

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
UNAN-MANAGUA
HOSPITAL MILITAR ESCUELA “DR. ALEJANDRO DÁVILA BOLAÑOS”**

**TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CON ENERGÍA DUAL
PARA DIAGNÓSTICO DE LITIASIS NEFROURINARIA
Y DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL CÁLCULO.**

Tesis para optar al título de:
Médico Especialista en Radiología e Imagen

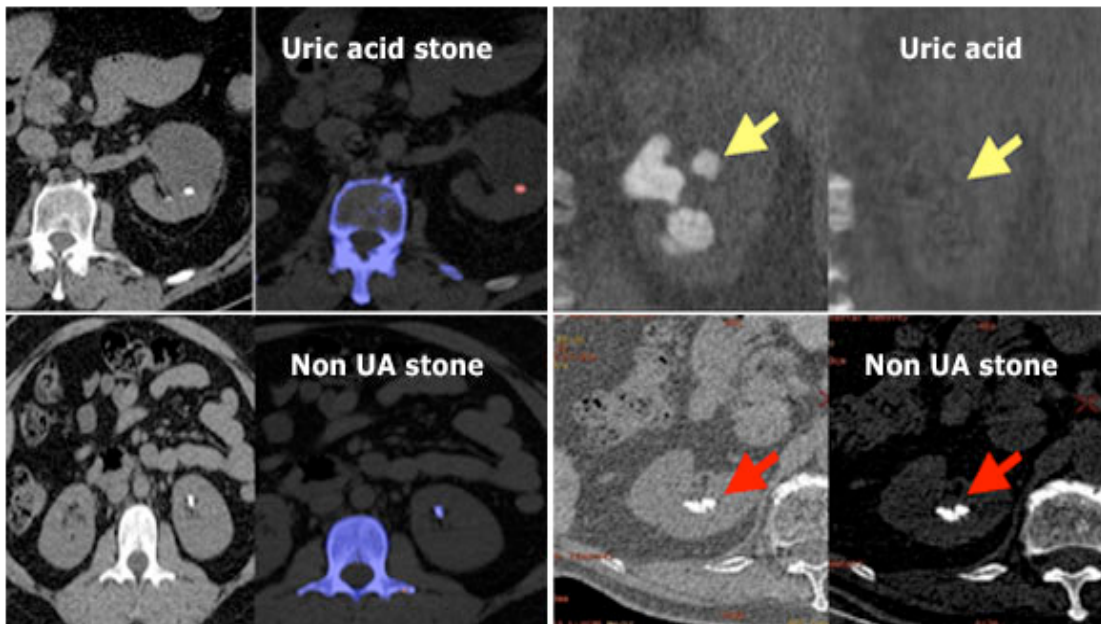
Autor: Dra. Eliette Helena Castillo Balladarez.
Residente de III año de Radiología e Imagen

Tutor: Dr. Andrés Zamora Díaz.
Especialista en Radiología e Imagen

Asesor: Dr. Christian Guillermo Sánchez Castrillo.
Medicina Interna, Neumología.
Doctorado en Ciencias Médicas.
Maestría en Administración en Salud.

**Managua, Nicaragua
Febrero de 2016**

*Tesis para optar al Título de Especialista en Radiología e Imagen
Hospital Militar Escuela Doctor Alejandro Dávila Bolaños
Dra. Eliette Helena Castillo Balladarez*



“Sin diagnóstico correcto es imposible un tratamiento adecuado”.

Halfdan Mahler

RESUMEN

Introducción: La urolitiasis tiene una morbilidad significativa y un gran impacto en el sistema de salud por el alto costo de su tratamiento. Es fundamental realizar un diagnóstico preciso para optimizar el manejo de los pacientes, que incluye determinar presencia, localización, tamaño, composición y repercusión obstructiva del lito; la Tomografía Computarizada Multidetector se ha convertido en el Estándar de Oro, con las ventajas de la Energía Dual para determinación de la composición química del lito.

Objetivo: Realizar análisis comparativo entre la Tomografía Computarizada con Energía Dual y el Ultrasonido para el diagnóstico y caracterización de los cálculos Nefroureterales.

Material y método: Se incluyó 103 pacientes con urolitiasis a quienes se realizó una Tomografía Computarizada con Energía Dual para confirmación diagnóstica y caracterización de los cálculos. Para recolectar datos se elaboró una ficha que incluyó fecha, número de expediente, edad y sexo del paciente, características de riñones y litos, así como resultado del Ultrasonido en 29 casos. Para la TC se utilizó un equipo Toshiba Aquilion one, con doble energía (80 y 120 kV), con cortes de 0.5 mm.

Resultados: 75.7% de los participantes eran masculinos y 24.3% femeninos, con una media de edad de 48 años ± 11 SD. Al total de participantes se les hizo TCED para análisis de la composición de los litos, predominando los cálculos de Cistina puros (51%) y de Oxalato Cálcico puros (41%). Sólo 29 pacientes tenían ultrasonido previo inmediato a la TCED (observadores diferentes); se encontró que de 29 participantes 21 tenían cálculos en riñón derecho por TC, sólo en 15 fueron detectados por USG. Los 29 participantes tenían litos en riñón izquierdo diagnosticados por TC, sólo en 17 fueron detectados por USG. Se detectaron cálculos en uréter derecho a través de TC en 6 participantes, de estos sólo en 4 fueron detectados por USG. Se diagnosticaron 12 casos de litiasis Ureteral izquierda por TC, sólo en 5 fueron detectados por USG. Al comparar la detección de litos según tamaño por USG en relación a TC se observó que a menor tamaño del lito, menor la detección por USG, por cada 10 litos de 11-34 mm detectados por TC se detectan 9 por USG, en cambio por cada 10 litos de 2-5 mm detectados por TC se detectan 4 por USG.

Conclusiones: Para el diagnóstico de Urolitiasis la TCED ofrece la posibilidad de mayor detección y descripción más precisa de la composición química del cálculo, hecho que puede guiar mejor la decisión terapéutica. Aun cuando ningún diagnóstico por imagen puede predecir con *exactitud* la composición química, la fragilidad del cálculo se relaciona a su estructura y densidad y puede ser abordada con mayor *precisión* con el uso de distintos espectros de rayos X (doble energía) en la TC. El Ultrasonido alcanza niveles de sub-diagnóstico de Urolitiasis de entre 30-40% para algunas regiones anatómicas y hasta 60% en uréteres, dichos porcentajes aumentan con la disminución del tamaño del lito.

GLOSARIO

<i>DCP:</i>	Distancia Cálculo-Piel.
<i>LEOC:</i>	Litotripsia Extracorpórea por Ondas de Choque.
<i>NLPC:</i>	Nefrolitotomía Percutánea.
<i>PieloTC:</i>	Pielotomografía Computarizada.
<i>RIS-PACS:</i>	Radiology Information System – Picture Archiving and Communication System (Sistema de Información Radiológica – Archivo de Imágenes y Sistema de Comunicación).
<i>RM:</i>	Resonancia Magnética.
<i>TC:</i>	Tomografía Computarizada.
<i>TCED:</i>	Tomografía Computarizada con Energía Dual.
<i>TCMD:</i>	Tomografía Computarizada Multidetector.
<i>UH:</i>	Unidades Hounsfield.
<i>USG:</i>	Ultrasonografía.
<i>VIH:</i>	Virus de Inmunodeficiencia Humana.

AGRADECIMIENTOS

A mi Tutor, Dr. Andrés Zamora, cuyo apoyo científico fue determinante para la conducción de este trabajo; su amor por el arte de la Radiología fue indudablemente una gran fuente de inspiración.

A mi asesor, Dr. Christian Sánchez, por incentivar y guiarme con su experiencia y conocimientos en los aspectos metodológicos del proceso de investigación científica.

A mi Padre, Dr. Rodolfo Peña, su experiencia, su ayuda y sus consejos fueron invaluable en la elaboración de mi tesis. Sus orientaciones en mi labor profesional, científica y humana siempre han sobrepasado todas las expectativas que, como hija y alumna, he depositado en su persona.

Al Lic. Marlon Meléndez, matemático y salubrista público, quien junto a mi padre me llevó de la mano en mis primeros pasos con el Programa SPSS 20 y el análisis de mis datos.

Al personal técnico de Radiología, en especial a Carla, Nehemías y Brenda, por todo su apoyo y disponibilidad en la realización de los estudios de mi tesis y protección de la información, pero también por sus gestos de aliento y solidaridad en los momentos de mayor cansancio.

DEDICATORIA

A Dios, por su infinito amor y misericordia, por permitirme el privilegio de ser aprendiz de esta noble carrera y darme las fuerzas para convertirme en instrumento suyo en la lucha diaria por aliviar un poco el dolor que impone la enfermedad.

A mis queridos maestros y maestras, que con sabiduría, experiencia y conciencia social han sabido guiarme día a día en este período de aprendizaje de la Radiología para poder convertirme en una profesional integral. La formación nunca termina pero gracias a ustedes llevo conmigo los cimientos adecuados.

A mi esposo, por cada día creer en mí, por estar dispuesto a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, por ser mi reloj despertador cada vez que el cansancio me vencía, por su amor, sus sacrificios y su paciencia para mi realización profesional, por ser mi pilar, pero sobretodo por ser mi ejemplo, la admiración que siento por tu desempeño como médico ha sido una inspiración.

A mi hermano, Rodolfo Xavier, que a su corta edad es un ejemplo a seguir por su determinación, capacidad y su gran corazón. Ser un ejemplo para vos es mi mayor motivación.

A mis padres, Rodolfo y Eliette, verdaderos dueños de este triunfo, por ser los promotores principales de mis sueños, por sus esfuerzos y sacrificios ilimitados por hacer de mi una persona de bien, por ser mi héroes en la vida real, profesional y humanamente. Mamá, me enseñaste que la estatura se mide de la cabeza al cielo, nunca voy a olvidarlo. Es un privilegio ser su hija.

OPINIÓN DEL TUTOR

La Tomografía Axial Computarizada es una de las técnicas de diagnóstico por imagen más utilizadas en la actualidad. Introducida en 1971 para obtener imágenes axiales del cerebro a través de la combinación de Rayos X y tecnología computarizada, su uso muy pronto se fue ampliando dado que permite la visualización en detalle de muchas estructuras de la anatomía humana.

A pesar que el concepto de energía dual se originó con el desarrollo de las primeras generaciones de escáners, no fue hasta la evolución de las nuevas generaciones de escáners multidetectores que dicha técnica tuvo aplicación clínica, permitiendo el análisis de la composición de los diferentes tejidos y crear imágenes monocromáticas a partir de la diferenciación de sustancias como agua, calcio o yodo.

La aplicación de esta técnica diagnóstica en las alteraciones del sistema Nefrouinario ha permitido información más detallada que los Rayos X estándar y el ultrasonido, sobre lesiones, tumores, condiciones obstructivas como cálculos y otras enfermedades. La caracterización de las urolitiasis ha sido una de las aplicaciones bien establecidas para la tomografía computarizada de energía dual (TCED), dado que el yodo, calcio y ácido úrico, entre otros, presentan una importante diferencia de atenuación y pueden ser caracterizados. En el ámbito internacional todas estas aplicaciones y el desarrollo de nuevas aplicaciones son objeto de extensa investigación.

En el nuevo Hospital Militar Escuela “Dr. Alejandro Dávila Bolaños” se cuenta con el equipo de TC para aplicación de energía dual mediante técnica de fuente única, lo que permitió realizar los primeros estudios de ED en el país. Debido a lo anterior, el presente trabajo de investigación se reviste de relevancia, puesto que es sumamente importante la búsqueda de evidencia de beneficios que sustenten la decisión de nuestros procedimientos, con el fin último de obtener con los medios a nuestro alcance el mejor diagnóstico que permita las mejores decisiones terapéuticas para la recuperación del estado de salud y bienestar del paciente.



Dr. Andrés Zamora Díaz

ÍNDICE

<i>Contenido</i>	<i># pág.</i>
I. Introducción	8
II. Marco teórico	11
III. Antecedentes	23
IV. Planteamiento del problema	24
V. Justificación	25
VI. Objetivos	26
VII. Diseño metodológico	27
VIII. Resultados	33
IX. Análisis y discusión de los resultados	46
X. Conclusiones	49
XI. Recomendaciones	50
XII. Bibliografía	51
XIII. Anexos	55

I. INTRODUCCIÓN

La Litiasis renal y de vías urinarias sigue siendo una importante causa de distrés agudo, con morbilidad significativa debido a obstrucción urinaria; es una patología que se reporta con alta frecuencia, las series varían entre 10 y 14% según autores (1,2). Se presenta más en hombres que en mujeres, sobre todo entre los 20 y 50 años (con una media de 6% en mujeres y 12% en hombres, con recaídas en 50-70% de los pacientes) (3), con mayor incidencia en países de clima templado.

Su creciente prevalencia tiene un impacto significativo en los sistemas de cuidado de la salud debido a los costo directos implicados y a la morbilidad asociada a complicaciones como infección y fallo renal crónico. El costo incrementado del tratamiento de nefrolitiasis se estimó aproximadamente de hasta \$3,500 por persona en el año 2000 en Estados Unidos, donde la carga anual para los sistemas de cuidado de la salud para tratar Urolitiasis se ha elevado desde \$1.83 billones en 1993 a \$5.3 billones en el 2000 (4,10).

Su morbilidad y mortalidad dependen del tratamiento, pues si no se manejan adecuada y oportunamente pueden conducir a estrecheces u obstrucción de vías urinarias, pielonefritis recurrentes, sepsis, insuficiencia renal y hasta a la muerte (1,2).

Los factores claves en el manejo de pacientes con Urolitiasis son la localización, el tamaño y la composición química de cada lito. La posibilidad de predecir la composición del cálculo antes del tratamiento permite al médico tratante seleccionar la terapia adecuada, que puede ir desde un manejo expectante con tratamiento médico a la utilización de técnicas como la Litotripsia, la Ureteroscopía o la Nefrolitotomía percutánea. Adicionalmente, conocer la composición de estos cálculos puede ser útil para predecir su fragilidad, ya que estudios previos han demostrado que litos de oxalato cálcico o cistina son usualmente más resistentes a la fragmentación comparados con otros litos (4).

Se han descrito 16 diferentes componentes químicos como parte de la constitución de los cálculos nefrourinarios, aunque muchos de ellos son raros (2). La composición de los cálculos determina el grado de absorción o de atenuación del haz de rayos, por ejemplo los cálculos que contienen calcio, magnesio o cistina son hiperdensos, los

cálculos de ácido úrico, menos frecuentes, son completamente hipodensos o de baja atenuación.

Los avances tecnológicos en radiología pueden verse reflejados en el diagnóstico de Urolitiasis, el cual ha evolucionado no sólo debido a dichos progresos tecnológicos sino a un mejor entendimiento del proceso de la enfermedad.

La radiografía de abdomen ha demostrado históricamente poca utilidad en este diagnóstico. En el caso del Ultrasonido podría ayudar en casos en que debe disminuirse o evitarse la dosis de radiación, como en pacientes embarazadas, sin embargo, presenta importantes limitaciones en la detección de litos dentro de las vías urinarias (por interposición de otras estructuras o presencia de gas intestinal) y sin permitir determinar la composición de los mismos.

Para determinar la composición de los cálculos usualmente se venían utilizando tres métodos que resultaban lentos, costosos y requerían que el cálculo fuese extraído y que tuviera un tamaño de al menos 3 mm para realizar un buen análisis, estos eran la Espectrofotometría infrarroja, la Microscopía y la Difracción de rayos X.

Desde su introducción en la década de los 90s la Tomografía Computarizada se ha convertido en el Estándar de Oro para la evaluación de cálculos urinarios, reemplazando la Radiografía y el Urograma excretor. Actualmente se calcula que la TC no contrastada (PieloTC) en casos de sospecha clínica de Urolitiasis representa un 22% de todas las TC enviadas por departamentos de emergencias para evaluar dolores abdominales agudos (11). Tiene una sensibilidad del 94% y especificidad del 97% (3) permitiendo evaluar también la presencia de obstrucción de vías urinarias y el grado de esta, aunque la caracterización de los cálculos con TC de una sola energía, usando el número de unidades Hounsfield, ha demostrado ser inexacta.

