del dolor, disminución importante del riesgo de hemorragia intraparenquimatosa por la pequeña amplitud de las ondas y mayor tasa libre de cálculos. [78,80] Con esta tecnología ya se han realizado ensayos clínicos en humanos el último fue en mayo de 2022, por lo que es una tecnología que seguramente entrará en los protocolos de manejo en los años próximos, siendo seguramente el remplazo de la litotricia extracorpórea por onda de choque.[78,80]

Conclusiones

1. La cirugía de litiasis renal actualmente depende del tamaño de los cálculos, a cálculos menores de 2 cm se utiliza la LEOC, la cual actualmente utiliza litotriptores electromagnéticos y piezoeléctricos, la NLPC se usa preferiblemente para cálculos mayores de 2 cm, la cual se utiliza si no se tienen ureteroscopios flexibles, la URS-F se estudia para considerarse como la primera opción para cálculos mayores de 2cm ya que se utilizan ureteroscopios flexibles y se puede añadir tecnología láser de holmio para destruir los cálculos y poder ser extraídos fácilmente.

2. Los métodos utilizados para el tratamiento de la litiasis renal se han ido actualizando tal como la nefrolitotomía endoscopia retrógrada, el cual se le añade el láser de holmio que tiene la capacidad de pulverizar los cálculos dentro del cáliz renal, los litotriptores piezoeléctricos que producen ondas de choque más controladas dirigidas al cálculo y la nefrolitotomía percutánea que ha logrado la disminución de complicaciones posoperatorias con mayor tasa libre de cálculos además de una opción para cálculos de mayor tamaño.

3. Las tecnologías quirúrgicas más recientes utilizadas en la cirugía mínima invasiva de la litiasis renal son: la cirugía laparoscópica y al cirugía robótica proporcionando mejor abordaje quirúrgico mejor ergonomía, eliminación de temblores y una visión superior, esto ha brindado mejores resultados en la fragmentación y expulsión de los cálculos, un menor recidiva de padecer litiasis, menores complicaciones a corto y largo plazo, menor daño en el parénquima renal por lo tanto hay menor riesgo de enfermedad renal crónica y menores tiempos quirúrgicos.

4. El desarrollo de nuevas tecnologías buscan una mayor tasa libre de cálculos, se han propuesto diferentes mecanismos para expulsar cálculos como: la vibración física externa, la formación de un gel bioadhesivo dentro de cáliz renal para aglutinar fragmentos de cálculos, el uso de nanotecnología para magnetizar cálculos y poder extraerlos mediante un dispositivo magnético y finalmente la mejora de la LEOC, en el cual se producen pequeñas ondas sonoras que acumulan energía dentro de los cálculos, esta tecnología se denomina litotripsia por onda explosiva (BWL).

Recomendaciones

1. Individualizar a cada paciente para elegir la técnica adecuada, tomando en cuenta tamaño y localización de los cálculos renales para aumentar eficacia, tasa libre de cálculos y disminuir efectos adversos a los pacientes.

2. Instar a instituciones públicas y privadas de adquirir equipos de tratamiento de litiasis renal mínimamente invasivos, para reducir gastos y tiempo de estancia hospitalaria a pacientes tratados por litiasis renal.

3. Actualizar las técnicas y los equipos ya adquiridos con anterioridad, para aumentar la efectividad del tratamiento de litiasis renal, como laser Holmiun para la URS-F y litotriptores piezoeléctricos.

Referencias bibliográficas

1. Susaeta R, Benavente D, Marchant F, Gana R. Diagnóstico y manejo de litiasis renales en adultos y niños. Rev Clin Las Condes [en línea] 2018 [citado 30 Jun 2022]; 29 (2): 197–212. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-diagnostico-manejo-litiasis-renales-adultos-S0716864018300270

2. Reina Ruiz M C, Sánches de la Verga J, Martínez Ruiz R, Blasco Hernández P, García Pérez M. Litotricia extracorpórea por ondas de choque. Un tratamiento establecido. Act Urol Esp [en línea] 2012 [citado 30 Jun 2022]; 26 (9): 636-649. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-actas-urologicas-espanolas-292-articulo-litotricia-extracorporea-por-ondas-choque--S0210480602728428

3. Pereira Arias J G, Gamarra Quintanilla M, Urdaneta Salegui L F, Mora Christian J A, Sánchez Vazquez A, Astobieta Odriozola A, et al. Estado actual de la litotricia extracorpórea por ondas de choque en la litiasis urinaria. Arch Esp Urol [en línea] 2017 [citado 30 Jun 2022]; 70 (2): 1–25. Disponible en: https://www.urologiaclinicabilbao.com/notis/ART-6--70-2.pdf

4. Rodríguez M L, Rodríguez M V, Masvidal E L, Barriento L B, Rodríguez M C, Gómez A V, et al. Litotricia extracorpórea por ondas de choque con frecuencia de 60 y 120 ondas por minuto. Rev Cuba Urol [en línea] 2014 [citado 30 Jun 2022]; 3 (1): 18–26. Disponible en: http://www.revurologia.sld.cu/index.php/rcu/article/view/55

5. Curhan G C, Aronson S D, Preminger G M. Kidney stones in adults: Diagnosis and acute management of suspected nephrolithiasis [en línea]. Waltham, MA: UpToDate; 2022 [citado 30 Jun 2022]. Disponible en: https://www.uptodate.com/contents/kidney-stones-in-adults-diagnosis-and-acute-management-of-suspected-nephrolithiasis?search=colicorenal&source=search_result&selectedTitle=1~66&usage_type=default&display_rank=1

6. Gamboa Gutiérrez E, Varela Villalobos M, Varela Briceño C. Litiasis renal en Costa Rica: bioquímica y epidemiología. Acta Méd. Costarric [en línea] 2020 [citado 30 Jun 2022]; 62 (2): 79-83. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022020000200079&lng=en.

