



**FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE**

TRABAJO FIN DE GRADO

**TÍTULO: Análisis de cálculos renales por
métodos químicos e instrumentales.**

Autor: Laura Davydoff Pastor

Tutor: Cristina Coronel Gonzalo

Convocatoria: Febrero

1. RESUMEN

La litiasis renal es una enfermedad causada por la presencia de cálculos o piedras en el interior de los riñones o de las vías urinarias. Se trata de una de las patologías más comunes de las vías urinarias por detrás de las infecciones y de las enfermedades prostáticas.

Se trata de una enfermedad con una elevada prevalencia (entre el 5-15%, aunque depende de la zona geográfica, nivel socioeconómico, el clima o la alimentación) que además provoca un elevado coste sanitario. Al tratarse de una enfermedad que está distribuida a nivel mundial su diagnóstico precoz y su rápido tratamiento son muy importantes.

Los cálculos renales pueden poseer diferente etiología y composición por lo que tendrán un tratamiento u otro, lo que hace que sea muy importante su análisis aunque muchas veces se trata de una patología asintomática y no necesita tratamiento específico, y otras veces puede haber una serie de complicaciones, sin embargo no se trata de algo común. El diagnóstico de la enfermedad normalmente se basa en datos clínicos, analíticos, químicos e instrumentales.

2. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Sistema renal y formación de orina.

Para empezar, hay que saber cómo están formados los sistemas renal y urinario. Están constituidos por un grupo complejo de órganos que se encargan de filtrar la sangre; almacenar y eliminar la orina. Estos órganos son los dos riñones y la vejiga. El riñón tiene muchas funciones: filtrar la sangre y extraer las sustancias tóxicas, mantener el equilibrio para el correcto funcionamiento de todas las células del organismo, formación de ciertas hormonas necesarias para diversas funciones, etc. En cuanto a su anatomofisiología se puede dividir en tres capas: corteza, médula y pelvis. El riñón está dividido en unidades funcionales y anatómicas denominadas nefronas. La nefrona puede dividirse en distintas secciones (como se puede ver en la figura 1):

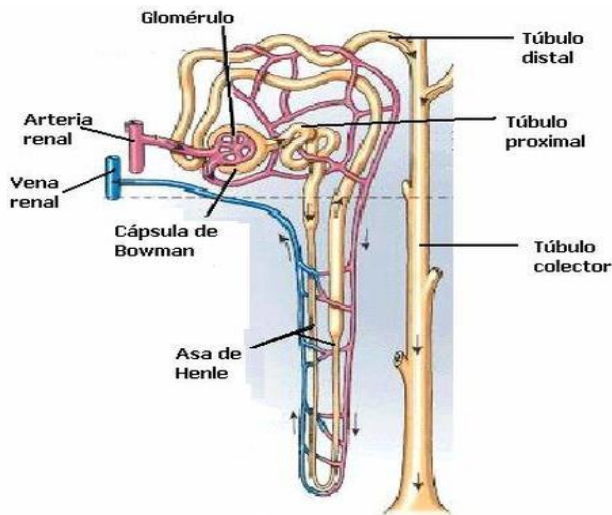


Figura 1.

- Corpúsculo renal: donde se produce la primera fase de la formación de la orina (fase de ultrafiltración). Se compone del glómulo, capilares glomerulares y la cápsula de Bowman.
- Túbulo contorneado proximal: donde se produce la mayor parte de la absorción.
- Asa de Henle: encargado de la reabsorción.

- Túbulo contorneado distal: secreta potasio pero también reabsorbe sodio.
- Túbulo colector.

Una vez formada la orina, esta fluye desde la pelvis renal, que se trata del embudo a través del cual la orina sale del riñón y entra en la uretra.

En qué consiste la enfermedad.