La introducción de la TC con energía dual, utilizando kilovoltajes alto y bajo en una sola aplicación, ha permitido con mucha precisión la detección y la determinación de la composición de los cálculos renales y urinarios, dividiéndolos en tres grupos básicos: Cistina, Oxalato Cálcico y Ácido úrico, así como combinaciones de los mismos.

II. MARCO TEÓRICO

Urolitiasis denota cálculos originados en cualquier parte del tracto urinario, incluyendo riñones y vejiga. Sin embargo, las bases fisiopatológicas de formación de cálculos en riñones y vejiga son completamente diferentes. Un amplio rango de factores familiares, ambientales, dietéticos y sistémicos contribuyen a la patogénesis de cálculos renales. De forma general, los cálculos renales se forman como resultado de desajustes físicoquímicos o genéticos que llevan a sobresaturación de la orina (ocurre cuando una solución contiene más material disuelto del que puede permanecer en solución), lo que resulta en precipitación de sales formadoras de cálculos o, menos comúnmente, por infecciones recurrentes del tracto urinario por bacterias productoras de ureasa (9). Los pacientes con mayor riesgo de enfermedad por cálculos renales o recurrencia de la misma incluyen aquellos con desbalances metabólicos, como gota, acidosis tubular renal e hipercalciuria (12). Estasis en el tracto urinario superior debido a anomalías anatómicas locales también puede promover o incrementar la formación de cálculos en individuos susceptibles. En cambio, los cálculos de la vejiga se forman como resultado de estasis urinario y/o infección recurrente debido a obstrucción de la salida de orina de la vejiga o vejiga neurogénica (9).

De esta manera los cálculos pueden dividirse a groso modo según su ubicación en el tracto urinario en altos y bajos. Se denomina *cálculos de tracto urinario alto* a aquellos que se encuentran en riñones y ureteres y *cálculos del tracto urinario bajo* a los ubicados en la vejiga.

La obstrucción del tracto urinario por cálculos típicamente es sintomática, sin embargo el diagnóstico definitivo no puede hacerse únicamente basándonos en síntomas ya que, debido al desarrollo embriogénico de los riñones y del sistema genital y al suministro nervioso y vascular, el dolor por cálculos puede ser referido a las gónadas o confundirse con patología gastrointestinal (colecistitis, apendicitis, úlcera gástrica o diverticulitis). También la cistitis y la pielonefritis pueden simular un cólico renal agudo. El dolor musculoesquelético, particularmente sobre los flancos, puede ser erróneamente ser atribuido a cálculos. Por todo ello, el diagnóstico definitivo de urolitiasis requiere identificación del/los cálculo/s por imagen (lo cual comprende múltiples estudios

radiológicos) o la obtención del lito después de la expulsión espontánea o intervención quirúrgica (9).

Clasificación de los cálculos según su composición (Anexo 2)

Los cálculos están compuestos de una combinación de cristales, orgánicos e inorgánicos, y proteínas. Los cálculos basados en calcio (fosfato de calcio, mono y dihidrato oxalato cálcico) representan 70-80% de los litos del tracto urinario superior. Los cálculos de estruvita comprenden 5-15% de todos los cálculos y se componen de fosfato de amonio magnésico. Los litos de ácido úrico son el 5-10% de todos los cálculos y pueden con frecuencia ser disueltos con alcalinización urinaria. Otros tipos de cálculos como cistina, xantina y de matriz proteica o inducidos por drogas (triamtereno o indinavir) representan menos del 5% del total (14).

Cálculos de Calcio: Oxalato cálcico es el subtipo más común, representando hasta el 60% de todos los cálculos. En general, pueden llegar hasta las 1700 Unidades Hounsfield de atenuación por TC. El factor más importante en su formación es la hipercalciuria, que se da por reabsorción deficiente de calcio dentro de los túbulos renales, por excesiva absorción intestinal de calcio o por desmineralización ósea (en un escenario de hiperparatiroidismo primario o inmovilización prolongada). Otros factores que llevan a la formación de este tipo de litos incluyen metabolismo anormal del ácido úrico (con/sin gota primaria), hipocitraturia (en el contexto de diarreas crónicas, acidosis tubular renal y uso de tiazidas) e hiperoxaluria. La hiperoxaluria puede ser primaria (enfermedad autosómica recesiva que lleva a errores enzimáticos incrementando la oxidación de glioxilato en oxalato), secundaria (en pacientes con cirugías intestinales, enfermedad inflamatoria intestinal, exceso de ingesta de vitamina C e insuficiencia renal) e idiopática.

Estruvita: Son causados por infecciones del tracto urinario por bacterias productoras de ureasa (Proteus, Pseudomonas, Klebsiella y Enterococos). La ureasa es una enzima que hidroliza la urea a dióxido de carbono y amonio, elevando el pH urinario y promoviendo la formación de carbonato. El carbonato de calcio se precipita con estruvita formando grandes cálculos y llenando los sistemas colectores. Un cálculo de

estruvita que involucra la pelvis renal y se extiende al menos a dos cálices se denomina “coraliforme”.

Ácido úrico: La hiperuricosuria y la acidez de la orina promueven la formación de cálculos de ácido úrico. Las causas comunes incluyen gota y diarrea. Los pacientes con alto índice de masa corporal o diabetes tienen mayor acidez en su orina y son más propensos a formas este tipo de litos en comparación al resto de la población. Los cálculos de ácido úrico puros son radiolucientes en radiografía pero pueden indentificarse en TC. Su relativa baja atenuación (<500 UH) es altamente sugestiva de su composición.

Cistina: Representan del 1-3% de todos los cálculos urinarios y son consecuencia de cistinuria (desorden metabólico resultante de defectos genéticos del transporte renal. Se les conoce como cálculos de “vidrio molido”, pueden ser radiolucientes. Pueden contener focos de baja atenuación en TC.

Cálculos inducidos por drogas: Ocurre en pacientes con uso prolongado de algunos medicamentos como indinavir (y otros inhibidores de proteasas usados en tratamiento para VIH). También pueden producirse por uso de suplementos herbales como efedrina. Según investigadores, los medicamentos más comúnmente relacionados a formación de cálculos son indinavir (52.9%), triamtereno (18.1%), sulfonamidas (12.2%) y sílice amorfa (10.1%) (12). Algunos pueden ser radiolucientes (incluyendo los causados por indinavir), incluso la TC puede ser negativa, por lo que la historia médica y la presentación en este caso pueden ser suficientes para iniciar tratamiento empírico; también puede administrarse contraste endovenoso y tomar imágenes tardías donde el cálculo se verá como un defecto de llenado en el sistema colector o uréter.

Evaluación clínica (10, 12)

El síntoma más común de la urolitiasis obstructiva es el dolor, generalmente de tipo cólico, localizado en flancos (cuando hay obstrucción de la pelvis renal o del uréter proximal) o irradiado a testículos/labios (cuando la obstrucción es a nivel del uréter distal), cálculos en la unión ureterovesical pueden provocar discomfort suprapúbico; el dolor puede asociarse a náuseas y vómitos. Puede haber hematuria macroscópica aún

en ausencia de obstrucción. Los cálculos coraliformes pueden presentarse como infecciones urinarias recurrentes.

La evaluación inicial debe incluir una historia médica detallada para identificar factores de riesgo para formación de cálculos y condiciones renales y urológicas subyacentes. El examen físico es inespecífico para cálculos urinarios pero es importante para evaluar otras condiciones.

Estudios de laboratorio de sangre y orina valoran la función renal y el estado hematológico. Los electrolitos, el nitrógeno de urea en sangre y los niveles de creatinina reflejan el estado metabólico. El conteo de células blancas (Leucocitos) puede estar elevado por infección o estrés. El nivel de hemoglobina puede descender en casos de enfermedad litiásica crónica. El uroanálisis detecta hematuria y piuria e incluye pH urinario, lo cual puede ayudar a guiar el manejo. El cultivo de orina en el contexto de una infección puede ayudar a seleccionar el antibiótico más apropiado.

Imagen en Urolitiasis (10, 12)

Radiografía

Por décadas la radiografía abdominal convencional (riñones-ureteres-vejiga) fue el examen inicial de elección en la evaluación de dolor en flanco de inicio agudo. Aproximadamente 90% de los cálculos son radioopacos, sin embargo tiene múltiples limitaciones, tales como la interposición de gas intestinal, presencia de calcificaciones extrarrenales y hábito corporal aumentado, las que disminuyen su sensibilidad a un 60% (15) para detectar cálculos urinarios, sin embargo, es útil para planear litotripsia guiada por fluoroscopia y monitorear el estado de los fragmentos de cálculo posterior a la litotripsia, ureteroscopia y nefrolitotomía percutánea. También se ha utilizado para ver la progresión de un cálculo obstructivo ya conocido, intentando reducir significativamente la exposición a radiación en comparación a una PieloTC.

Urografía Excretora

La urografía excretora permite delinear más eficazmente la anatomía renal en comparación con la radiografía abdominal, así como evaluar la presencia repercusión

obstructiva de un cálculo. Ante la sospecha de un cálculo radioluciente (ácido úrico) es útil identificar defectos de llenado del sistema colector, con la desventaja de que en ocasiones estos cálculos pueden ser oscurecidos por el material de contraste y pueden ser inespecíficos en el contexto de hematuria y dolor en flanco. Se ha sustituido su uso por la TC debido a las diversas contraindicaciones al uso de contraste, siendo la principal en nuestro medio la insuficiencia renal. Investigadores refieren que la urografía intravenosa falla para detectar cálculos urinarios en 31-48% de los casos. Algunas instituciones continúan realizando este estudio en una variante llamada tomosíntesis, la cual consiste en adquirir una serie de imágenes de proyección de baja dosis con un detector digital estacionario durante el barrido de un tubo de rayos X sobre un rango angular limitado, lo cual mejora la calidad diagnóstica con una dosis de radiación apenas superior a la de una radiografía pero bastante menor que la de una TC; incluso sin el contraste endovenoso se ha demostrado que la tomosíntesis es más sensible para la detección de cálculos renales que la radiografía digital, sin incremento significativo en la sensibilidad para detectar cálculos ureterales (16, 17, 18).

Ultrasonido

El ultrasonido es una herramienta clave en el estudio de cálculos urinarios, puesto que es costo-efectivo, no requiere contraste ni exposición a radiación, por lo que ha sido un método ventajoso en pacientes pediátricos, embarazadas o pacientes con cuadros recurrentes de urolitiasis. Entre sus virtudes se incluyen el hecho que no es dependiente de la composición del cálculo para su visualización ya que de forma general todos los litos se muestran como focos ecogénicos con sombra acústica posterior, además es capaz de detectar cálculos tan pequeños como 0.5 mm dentro del tracto urinario (19). Actualmente muchos autores sugieren la aplicación de Doppler color sobre la sombra del cálculo en cuestión, lo que genera un artefacto de centelleo o “cola de cometa” en el trayecto de la sombra, el que se supone se produce por ruido intrínseco de la máquina de banda angosta; este artefacto aumenta la sensibilidad del ultrasonido para detección de cálculos en comparación a la imagen en escala de grises por si sola (20). El ultrasonido puede también demostrar efectos secundarios del cálculo como obstrucción, infección sobreagregada y formación de abscesos. La obstrucción urinaria por litos puede manifestarse ecográficamente como dilatación de

los sistemas colectores o ureteres a nivel del cálculo; si embargo, el ultrasonido no permite distinguir esta de la dilatación de causa no obstructiva. Otra de las desventajas del ultrasonido es que la visualización de cálculos ureterales por este medio con frecuencia es impedida por interposición de gas y la relativa profundidad del uréter dentro de la pelvis, así como en pacientes obesos con gran cantidad de tejido adiposo. No obstante, si se trata de cálculos con repercusión obstructiva a nivel distal, los jets urinarios asimétricos al aplicar Doppler color pueden bastar para el diagnóstico de este cálculo distal (21). En nuestro medio el ultrasonido es utilizado como método de imagen inicial ante un cuadro de cólico nefrítico, ya que estudios han demostrado que un ultrasonido negativo en adulto con dolor en flanco en el departamento de emergencias resulta en una muy baja probabilidad de requerir una intervención urológica en los 90 días siguientes a su visita inicial (22), sin embargo en casos donde existe dilatación sin identificarse la causa obstructiva por ecografía, sumado a un cuadro clínico sospechoso y exámenes de laboratorio indicativos de urolitiasis, debe procederse a un método de imagen de mayor resolución que permita identificar con precisión la presencia del cálculo, tamaño y localización del mismo. También puede utilizarse la ecografía para el seguimiento imagenológico de cálculos ureterales distales o intramurales (23).

Resonancia Magnética

La urografía por resonancia magnética es una modalidad excelente para estudiar los efectos secundarios y complicaciones de urolitiasis, como obstrucción, infección o abscesos, desafortunadamente el cálculo, así como casi cualquier otra estructura calcificada, no logra verse con frecuencia por resonancia magnética, en caso de visualizarlo se manifestaría como un vacío de señal en imágenes potenciadas en T1 y T2, sin embargo estos vacíos no son específicos de los cálculos, únicamente pueden distinguirse de neoplasias sobre la base de su falta de realce en las imágenes contrastadas. Puede realizarse en combinación con ultrasonido en pacientes pediátricos, embarazadas o recurrentes (24), debido a que no conlleva exposición a radiación, sin embargo su utilidad es bastante limitada en esta patología por lo que no esta incluida dentro de los estudios rutinarios de imagen.

Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada, con/sin contraste, rápidamente se ha convertido en la modalidad de elección para la evaluación en casos sospechosos de urolitiasis desde su inicio en los años 90s. Es un estudio de alta sensibilidad alcanzando hasta el 100% en algunas series (25, 26, 27), con especificidad de 96-100% en el diagnóstico de urolitiasis (25). El escaneo tomográfico no contrastado (estándar) elimina el riesgo de insuficiencia renal o reacción adversa secundarias al uso de medio de contraste. La adquisición de las imágenes en equipos modernos toma segundos, lo que lleva la eficiencia de la evaluación. La tomografía puede además medir la atenuación de los cálculos, evaluar efectos secundarios de la obstrucción (hidronefrosis/hidroureter, estriación de la grasa perinéfrica o periureteral, excreción renal retardada), delinear anatomía quirúrgicamente relevante y detectar otras potenciales fuentes de dolor o anomalías patológicas, incluyendo neoplasias y patologías extraurinarias como apendicitis, diverticulitis, pancreatitis y lesiones ginecológicas (torsión ovárica) que pueden simular un cólico renal (33). Una desventaja significativa es el uso de radiación ionizante. Un estudio americano reporta que la dosis media efectiva reportada para una tomografía computarizada no contrastada por dolor en flanco es de 8.5 mSv para un Tomógrafo Multidetector, dicha dosis puede acumularse si el paciente se presenta repetidamente; en esta misma serie 4% de los pacientes se sometieron a tres o más estudios, dando como resultado en un paciente la dosis acumulativa de 153.7 mSv (28). Con esta preocupación en mente las empresas fabricantes de los nuevos tomógrafos paulatinamente han desarrollado protocolos de bajas dosis (29-32) con poca pérdida de sensibilidad en la detección de enfermedades urinarias y no urinarias, una de las técnicas actualmente universales es la de modular la corriente del tubo, aún más novedosos son los equipos con tecnologías para reducción de ruido de la imagen, como reconstrucción iterativa de la imagen, las cuales facilitan la disminución de dosis de radiación sin sacrificar la calidad de la imagen (10). Asimismo, el examen puede diseñarse anatómicamente si se conoce la localización del cálculo.