7. Rojas Salazar Y L, Gómez Montañez E. Litiasis renal: una entidad cada vez más común. Exp Med [en línea] 2021 [citado 30 Jun 2022]; 9 (1): 30-6. Disponible en: http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/expemed/article/view/4556

8. Negri A L, Spivacow F R, Del Valle E. La dieta en el tratamiento de la litiasis renal. Med Buenos Aires [en línea] 2018 [citado 30 Jun 2022]; 73 (3): 267–71. Disponible en: http://medicaments.gencat.cat/web/.content/minisite/medicaments/professionals/6_publicacions/butlletins/boletin_informacion_terapeutica/documents/arxius/BIT-vol_29-n4-cast_Actualizacion-en-el-tratamiento-de-la-litiasis-renal.pdf

9. Preminger G M. Kidney stones in adults: Surgical management of kidney and ureteral stones. [en línea] Waltham, MA: UpToDate; 2021 [citado 30 Jun 2022]; 1-37. Disponible en: https://www.uptodate.com/contents/kidney-stones-in-adults-surgical-management-of-kidney-and-ureteral-stones/print?search=percutaneousnephrolithotomy&source=search_result&selectedTitle=1~18&usage_type=default&display_rank=1

10. Stoller M L. Urolitiasis. [en línea] 18 ed. California: McGrawHill; 2015. [citado 30 Jun 2022]. Disponible en: http://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?aid=1119286970

11. Badilla Garcia J, Herrera Corrales J A. Litiasis urinaria en pediatría. Rev Med Sinerg [en línea] 2019 Ene [citado 20 Ago 2022]; 4 (1): 23-34. Disponible en: Vista de Litiasis urinaria en pediatría | Revista Médica Sinergia

12. Susaeta R, Benavente D, Marchant F, Gana R. Diagnóstico y manejo de litiasis renales en adultos y niños. Rev Med Clin Condes. [en línea] 2018 [citado 20 Ago 2022]; 29 (2): 197-212. Disponible en: (PDF) Diagnóstico y manejo de litiasis renales en adultos y niños (researchgate.net)

13. Rodríguez Gómez Y, Ochoa Gibert Y, González León T. Litotricia extracorpórea para el tratamiento de la litiasis renoureteral en el niño. Rev Cub Urol [en línea] 2019 [citado 20 Ago 2022]; 8 (2): [aprox. 11 pant.]. Disponible en: http://www.revurologia.sld.cu/index.php/rcu/article/view/532

14. Pereira Arias J G, Gamarra Quintanilla M, Urdaneta Salegui L F, Mora Christian A, Sanchez Vasquez A, Astobieta Odriozola A, et al. Estado actual de la litotricia extracorpórea por ondas de choque en la litiasis urinaria. Arch Esp Urol. [en línea] 2017

[citado 20 Ago 2022]; 70 (2): 1-25. Disponible en: ART-6--70-2.pdf (urologiaclinicabilbao.com)

15. Gonzalez León T, Rodríguez Verde E, Machado Álvarez M, Faife Faife B, Pernía González L. Cirugía lumbo-laparoscópica de la litiasis del tracto urinario superior. Rev Cub Urol [en línea] 2012 [citado 8 Sep 2022]; 1 (1): [aprox 14 pant.]. Disponible en: González León (sld.cu)

16. Alvarado Garcia R, Mundo Alegría A X. Litotripsia extracorpórea por ondas de choque en niños. A propósito de un caso complicado. Acta Pediatr Mex [en línea] 2010 [citado 20 Ago 2022]; 31 (2): 95-101. Disponible en: (PDF) Litotripsia extracorpórea por ondas de choque en niños. A propósito de un caso complicado (researchgate.net)

17. Gonzalez León T, Suárez Marcillán M, Cuza Herrera Y, Tegegne A, de la Paz Pérez Y, Rodríguez Ojea L. Cirugía laparoscópica para el tratamiento de la litiasis del uréter lumbar. Rev Cub de Urol [en línea] 2016 [citado 8 Sep 2022]; 5 (1): [aprox. 12 pantallas.]. Disponible en: http://www.revurologia.sld.cu/index.php/rcu/article/view/244

18. Rodríguez Gómez Y, Ochoa Gilber Y, Gonzales León T. Litotricia extracorpórea para el tratamiento de la litiasis renoureteral en el niño. Rev Cub Urol [en línea] 2019 [citado 30 Ago 2022]; 8 (2): 175-186. Disponible en: rcu192j.pdf (medigraphic.com)

19. Labrada Rodríguez M, Larrea Masvidal E, Borrero Barriento L, Castillo Rodríguez M, Valdés Gómez A, Manzanet Noa Y. Litotricia extracorpórea por ondas de choque con frecuencia de 60 y 120 ondas por minuto. Rev Cub Urol [en línea] 2014 [citado 20 Ago 2022]; 3 (1): 18-26. Disponible en: http://www.revurologia.sld.cu/index.php/rcu/article/view/55