El problema comienza en el momento en el que se produce la precipitación de sustancias cristalinas que de forma habitual están disueltas en la orina. No se suelen encontrar estos cristales en la orina recién emitida, pero aparecen dejándola reposar durante un tiempo. Una orina ácida predispone la aparición de cálculos de ácido úrico, mientras que si se trata de una orina alcalina será más normal encontrar cálculos que contengan fosfatos, pudiendo encontrar en ambos tipos de orina cálculos de oxalato. Se cree que la causa de esta enfermedad es la producida por una o varias anomalías en la composición de la orina, flujo urinario o morfología y función de las células tubulares.

En cuanto a la etiología de esta enfermedad se pueden diferenciar: [1]

a) Causas metabólicas:

- Hipercalciuria: se trata de la causa metabólica más común que da lugar a la formación de cálculos.
- Hiperuricosuria.

- Hiperoxaluria.
 - Cistinuria.
- b) Infección. En el momento en el que se produce una infección de orina es importante actuar cuanto antes puesto que al final puede dar lugar a la formación de estos cálculos y puede conllevar la destrucción del riñón. Los microorganismos responsables más frecuentes son *Proteus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* que se encargan de alcalinizar la orina y pueden producir cálculos (los más habituales debido a la presencia de bacterias son los cálculos de estruvita).

Es muy importante tener en cuenta que también existe la posibilidad de que aparezcan cálculos iatrogénicos, que pueden ser o de origen medicamentoso (debido al propio medicamento o a los metabolitos del mismo; que formen el cálculo o que interfieran en una vía de formación) o de origen exógeno (formas calculosas sobre grapas, hilos de sutura, sondas, etc.). [2]

A parte de las causas por las que se pueden formar los cálculos hay, además, otra serie de aspectos a tener en cuenta como el tamaño, desde ser prácticamente indetectables a tener un tamaño relativamente grande (llegando incluso a medir unos centímetros) y esto puede llegar a causar la obstrucción de un uréter y dilatación renal, lo cual puede conllevar a tener grandes dolores. En las sociedades occidentales el 80% de las litiasis están debidas a cálculos formados de oxalato y/o fosfato de calcio, siendo los otros tipos principales de ácido úrico, estruvita (fosfatoamoniomagnesico), ácido úrico y cistina (aunque estos cálculos solo están presentes en las personas que padecen la enfermedad cistinuria y no se puede metabolizar dicho aminoácido).

A continuación, en la figura 2, se pueden observar unas imágenes de los distintos tipos de cálculos en función de su composición.

Figura 2



Fig.1. Diferentes tipos de calculos renales.

Oxalato cálcico



Cistina

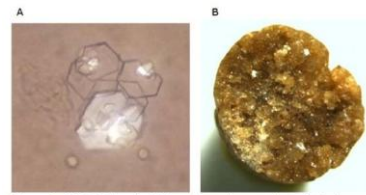


Figura 1. A) Cristales de cistina observados con luz polarizada en el primer análisis de cristaluria realizado a la paciente B) Sección de cálculo de cistina observado por epimicroscopía, obtenido tras NLPC de 11x10x8 mm.

Estruvita

Ácido úrico



[6]

Figura 3.

Litogénesis

Se trata de un fenómeno que sucede en el sistema urinario. Hay dos teorías para la formación de los cálculos urinarios: la teoría físico-química que dice que se puede formar por sobresaturación, nucleación, agregación... y la teoría anatómica que dice que un cálculo se puede formar por obstrucción o disfunción. Diversos cambios pueden dar lugar a este proceso: cambios en el estado de saturación, del pH y en la concentración de inhibidores y promotores de la cristalización de ciertas sustancias. [3]

[4]

La formación del cálculo tiene distintas fases:

- Nucleación. Esta fase está caracterizada por la formación de un núcleo. Se forma a partir de la incorporación de cristales.
- Agregación. El núcleo formado en la fase anterior pasa a ser el centro del cálculo y se empiezan a agregar una serie de cristales alrededor y aumenta el tamaño.
- Crecimiento. Se trata de un mecanismo multifactorial donde el crecimiento del cálculo está relacionado con una serie de factores como por ejemplo: edad, sexo, raza, estado nutricional...