La TC multidetector (nuestro posee 320 filas de detectores) adquiere datos en volúmenes isotrópicos, que con los algoritmos de postprocesamiento nos permiten evaluación multiplanar y tridimensional de estos sets de datos, para poder identificar

con precisión el número de cálculos, el tamaño y la localización, siendo de gran utilidad las imágenes de reformaciones coronales (y reformación curva) ya que hace posible establecer el sitio exacto de impactación del cálculo y detectar cálculos muy pequeños (1-2 mm) debido a que el sistema urotelial se encuentra orientado coronalmente, además permite evaluar la fragilidad del lito y su composición según medidas de atenuación, así como diferenciar cálculos urinarios de flebolitos, placas vasculares calcificadas y calcificaciones del parénquima renal (34); para este último objetivo nos auxiliamos de dos signos, el halo de tejidos blandos y la cola de cometa (37, 38), el primero representa la pared edematosa del uréter alrededor del cálculo y posee una sensibilidad de 50-77% y una especificidad del 90-100% y el segundo es creado por un área de tejido blando excéntrico adyacente al flebolito.

Virtualmente todos los tipos de cálculos son visibles por PieloTC, incluyendo los que son radiolucientes en radiografía como los de ácido úrico, xantina y cistina, ya que tienen un valor de atenuación >200 UH, que supera la atenuación de los tejidos blandos adyacentes (15-30 UH), sin embargo los cálculos inducidos por drogas tiene la misma atenuación que los tejidos blandos, por lo que son difíciles de visualizar (35, 36), en estos casos puede administrarse medio de contraste. La TCMD de una sola energía puede ser usada para determinar la densidad del cálculo con una predicción in vitro reportada de 64-81% de precisión (39), sin embargo la diferenciación entre diferentes tipos no es confiable debido a que depende de muchos factores como el tamaño y localización exacta de la región de interés (ROI) por el efecto de volumen parcial, esto se complica aún más cuando se trata de cálculos mixtos (35-65% de todos los litos).

En cambio, la TC con energía dual (TCED) permite una valoración más precisa, que supera las limitaciones de las mediciones de UH, realizando dos escaneos concurrentes a dos diferentes energías (80 y 120 kVp) y la información resultante puede ser explorada para la caracterización del material del tejido. La fácil diferenciación entre los cálculos de ácido úrico y los demás se debe a la variación inherente de la composición química del ácido úrico (formado por elementos livianos como hidrógeno, carbono, nitrógeno y oxígeno) comparada con la de otros tipos como oxalato cálcico, cistina y estruvita (formados por elementos pesados como fósforo,

calcio y sulfuro). Esta diferencia en la composición química es responsable de la variabilidad de las propiedades de atenuación de los rayos X de los litos de ácido úrico y otros tipos ante picos bajos y altos de kilovoltaje. El algoritmo del software de postprocesamiento asume una mezcla de agua, calcio y ácido úrico para cada voxel de tejido escaneado, posteriormente se realiza la codificación de colores de los voxeles, por ejemplo, los voxeles con comportamiento similar al calcio en el análisis con doble energía son color azul, los que presentan comportamiento similar a ácido úrico son rojos y aquellos con atenuación lineal en las dos energías permanecen grises (Anexos 3, 4 y 5); también es posible diferenciar los cálculos de cistina modificando la pendiente de tres algoritmos de descomposición material (40, 41, 42). Primak et al (42) demostró que la TCED puede ayudar a distinguir un cálculo de ácido úrico de otros tipos con una precisión de 92-100%.

El escaneo con doble energía para cálculos renales requiere de una TCMD estándar de baja dosis (120 kV y 40 mAs) no contrastada del abdomen completo (PieloTC) para localizar el/los cálculo/s, una vez localizado/s se realiza un escaneo con doble energía (80 y 120-140 kVp) orientado a la región de interés conteniendo el/los cálculo/s para disminuir la exposición a la radiación de 2-4 mSv, para utilizar una dosis efectiva total de 3.4-5.3 mSv (44). Experimentos iniciales in vitro han mostrado resultados confiables en la diferenciación de cálculos de ácido úrico, cistina, estruvita y oxalato de calcio. Stolzman et al (43) reportan que la TCED tiene una sensibilidad de 89% y especificidad del 98% para detectar cálculos de ácido úrico.

Tratamiento (9, 10, 13)

De forma general, el tratamiento de urolitiasis depende de los síntomas del paciente, de su estado hemodinámico, del tamaño, localización y composición del cálculo, como también de la función renal. Según esto, los cálculos renales (incluyendo dentro del sistema colector y por encima de unión ureteropélvica) pueden ser tratados con litotripsia extracorpórea por ondas de choque (LEOC), ureteroscopia o nefrolitotomía percutánea (NLPC). (Anexos 6 y 7).

Las opciones terapéuticas varían desde la simple observación hasta la cirugía abierta (Anexos 8 y 9).

Preparación para el tratamiento

El drenaje inmediato de orina antes de remover el cálculo es requerido en situaciones de dolor severo incontrolable, sepsis o insuficiencia renal, o si el equipo necesario para remover el cálculo no está disponible. El drenaje se puede realizar por medio de stent ureteral o un tubo de nefrostomía percutáneo. El stent ureteral permite al uréter dilatarse pasivamente y facilitar el paso del cálculo sin necesidad de la extracción manual. El tubo de nefrostomía drena la orina de forma más directa y permite reiniciar la peristalsis ureteral, que puede facilitar el paso del cálculo en determinadas situaciones, se ha reportado que reduce la mortalidad de 40 a 8% cuando hay obstrucción asociada a septicemia por gram negativos (45). Estos dos descomprimen el sistema urinario hasta que el paciente esté estable para recibir el tratamiento definitivo.

Tratamiento no invasivo

La observación es la opción no invasiva más común, debido a que la mayoría de litos se expulsan de forma espontánea. Los candidatos ideales para observación son aquellos con dolor bien controlado, sin evidencia de infección sobreimpuesta o insuficiencia renal y que tengan dos riñones funcionantes. El tamaño del cálculo es importante, ya que todos aquellos menores de 5 mm en su diámetro máximo tienen altas probabilidades de ser expulsados espontáneamente, mientras que aquellos que miden 1 cm o más no (46). El tratamiento consiste en alivio del dolor, hidratación y terapia médica expulsiva, ésta última involucra la administración de medicamentos para facilitar el paso de los cálculos ureterales (bloqueadores de canales de calcio como nifedipina y alfa bloqueadores como tamsulosin).

La disolución de un cálculo con medicamentos orales hasta la fecha sólo se realiza para cálculos de ácido úrico, ya que es muy soluble en orina alcalina y puede disolverse con pequeños cambios en el pH urinario. Los métodos más comunes de alcalinización incluyen citrato de potasio oral o terapia con bicarbonato de sodio (47, 48). A pesar de que los cálculos de cistina se pueden disolver en un ambiente alcalino,

el pH requerido para su disolución no puede alcanzarse por medio de medicación oral. Los cálculos compuestos de calcio no se disuelven con ningún medicamento.

Procedimientos mínimamente invasivos

La litotripsia extracorpórea por ondas de choque (LEOC) usa pulsos acústicos externos de alta intensidad enfocados para fragmentar un cálculo in situ. El paso subsecuente de los fragmentos del cálculo puede tomar de días a semanas. Las indicaciones para realizar LEOC incluyen cálculos renales y en uréter proximal menores de 2 cm. La LEOC tiene un tiempo de recuperación corto y relativamente baja morbilidad comparada con la ureteroscopia y la nefrolitotomía percutánea, haciéndola el método de elección para el tratamiento de nefrolitiasis (49, 50). Los cálculos ubicados en grupo calicial inferior pueden ser tratados con LEOC, pero los resultados son inferiores debido al ángulo de la unión ureteropélvica. Los litos más densos (monohidrato de oxalato cálcico o cistina) no se fragmentan adecuadamente. Las contraindicaciones relativas para este procedimiento son infección, obstrucción, presencia de cálculos ureterales distales en pacientes femeninas (se desconocen los efectos de la LEOC sobre el ovario), obesidad mórbida y cálculos de cistina. Las contraindicaciones absolutas incluyen coagulopatías y embarazo. Entre sus complicaciones potenciales figuran el sangrado (dolor severo y hematoma subcapsular por imagen), steinstrasse (acumulación de múltiples fragmentos de cálculos dentro del uréter distal, que conlleva a obstrucción parcial o completa y puede ocurrir hasta en 6% de los pacientes) (51, 52). La TCMD (en corte axial) permite medir la distancia del cálculo a la piel (DCP), la cual es un predictor confiable de los resultados de la LEOC; Pareek et al (59) demostraron que una DCP mayor de 10 cm con frecuencia resulta en un fracaso para obtener un estado libre de cálculos posterior a la LEOC, en cuyo caso se sugiere realizar ureteroscopia o nefrolitotomía percutánea.

La ureteroscopia con ureteroscopios rígidos o semirígidos se utiliza para remover cálculos localizados en el uréter, usualmente en la porción media o distal. Los ureteroscopios flexibles permiten el acceso a todas las partes del riñón, especialmente al grupo calicial inferior, que puede ser difícil de alcanzar de otra forma. La litotripsia endoscópica a través de ureteroscopio se realiza por un láser holmium o una fibra

electrohidráulica de litotripsia. Luego de que el cálculo haya sido exitosamente fragmentado, los fragmentos pueden pasar espontáneamente con la asistencia de un stent ureteral o las piezas se extraen manualmente con una pequeña canasta. En muchas instituciones es el método más comúnmente utilizado para remover cálculos ureteral y es también útil para cálculos renales en que la LEOC ha fallado (53). Las contraindicaciones para este tratamiento incluyen cálculos grandes (>2 cm, son difíciles de remover en una sesión por la limitación del tamaño del láser. El sangrado significativo es menos común que en LEOC, por lo que puede realizarse en pacientes anticoagulados. Algunas complicaciones, aunque poco frecuentes, son la perforación ureteral y la formación de constricciones ureterales.

La nefrolitotomía percutánea (NLPC) se indica para la remoción de cálculos grandes (>2 cm), coraliformes, en riñones anormales o en divertículos caliciales. No es un tratamiento de primera línea debido a su mayor tasa de complicaciones en comparación con LEOC o ureteroscopía, alcanzando hasta 8% (54, 55). Esta opción de manejo requiere acceso percutáneo al riñón (típicamente vaina de 30 French). Las modalidades de energía para fragmentar el cálculo incluyen ultrasónica, electrohidráulica y láser holmium. Los fragmentos son succionados o manualmente extraídos. Las complicaciones incluyen sangrado, infección y perforación de órganos adyacentes (muy raro). La TCMD asiste en la selección de un cáliz apropiado para el acceso percutáneo, e indica un camino seguro para la punción mostrando la relación de los riñones con los órganos que lo rodean como el hígado, el bazo y el colon.

Cirugía

Debido a los avances en tecnología mínimamente invasiva, la cirugía abierta es poco común en la actualidad, se utiliza en menos del 1% de los casos. A pesar de que aún se usa en excisión de cálculos coraliformes complejos o cálculos vesicales excesivamente grandes, la cirugía es en muchos casos el último recurso por su relativo alto costo y su alta morbilidad en comparación con otros tratamientos mínimamente invasivos o percutáneos (56, 57). La cirugía laparoscópica raramente se indica, usualmente se considera en casos en que la litotripsia o la ureteroscopía tienen pocas probabilidades de éxito (58).

III. ANTECEDENTES

Este estudio es el primero de su clase a realizarse en Nicaragua, debido a que el Hospital Militar Escuela Alejandro Dávila Bolaños es el único centro hospitalario del país que cuenta recientemente con un equipo de Tomografía computarizada con software para realizar energía dual.

Se realizó una búsqueda en múltiples bases de datos prefiltradas y metabuscadores sin encontrar estudios latinoamericanos con utilización de Energía Dual en Tomografía Computarizada en casos de Urolitiasis.

El uso de Tomografía Computarizada con Energía Dual data los años 70's; dos estudios norteamericanos son de particular relevancia en este campo, Chiro, Brooks, Kessler, et al. (5) utilizaron la doble energía para clasificar los tejidos según depósitos metálicos de calcio o yodo inyectados. Millner, McDavid, Waggener, et al. (6) presentaron métodos a través de los cuales puede extraerse información adicional en escaneos con diferentes energías, tal como densidad de electrones, número atómico efectivo y coeficientes de atenuación extrapolados para aplicaciones terapéuticas.

En estudios más recientes, los franceses Hidas, Eliahou, Duvdevani, et al. (7) realizaron TCED a 27 pacientes en edades entre 50-64 años con cálculos renales (programados para su extracción con nefrolitotomía percutánea), dichos resultados fueron comparados con el análisis postquirúrgico de los litos con difracción por Rayos X, confirmando que la TCED permite una caracterización precisa de la composición de los cálculos previo al tratamiento.

X.-H. Li, R. Zhao, B. Liu, Y.-Q. Yu, del Hospital Universitario de Anhui, China (8), estudiaron 210 cálculos urinarios, usando la densidad cálcica media, la relación densidad cálcica/densidad agua y la radiodensidad de los cálculos a 50 y 120 KeV; concluyeron que este es el método novedoso que mejor caracteriza los cálculos urinarios puros basado en la radiodensidad de dichos cálculos al análisis con doble energía.

Los franceses Grosjean, Daudon, Chammas Jr., et al. (3) decidieron evaluar la capacidad de diferentes escáneres para determinar la composición de los cálculos

basado en los valores de atenuación al análisis con doble energía y evaluar diferencias entre cada modelo. Se evaluaron 241 cálculos urinarios con cuatro equipos distintos: Siemens (Somatom Sensations), Phillips (Brilliance VCT), General Electrics (Lightspeed VCT) y Toshiba Medical (Aquilion One – nuestro equipo), se compararon los resultados obtenidos. Los valores obtenidos a 80 kV fueron equivalentes para Phillips y Toshiba.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No existe evidencia local de las ventajas de la utilización de la técnica de doble energía para la determinación de la composición de los litos, dado que en el Hospital Militar Escuela Alejandro Dávila Bolaños hasta hace pocos meses se cuenta con un nuevo Equipo de Tomografía Computarizada que permite la aplicación de Energía Dual.

Se desconoce también la magnitud en que el Ultrasonido, como método diagnóstico de la Litiasis Nefrourinaria, es más limitado e inexacto para la detección y descripción de los cálculos que la Tomografía Computarizada.

¿Cuál es la capacidad diagnóstica de la Tomografía Computarizada con doble energía para el diagnóstico de cálculos Nefrourinarios y la descripción de su composición y qué tan limitado es el ultrasonido para el diagnóstico de Urolitiasis en comparación a la Tomografía simple?.

V. JUSTIFICACIÓN

En el contexto de Litiasis Nefroureteral es relevante tanto su detección/diagnóstico como el conocimiento de la composición química del cálculo, pues influye en la decisión de tratamiento, lo que determina la respuesta a este, la evolución clínica posterior y disminuye el riesgo de complicaciones.

El presente estudio es el primero de su índole que se realiza en el Servicio de Radiología e Imagen del Hospital Escuela Alejandro Dávila Bolaños para explorar la utilización de TC con Energía Dual en el diagnóstico de Litiasis Nefroureteral y la determinación de la composición de los cálculos, así como también para confirmar los beneficios de ese método y establecer la capacidad diagnóstica del Ultrasonido para esta patología en comparación con la TC.

Los resultados del presente estudio puestos en práctica aumentarán la calidad de atención a nuestros pacientes con cuadros de cólico nefrítico, en cuanto a brindar un diagnóstico certero no sólo de la presencia de litos sino de su composición, lo que a su vez permitirá a la institución destinar recursos específicos al tratamiento del paciente, optimizando el manejo del paciente de forma costo-efectiva (disminuyendo el número de procedimientos invasivos y así proporcionalmente el gasto innecesario de recursos hospitalarios).

VI. OBJETIVOS

Objetivo General

Aplicar la Tomografía Computarizada con Energía Dual para el diagnóstico y caracterización de los cálculos Nefroureterales y realizar análisis comparativo con el ultrasonido en cuanto a rendimiento diagnóstico, en el Servicio de Radiología e Imagen del Hospital Militar Escuela Alejandro Dávila Bolaños, del 1ro de Septiembre al 31 de Diciembre de 2015.