20. Palacios Tenorio D E. Comparación de la litotricia extracorpórea a frecuencia lenta y frecuencia rápida en pacientes del servicio de urología, Hospital José Carrasco Arteaga, Cuenca marzo 2016 a febrero del 2017 [en línea] [tesis Médico General]. Cuenca: Universidad Católica de Cuenca. Unidad Académica de Salud y Bienestar; 2019 [citado 30 Ago 2022] Disponible en: https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/8752

21. Rivillas Miranda N D, Gonzalez Yepes C, García Valencia J, Cabrales Hessen M. Historia y actualidad entre la posición prono y supino en nefrolitotomía percutánea. Rev Urol Colomb [en línea] 2018 [citado 28 Ago 2022]; 27 (3): 223-232. Disponible en: s-0038-1639584.pdf (thieme-connect.com)

22. Morales Díaz E, Alcántara Suárez Y, Jiménez Núñez S, Peña Martínez Y, Kindelán César J. Tratamiento quirúrgico de la litiasis renal mediante nefrolitotomía percutánea. Rev Cub Urol [en línea] 2022 [citado 19 Sept 2022]; 11 (1): 36-48 Disponible en: http://revurologia.sld.cu/index.php/rcu/article/view/706

23. Núñez M A, Chiconi B, Linares G, Aveni, Pilot M, Albino, G. Litiasis renal: ¿puede el abordaje percutáneo resolver todos los casos? Rev Arg Urol [en línea] 2018 [citado 31 Ago 2022]; 82 (4): 132-137. Disponible en: https://revistasau.org/index.php/revista/article/download/4189/3568

24. Zapata Gonzales J A, Camacho Castro J B, Garcia S M, Reyna Bulnes A, Robles Scott M. Nefrolitotomía percutánea en posición supina: nuestra experiencia. Rev Mex Urol [en línea] 2014 [citado 29 Ago 2022]; 74 (6): 336-341. Disponible en: Nefrolitotomía percutánea en posición supina: nuestra experiencia (elsevier.es)

25. Neisius A. Hat die extrakorporale Stoßwellenlithotripsie noch einen Stellenwert? Urologe [en línea] 2017 [citado 9 Sept 2022]; 56 (9): 1147–57. Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/s00120-017-0470-9

26. Bajaña San Lucas J A, Salazar Cárdenas G L. Nefrolitotripsia como tratamiento mínimamente invasivo en la litiasis renal. [tesis Médico y Cirujano en línea] Ecuador: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Médicas; 2018 [citado 30 Sept 2022]. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/30548

27. Li J, Gao L, Li Q, Zhang Y, Jing Q. Supine versus prone position for percutaneous nephrolithotripsy: A meta-analysis of randomized controlled trials. Rev Inter Cir [en línea] 2019 [citado 29 Ago 2022]; 66: 62-71. Disponible en: Supine versus prone position for percutaneous nephrolithotripsy: A meta-analysis of randomized controlled trials - ScienceDirect

28. Ibarluzea Gonzáles G, Pérez Fentes D, Gamarra Quintanilla M, Llanes González L, Juárez Soto A. Manual práctico de cirugía renal percutáneo en supino. [en línea]. Bilbao: Boston Scientific; 2013 [citado 29 Ago 2022]. Disponible en: MANUAL PRACTICO DE CIRUGIA RENAL PERCUTANEA EN SUPINO.pdf (urologiaclinicabilbao.com)

29. Almeida Carrera R, Gómez López L. Tratamiento de la litiasis urinaria: ¿hay algún espacio actualmente para la laparoscopía? Rev Metro Ciencia [en línea] 2016 [citado 8 Sept 2022]; 24 (1): 37-42. Disponible en:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjEn6bIlob6AhXamYQIHWrGB2sQFnoECBwQAQ&url=https%3A%2F%2Frevistametrociencia.com.ec%2Findex.php%2Frevista%2Farticle%2Fdownload%2F11%2F12%2F12&usg=AOvVaw3GLI-aO4h9TJSdM9oYvlBf

30. Marchant F. Manual de endourología. [en línea] Chile: [s. n]; 2016 [citado 29 Ago 2022]. Disponible en: Manual_endourologia_web.pdf (urologosdechile.cl)

31. Neira Melo I M, Estrada Guerrero A, Celis Reyes E. Nefrolitotomía retrógrada flexible láser en el manejo de la litiasis renal mayor a 2cm como alternativa a la nefrolitotomía percutánea. Rev Urol Colomb [en línea] 2016 [citado 30 Ago 2022]; 25 (2): 138-145. Disponible en: Nefrolitotomía retrógrada flexible láser en el manejo de la litiasis renal mayor de 2cm como alternativa a la nefrolitotomía percutánea | Urología Colombiana (elsevier.es)

32. Nuño de la Rosa I, Palmero J L, Miralles J, Pastor J C, Benedicto A. Estudio comparativo entre nefrolitotomía percutánea en decúbito supino frente cirugía endoscópica intrarrenal combinada con instrumento flexible. Actas Urol Esp [en línea] 2014 [citado 30 Ago 2022]; 38 (1): 14-20. Disponible en: Estudio comparativo entre nefrolitotomía percutánea en decúbito supino frente cirugía endoscópica intrarrenal combinada con instrumento flexible - ScienceDirect

33. Vela Mollinedo R A, Figueroa C, Arriaga H. Experiencia Inicial en ureteroscopia flexible. Rev Guat Urol [en línea] 2016 [citado 30 Ago 2022]; 8 (1): 3-7. Disponible en: https://doi.org/10.54212/27068048.v2i1.103