Una vez que el cálculo se ha formado se produce la retención de las partículas a cualquier nivel del árbol urinario.

Manifestaciones clínicas

Se trata de una patología que puede ser dolorosa aunque si los cálculos se identifican a tiempo no produce daños permanentes. Generalmente, es necesario tomar analgésicos y en algunos casos en los que el cálculo llega a otras zonas, puede causar una infección o puede ser necesaria una cirugía.

Un cálculo renal puede pasar desapercibido y ser asintomático, pero también pueden tener los siguientes signos y síntomas:

- Dolor del cólico nefrítico, el cual se produce en general como consecuencia de la obstrucción del uréter, ocasionando un dolor muy intenso.
- La orina puede cambiar y ser de color rojo o marrón. También es posible que se enturbie y que aparezca un olor desagradable. En ocasiones también cambia la frecuencia de la micción.
- Náuseas, vómitos, palidez y sudoración.
- Fiebre y escalofríos. Esto aparece en el caso de que haya una infección. La infección urinaria suele ser más común en el caso de las mujeres que de los hombres.
- Hematuria macroscópica, es una manifestación siempre llamativa.
- Hipertensión arterial. Esto se puede producir porque si el cálculo desarrolla una obstrucción y esta no es liberada por un aumento del peristaltismo se desencadenan una serie de mecanismos que producen un aumento del flujo sanguíneo renal y también un aumento de la filtración glomerular lo que produce un aumento de la tensión. [2]

Epidemiología.

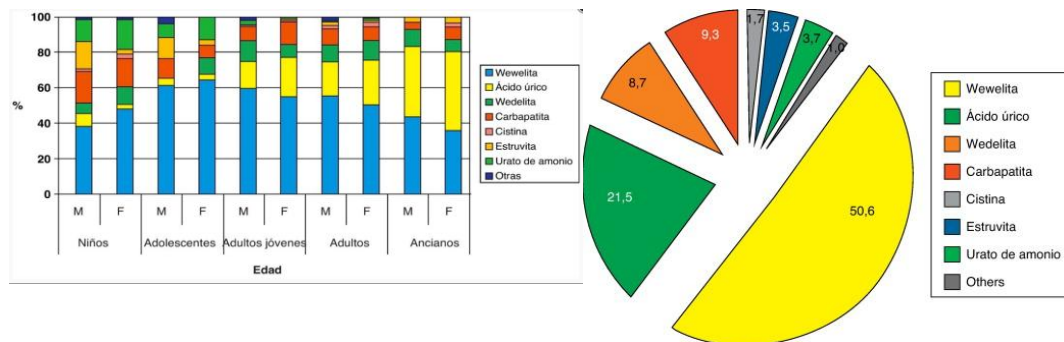
Se trata de una enfermedad muy prevalente en nuestros días. En cuanto a como se ha ido desarrollando esta enfermedad a lo largo de los años hay que destacar que en el siglo XX se produjo un aumento progresivo. Hay que tener en cuenta que a veces se trata de una enfermedad asintomática y hay personas que desconocen que padecen esta

patología por lo tanto los datos no son del todo correctos. En lo referente al estudio epidemiológico en nuestro país hay que destacar uno realizado por la Asociación Española de Urolitiasis que da una prevalencia de en torno al 4-6%, que constituye más o menos el 9% de los pacientes urológicos en los hospitales. Se trata de una patología que afecta más al hombre (60-65%) que a las mujeres (35-40%) y su mayor incidencia se encuentra entre los 20 y 50 años; ya que se trata de algo muy poco frecuente en la infancia. [2] [5].