Objetivos Específicos

1. Describir las características demográficas edad y sexo de la población de estudio.
2. Aplicar la técnica de la Tomografía Computarizada con Doble Energía para el diagnóstico, caracterización y definición de la composición de los Cálculos Nefroureterales.
3. Determinar las diferencias en la capacidad diagnóstica entre el Ultrasonido y la Tomografía Computarizada, para la detección y caracterización de Cálculos Nefroureterales.

VII. DISEÑO METODOLOGICO

Tipo de estudio:

Se trata de un estudio de “Serie de Casos”, de temporalidad prolectiva.

Período de estudio:

Del 1ro de septiembre al 31 de diciembre de 2015.

Población de estudio:

El estudio incluyó el total de los pacientes atendidos en el Servicio de Radiología e Imagen del Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños durante el período de estudio, con impresión diagnóstica clínica de Litiasis Nefrourinaria, a quienes se les realizó una Tomografía Computarizada con Energía Dual para la confirmación diagnóstica y la caracterización de los cálculos (n=103).

Recolección de información:

Para la recolección de los datos se elaboró una ficha epidemiológica que contiene:

- La fecha del estudio y el número de registro hospitalario del paciente.
- Edad y sexo
- Motivo de la consulta.
- Características morfológicas de los riñones: tamaño renal, grosor del parénquima, relación seno-parénquima y contornos renales.
- Presencia, localización, tamaño y composición de los cálculos.
- Descripción del resultado de Ultrasonido Reno-vesical complementario en 29 casos (presencia, localización y número de cálculos).

La fuente de información fue secundaria. Los datos demográficos y clínicos fueron extraídos de la orden de solicitud del estudio que queda en el archivo del servicio. Los resultados de la Tomografía y del Ultrasonido fueron obtenidos del sistema de registros (RIS-PACS) del Servicio de Radiología e Imagen. La hoja de recolección de datos fue llenada por la investigadora principal una vez que se realicen la Tomografía y el ultrasonido.

Para el estudio tomográfico se utilizó un equipo Toshiba Medical, modelo Aquilion one, utilizando doble energía (80 y 120 kV), 200 mAs, con tiempo de rotación del gantry a 0.5 seg, 0.5 mm de grosor del corte, reconstrucciones a 0.5 mm y factor de pitch de 0.828.

Procesamiento y análisis de la Información:

Para el procesamiento de la información se construyó una base de datos en el programa SPSS versión 20, los resultados se expresan en números absolutos y porcentajes a través de tablas de salida.

A todos los participantes se les realizó un estudio de Tomografía Computarizada con uso de doble energía para la detección de los litos, su caracterización y la descripción de su contenido. El 30% tuvieron un Ultrasonido previo inmediato a la Tomografía.

Para estimar la capacidad diagnóstica del Ultrasonido en comparación con la TCED, en ese 30% de participantes que tuvieron ambos estudios de manera continua se calculó una razón de base 10 (se dividió el número de casos detectados por USG entre el total de casos detectados por TCED y se multiplicó por 10). El resultado nos indica cuantos casos fueron diagnosticados por USG por cada 10 detectados en la TCED.

La determinación de la composición del cálculo se hizo únicamente por TCED pues el Ultrasonido es una técnica que carece de esa capacidad.

Procedimientos de control de calidad:

Las fichas de recolección de información fueron llenadas y revisadas de manera sistemática por la investigadora principal para evitar la omisión de datos, no hubo ningún dato faltante.

Se introdujo una rutina de control de calidad de la información al momento de la digitalización de la información a la base de datos en SPSS vs20, esta incluía procesos correctivos.

Operacionalización de variables:

VARIABLE	DEFINICIÓN	ESCALA	DIMENSIÓN	CODIFICACIÓN
Edad	Tiempo en años transcurridos desde el nacimiento hasta el momento de la inclusión al estudio (realización de la TCED y del USG). Se registró la edad consignada en el sistema de registro PACS del servicio de radiología.	Ordinal	Años cumplidos	Número exacto.
Sexo	Condición que distingue un hombre de una mujer. Escala de valores: hombre, mujer. Se registró el sexo consignado en el sistema de registro PACS del servicio de radiología.	Nominal	Hombre Mujer	(1) (2)
Motivo de Consulta	Es la razón por la que el/la paciente acudió a la consulta médica. Se registró la que estaba consignada en la hoja de traslado al servicio de radiología.	Nominal	Descriptiva. Motivo de consulta.	Datos consignados en la hoja de traslado al servicio de radiología
Diagnóstico Presuntivo	Es el diagnóstico que se hizo a los participantes a partir de sus síntomas y signos, antes de confirmarlo con medios de apoyo. Es hipotético, pero orientó el manejo inicial. Se registró el que estaba consignado en la nota de transferencia al servicio de radiología.	Nominal	Descriptiva. Impresión Diagnóstica.	Dato consignado en la hoja de transferencia del paciente al servicio de radiología.
Tamaño renal	Se refiere a las diferentes medidas de los riñones obtenidas a través de TCED. Se registró el tamaño consignado a través de la TCED.	Nominal	Normal Disminuido Aumentado	(1) (2) (3)
Grosor del parénquima	Se refiere a la medida del grosor o densidad de su corteza y su médula. Se registró el tamaño consignado en la TCED.	Nominal	Normal Disminuido	(1) (2)
Relación seno parénquima	Seno renal: cavidad central del riñón donde se encuentra el sistema colector. Parénquima renal: formado por la corteza y	Nominal	Conservada Perdida	(1) (2)

	las pirámides medulares. La relación seno parénquima es una relación de diámetros anatómicos. Se registró la consignada en el resultado de ultrasonido renal guardado en el PACS.			
Contornos renales	Se refiere a la imagen del trazo de los límites del contorno del riñón. Se registró lo consignado en la TCED.	Nominal	Liso Lobulado	(1) (2)
Localización de litos	Localización de los cálculos detectados en función de la anatomía del riñón y las vías urinarias.		Riñón der GCS. Riñón der GCM. Riñón der GCI. Pelvis der. Riñón der GCS. Riñón der GCM. Riñón der GCI. Pelvis izq. Uréter der prox. Uréter der medial Uréter der distal Uréter der intram. Uréter izq prox. Uréter Izq medial Uréter Izq distal Uréter Izq intram. Vejiga	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17)
Composición de litos	Se refiere básicamente al material que compone el cálculo, si es de cistina, oxalato cálcico, ácido úrico o mixto. En la hoja de recolección se registró lo que se consignó en el resultado de la TCED.	Nominal	Cistina Oxalato Cálcico Ácido úrico Cistina + Ox. Ca Ox. Ca + AU Cistina + AU	(1) (2) (3) (4) (5) (6)
Litos visualizados por Ultrasonido	Se refiere a si el cálculo detectado por tomografía fue visto en el estudio de USG. En la hoja se registró lo que quedó consignado en el resultado del USG.	Nominal	No visto Visto/Foco ecogén. Visto/Sombra_ acústica posterior Visto/Centelleo.	(1) (2) (3) (4)

Consideraciones éticas:

Se trata de un estudio de fuente secundaria, los datos fueron extraídos de registros hospitalarios, la decisión de indicar la Tomografía Computarizada con energía dual fue basada en la impresión diagnóstica clínica del paciente, y no fue producto ni indicación del estudio.

No se utilizó nombres ni datos que permitieran la identificación de participantes para proteger su confidencialidad. La investigadora principal manejó la información relacionándola al número de expediente o registro hospitalario. Se creó una lista de número de registros que permitiera poder regresar a ellos en caso de datos faltantes, la que podía ser accedida únicamente por el equipo de investigación.

Para la conducción del estudio se contó con la autorización de la jefatura del Servicio de Radiología e Imagen del Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños donde este se llevó a cabo.

Los resultados serán retroalimentados tanto a lo interno de la institución de salud como a través de la publicación de un reporte escrito que se presentará y entregará al servicio.

Cronograma de trabajo:

Etapas de la implementación del estudio:	Meses				
	Abril - Jun 2015	Jul - Ago 2015	Sept - Nov 2015	Dic 2015	Ene - Feb 2016
Detección y selección del problema de investigación	X				
Revisión bibliográfica		X			
Escritura y aprobación del protocolo		X			
Construcción del cuestionario y prueba piloto.		X			
Construcción de la base de datos en SPSS 20.		X			
Recolección de información y digitación en base de datos en SPSS			X	X	
Procesamiento y análisis de los datos				X	
Escritura del reporte final					X

VIII. RESULTADOS

El presente estudio incluyó un total de 103 participantes, todos ellos pacientes referidos al servicio de Radiología e Imagen del Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños para la realización de estudios de imagen con fines de confirmación diagnóstica y caracterización del cálculo.

El total de participantes tenía un *diagnóstico presuntivo* de Nefrourolitiasis, y presentaban como *motivo de consulta* cólico nefrítico acompañado en la mayor parte de los casos de náuseas, vómitos, hematuria o dolor abdominal.

El 75.7% de los participantes eran del sexo masculino y 24.3% del sexo femenino, con una media de edad de 48 años y una desviación estándar de ± 11 años entre los hombres, y una media de edad de 49 años con una desviación estándar de ± 11 años entre las mujeres (Tabla 1).

Tabla 1. Edad y sexo de los pacientes con diagnóstico de Litiasis Nefroureteral. Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños, Septiembre - Diciembre de 2015.

Variables	Sexo		Total N= 103
	Masculino N= 78	Femenino N= 25	
Edad			
Media (DS)	48 (11)	49 (11)	
Mínima	24	34	
Máxima	84	71	

Fuente de información: secundaria /expediente clínico y orden médica.

En los estudios de Tomografía se evidenció entre los participantes ausencia de riñón derecho en un hombre y ausencia de riñón izquierdo en una mujer.

Tabla 2. Características morfológicas renales según sexo, en pacientes con diagnóstico de Litiasis Nefrourinaria. Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños, Septiembre - Diciembre de 2015.

Características	Sexo		Total n= 103
	Masculino n= 78	Femenino n= 25	
Tamaño renal en mm	(n) (%)	(n) (%)	(n) (%)
Riñón derecho ⁽¹⁾			
Normal	72 (93.5)	25 (100)	97 (95)
Disminuido	4 (5.2)	0	4 (4)
Aumentado	1 (1.3)	0	1 (1)
Riñón izquierdo ⁽²⁾			
Normal	71 (91)	24 (100)	95 (93.1)
Disminuido	4 (5.1)	0	4 (3.9)
Aumentado	3 (3.9)	0	3 (2.9)
Grosor del parénquima			
	(n) (%)	(n) (%)	(n) (%)
Riñón derecho			
Normal	75 (97.4)	25 (100)	100 (98)
Disminuido	2 (2.6)	0	2 (2)
Riñón izquierdo			
Normal	75 (96.2)	24 (100)	99 (97.1)
Disminuido	3 (3.8)	0	3 (2.9)
Relación seno-parénquima			
	(n) (%)	(n) (%)	(n) (%)
Riñón derecho			
Conservada	75 (97.4)	25 (100)	100 (98)
Perdida	2 (2.6)	0	2 (2)
Riñón izquierdo			
Conservada	75 (96.2)	24 (100)	99 (97.1)
Perdida	3 (3.8)	0	3 (2.9)
Contornos renales			
	(n) (%)	(n) (%)	(n) (%)
Riñón derecho			
Lisos	67 (87)	25 (100)	92 (90.2)
Lobulados	10 (13)	0	10 (9.8)
Riñón izquierdo			
Lisos	68 (87.2)	24 (100)	92 (90.2)
Lobulados	10 (12.8)	0	10 (9.8)

Fuente de información: secundaria /expediente clínico y orden médica.

(1) Un hombre con ausencia quirúrgica de Riñón derecho

(2) Una mujer con ausencia quirúrgica de Riñón izquierdo

En relación a las características morfológicas renales diagnosticadas a través de la Tomografía Computarizada: Todas las mujeres participantes tenían ambos riñones con tamaño y grosor de parénquima normal, con relación seno-parénquima conservada y contornos renales lisos. Hubo cuatro hombres que tenían el riñón derecho disminuido de tamaño y 1 que lo tenía aumentado, cuatro que tenían el riñón izquierdo disminuido de tamaño y tres que lo tenían aumentado. Dos hombres tenían el grosor del parénquima de su riñón derecho disminuido y 3 el del riñón izquierdo. Dos presentaban pérdida de la relación seno-parénquima del riñón derecho y 3 del riñón izquierdo. Diez hombres tenían el contorno del riñón derecho lobulado y 10 el del riñón izquierdo (Tabla 2).

Explorando la presencia de cálculos nefroureterales, el número y su composición a través de la Tomografía Computarizada con Energía Dual (Tabla 3), se encontró:

- A nivel del grupo calicial superior:
 - En hombres se identificaron 17 litos en riñón derecho, la mayor parte eran de Cistina, y 32 en riñón izquierdo de Cistina pura y de Oxalato de Calcio puro. A ambos lados tenían un tamaño promedio de 11 mm.
 - Entre las mujeres se identificaron 4 litos en riñón derecho y 3 en riñón izquierdo, con un tamaño promedio de 7 y 2.6 mm respectivamente, compuestos casi en iguales proporciones de Cistina pura y de Oxalato de Calcio puros.
- A nivel del grupo calicial medio:
 - En hombres se identificaron 32 litos en riñón derecho y 27 en riñón izquierdo, con un tamaño promedio de 7.9 y 13 mm respectivamente. En ambos riñones predominaron las composiciones de Cistina pura y Oxalato de Calcio puro.
 - En mujeres se identificaron 8 litos en riñón derecho y 7 en riñón izquierdo, con un tamaño medio de 10 y 5 mm respectivamente, 2/3 de los litos eran de Cistina pura en riñón derecho y más de 3/4 eran de Oxalato de Calcio en riñón izquierdo.
- A nivel del grupo calicial inferior:
 - En hombres se identificaron 31 litos en riñón derecho y 49 en riñón izquierdo, con tamaño promedio de 7.8 mm en riñón derecho y 9.4 en riñón izquierdo, predominaron las composiciones de Cistina pura y Oxalato de Calcio puro en ambos riñones.

- En mujeres se identificaron 13 litos en riñón derecho y 17 en el izquierdo, con tamaño promedio de 8.8 y 6.8 mm respectivamente, al igual que en los hombres las composiciones predominantes fueron de Cistina pura y Oxalato de Calcio puro.
- En la pelvis:
 - En hombres se detectaron 5 litos en el riñón derecho y 14 en el izquierdo, con un tamaño promedio de 22 mm en ambos riñones, predominaron las composiciones de Cistina pura y Oxalato de Calcio puro.
 - En mujeres se identificaron 2 litos en riñón derecho y 8 en riñón izquierdo, con un tamaño medio de 15 mm, en riñón derecho predominaron los cálculos de Oxalato de Calcio puro y con Cistina, y en riñón izquierdo 2/3 eran de Oxalato de Calcio.

Tabla 3. Tamaño y composición de litos según sexo identificados a través de TCED. Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños, Sept. – Diciembre de 2015.