34. Alvidrez González J O, Vásquez Niño L C, Gamiz Moreno A L, Noyola Ávila I, Martínez Pineda R, García Villa P. Cirugía intrarrenal retrógrada sin fluoroscopía: una alternativa endoscópica eficaz y segura para el manejo de la litiasis renal. Rev de Esp Med Quir [en línea] 2020 [citado 30 Ago 2022]; 25 (1): 33-36. Disponible en: https://web.archive.org/web/20210716155610id_/https://www.remq-issste.com/files/remq_20_25_1_033-036.pdf

35. Varela Figueroa D A, Becerra Cárdenas J, Guerrero Nuño J, Manzo Perez B O, Monterrosas Minutti L D, Gómez Barajas L D. Ureteroscopia flexible y/o semirrígida combinada y litotripsia con láser holmio para litos renales mayores de 2 y menores de 4 cm. Tasa de éxito y complicaciones. Rev Mex Urol [en línea] 2014 [citado 30 Ago 2022]; 74 (3): 128-132. Disponible en: https://doi.org/10.1016/S2007-4085(15)30026-4

36. Pineda Murillo J, Martínez Carrillo G, Marín Acosta D, Viveros Contreras C, Torres Aguilar J, Pineda Murillo E G. Tratamiento contemporáneo de la litiasis renal piélica: a propósito de un caso. Rev Fac Med [en línea] 2018 [citado 12 Sept 2022]; 61 (4): 16-21. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422018000400016&lng=es.

37. Pereyra Velásquez W, Romero Hinostroza C, Farfán Daza G, Pérez Peralta P, Corrales Acosta E, Grández J, et al. Guía de práctica clínica para el tratamiento quirúrgico de pacientes con urolitiasis en el Seguro Social del Perú. An Fac Med [en línea] 2019 [citado 8 Sept 2022]; 80 (4): 528-536. Disponible en: a20v80n4.pdf (scielo.org.pe)

38. Peretti D, Pecorar A, Fiori C, Porpiglia F, Damalsso E, Biancolini R, et al. Flexible ureteroscopy using a 120 w Holmiun Laser: The low energy/high frequency approach. Arch Esp Urol [en línea] 2021 [citado 30 Ago 2022]; 74 (3): 343-349. Disponible en: FLEXIBLE URETEROSCOPY USING A 120-W HOLMIUM LASER: THE LOWENERGY/HIGH-FREQUENCY APPROACH (aeurologia.com)

39. Orihuela Arroyo B, Arrabal Polo M A, Arrabal Martín M. Tratamiento de la litiasis renal en cáliz inferior. Litotricia extracorpórea versus cirugía intrarrenal retrógrada o percutánea. Actual Med [en línea] 2018 [citado 31 Sept 2022]; 103 (804): 66-71. Disponible en: or02.pdf (actualidadmedica.es)

40. Cerquera Cleves D M, Puentes Bernal A F. Experiencia en el manejo de litiasis renal y ureteral con ureteroscopio flexible y láser holmium en un hospital público de Bogotá: estudio retrospectivo. Urol Colomb [en línea] 2018 [citado 30 Ago 2022]; 27 (1); 74-80. Disponible en: j.uroco.2016.10.008.pdf (thieme-connect.com)

41. Barragan Barragan W N, Ramirez Zea V L. Eficacia de la cirugía endoscópica intrarrenal combinada (ECIRS) en urolitiasis de alta carga. [Artículo Profesional de Alto Nivel en linea] Quito, Ecuador: Universidad Central Ecuador. Facultad de Ciencias Médicas; 2022 [citado 30 Ago 2022]. Disponible en: http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26960

42. Capera López, C Ureterolitotomía endoscópica láser en el manejo de cálculos ureterales grandes. [Artículo Profesional de Alto Nivel] Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina; 2020 [citado 30 Ago 2022] Disponible en: Ureterolitotomía endoscópica láser en el manejo de cálculos ureterales grandes (unal.edu.co)

43. Campero J M, Guzman S, Kerkebe M, Mercado A. Cirugía laparoscópica en urología, una breve reseña histórica y estado actual del arte. Rev Med Clin Condes [en línea] 2018 [citado 8 Sept 2022]; 29 (2): 169-179. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.01.006

44. González León T, Sánchez Tamaki R, Morera M, Ortega E. Cirugía del tracto urinario superior mediante abordaje lumboscópico. Rev. Guatem. Uro. [en línea]. 2019 [citado Sept 2022]; 7 (2): 7-12. Disponible en: https://www.revistaguatemaltecadeurologia.com/index.php/revista/article/view/55

45. Ayala Samaniego L H, Merino Zumba J D, Pérez Bravo T E, Morejon Alarcón J E. Litiasis renal, tratamiento por ureteroscopia semirrígida y flexible. Dom Cien [en línea] 2022 [citado 30 Ago 2022]; 8 (2): 378-397. Disponible en: Litiasis Renal, tratamiento por Ureteroscopia semirrígida y flexible. Estudio de casos - Dialnet (unirioja.es)

46. Ramos Luces O, Rojas J, Pedro E, Valensi C, Perdomo Y. Nefrolitotomía Percutánea. Comunicación de resultados y complicaciones. Rev Arg Urol [en línea] 2020 [citado 30 Ago 2022]; 85 (3): 34-42. Disponible en: https://revistasau.org/index.php/revista/article/download/4312/3623