También hay que tener en cuenta que existen unos factores de riesgo para desarrollar esta patología. Estos factores a tener en cuenta son en primer lugar, la edad. En segundo lugar, el sexo; aunque sea más común en hombres, en los últimos años son las mujeres las que más cálculos sufren debido a los estrógenos y a los cambios en el estilo de vida. Los factores climáticos son considerables ya que está demostrado que en los países con climas más cálidos la incidencia de esta enfermedad es superior debido posiblemente a la potencial deshidratación que se puede sufrir y se produce una mayor concentración de metabolitos en la orina. La existencia de otras enfermedades y fármacos como por ejemplo el aumento de esteroides en sangre por el síndrome de Cushing o por tratamientos con inmunodepresores, la lisis celular y la gota son algunos de los ejemplos que elevan la probabilidad de esta enfermedad. [6].

Por último, influye la obesidad debido al aumento de la presencia de colesterol y su eliminación por las vías biliares. Los factores dietéticos son, por tanto, muy importantes ya que en los países más ricos hay mayor consumo de proteínas y grasas y por lo tanto aparece un alto índice de recaídas en esta enfermedad. También hay que tener en cuenta que la historia familiar es otro factor de riesgo e incrementa el riesgo de padecer esta patología en 2,5 veces. Además, en este punto, hay que tener en cuenta también cual es la prevalencia según los distintos tipos de cálculos. Las piedras más comunes son las de oxalato cálcico siendo su prevalencia en torno a un 55-60%, aunque en las personas ancianas disminuye este porcentaje, siendo también más frecuente en la población masculina. Las piedras de ácido úrico son también frecuentes aunque con menos proporción (6%), aunque son más comunes en edades avanzadas, siendo más prevalente también en hombres. Las piedras de estruvita, (fosfato amónico magnésico) (15%) están relacionadas con infecciones y son más comunes en la población infantil. Las piedras de

cistina son las menos frecuentes con un porcentaje en torno al 2% del total. [7] [8] [9]. En la figura 4 se pueden observar unas gráficas sobre la distinta distribución.



Figuras sacadas de un estudio realizado sobre pacientes tunecinos pero que se puede decir que se parece a la población de países industrializados. Figura 4.

Diagnóstico.

Normalmente se basa en un diagnóstico clínico y mediante técnicas de imagen como la ecografía; aunque también se puede realizar mediante técnicas instrumentales que es la parte en la que se centra mayoritariamente este trabajo. Es importante realizar un estudio para averiguar el por qué de la formación de los cálculos porque si solo se eliminan puede conducir a la formación de nuevos episodios. Generalmente los cálculos se estudiaban mediante métodos químicos cualitativos pero tenían la desventaja de ser poco específicos y ahora ha sido superado por las tecnologías ópticas y de difracción de rayos X, aunque lo más actual y lo que más se utiliza es la espectrometría de radiación infrarroja. [2].

Para realizar un correcto diagnóstico es necesario una analítica de sangre para evaluar los niveles de fósforo, ácido úrico y otros electrolitos y es muy importante realizar un análisis de orina.

Prevención.

Al tratarse de una enfermedad que tiene mucho impacto en la salud pública conviene saber que generalmente es prevenible. Esta prevención se basa, mayoritariamente, en un consumo adecuado de agua al día. Es muy importante limitar el sodio (sal) y alimentos que puedan producir esta patología.

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta es la prevención de las recidivas, que se piensa que casi el 50% de las personas que de lo padecen tendrán una recidiva en los próximos 10 años, por lo que se trata de la parte más importante del tratamiento.

A continuación hay una tabla (figura 5) con unas recomendaciones que se deberían de seguir para evitar la aparición de los distintos tipos de cálculos.