Características de Litos por ubicación anatómica	Sexo				Total n= 103
	Masculino n= 78		Femenino n= 25		
	Riñón der.	Riñón izq.	Riñón der.	Riñón izq.	
Grupo calicial sup.					
Número	17	32	4	3	56
Tamaño (mm)					
Medio	11	11	7	2.6	
Mínimo	2	2	3	2	
Máximo	22	16	16	3	
Composición / No (%)					
Cistina	13 (76.5)	16 (50)	2 (50)	2 (66.7)	33 (58.9)
Oxalato cálcico	3 (17.6)	14 (43.7)	2 (50)	1 (33.3)	31 (35.7)
Ácido úrico	-----	1 (3.15)	-----	-----	1 (1.8)
Cistina + Oxalato	-----	-----	-----	-----	-----
Cistina + Ácido úrico	1 (5.9)	1 (3.15)	-----	-----	2 (3.6)

Grupo calicial medio					
Número	32	27	8	7	74
Tamaño (mm)					
Media	7.9	13	10	5	
Mínimo	2	2	3	3	
Máximo	34	46	13	11	
Composición / No (%)					
Cistina	15 (46.9)	14 (51.8)	5 (62.5)	1 (14.3)	35 (47.3)
Oxalato cálcico	14 (43.7)	8 (29.6)	3 (37.5)	6 (85.7)	31 (41.9)
Ácido úrico	2 (6.25)	2 (7.4)	-----	-----	4 (5.4)
Cistina + Oxalato	-----	1 (3.7)	-----	-----	1 (1.35)
Cistina + Ácido úrico	1 (3.15)	2 (7.5)	-----	-----	3 (4.05)
Grupo calicial inf.					
Número	31	49	13	17	110
Tamaño (mm)					
Media	7.8	9.4	8.8	6.8	
Mínimo	2	2	2	2	
Máximo	20	28	23	25	
Composición No (%)					
Cistina	12 (38.7)	24 (49)	8 (61.5)	10 (58.9)	54 (49.1)
Oxalato cálcico	14 (45.2)	18 (36.7)	5 (38.5)	6 (35.2)	43 (39.1)
Ácido úrico	3 (9.7)	2 (4.1)	-----	-----	5 (4.55)
Cistina + Oxalato	1 (3.2)	1 (2)	-----	-----	2 (1.8)
Cistina + Ácido úrico	1 (3.2)	4 (8.2)	-----	1 (5.9)	6 (5.45)
Pelvis					
Número	5	14	2	8	29
Tamaño (mm)					
Media	22	22	15.5	15	
Mínimo	10	6	12	5	
Máximo	43	48	19	23	
Composición / No (%)					
Cistina	2 (40)	4 (28.6)		2 (25)	8 (27.6)
Oxalato cálcico	2 (40)	10 (71.4)	1 (50)	5 (62.5)	18 (62.1)
Ácido úrico	1 (20)	-----	-----	-----	1 (3.4)
Cistina + Oxalato	-----	-----	1 (50)	-----	1 (3.4)
Cistina + Ácido úrico	-----	-----	-----	1 (12.5)	1 (3.4)

Fuente de información: secundaria /expediente clínico y orden médica.

En relación al número, tamaño y composición de los cálculos diagnosticados por la TCED a nivel de los uréteres (Tabla 4), se encontró:

- A nivel del Uréter proximal:
 - En hombres se identificaron 7 litos en el uréter proximal derecho con un tamaño promedio de 8.5 mm, predominando la composición de Oxalato de Calcio puro; y 5 litos en el uréter proximal izquierdo con un tamaño promedio de 9 mm, cuya composición era de Oxalato de Calcio puro y de Cistina pura.
 - Entre mujeres solo se identificó 1 lito en uréter proximal derecho, medía 9 mm y era de oxalato de calcio.
- A nivel del Uréter medio:
 - No se identificaron litos en uréter medio en las mujeres participantes.
 - En hombres se identificaron 5 cálculos en el uréter medio derecho y 5 en el izquierdo, con un tamaño promedio de 10 y 11 mm respectivamente, compuestos de Cistina pura y de Oxalato de Calcio puro
- A nivel del Uréter distal:
 - En hombres se diagnosticaron 3 litos en uréter distal derecho con un tamaño promedio de 10 mm, 2/3 eran de Cistina pura; y 6 litos en el uréter distal izquierdo con un tamaño promedio de 6.6 mm, predominando la composición de Oxalato de Calcio puro.
 - En mujeres se identificó 1 lito en uréter distal derecho, medía 5 mm y era de Cistina + Ácido Úrico, y 3 cálculos en uréter distal izquierdo, con un tamaño promedio de 10 mm, 2/3 eran de Cistina pura.
- En el Uréter intramural:
 - En hombres se diagnosticaron 4 cálculos en el uréter intramural izquierdo, de distintas composiciones y con tamaño promedio de 5.5 mm.
 - En mujeres solo se identificó 1 lito en uréter intramural derecho, medía 5 mm y era de Oxalato de Calcio puro.

Tabla 4. Características de litos según sexo, identificados por TCED. Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños. Septiembre– Diciembre de 2015.

Características de Litos	Sexo				Total n= 103
	Masculino n= 78		Femenino n= 25		
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	
Uréter proximal					
Número	7	5	1	0	13
Tamaño (mm)					
Media	8.5	9	9	-----	
Mínimo	3	5	9	-----	
Máximo	14	12	9	-----	
Composición No (%)					
Cistina	1 (14.3)	2 (40)	-----	-----	3 (23.1)
Oxalato cálcico	4 (57.1)	3 (60)	1 (100)	-----	8 (61.5)
Ácido úrico	-----	-----	-----	-----	-----
Cistina + Oxalato	-----	-----	-----	-----	-----
Cistina + Ácido úrico	2 (28.6)	-----	-----	-----	2 (15.4)
Uréter medio					
Número	5	5	0	0	10
Tamaño (mm)					
Media	10	11	-----	-----	
Mínimo	2	4	-----	-----	
Máximo	16	21	-----	-----	
Composición No (%)					
Cistina	2 (40)	2 (40)	-----	-----	4 (40)
Oxalato cálcico	3 (60)	2 (40)	-----	-----	5 (50)
Ácido úrico	-----	-----	-----	-----	-----
Cistina + Oxalato	-----	1 (20)	-----	-----	1 (10)
Cistina + Ácido úrico	-----	-----	-----	-----	-----
Uréter distal					
Número	3	6	1	3	13
Tamaño (mm)					
Media	10	6.6	5	10	
Mínimo	5	2	5	5	
Máximo	14	9	5	8	
Composición No (%)					
Cistina	2 (66.7)	2 (33.3)	-----	2 (66.7)	6 (46.15)
Oxalato cálcico	1 (33.3)	4 (66.7)	-----	1 (33.3)	6 (46.15)
Ácido úrico	-----	-----	-----	-----	-----
Cistina + Oxalato	-----	-----	-----	-----	-----
Cistina + Ácido úrico	-----	-----	1 (100)	-----	1 (7.7)

Uréter intramural					
Número	0	4	1	0	5
Tamaño (mm)					
Media	-----	5.5	5	-----	
Mínimo	-----	3	5	-----	
Máximo	-----	8	5	-----	
Composición No (%)					
Cistina	-----	1 (25)	-----	-----	1 (20)
Oxalato cálcico	-----	-----	1 (100)	-----	1 (20)
Ácido úrico	-----	1 (25)	-----	-----	1 (20)
Cistina + Oxalato	-----	1 (25)	-----	-----	1 (20)
Cistina + Ácido úrico	-----	1 (25)	-----	-----	1 (20)

Fuente de información: secundaria /expediente clínico y orden médica.

Únicamente se identificaron dos pacientes con litos a nivel de la vejiga, ambos eran del sexo masculino, los cálculos tenían un promedio de tamaño de 24 mm, uno era de Cistina pura y el otro de Ácido Úrico puro (Tabla 5).

Tabla 5. Número, tamaño y composición de litos vesicales según sexo, diagnosticados a través de TCED. Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños. Septiembre–Diciembre de 2015.

Características de Litos	Sexo		Total n=103
	Masculino n= 78	Femenino n= 25	
Vejiga			
Número	2	0	2
Tamaño (mm)			
Media	24	-----	
Mínimo	18	-----	
Máximo	30	-----	
Composición No (%)			
Cistina	1 (50)	-----	1 (50)
Oxalato cálcico	-----	-----	
Ácido úrico	1 (50)	-----	1 (50)
Cistina + Oxalato	-----	-----	
Cistina + Ácido úrico	-----	-----	

Fuente de información: secundaria /expediente clínico y orden médica.

Como se describió arriba, al total de participantes (78 hombres y 25 mujeres) se les hizo un estudio de Tomografía Computarizada para diagnóstico de cálculos nefroureterales, considerando esta prueba como el estándar de oro; en todos se observó litos por lo que se procedió al uso de Energía Dual para análisis de su composición.

De estos participantes, solo 29 tenían un Ultrasonido previo inmediato a la toma de la TCED (hechos el mismo día a continuación un procedimiento del otro, por observadores diferentes). Los 29 participantes que tenían ambos estudios a continuación uno del otro, fueron incluidos al siguiente análisis con el objeto de valorar la capacidad diagnóstica del Ultrasonido para la detección de cálculos nefroureterales en comparación con la TCED.

Hallazgos del análisis comparativo (Tabla 6.1.)

➤ Riñón derecho

- De 29 participantes solo 21 tenían cálculos en riñón derecho por TCED.
- De esos 21, sólo en 15 fueron detectados por USG.
- En un análisis de razón de base 10: $(15/21 \times 10 = 7)$ se concluye que de cada 10 pacientes en los que se diagnostican cálculos nefroureterales en riñón derecho por TCED, solamente 7 se detectan por USG. Hay un sub-diagnóstico de 3 pacientes (Tabla 6.1).

➤ Riñón izquierdo:

- Los 29 participantes incluidos en este análisis tenían cálculos a nivel de riñón izquierdo diagnosticado por TCED.
- De esos 29, solo en 17 fueron detectados por USG.
- En un análisis de razón de base 10: $(17/29 \times 10 = 5.86)$ se concluye que de cada 10 pacientes en los que se diagnostican cálculos nefroureterales en riñón izquierdo por TCED, solamente 6 se detectan por USG. Hay un sub-diagnóstico de 4 pacientes (Tabla 6.1).

Tabla 6.1. Análisis Comparativo de la capacidad diagnóstica de la TCED y el Ultrasonido para el diagnóstico de Litiasis Nefrourinaria. Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños. Septiembre– Diciembre de 2015.

Ubicación anatómica	Medio Diagnóstico		Razón sobre base 10 ^(a)
	TCED n= 29 (Individuos)	USG n=29	
Riñón derecho			
Grupo Caliciales:			
Superior (GCS)	2	0	----
Medio (GCM)	6	4	(4/6 x 10 = 6.6)
Inferior (GCI)	12	10	(10/12 x 10 = 8.3)
Pelvis	1	1	(1/1 x 10 = 10)
Totales	21	15	(15/21 x 10 = 7)
Riñón Izquierdo			
Grupo Caliciales:			
Superior (GCS)	5	2	(2/5 x 10 = 4)
Medio (GCM)	7	5	(5/7 x 10 = 7)
Inferior (GCI)	12	6	(6/12 x 10 = 5)
Pelvis	5	4	(4/5 x 10 = 8)
Totales	29	17	(17/29 x 10 =6)

Fuente de información: secundaria /expediente clínico y orden médica.

^(a) **Razón de detección por TAC vs Ultrasonografía, de base 10.**

En Tabla 6.2. se puede ver que se detectaron cálculos en uréter derecho a través de TCED en 6 participantes. De estos solo 4 fueron detectados por USG. Calculando una razón de base 10 ($4/6 \times 10 = 6.6$), lo que implica que por cada 10 casos de Ureterolitiasis derecha diagnosticados por TCED sólo 6.6 se detectan por USG, habiendo un sub diagnóstico de aproximadamente 3.

Tabla 6.2. Análisis Comparativo TCED y USG en la detección de Ureterolitiasis. Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños. Sept.– Diciembre de 2015.

Sitio anatómico del lito:	Medio Diagnóstico		Razón sobre base 10 ^(a)
	TCED n= 29 n	USG n=29 n	
Uréter derecho			
Nivel:			
Proximal	3	1	(1/3 x 10 = 3.3)
Medio	0	0	-----
Distal	2	2	(2/2 x 10 = 10)
Intramural	1	1	(1/1 x 10 = 10)
Total	6	4	(4/6 x 10 = 6.6)
Uréter izquierdo			
Nivel:			
Proximal	4	0	-----
Medio	2	2	(2/2 x 10 = 10)
Distal	5	3	(3/5 x 10 = 6)
Intramural	1	0	-----
Total	12	5	(5/12 x 10 = 4)

Fuente de información: secundaria /expediente clínico y orden médica.

^(a) **Razón de detección por TAC vs Ultrasonografía, de base 10.**

Se diagnosticaron 12 casos de litiasis Ureteral izquierda por TAC de los que sólo 5 fueron detectados por USG, para una razón diagnóstica de base 10: $(5/12 \times 10 = 4)$, lo que indica que por cada 10 casos de Ureterolitiasis izquierda diagnosticados por TCED, solo se detectan 4 por USG (Tabla 6.2.)

La Tabla 7 se refiere a número de litos diagnosticados (no a número de individuos) por TCED y a través de USG: foco ecogénico, sombra acústica posterior y centelleo. Se puede observar que a nivel del riñón derecho de 25 cálculos detectados por TCED, 17 fueron detectados por foco ecogénico/USG, 17 por sombra acústica posterior/USG y solo 12 por centelleo/USG. En riñón izquierdo se identificaron 35 cálculos por TCED, de estos 20 se diagnosticaron por foco ecogénico, 20 por sombra acústica posterior y solamente 13 por centelleo.

Tabla 7. Número de litos nefroureterales diagnosticados por TCED y por USG y su composición. Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños. Septiembre–Diciembre de 2015.

Ubicación Anatómica	Composición del litio	Medio Diagnóstico			
		# de litos detectados por TCED	# de litos detectados por USG / Foco Ecogénico	# de litos detectados por USG /Sombra Acúst. Post	# de litos detectados por USG - /Centelleo
Riñón derecho		25	17	17	12
	Razón base 10(*)		(17/25 = 7)	(17/25 = 7)	(12/25 = 5)
	Cistina	16	9	9	6
	Oxalato cálcico	7	6	6	4
	Ácido Úrico	0	0	0	0
	Cistina + Oxalato	1	1	1	1
	Cistina + Ác. Úrico	1	1	1	1
Riñón izquierdo		35	20	20	13
	Razón base 10 (*)		(20/35 = 6)	(20/35 = 6)	(13/35= 4)
	Cistina	18	9	9	7
	Oxalato cálcico	14	9	9	5
	Ácido Úrico	2	1	1	0
	Cistina + Oxalato	0	0	0	0
	Cistina + Ác. Úrico	1	1	1	1
Uréteres		20	10	9	7
	Razón base 10(*)		(10/20 = 5)	(9/20 = 4.5)	(7/20 = 3.5)
	Cistina	7	3	3	3
	Oxalato cálcico	12	6	5	3
	Ácido Úrico	0	0	0	0
	Cistina + Oxalato	1	1	1	1
	Cistina + Ác. Úrico	0	0	0	0
Total de litos		80	47	46	32
	Razón base 10(*)		(47/80 = 6)	(46/80 = 5.7)	(32/80 = 4)
	Cistina	41	21	21	16
	Oxalato cálcico	33	21	20	12
	Ácido Úrico	2	1	1	0
	Cistina + Oxalato	2	2	2	2
	Cistina + Ác. Úrico	2	2	2	2

Fuente de información: secundaria /expediente clínico y orden médica.

A nivel de los Uréteres se identificaron 20 litos por TCED, pero solamente 10 fueron diagnosticados por foco ecogénico, y 9 por sombra acústica posterior y 7 por centelleo. En resumen de un total de 80 cálculos nefroureterales detectados por TCED, solamente 47 fueron vistos por foco ecogénico/USG, 46 por sombra acústica posterior/USG y 32 por centelleo/USG (Tabla 7).

En cuanto a la composición de acuerdo a la TCED, predominaron en general los cálculos de Cistina puros (51%) y los de Oxalato de Calcio puros (41%) (Tabla 7).

Tabla 8. Diagnóstico por Ultrasonografía de litos nefroureterales de acuerdo a su tamaño, en relación a los diagnosticados por TCED. Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños. Septiembre– Diciembre de 2015.

Tamaño de los litos en mm	Total de litos diagnosticados según		Razón de base 10
	medio diagnóstico		
	TCED n = 80	USG n = 47	
02 – 05 mm	28	12	10 / 4.3
06 – 10 mm	36	21	10 / 5.8
11 – 34 mm	16	14	10 / 8.7

Fuente de información: secundaria /expediente clínico y orden médica.

La tabla 8 muestra la detección de litos por Ultrasonido en relación a la detección por Tomografía Computarizada con Energía Dual, según el tamaño de los litos. Se puede afirmar que en la medida en que el tamaño del lito disminuye, disminuye la detección del USG, es así que por cada 10 litos de 11 a 34 mm detectados por TCED se detectan aproximadamente 9 por USG, en cambio en el tamaño de 2 a 5 mm por cada 10 detectados por TCED sólo se diagnostican 4 por Ultrasonido.

IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La patología litiásica nefrourinaria es una queja común en la consulta del Hospital Militar Escuela Alejandro Dávila Bolaños de Nicaragua puesto que, a como lo refiere la literatura, se presenta comúnmente en países templados como Nicaragua (3). El presente estudio no permite calcular medidas de incidencia o prevalencia de la enfermedad por tratarse de un estudio de Serie de Casos donde todos los participantes padecían la patología índice.

La población de estudio la constituyeron todos los pacientes con diagnóstico presuntivo de Litiasis Nefrourinaria a los que se les realizó una Tomografía Computarizada con Energía Dual durante el período de estudio, para confirmación diagnóstica y caracterización de los litos. El motivo de la consulta en todos los casos fueron síntomas clínicos que corresponden con lo reportado en la literatura médica para esta patología (12, 24, 25, 27, 61).

Hubo predominio de hombres (3/4 de los participantes), acorde con la literatura que refiere esta como una patología que se presenta más comúnmente en hombres (3). El promedio y la desviación estándar de la edad de los pacientes fue similar en hombres y mujeres lo que también entra en los márgenes de edad referidos por la literatura internacional para ambos sexos (3).

En cuanto a los hallazgos relacionados a las características morfológicas renales (Tabla 2), en las mujeres no se encontró alteraciones ni en el tamaño renal, ni en su grosor, ni en los contornos, ni en la relación seno-parénquima. En los hombres, se encontró mayor número de participantes con disminución de tamaño de alguno de los riñones, lo que puede estar señalando la existencia de Infección Renal Crónica o de Insuficiencia Renal (11). En menor número de participantes se detectó aumento de tamaño en uno de sus riñones, hallazgo que puede asociarse a cuadros de Insuficiencia Renal Aguda (61).

En algunos participantes se identificó disminución del parénquima de uno de los riñones, en ninguno se presentó disminución bilateral. El adelgazamiento focal del

parénquima suele corresponder a cicatrices pielonefríticas, aunque si es difuso podría tratarse de una nefropatía vascular (25).

Aunque pocos participantes tenían pérdida de la relación seno-parénquima en alguno de los riñones, reflejando procesos infecciosos crónicos, aproximadamente un quinto de ellos tenía el contorno de alguno de sus riñones lobulado, asociado también a infecciones crónicas, a insuficiencia renal y a tumores (61).

La Tomografía Computarizada con Doble Energía permitió de esta manera, con facilidad y precisión, la descripción de las características morfológicas del sistema nefrouinario de los 103 pacientes participantes en el estudio. En los participantes en quienes se realizó Ultrasonido previo inmediato a la Tomografía, se pudo corroborar que ese método permite también la descripción de características morfológicas renales aunque con menor precisión que la TCED.

Fue relevante evidenciar que a través de la TCED se detectó cálculos en todos los niveles, riñones, uréteres, y vejiga, y se pudo también definir el tamaño y composición de estos (Tablas 3, 4 y 5).

Cuando se compara la capacidad de detección de cálculos nefrouinarios por Ultrasonido en relación a los detectados por TCED (tomando este como estándar de oro), a partir de una estimación de razón de base 10, se encontró que por cada 10 pacientes con litiasis nefrouinaria en riñón derecho diagnosticados por TCED, se diagnostican sólo 7 por ultrasonido. En el riñón izquierdo sólo 6, en uréter derecho 7, en uréter izquierdo 4 (Tablas 6.1 y 6.2). Esto evidencia el importante grado de sub-diagnóstico que representa el uso de ultrasonido en esta patología en comparación con la TCED, dato que está soportado por evidencia científica internacional (21, 26).

El diagnóstico ultrasonográfico de cálculos nefrouinarios se puede fundamentar a través de imágenes de foco ecogénico, de sombra acústica posterior o de centelleo.

En la Tabla 7 se puede observar que del total de litos detectados por TCED, sólo se detectaron a través de USG 59% por foco ecogénico, 58% por sombra acústica posterior y 40% por centelleo. Estimando las diferencias de capacidad diagnóstica de ambos métodos, utilizando la estimación de una razón de base 10 observamos que de

cada 10 cálculos nefroureterales detectados por TCED sólo 6 se ven por foco ecogénico, 5.7 por sombra acústica posterior y 4 por centelleo. Lo que refleja un sub-diagnóstico del Ultrasonido de casi la mitad de los casos. Este sub-diagnóstico del USG se incrementa cuando se trata de cálculos Ureterales.

Llama la atención que aún cuando el centelleo es, de acuerdo a la literatura (61), más específico para el diagnóstico de litiasis que el foco ecogénico y la sombra acústica posterior puesto que estos dos últimos pueden estar dados por cualquier calcificación, huesos o artefactos, el centelleo es el que está menos estandarizado en nuestro medio.

En la misma Tabla 7 se puede observar también que las dos composiciones de litos que predominaron en el estudio fueron: Cistina pura (51.2%), seguida de Oxalato de Calcio puro (41.25%). Este hallazgo está acorde a reportes internacionales que refieren que la composición predominante en los cálculos nefroureterales es el Oxalato de Calcio (19) El exceso de cálculos de Cistina pura puede estar asociado a varios síndromes metabólicos y puede requerir tratamiento médico sistémico (61).

Como se puede observar, el uso de distintos espectros de rayos X en la TCED permite la clasificación de los litos de acuerdo a su composición, capacidad de la que carece el Ultrasonido y que es importante para el manejo óptimo del cálculo por 3 razones: la composición da idea la dureza del lito, lo que determina el resultado en caso de manejo con litotripsia extracorpórea; el contenido puede estar relacionado a síndromes metabólicos que requieren manejo especial; el conocer cuál es la composición puede orientarnos a tomar la decisión de esfuerzos preventivos como tratamiento médico y restricciones de dieta (2, 5-8).

Si se introduce a TCED se podría prescindir en un futuro de los estudios iniciales sin contraste en aquellos casos que lo permitan, lo que reduciría la dosis de radiación según algunos autores hasta en el 30% (60).

En la Tabla 8 se refleja la disminución de la capacidad de detección del cálculo por el USG en la medida en que el lito disminuye de tamaño, de manera que mientras por cada 10 litos de 11 a 34 mm detectados por TCED se diagnostican 9 por USG, en el tamaño de 2 a 5 mm por cada 10 diagnosticados por TCED se diagnostican sólo 4 por USG.

X. CONCLUSIONES

- Los participantes del estudio fueron predominantemente hombres, lo que concuerda con la literatura que refiere que la litiasis nefrourinaria se presenta más comúnmente en hombres. La edad promedio de los participantes fue de 48 con una desviación estándar de ± 11 años, lo que corresponde a los grupos de edad en que de acuerdo a la bibliografía esta enfermedad es más incidente.
- En el marco del diagnóstico de la Litiasis Nefrourinaria, la Tomografía Computarizada con doble energía ofrece la posibilidad de mayor detección y descripción más precisa de la composición química del cálculo, hecho que puede guiar mejor la decisión terapéutica y ampliar la oportunidad de ofrecer un tratamiento más óptimo al paciente. Aun cuando ningún diagnóstico por imagen puede predecir con *exactitud* la composición química, la fragilidad del cálculo se relaciona a su estructura y densidad y puede ser abordada con mayor *precisión* con el uso de distintos espectros de rayos X (doble energía) en la Tomografía.
- El presente estudio mostró que el Ultrasonido alcanza niveles de sub-diagnóstico de Litiasis Nefrourinaria de entre 30 y 60% según la región anatómica en que se encuentre. Si se toma en cuenta la medida de los cálculos, a menor es el tamaño del lito mayor fue la probabilidad de no ser visto por Ultrasonido (tabla 8).

XI. RECOMENDACIONES

En el algoritmo diagnóstico del protocolo de manejo de los pacientes con cuadro clínico de Litiasis Nefrourinaria:

- ✓ Se debe tomar en cuenta la probabilidad alta de sub-detección / sub-diagnóstico del cálculo a través de la técnica de Ultrasonido.
- ✓ La Tomografía Computarizada debe ser el método diagnóstico de elección. En aquellos centros hospitalarios que cuenten con la capacidad, la recomendación debe ser de manera específica el uso de TCED que permita hacer una mejor aproximación a la composición del cálculo para guiar la decisión terapéutica.

Debe optimizarse el uso de la TC como técnica diagnóstica y aplicarse en aquellos pacientes en quienes haya un diagnóstico clínico bien fundamentado, para justificar la exposición del paciente a dosis altas de radiación.

Realizar estudios para abordar el costo - beneficio, tanto institucional como del paciente, de la introducción de la técnica de TCED en el protocolo de manejo del cuadro de Litiasis Nefrourinaria en el Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños.

Impulsar estudios que incluyan la comparación de la composición de los cálculos diagnosticada por TCED con análisis in vitro de composición química, para analizar la especificidad de la TCED en la descripción de la composición de los cálculos Nefrourinarios.

Garantizar la capacitación del personal que realiza las exploraciones de TC, interpreta las imágenes y hace el informe, en esta aplicación (TCED).

XII. BIBLIOGRAFIA

1. Wilde-Sonderman T, Díaz J, Samacá Y, Silva JM, Morales G. Litiasis Renal y Ureteral: Guía de Prácticas Clínicas. Instituto de Seguridad Social de Colombia.
2. Bres–Niewada E, Dybowski B, Radziszewski P. Predicting stone composition before treatment – can it really drive clinical decisions?. *Cent European J Urol* 2014; 67: 392-396.
3. Romain Grosjean, Michel Daudon, Mario F. Chammas Jr., et al. Pitfalls in urinary stone identification using CT attenuation values: Are we getting the same information on different scanner models?. *European Journal of Radiology* 2013; 82: 1201-1206.
4. Williams Jr JC, Saw KC, Paterson RF, et al. Variability of renal stone fragility in shock wave lithotripsy. *Urology* 2003;61:1092-6.
5. Chiro GD, Brooks RA, Kessler RM, et al. Tissue signatures with dual-energy computed tomography. *Radiology* 1979;131(2): 521-523.
6. Millner MR, McDavid WD, Waggenger RG, et al. Extraction of information from CT scans at different energies. *Med Phys* 1979;6(1): 70-71.
7. Guy Hidas, Ruth Eliahou, Mordechai Duvdevani, et al. Determination of Renal Stone Composition with Dual-Energy CT: In Vivo Analysis and Comparison with X-ray Diffraction. *Radiology* 2010; 257(2): 394-401.
8. X.-H. Li, R. Zhao, B. Liu, Y.-Q. Yu. Determination of urinary Stone composition using dual-energy spectral CT: Initial in vitro analysis. *Clinical Radiology* 2013; 68: e370-e377.
9. Pearle MS, Calhoun EA, Curhan GC. Urologic diseases in America project: urolithiasis. *J Urol.* 2005; 173(3): 848-57.
10. Avinash R. Kambadakone, Brian H. Eisner, Onofrio Antonio Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. *RadioGraphics* 2010; 30: 603-623.
11. Rosen MP, Siewert B, Sands DZ, Bromberg R, Edlow J, Raptopoulos V. Value of abdominal CT in the emergency department for patients with abdominal pain. *Eur Radiol* 2003; 13(2): 418-424.
12. Phillip M. Cheng, Paymann Moin, Matthew D. Dunn, et al. What the Radiologist needs to know about Urolithiasis: Part I – Pathogenesis, Types, Assessment and Variant Anatomy. *AJR* 2012; 198: W540-W547.
13. Phillip M. Cheng, Paymann Moin, Matthew D. Dunn, et al. What the Radiologist needs to know about Urolithiasis: Part II – CT Findings, Reporting and Treatment. *AJR* 2012; 198: W548-W554.
14. Sandhu C, Anson KM, Patel U. Urinary tract stones. I. Role of radiological imaging in diagnosis and treatment planning. *Clin Radiol* 2003; 58(6): 415-421.
15. Mutgi A, Williams JW, Nettleman M. Renal colic: utility of the plain abdominal roentgenogram. *Arch Intern Med* 1991; 151: 1589-1592.
16. Shine S. Urinary calculus: IVU vs. CT renal stone? A critically appraised topic. *Abdom Imaging* 2008; 33: 41-43.

17. Wells IT, Raju VM, Rowberry BK, Johns S, Freeman SJ, Wells IP. Digital tomosynthesis: a new lease of life for the intravenous urogram? *Br J Radiol* 2011; 84: 464-468.
18. Mermuys K, De Geeter F, Bacher K, et al. Digital tomosynthesis in the detection of urolithiasis: diagnostic performance and dosimetry compared with digital radiography with MDCT as the reference standard. *AJR* 2010; 195: 161-167.
19. Dunnick RN, Sandler CM, Newhouse JH, Amis ES Jr. Nephrocalcinosis and nephrolithiasis. *Textbook of uro-radiology*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2001: 178-194.
20. Rubens DJ, Bhatt S, Nedelka S, Cullinan J. Doppler artifacts and pitfalls. *Radiol Clin North Am* 2006; 44: 805-835.
21. Tamm EP, Silverman PM, Shuman WP. Evaluation of the patient with flank pain and possible ureteral calculus. *Radiology* 2003; 228: 319-329.
22. Edmonds ML, Yan JW, Sedran RJ, McLeod SL, Theakston KD. The utility of renal ultrasonography in the diagnosis of renal colic in emergency department patients. *CJEM* 2010; 12: 201-206.
23. Moesbergen TC, de Ryke RJ, Dunbar S, Wells JE, Anderson NG. Distal ureteral calculi: US follow-up. *Radiology* 2011; 260: 575-580.
24. Roy C, Saussine C, LeBras Y, et al. Assessment of painful ureterohydronephrosis during pregnancy by MR urography. *Eur Radiol* 1996; 6: 334-338.
25. Smith RC, Verga M, McCarthy S, Rosenfield AT. Diagnosis of acute flank pain: value of unenhanced helical CT. *AJR* 1996; 166: 97-101.
26. Fielding JR, Steele G, Fox LA, Heller H, Loughlin KR. Spiral computerized tomography in the evaluation of acute flank pain: a replacement for excretory urography. *J Urol* 1997; 157: 2071-2073.
27. Sommer FG, Jeffrey RB, Rubin GD, et al. Detection of ureteral calculi in patients with suspected renal colic: value of reformatted noncontrast helical CT. *AJR* 1995; 165: 509-513.
28. Katz SI, Saluja S, Brink JA, Forman HP. Radiation dose associated with unenhanced CT for suspected renal colic: impact of repetitive studies. *AJR* 2006; 186: 1120-1124.
29. Poletti P-A, Platon A, Rutschmann OT, et al. Low-dose versus standard-dose CT protocol in patients with clinically suspected renal colic. *AJR* 2007; 188: 927-933.
30. Ciaschini MW, Remer EM, Baker ME, et al. Urinary calculi: radiation dose reduction of 50% and 75% at CT - effect on sensitivity. *Radiology* 2009; 251: 105-111.
31. Jin DH, Lamberton GR, Broome DR, et al. Effect of reduced radiation CT protocols on the detection of renal calculi. *Radiology* 2010; 255: 100-107.
32. Tartari S, Rizzati R, Righi R, et al. Low-dose unenhanced CT protocols according to individual body size for evaluating suspected renal colic: cumulative radiation exposures. *Radiol Med* 2010; 115: 105-114.