47. Laso S, Serrano A, Resel L E, López E, Alonso S, Jerez T, et al. Utilidad del láser Holmium Lumenis Pulse 120 H en el tratamiento de las litiasis renales mediante RIRS: experiencia preliminar. Arch Esp Urol [en línea] 2020 [citado 31 Ago 2022]; 73 (9): 803-812. Disponible en: UTILIDAD DEL LÁSER HOLMIUM LUMENIS PULSE 120 H® EN EL TRATAMIENTO DE LAS LITIASIS RENALES MEDIANTE RIRS: EXPERIENCIA PRELIMINAR (aeurologia.com)

48. De León Ballesteros F P. Cirugía renal percutánea, experiencia inicial en el Hospital General de Morelia “Dr. Miguel Silva”. Rev Mex Urol [en línea] 2021 [citado 31 Ago 2022]; 81 (4): 1-7. Disponible en: ur214b.pdf (medigraphic.com)

49. Proaño Fiallos S F. Ventajas y desventajas del uso y no uso de catéter doble J post litotricia intracorpórea con láser holmio en litiasis ureterales. [en línea] [tesis Especialidad Urología] Ecuador; Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Médicas; 2021 [citado 31 Ago 2022]. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/61555

50. Aguilar Reinoso R, Ordaz Morales J C, Mijares Medina H, Sosa O R, Armando A, Testa L, et al. Nefrolitotomía percutánea en el tratamiento de litiasis renal. Rev Cub Urol [en

línea] 2018 [citado 31 Ago 2022]; 7 (1): 41-49. Disponible en: rcus181zm.pdf (medigraphic.com)

51. Lobo Rodríguez Y, Jiménez Núñez S N. Resultados de la litotricia extracorpórea en pacientes con litiasis renal. Convención de salud [en línea] 2022 [citado 30 Ago 2022] Disponible en: 946 (sld.cu)

52. León Mar R, Moreno Palacios J. Mínima invasión en urología: cirugía laparoscópica y percutánea. Acta Med. Grupo Ángeles [en línea] 2018 [citado 12 Sept 2022]; 16 (2): 139-144. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-72032018000200139&lng=es. Mínima invasión en urología: cirugía laparoscópica y percutánea (scielo.org.mx)

53. Castillo O, Sánchez Salas R, Vidal Mora I, Campos R, Feria Flores M. Cirugía endoscópica transluminal por orificios naturales en urología: dónde estamos y hacia dónde vamos. Arch Esp Urol [en línea] 2009 [citado 8 Sept 2022]; 62 (2); 97-101. Disponible en: (PDF) Cirugía endoscópica transluminal por orificios naturales en urología: dónde estamos y hacia dónde vamos (researchgate.net)

54. Tugcu V, Resorlu B, Sahin S, Atar A, Kocakaya R, Eksi M, Tasci AI. Flexible ureteroscopy versus retroperitoneal laparoscopic ureterolithotomy for the treatment of proximal ureteral stones >15 mm: a single surgeon experience. Urol Int. [en línea] 2016 [citado 8 Sept 2022]; 96 (1): 77-82. Disponible en: https://doi.org/10.1159/000430452

55. Müller P F, Schlager D, Hein S, Bach C, Miernik A, Schoeb D S. Robotic stone surgery – current state and future prospects: A systematic review. Arab J Urol [en línea] 2018 [citado 18 Sept 2022]; 18 (3): 357–364. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1016/j.aju.2017.09.004

56. Pedro R N, Buchholz N. Laparoscopic and robotic surgery for stone disease. Urolith [en línea] 2018 [citado 18 Sept 2022]; 46 (1): 125–127. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s00240-017-1014-x

57. Taylor Z, Keating K, Rohloff M, Maatman T J. Robotic management of large stone disease: a case series. J Robot Surg [en línea] 2020 [citado 19 Sept 2022]; 14 (6): 855-9. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11701-020-01060-z

58. Suntharasivam T, Mukherjee A, Luk A, Aboumarzouk O, Somani B, Rai B P. The role of robotic surgery in the management of renal tract calculi. Transl Androl Urol [en línea]

2019 [citado 19 Sept 2022]; 8 (4): 457-460.Disponible en: http://tau.amegroups.com/article/view/25711/25582

59. Madi R, Hemal A. Robotic pyelolithotomy, extended pyelolithotomy, nephrolithotomy, and anatrophic nephrolithotomy. J Endourol [en línea] 2018 [citado 19 Sept 2022]; 32 (1): 73-81. Disponible en: http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/end.2017.0718

60. Tao R Z, Tang Q L, Zhou S, Jia C P, Lv J L. External physical vibration lithecbole facilitating the expulsion of upper ureteric stones 1.0–2.0 cm after extracorporeal shock wave lithotripsy: a prospective randomized trial. Urolith [en línea] 2020 [citado 19 Sept 2022]; 48 (1): 71–77. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s00240-018-1100-8

61. Xu Z H, Zhou S, Lv J L, Wang H. Effect of the external physical vibration lithecbole on the discharge of upper urinary stones: A systematic review and meta-analysis. Urol J [en línea] 2021 [citado 25 Ago 2022]; 18 (1): 19–27. Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33638142

62. Cloutier J, Cordeiro ER, Kamphuis GM, Villa L, Letendre J, de la Rosette JJ, et al. The glue-clot technique: a new technique description for small calyceal stone fragments removal. Urolithiasis [en línea] 2014 [citado 25 Ago 2022] 9;42(5):441-444. Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/s00240-014-0679-7