PREVENCIÓN DE CÁLCULOS	OXALATO CÁLCICO	FOSFATO CÁLCICO	ÁCIDO ÚRICO
Agua	Consumo abundante (2-3 litros al día)		
Reducir o evitar	<ul style="list-style-type: none"> • Sal, especias, bicarbonato • Cítricos • Leche y derivados • Frutas y verduras • Legumbres secas • Cacao, café, té • Bebidas alcohólicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Leche y derivados • Cacao, frutos secos • Frutas y verduras • Bebidas alcohólicas • Aguas minerales alcalinas • Huevos y alimentos que los contengan 	<ul style="list-style-type: none"> • Sal, especias • Pescado azul, marisco • Carnes rojas, vísceras • Embutidos, salazones • Conservas • Legumbres secas • Frutos secos • Cacao, café, té
Priorizar consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Cereales • Pastas, pan • Aves, pescado, huevos • Arándanos, ciruelas • Patatas • Hortalizas (zanahorias, judías verdes, calabacines, puerros...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zumos de fruta (cítricos) • Cereales • Pastas, pan • Carnes, aves • Pescado blanco y azul 	<ul style="list-style-type: none"> • Frutas frescas • Mermeladas • Cereales, féculas • Legumbres frescas • Hortalizas (zanahorias, judías verdes, calabacines, puerros...) • Leche, quesos frescos
Estimular la diuresis hasta alcanzar entre 2 y 2,5 litros de orina al día			

Figura 5.

Clasificación.

- Dependiendo del lugar de formación del cálculo podemos clasificarlos en:
 - Cálculos papilares: formados sobre la pared renal.
 - Cálculos de cavidad: son los formados en la cavidad renal.
- Dependiendo de la composición química de los cálculos se pueden dividir en:
 - Cálculos simples: se trata de aquellos cálculos cuyas características en cuanto a su composición son constantes. Están formados por un solo compuesto.
 - Cálculos mixtos: son aquellos que están formados por distintos componentes. Suelen presentarse en estratos de diferente composición.

3. OBJETIVO

El objetivo es realizar una revisión bibliográfica con el fin de obtener un estudio sobre los cálculos renales y sus métodos de diagnóstico de los que se realizará una lista sobre las ventajas e inconvenientes de las distintas técnicas tanto instrumentales como químicas para dicho diagnóstico y poder obtener una conclusión sobre cuál es la técnica deseable para aplicar.

4. METODOLOGIA

Para llevar a cabo la revisión bibliográfica se consultaron una serie de fuentes de información, tanto primaria como secundaria con el fin de obtener artículos fiables para la extracción de la información. Estos artículos fueron encontrados en Pubmed/Medline y Google Scholar. Para buscar en estas bases de datos es necesario tener unas palabras claves. Las palabras clave introducidas en la búsqueda fueron las siguientes:

-En español: litiasis renal, cálculos renales, espectroscopia IR, espectroscopía, cólico nefrítico, estructura del cálculo, diagnóstico cálculos...

-En inglés: kidney stones, incidence urolithiasis, infrared and Raman spectroscopy, urinary calculi, calculi analysis.

También se han realizado búsquedas en libros sacados de la biblioteca sobre bioquímica de la orina y libros específicos de análisis instrumental.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conocer la composición de los cálculos renales es fundamental para obtener información muy importante para comprender el proceso de formación y además para poder establecer una serie de tratamientos frente a esta enfermedad y por lo tanto evitar recidivas. La única manera de disminuir el riesgo de volver a padecer un episodio litiásico es identificar el tipo de cálculo y seguir el tratamiento establecido para tratar ese tipo. [6].

El estudio de los cálculos permite, además, obtener información relativa a la enfermedad y por lo tanto conocer esto es fundamental para poder disminuir la incidencia de esta patología y obtener un tratamiento más efectivo.