33. Smith RC, Coll DM. Helical computed tomography in the diagnosis of ureteric colic. *BJU Int* 2000; 86(1): 33-41.
34. Lin WC, Uppot RN, Li CS, Hahn PF, Sahani DV. Value of automated coronal reformations from 64-section multidetector row computerized tomography in the diagnosis of urinary stone disease. *J Urol* 2007; 178(3 pt 1): 907-91.
35. Bruce RG, Munch LC, Hoven AD, et al. Urolithiasis associated with the protease inhibitor indinavir. *Urology* 1997; 50(4): 513-518.
36. Blake SP, McNicholas MM, Raptopoulos V. Non-opaque crystal deposition causing ureteric obstruction in patients with HIV undergoing indinavir therapy. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 171(3): 717-720.
37. Kawashima A, Sandler CM, Boridy IC, et al. Unenhanced helical CT of ureterolithiasis: value of the tissue rim sign. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 168(4): 997-1000.
38. Ege G, Akman H, Kuzucu K, Yildiz S. Acute ureterolithiasis: incidence of secondary signs on unenhanced helical CT and influence on patient management. *Clin Radiol* 2003; 58(12): 990-994.
39. Bellin MF, Renard-Penna R, Conort P, et al. Helical CT evaluation of the chemical composition of urinary tract calculi with a discriminant analysis of CT attenuation values and density. *Eur Radiol* 2004; 14(11): 2134-2140.
40. Johnson TR, Krauss B, Sedlmair M, et al. Material differentiation by dual energy CT: initial experience. *Eur Radiol* 2007; 17(6): 1510-1517.
41. Graser A, Johnson TR, Bader M, et al. Dual energy CT characterization of urinary calculi: initial in vitro and clinical experience. *Invest Radiol* 2008; 43(2): 112-119.
42. Primak AN, Fletcher JG, Vrtiska TJ, et al. Non-invasive differentiation of uric acid versus non-uric acid kidney stones using dual-energy CT. *Acad Radiol* 2007; 14(12): 1441-1447.
43. Stolzmann P, Kozomara M, Chuck N, et al. In vivo identification of uric acid stones with dual-energy CT: diagnostic performance evaluation in patients. *Abdom Imaging* 2009 Sep 2. [Epub ahead of print]
44. Thomas C, Patschan O, Ketelsen D, et al. Dual-energy CT for the characterization of urinary calculi: In vitro and in vivo evaluation of a low-dose scanning protocol. *Eur Radiol* 2009; 19: 1553-1559.
45. Lang EK, Price ET. Redefinitions of indications for percutaneous nephrostomy. *Radiology* 1983; 147: 419-426.
46. Preminger GM, Tiselius H-G, Assimos DG, et al. 2007 Guideline for the management of ureteral calculi. *Eur Urol* 2007; 52: 1610-1631.
47. Shekarriz B, Stoller ML. Uric acid nephrolithiasis: current concepts and controversies. *J Urol* 2002; 168: 1307-1314.
48. Trinchieri A, Esposito N, Castelnuovo C. Dissolution of radiolucent renal stones by oral alkalinization with potassium citrate/potassium bicarbonate. *Arch Ital Urol Androl* 2009; 81: 188-191.

49. Lingeman JE, Coury TA, Newman DM, et al. Comparison of results and morbidity of percutaneous nephrostolithotomy and extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1987; 138: 485-490.
50. Pearle MS, Lingeman JE, Leveillee R, et al. Prospective, randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for lower pole caliceal calculi 1 cm or less. *J Urol* 2005; 173: 2005-2009.
51. Rubin JI, Arger PH, Pollack HM, et al. Kidney changes after extracorporeal shock wave lithotripsy: CT evaluation. *Radiology* 1987; 162: 21-24.
52. Madbouly K, Sheir KZ, Elsobky E, Eraky I, Kenawy M. Risk factors for the formation of a steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: a statistical model. *J Urol* 2002; 167: 1239-1242.
53. Eisner BH, Kurtz MP, Dretler SP. Ureteroscopy for the management of stone disease. *Nat Rev Urol* 2010; 7: 40-45.
54. Lee WJ, Smith AD, Cubelli V, et al. Complications of percutaneous nephrolithotomy. *AJR* 1987; 148: 177-180.
55. Reddy PK, Hulbert JC, Lange PH, et al. Percutaneous removal of renal and ureteral calculi: experience with 400 cases. *J Urol* 1985; 134: 662-665.
56. Matlaga BR, Assimos DG. Changing indications of open stone surgery. *Urology* 2002; 59: 490-493.
57. Paik ML, Wainstein MA, Spirnak JP, Hampel N, Resnick MI. Current indications for open stone surgery in the treatment of renal and ureteral calculi. *J Urol* 1998; 159: 374-378.
58. Raboy A, Ferzli GS, Ioffreda R, Albert PS. Laparoscopic ureterolithotomy. *Urology* 1992; 39: 223-225.
59. Pareek G, Hedican SP, Lee FT Jr, Nakada SY. Shock wave lithotripsy success determined by skin-to-stone distance on computed tomography. *Urology* 2005; 66(5): 941-944.
60. Delgado Sánchez-Gracián C, Martínez Rodríguez C, Trinidad López C. La Tomografía Computarizada de doble energía: ¿para qué la quiero?. *Radiología* 2013; 55(4): 346-352.
61. Avendaño LH y Cols. *Nefrología Clínica* 3ra Edición. Editorial Médica Panamericana 2008, 1086 páginas.

XIII. ANEXOS

ANEXO 1. Ficha de Recolección de Datos.

ANEXO 2. Esquema que ilustra los principales tipos de litos y sus características según su composición. Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.

ANEXO 3. Imágenes en corte axial de TCED (140/80 kVp) de un paciente de 36 años con dolor agudo en flanco izquierdo, encontrándose cálculo de oxalato cálcico (voxeles con comportamiento similar al del calcio en ED codificados en color azul). Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.

ANEXO 4. Imágenes en corte axial de TCED (140/80 kVp) de un paciente de 46 años que se presenta con dolor agudo en flanco izquierdo, encontrándose cálculo compuesto de ácido úrico (voxeles con comportamiento similar al del ácido úrico en doble energía codificados en color rojo). Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.

ANEXO 5. Gráfica que demuestra la relación entre alto (120 kVp) y bajo (80 kVp) kilovoltaje en el análisis con doble energía de un cálculo de ácido úrico encontrado en el riñón izquierdo, con su imagen en reformación coronal mostrando el lito en cuestión. Gráficos tomados de la página web de Toshiba Medical: <http://medical.toshiba.com/products/ct/aquilion-one/pop-up-video-ad-dual-energy.php>

ANEXO 6. Imagen que muestra la relación entre alto y bajo kilovoltaje (135 y 80 kVp) en TCED de un cálculo de cistina en uréter izquierdo, con su reformación coronal mostrando el lito en cuestión. Gráficos tomados de TCED realizados durante el presente estudio con el equipo Aquilion One de TosMedica.

ANEXO 7. Gráfica que demuestra la relación entre alto y bajo kilovoltaje (135 y 80 kVp) en TCED de cálculos de oxalato de calcio en ambos riñones, con reformación coronal mostrando dichos litos. Gráficos tomados de TCED realizados durante el presente estudio con el equipo Aquilion One de TosMedica.

ANEXO 8. Imagen de la relación entre alto y bajo kilovoltaje (135 y 80 kVp) en TCED de múltiples cálculos mixtos (oxalato cálcico y cistina) en ambos riñones, con reformación coronal mostrando los litos. Gráficos tomados de TCED realizados durante el presente estudio con el equipo Aquilion One de TosMedica.

ANEXO 9. Diagrama de flujo que representa las distintas decisiones terapéuticas en base a la localización y tamaño del lito (renal en **a** y ureteral en **b**). ESWL: Litotripsia extracorpórea por ondas de choque (LEOC), PO: Por vía oral, URS: Ureteroscopia. Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.

ANEXO 10. Diagrama de flujo que representa las opciones de tratamiento según la composición del cálculo. Los calculos de cistina típicamente son resistentes a LEOC, siendo variable el grado de Resistencia. PCNL: Nefrolitotomía percutánea. Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.

ANEXO 11. Esquema que resume las diferentes opciones de tratamiento de urolitiasis. Phillip M. Cheng, Paymann Moin, Matthew D. Dunn, et al. What the Radiologist needs to know about Urolithiasis: Part II – CT Findings, Reporting and Treatment. AJR 2010

ANEXO 12. Características de los procedimientos terapéuticos para urolitiasis. Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.

ANEXO 1 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ficha No: _____ Fecha del estudio: _____
 No. Exp: _____ Edad: _____ Género: _____
 Motivo de consulta: _____
 Diagnóstico presuntivo: _____

I. Características morfológicas:


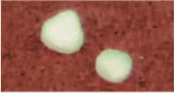




- a. Tamaño renal:** 1: Normal 2: Disminuido 3: Aumentado
 Riñón derecho: _____ Riñón izq.: _____
- b. Grosor del parénquima:** 1: Normal 2: Disminuido
 Riñón derecho: _____ Riñón izq.: _____
- c. Relación seno-parénquima:** 1: Conservada 2: Perdida
 Riñón derecho: _____ Riñón izq.: _____
- d. Contornos renales:** 1: Lisos 2: Lobulados
 Riñón derecho: _____ Riñón izq.: _____

II. Número, localización, tamaño y composición de los cálculos:

Riñón	Localización	Número (#)	Tamaño (mm)	Composición DE						Hallazgos por ultrasonido			
				1: Cistina	2: Oxalato cálcico	3: Ácido úrico	4: Cistina+Oxalato	5: Oxalato+Ácido úr	6: Cistina+Ácido úr	1: No visto	2: Foco ecogénico	3: Sombra acústica post.	4: Centelleo
Riñón derecho	GCS												
	GCM												
	GCI												
	Pelvis												
	Uréter prox												
	Uréter medio												
	Uréter distal												
	Intramural												
Vejiga													
Riñón izquierdo	GCS												
	GCM												
	GCI												
	Pelvis												
	Uréter prox												
	Uréter medio												
	Uréter distal												
	Intramural												

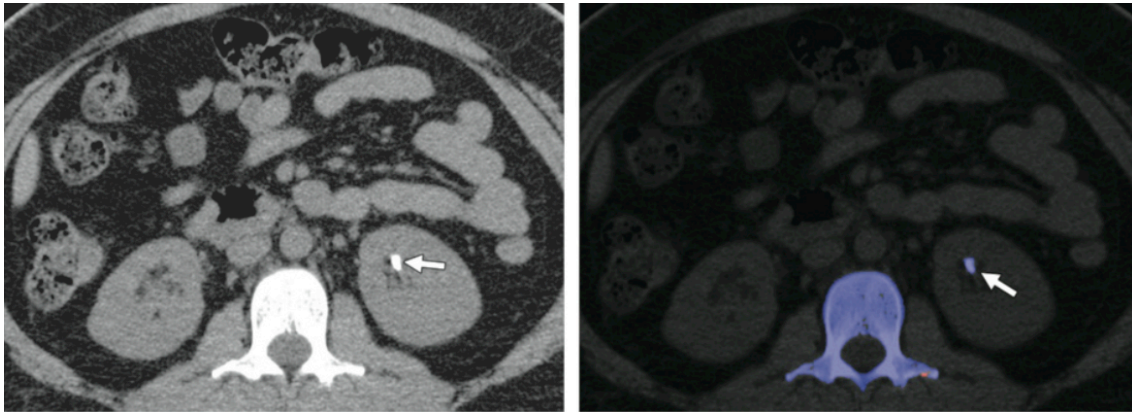
ANEXO 2.

Esquema que ilustra los principales tipos de litos y sus características según su composición. Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.

	Composition	Frequency of Occurrence	KUB Radiographic Appearance	CT Appearance/Attenuation (HU)	Associated Etiologic Factors
	Calcium oxalate monohydrate and dihydrate (calcium oxalate dihydrate)	40%–60%	Radiopaque	Opacified/ 1700–2800	Underlying metabolic disorder (eg, idiopathic hypercalcaemia or hyperoxaluria)
	Hydroxyapatite (calcium phosphate)	20%–60%	Radiopaque	Opacified/ 1200–1600	Usually no metabolic abnormality
	Brushite	2%–4%	Radiopaque	Opacified/ 1700–2800	...
	Uric acid	5%–10%	Radiolucent	Opacified/ 200–450	Idiopathic hyperuricemia or hyperuricosuria
	Struvite	5%–15%	Radiopaque	Opacified/ 600–900	Renal infection
	Cystine	1%–2.5%	Mildly opaque	Opacified/ 600–1100	Renal tubular defect

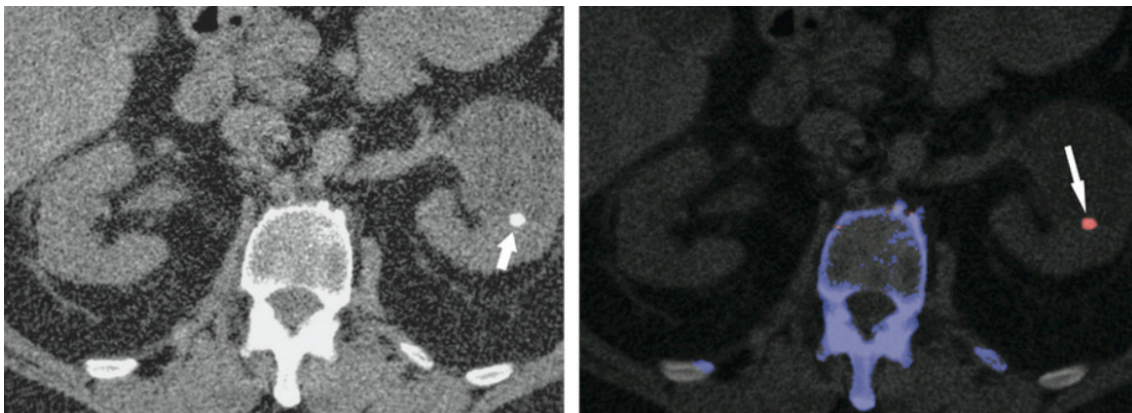
ANEXO 3.

Imágenes en corte axial de TCED (140/80 kVp) de un paciente de 36 años que se presenta con dolor agudo en flanco izquierdo, encontrándose cálculo compuesto de oxalato de calcio (voxeles con comportamiento similar al del calcio en doble energía codificados en color azul). Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.



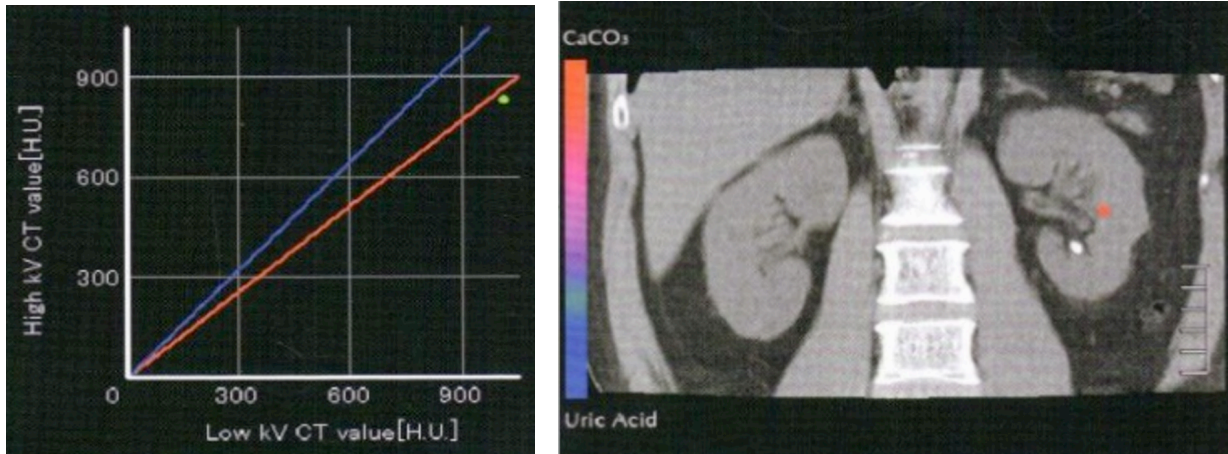
ANEXO 4.

Imágenes en corte axial de TCED (140/80 kVp) de un paciente de 46 años que se presenta con dolor agudo en flanco izquierdo, encontrándose cálculo compuesto de ácido úrico (voxeles con comportamiento similar al del ácido úrico en doble energía codificados en color rojo). Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.