63. Ge TJ, Chang T, Mach K, Wang S, Sheth K, Conti S, et al. Magnetic clearance of kidney stone fragments: Initial in vitro experience. J Urol [en línea] 2022 [citado 26 Ago 2022]; 207 (5): 31-76. Disponible en: https://techfinder.stanford.edu/technology_detail.php?ID=44042

64. Liu G, Cheng Y, Wu W, Jia X, Hu J, Xie G, et al. Treatment of distal ureteral calculi using extracorporeal physical vibrational lithecbole combined with tamsulosin: A new option to speed up obstruction relief. J Endourol [en línea] 2018 [citado 26 Ago 2022]; 32 (2): 161-170. Disponible en: http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/end.2017.0560

65. Yuan C, Jian Z, Jin X, Ma Y, Li H, Wang K. Efficacy and safety of external physical vibration lithecbole after extracorporeal shock wave lithotripsy or retrograde intrarenal surgery for urinary stone: A systematic review and meta-analysis. J Endourol [en línea] 2021 [citado 26 Ago 2022]; 35 (5): 712-720. Disponible en: https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/end.2020.0820

66. Long Q, Zhang J, Xu Z, Zhu Y, Liu L, Wang H, et al. A prospective randomized controlled trial of the efficacy of external physical vibration lithecbole after extracorporeal shock wave lithotripsy for a lower pole renal stone less than 2 cm. J Urol [en línea] 2016 [citado 26 Ago 2022]; 195 (1): 965-970. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2015.10.174

67. Zhang Y, Xu C, Wang Y, Wang R, Wu W, Yan J, et al. When is the best time to perform external physical vibration lithecbole (EPVL) after retrograde intrarenal surgery (RIRS): a multi-center study based on randomized controlled trials. Urolithiasis [en línea] 2020 [citado 26 Ago 2022]; 48 (6): 533-539. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s00240-019-01175-5

68. Wu W, Yang Z, Xu C, Gu X, Yang S, Liao S, et al. External physical vibration lithecbole promotes the clearance of upper urinary stones after retrograde intrarenal surgery: A prospective, multicenter, randomized controlled trial. J Urol [en línea]. 2017 [citado 28 Ago 2022]; 197 (5): 1289-1295. Disponible en: http://www.jurology.com/doi/10.1016/j.juro.2017.01.001

69. Lee M J, Yadav P, de Los Reyes T, Chua M E. Utilization of the glue-clot technique for removal of small lower pole calculi in pediatric patients: Case series. Urology [en línea] 2021 [citado 26 Ago 2022]; 158: 200-203.Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.urology.2021.08.019

70. Schoeb D S, Schoenthaler M, Schlager D, Petzold R, Richter K, Grunwald I, et al. New for old–coagulum lithotomy vs a novel bioadhesive for complete removal of stone fragments in a comparative study in an ex vivo porcine model. J Endourol [en línea] 2017 [citado 27 Ago 2022]; 31 (6): 611-616. Disponible en: http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/end.2017.0125

71. Hein S, Schoeb D S, Grunwald I, Richter K, Haberstroh J, Seidl M, et al. Viability and biocompatibility of an adhesive system for intrarenal embedding and endoscopic removal of small residual fragments in minimally-invasive stone treatment in an in vivo pig model. World J Urol [en línea] 2018 [citado 26 Ago 2022]; 36 (4): 673-680. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s00345-018-2188-8

72. Tracy C R, McLeroy S L, Best S L, Gnade B E, Pearle M S, Cadeddu J A. Rendering stone fragments paramagnetic with iron-oxide microparticles improves the efficiency and

effectiveness of endoscopic stone fragment retrieval. Urology [en línea] 2010 [citado 20 Sept 2022]; 76 (5): 10-14.Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2010.04.067

73. Tan Y K, Best S L, Donnelly C, Olweny E, Kapur P, Mir S A, et al. Novel iron oxide microparticles used to render stone fragments paramagnetic: Assessment of toxicity in a murine model. J Urol [en línea] 2012 [citado 26 Ago 2022]; 188 (5): 1972-1977. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2012.07.005

74. Randad A, Ghanem M A, Bailey M R, Maxwell A D. Design, fabrication, and characterization of broad beam transducers for fragmenting large renal calculi with burst wave lithotripsy. J Acoust Soc Am [en línea] 2020 [citado 26 Ago 2022]; 148 (1): 44-50. Disponible en: http://asa.scitation.org/doi/10.1121/10.0001512

75. University of Washington. [en línea] Washington; 2018 [citado 19 Sept 2022] Burst Wave Lithotripsy; [aprox. 3 pant.]. Disponible en: https://apl.uw.edu/project/project.php?id=bwl

76. Chen T T, Samson P C, Sorensen M D, Bailey M R. Burst wave lithotripsy and acoustic manipulation of stones. Curr Opin Urol [en línea] 2020 [citado 19 Sept 2022]; 30 (2): 149-156. Disponible en: http://journals.lww.com/10.1097/MOU.0000000000000727

77. Raskolnikov D, Bailey M R, Harper J D. Recent advances in the science of burst wave lithotripsy and ultrasonic propulsion. BME Front [en línea] 2022 [citado 19 Sep 2022]; 17: 1–6. Disponible en: https://spj.sciencemag.org/journals/bmef/2022/9847952/

78. Maxwell A D, MacConaghy B, Bailey M R, Sapozhnikov O A. An investigation of elastic waves producing stone fracture in burst wave lithotripsy. J Acoust Soc Am [en línea] 2020 [citado 19 Sept 2022]; 147 (3): 1607-1622. Disponible en: http://asa.scitation.org/doi/10.1121/10.0000847