A partir del estudio de los cálculos se han ido desarrollando una serie de técnicas que han permitido el diagnóstico, que puede ser vital en alguna ocasión, y es que además ayuda a comprender las situaciones, la importancia de la misma, como debemos actuar y las posibles consecuencias. Las técnicas de diagnóstico desarrolladas son las siguientes:

- a) Métodos químicos: El análisis químico se basa en la detección de cationes y aniones y además otras moléculas que forman parte del cálculo.
 - Ventajas: se trata de una técnica muy sencilla y de bajo coste.
 - Inconvenientes: Hace años era la primera técnica de diagnóstico de esta enfermedad pero se vio que hay demasiados errores ya que se trata de una técnica muy poco sensible y se producen demasiados falsos positivos y falsos negativos. Se necesita la destrucción del cálculo y además una gran cantidad de muestra. Por ello, la mayoría de los laboratorios dejaron de utilizar métodos químicos y han sido sustituidos por otros métodos más actuales y que obtienen mejores resultados. **[6] [10]**

- b) Microscopía óptica con luz polarizada: esta técnica es utilizada cuando el cálculo está formado por material cristalino, no siendo aplicable cuando está formado por compuestos amorfos (fosfatos o sales complejas de ácido úrico). Se trata de un microscopio de campo claro y en sus inicios se utilizaba para estudio de minerales.

- c) Método óptico-cristalográfico: se basa en la identificación de la unidad cristalina mediante la observación directa y por fractura mediante lupa estereoscópica.
 - Ventajas: se trata de un sistema de máxima especificidad y sensibilidad; rápido y fácil y además revela la morfología del cálculo.

- Inconvenientes: es necesario un aprendizaje previo y no da la suficiente información por lo que se trata de un método muy bueno pero útil en el inicio del análisis del cálculo.
- d) Termografía: basada en una reacción térmica que sucede cuando se calientan los minerales. Cuando se calienta el cálculo se producen una serie de modificaciones y a una determinada temperatura los minerales pierden peso lo que posibilita hacer una caracterización cuantitativa y cualitativa.
- e) Técnicas cromatográficas: se trata de una técnica muy útil en la identificación de determinados componentes. Esta técnica se basa en la distinta distribución de los componentes del cálculo en dos fases, una móvil y otra estacionaria. Se han utilizado HPLC, capa fina...
 - Ventajas: depende del tipo pero en general se trata de una técnica sencilla y económica.

Al haber diferentes tipos de cromatografía cada uno tiene una serie de ventajas y desventajas.

- f) Microscopio estereoscópico: (MEST) su uso radica en la observación de las características morfológicas de la superficie y secciones del cálculo mediante el uso de un microscopio estereoscópico. [11]

Gracias al estudio de esta superficie se permite la identificación de los cálculos o de los fragmentos de los mismos, color, estructura superficial... Además del estudio con esta técnica también es importante el estudio macroscópico del cálculo. Es recomendable realizarlo en primer lugar. Es importante el aspecto de la superficie, el color, peso, dureza, consistencia...

Ventajas:

- Facilita la caracterización de sustancias cristalinas.
- Coste bajo.
- Esta técnica permite distinguir cálculos enteros o fragmentos, la estructura interna del cálculo, el color, la heterogeneidad...

Sin embargo, esta técnica requiere de personal especializado.

- g) Espectrometría de dispersión Raman-FT: es una técnica espectroscópica usada en este campo. Se basa en los fenómenos de dispersión de una radiación electromagnética al interactuar con el cálculo. El espectro obtenido (huella dactilar) es muy útil en la identificación de los cálculos.
- h) Difracción de rayos X: se trata de un análisis basado en la difracción de un haz monocromático de rayos X al atravesar la estructura del cristal. El difractograma que se obtiene es característico y por lo tanto esto permite la diferenciación entre las diferentes especies.

Ventajas:

- Es una técnica reconocida óptima en la identificación de sustancias cristalinas.
- Preparación fácil y medida automática.

Inconvenientes:

- Baja capacidad de identificar sustancias amorfas.
- Personal especializado.
- Se trata de una técnica que requiere mucho tiempo.
- Elevado coste ya que es necesario la presencia de instalaciones con condiciones de seguridad especiales y no presentan otra aplicación en los laboratorios clínicos ya que esta técnica necesita que las muestras sean sólidas. [11]

- i) Espectrometría de absorción infrarroja: (IR-FT) Se trata de la técnica más utilizada. Es una herramienta muy importante para identificar compuestos orgánicos e inorgánicos puros. Cada especie molecular tiene un espectro de absorción infrarroja característico. Se basa en la interacción de la radiación infrarroja correspondiente a longitudes de onda de entre 780 nm y 300 micrometros, con determinados enlaces presentes en el cálculo produciendo unas bandas características que nos permiten su correcta identificación. La

correlación de los máximos de absorción observados para la sustancia que estamos estudiando con los de los espectros de referencia permite la identificación de la muestra. [2] [6] [12] [15].