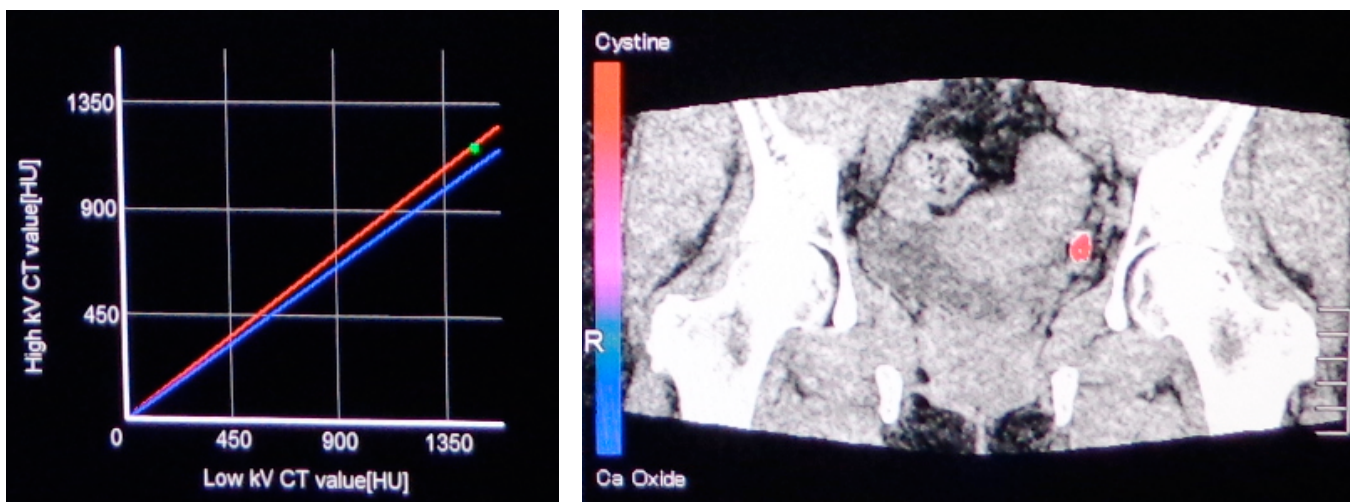
ANEXO 5.

Gráfica que demuestra la relación entre alto (120 kVp) y bajo (80 kVp) kilovolataje en el análisis con doble energía de un cálculo de ácido úrico encontrado en el riñón izquierdo, con su imagen en reformación coronal mostrando el lito en cuestión. Gráficos tomados de la página web de Toshiba Medical: <http://medical.toshiba.com/products/ct/aquilion-one/pop-up-video-ad-dual-energy.php>



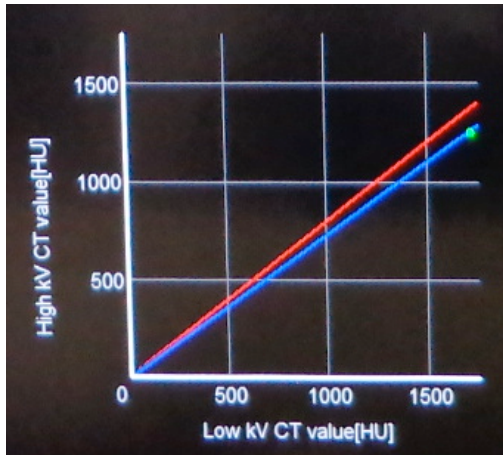
ANEXO 6.

Imagen que muestra la relación entre alto y bajo kilovoltaje (135 y 80 kVp) en TCED de un cálculo de cistina en uréter izquierdo, con su reformación coronal mostrando el lito en cuestión. Gráficos tomados de TCED realizados durante el presente estudio con el equipo Aquilion One de TosMedica.



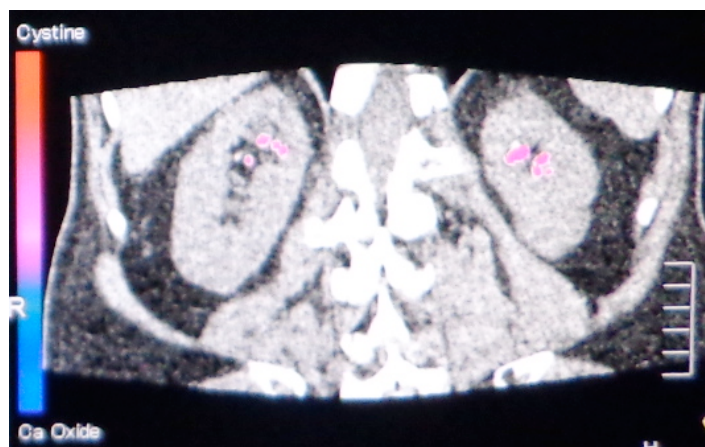
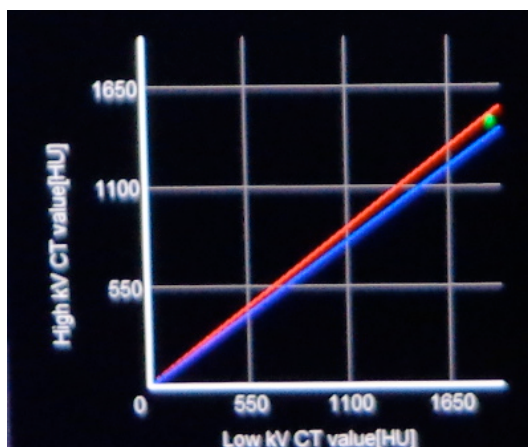
ANEXO 7.

Gráfica que demuestra la relación entre alto y bajo kilovoltaje (135 y 80 kVp) en TCED de cálculos de oxalato de calcio en ambos riñones, con reformación coronal mostrando dichos litos. Gráficos tomados de TCED realizados durante el presente estudio con el equipo Aquilion One de TosMedica.



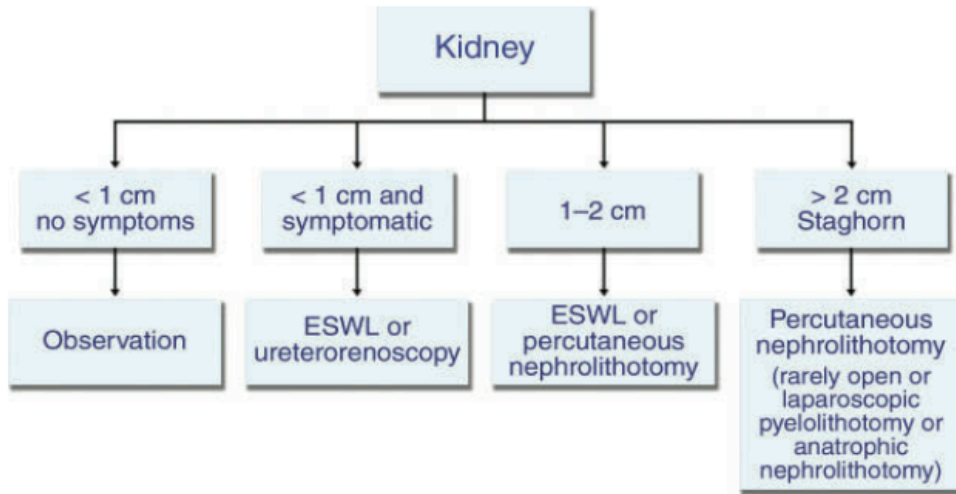
ANEXO 8.

Imagen de la relación entre alto y bajo kilovoltaje (135 y 80 kVp) en TCED de múltiples cálculos mixtos (oxalato cálcico y cistina) en ambos riñones, con reformación coronal mostrando los litos. Gráficos tomados de TCED realizados durante el presente estudio con el equipo Aquilion One de TosMedica.

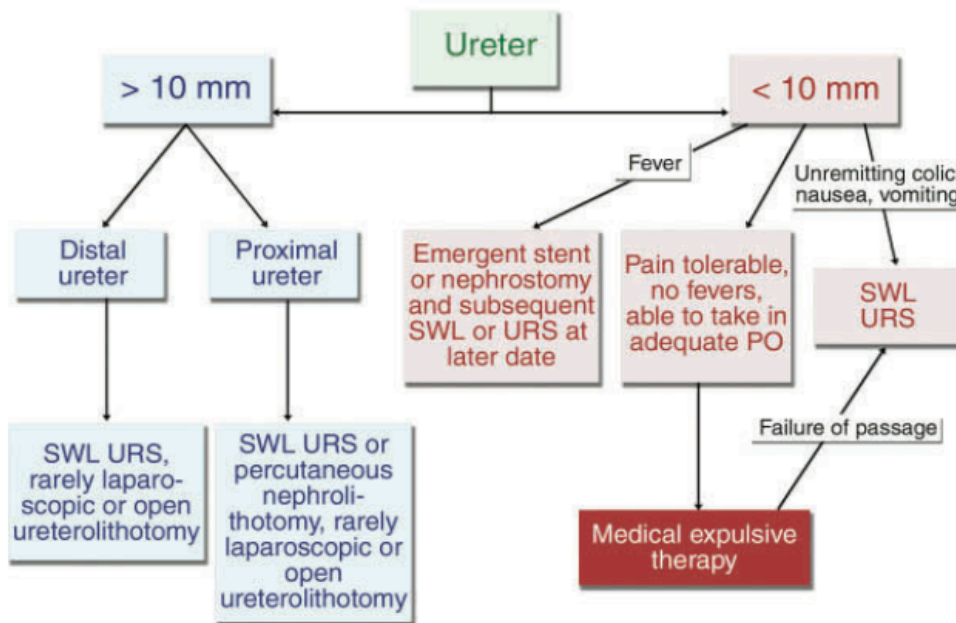


ANEXO 9.

Diagrama de flujo que representa las distintas decisiones terapéuticas en base a la localización del cálculo (a. renal en y b. ureteral) y a su tamaño. ESWL = Litotripsia extracorpórea por ondas de choque (LEOC), PO = Por vía oral, URS = Ureteroscopia. Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.



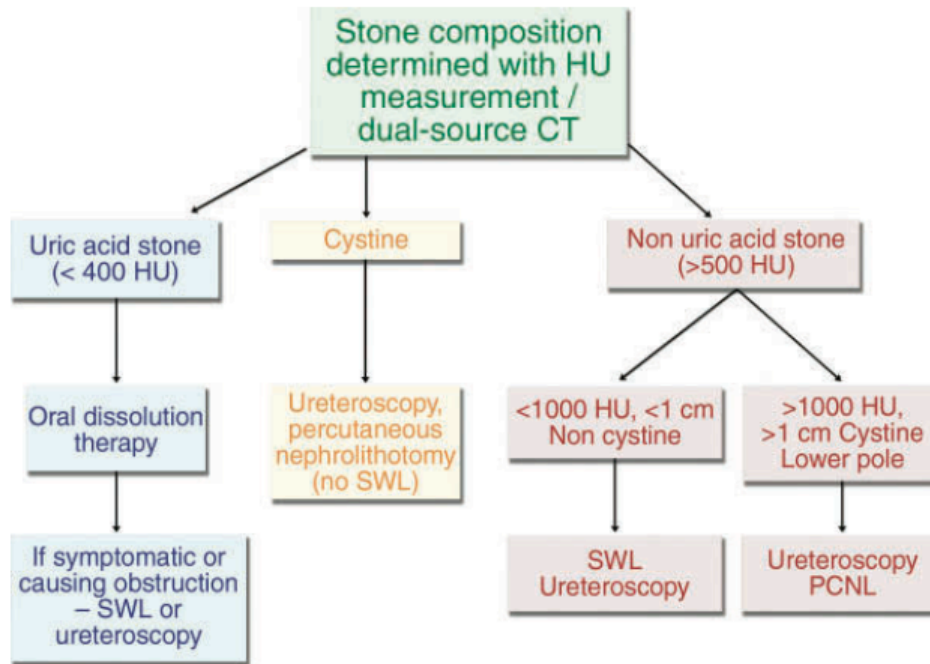
a.



b.

ANEXO 10.

Diagrama de flujo que representa las opciones de tratamiento según la composición del cálculo. Los calculos de cistina típicamente son resistentes a LEOC, siendo variable el grado de Resistencia. PCNL = Nefrolitotomía percutánea. Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.



ANEXO 11.

Esquema que resume las diferentes opciones de tratamiento de urolitiasis. Phillip M. Cheng, Paymann Moin, Matthew D. Dunn, et al. What the Radiologist needs to know about Urolithiasis: Part II – CT Findings, Reporting and Treatment. AJR 2012.

Treatment Option	General Principle	Utilization
Noninvasive		
Observation	Supportive therapy including hydration and pain relief	Uncomplicated small obstructing ureteral calculus
Medical expulsive therapy	Reduce ureteral smooth muscle spasm and edema with calcium-channel blockers, α -blockers, and steroids	Uncomplicated cases to speed up and increase likelihood of passage
Oral medication (dissolution)	Alkalinization of urine with oral potassium citrate or sodium bicarbonate	Dissolution of uric acid stones, usually in the nonacute setting
Minimally invasive		
Extracorporeal shockwave lithotripsy	Series of externally focused high-intensity acoustic pulses to fragment a calculus in situ	Treatment of renal and proximal ureteral calculi < 2 cm in size
Ureteroscopy	Placement of a small flexible or rigid endoscope through the bladder and into ureter for endoscopic lithotripsy	Rigid or semirigid ureteroscope, ureteral calculi; flexible ureteroscope, renal calculi
Percutaneous nephrolithotomy	Imaging-guided percutaneous access to the kidney with subsequent tube placement and fragmentation of calculus with ultrasonic, electrohydraulic, or laser energy	Large calculi (> 2 cm), staghorn calculi, calculi in anomalous kidneys or calyceal diverticula
Traditional		
Laparoscopy	Ports to access anatomy of interest through which laparoscopic tools are introduced	Considered when lithotripsy or ureteroscopic treatment is deemed unlikely to succeed
Open surgery	Traditional open surgery	Excision of complex staghorn calculi with infundibular stenosis or large bladder calculi

ANEXO 12.

Características de los procedimientos terapéuticos para urolitiasis. Kambadakone, Eisner, Catalano, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. RadioGraphics 2010.

Salient Features of Various Urologic Interventional Procedures for Urolithiasis			
Treatment	Clinical Indications	Advantages	Disadvantages
Common			
SWL	Stones <1 cm in kidney or proximal-distal ureter	Least invasive procedure, good success rate, may be performed with patient sedated (although anesthetic is sometimes used)	Poor success rates for high-attenuation stones (>1000 HU) and cystine stones
Ureterscopy with lithotripsy (semirigid)	Stones <1 cm in distal ureter, proximal ureteral stones in women	High stone-free rate (slightly higher than with SWL), allows visualization and extraction of stones, is used to treat stones refractory to SWL	More invasive than SWL, requires general or spinal-epidural anesthesia
Ureterscopy with lithotripsy (flexible)	Stones <1 cm in proximal ureter, stones <1.5 cm in kidney	High stone-free rate (slightly higher than with SWL), allows visualization and extraction of stones	More invasive than SWL, requires general or spinal-epidural anesthesia
PCNL	Stones >1.5 cm in kidney or proximal ureter, stones >1 cm in lower pole of kidney, staghorn calculi	Highest stone-free rates for large renal and upper ureteral stones and lower pole renal stones	More invasive than SWL and ureteroscopy, may require blood transfusion (<5% of cases)
Uncommon			
Open or laparoscopic ureterolithotomy	Large stones in middle or distal ureter	More effective than SWL or ureteroscopy for removing very large stones	Rarely used because other modalities are effective for treating the majority of stones and are less invasive
Open or laparoscopic pyelolithotomy	Large unbranched renal pelvic stones, large stones in a horseshoe kidney	More effective than SWL or ureteroscopy for removing very large stones, may be preferred modality for large stones in a horseshoe kidney if percutaneous access is difficult	Rarely used because PCNL has excellent success rates; in large renal stones with branches (ie, staghorn calculi), PCNL may have higher stone-free rates
Anatrophic nephrolithotomy	Full staghorn calculi (ie, branching into most or all of the minor calices)	Reasonable alternative to PCNL that requires more than two percutaneous tracts	Rarely used because most renal stones can be treated with PCNL via one or two tracts