79. Harper J D, Metzler I, Hall M K, Chen T T, Maxwell A D, Cunitz B W, et al. First in-human burst wave lithotripsy for kidney stone comminution: Initial two case studies. J Endourol [en línea] 2021 [citado 19 Sept 2022]; 35 (4): 506-511. Disponible en: https://doi.org/10.1089/end.2020.0725

80. Harper J D, Lingeman J E, Sweet R M, Metzler I S, Sunaryo P L, Williams J C, et al. Fragmentation of stones by burst wave lithotripsy in the first 19 humans. J Urol [en línea] 2022 [citado 12 Sept 2022]; 207 (5): 1067-1076. Disponible en: http://www.jurology.com/doi/10.1097/JU.0000000000002446

Apéndices

Apéndice No. 1 Términos utilizados y operadores lógicos

ACTUALIZACIÓN DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LITIASIS RENAL				
DeCS	MeSH	Calificadores	Conceptos relacionados	Operadores lógicos
"Nefrolitiasis" "Litiasis renal" "cirugía mínimamente invasiva" "Procedimientos Quirúrgicos Robotizados" "Desarrollo tecnológico"	• "Nephrolithiasis" "Kidney Stones" "Renal Calculi" "Minimally Invasive Surgery" "Minimally Invasive Surgical Procedures" "Robotic Surgical Procedures" "Technology Development"	Cirugía, Terapia	"cálculos Renales" "Piedras en los riñones" "Procedimientos quirúrgicos mínimos" "cirugía Tele-robótica" "cirugía asistida por robot"	AND "Nephrolithiasis" AND "Surgery" "Nephrolithiasis AND "Minimally Invasive Surgery" "Neprholithiasis" AND "Robotic Surgical" "Surgery AND Technology Development" OR "Nephrolithiasis" OR Kidney Stones "Nephrolithiasis" OR Renal Calculi

Fuente: Elaboración propia

Apéndice No. 2 Matriz de tipo de artículos según tipo de estudio

Tipo	**Término utilizado**	**No. De artículos**
Todos los artículos	Sin filtro	80
Metaánalisis	"Metaanálisis" (DeSC) "Meta-Analysis"	5
Estudios de cohorte	"Cohort studies" [MeSH]	8
Estudio descriptivo revisión	"Review"	28
Estudio multicéntrico	"Multicenter study" (MeSH)	5
Ensayo controlado aleatorizado	"randomized controlled trial" (MeSH)	4
Ensayo clínico	"Clinical trial" (MeSH)	10
Estudio Observacional	"Observacional study" (MeSH)	8
Casos y controles	"Case and control study" (MeSH)	5
Literatura Gris	"Redes de Comunicación de Computadores" (DeSC) "Computer Communication Networks" "Case reports" (MeSH)"	7

Fuente: Construcción propia

HOJA DE REGISTRO Y CONTROL DE REVISIONES

DE REVISORA

Coordinación de Trabajos de Graduación COTRAG
Facultad de Ciencias Médicas USAC

Registro y control de revisiones del trabajo de graduación

Código: 0145 22 MMNRG Modalidad: MONOGRAFIA

Título preliminar del trabajo de graduación: Actualización de tratamiento quirúrgico de litiasis renal

Nombre del profesor de COTRAG que revisa el trabajo: Dra. Mónica Rodas

Instrucciones: En esta hoja debe quedar constancia del acompañamiento que realizan el asesor y revisor del trabajo de graduación. Las casillas se pueden usar para colocar la firma y sello del cada uno de los profesionales, o bien para describir que la aprobación del documento que se entrega en la fecha de revisión se refiere a la imagen de un correo electrónico o WhatsApp. En caso de usar imágenes, estas deben mostrar claramente la fecha del envío de la aprobación y el nombre del asesor o revisor. Las imágenes deben ser colocadas en hojas anexas.

	Nombre	Tel. móvil	Correo electrónico
Asesor	Dr. Hugo Fernando Alvarado Ovando	5690 1106	flebogua@gmail.com
Revisor	Ing. Vivian Paola Wallewska Pérez Mazariegos	5208 6329	vperez1889@medicina.usac.edu.gt

Fecha de revisión	Constancia de revisión	
	Asesor	Revisor
19/07/2022	Se entregó revisión de guion preliminar por medio de WhatsApp	Se entregó revisión de guion preliminar por medio de WhatsApp Vivian Paola W. Perez Mazariegos INGENIERA INDUSTRIAL Colegiado No. 12184
17/08/2022		Se entregó revisión de guion preliminar por medio de WhatsApp Vivian Paola W. Perez Mazariegos INGENIERA INDUSTRIAL Colegiado No. 12184
28/09/2022		Se entregó revisión de monografía por medio de WhatsApp Vivian Paola W. Perez Mazariegos INGENIERA INDUSTRIAL Colegiado No. 12184

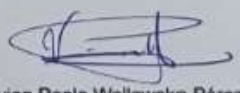
CARTA DE APROBACIÓN REVISORA

Guatemala 4 de octubre del 2022.

Dra. Magda Francisca Velázquez Tohom.
Coordinadora
Coordinación de Trabajos de Graduación.
Facultad de Ciencias Médicas.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Yo, Vivian Paola Wallewska Pérez Mazariegos en mi calidad de revisora del trabajo de graduación titulado: Actualización de tratamiento quirúrgico para la litiasis renal, doy fe que he dirigido, orientado y apoyado metodológicamente a los estudiantes: Saúl Alexander Hernández Montepeque, carné: 201600228 y José Daniel Salvador Paiz, carné: 201600772 en el proceso de elaboración de la **monografía** de su trabajo de graduación. Así mismo manifiesto mi asesoría se apegó a los principios éticos y fundamentales de la investigación en salud y a las guías establecidas por la Coordinación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Por lo tanto, apruebo para su presentación y lo someto a consideración para su escrutinio y que se hagan las correcciones pertinentes.

Atentamente.



Inga. Vivian Paola Wallewska Pérez Mazariegos.
Revisora del Trabajo de Graduación.
Registro de Personal: 20130378.

HOJA DE REGISTRO Y CONTROL DE REVISIONES

DE ASESOR

USAC TRICENTENARIA

Coordinación de Trabajos de Graduación COTRAG
Facultad de Ciencias Médicas USAC

Registro y control de revisiones del trabajo de graduación

Código: 0145 22 MMNRG Modalidad: MONOGRAFIA

Título preliminar del trabajo de graduación: Actualización de tratamiento quirúrgico de litiasis renal

Nombre del profesor de COTRAG que revisa el trabajo: Dra. Monica Rodas

Instrucciones: En esta hoja debe quedar constancia del acompañamiento que realizan el asesor y revisor del trabajo de graduación. Las casillas se pueden usar para colocar la firma y sello del cada uno de los profesionales, o bien para describir que la aprobación del documento que se entrega en la fecha de revisión se refiere a la imagen de un correo electrónico o WhatsApp. En caso de usar imágenes, estas deben mostrar claramente la fecha del envío de la aprobación y el nombre del asesor o revisor. Las imágenes deben ser colocadas en hojas anexas.

	Nombre	Tel. móvil	Correo electrónico
Asesor	Dr. Hugo Fernando Alvarado Ovando	5690 1106	flebogua@gmail.com
Revisor	Ing. Vivian Paola Wallewska Pérez Mazariegos	5208 6329	vperez1889@medicina.usac.edu.gt

Fecha de revisión	Constancia de revisión	
	Asesor	Revisor
19/07/2022	Se entregó revisión de guion preliminar por medio de WhatsApp	Se entregó revisión de guion preliminar por medio de WhatsApp
17/08/2022	Dr. Hugo Fernando Alvarado Ovando Maestro en Ciencias Médicas Especialista en Cirugía Colegiado 14,662	
28/09/2022	Dr. Hugo Fernando Alvarado Ovando Maestro en Ciencias Médicas Especialista en Cirugía Colegiado 14,662	

REPORTE ANTI-PLAGIO

CONSTANCIA DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Médicas

Biblioteca y Centro de documentación "Dr. Julio de León Méndez"

Constancia de aprobación de referencias bibliográficas

Fecha de entrega: 12/10/2022	**Grado a obtener:** Médico y Cirujano (Grado)
Titulo del trabajo de graduación: Actualización de tratamiento quirúrgico para la litiasis renal	
Bibliotecario que reviso las referencias: Alba Dely Ramos Méndez	
Asesor: Hugo Fernando Alvarado Ovando	

Autores del trabajo de graduación en la(s) siguiente(s) pagina(s).

ADMINISTRACIÓN DE BIBLIOTECA

NOTA: Esta es una constancia de que se le revisaron y aprobaron las referencias bibliográficas del trabajo de graduación mencionado.

Para verificar que la siguiente constancia es emitida por la Biblioteca y sus datos estén correctos escanea el código QR o ingresa al siguiente enlace: https://biblioteca.medicina.usac.edu.gt/constancia/verificar.php?ad=3&ed=7ff77&id=1180&od=f8ed4

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Médicas

Biblioteca y Centro de documentación "Dr. Julio de León Méndez"

Autor(es)

#	DPI	Registro Estudiantil	Nombre
1	2991818120101	201600772	José Daniel Salvador Paiz
2	2998673580101	201600228	Saul Alexander Hernandez Montepeque

CONSTANCIA LINGÜISTA

Guatemala, 10 de octubre de 2022

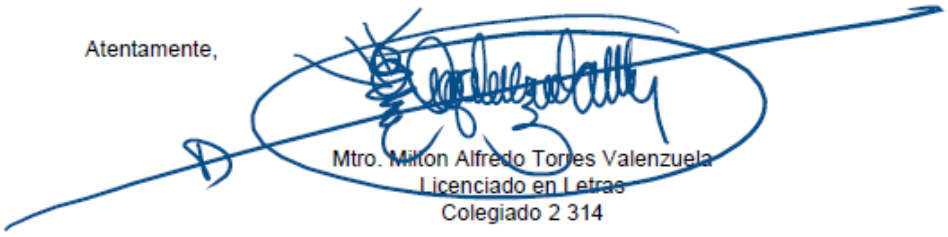
A QUIEN CORRESPONDA.

Por este medio hago constar que he tenido a la vista el trabajo monográfico titulado, ACTUALIZACIÓN DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO PARA LA LITIASIS RENAL, presentado por los estudiantes de la facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Saúl Alexander Hernández Montepeque y José Daniel Salvador Paiz.

Se ha hecho una revisión de los aspectos gramaticales (morfología y sintaxis), semánticos, ortográficos y de redacción en general, y se han formulado las observaciones pertinentes, las cuales han sido atendidas por los autores, haciendo las correcciones sugeridas.

Atentamente,

Atentamente,



Mtro. Milton Alfredo Torres Valenzuela
Licenciado en Letras
Colegiado 2 314

c.c. archivo