Se trata del método de diagnóstico más utilizado ya que presenta una serie de ventajas como:

- Puede utilizarse en muestras muy pequeñas (inferiores a 1 mg).
- Permite la identificación de sustancias tanto cristalinas como amorfas.
- Elevada calidad analítica.
- Rapidez: la lectura se puede realizar en 20 segundos.
- No precisa preparación especial de la muestra.
- Precisa y específica.

Sin embargo, también tiene unas desventajas:

- Necesidad de experiencia en la identificación de los espectros.
- El equipo instrumental necesario no tiene muchas más utilidades que esta.
- Dificultad en la diferenciación de algunos tipos de cálculos.

Gracias a la espectrometría de absorción infrarroja se pueden distinguir estos dos compuestos (oxalato cálcico monohidratado y dihidratado) ya que en la figura 6 se puede observar que hay unas bandas que son claramente diferentes para los distintos compuestos.

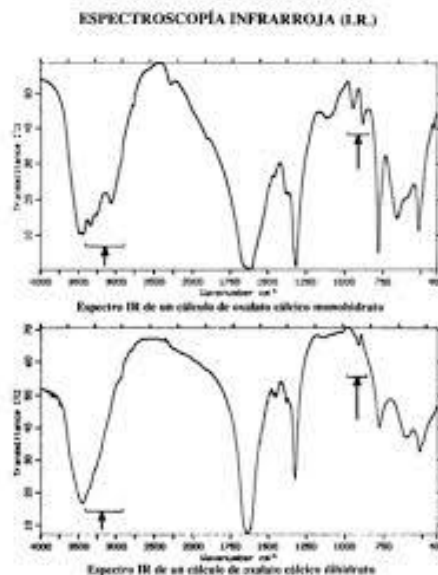


Figura 6

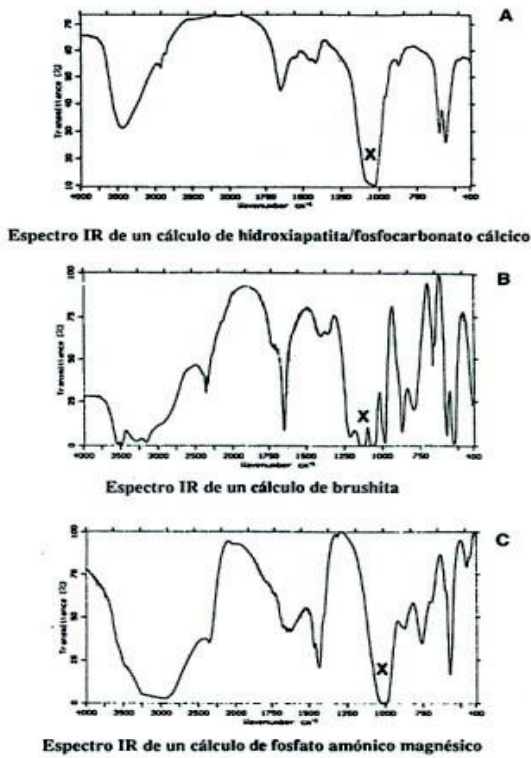


Figura 7

Los cálculos de fosfato más frecuentes son los de fosfato amónico magnésico y los de hidroxiapatita y además estos suelen ser de origen infeccioso. Es muy importante saber que los datos obtenidos en la espectroscopia hay que complementarla con datos químicos y clínicos para obtener el diagnóstico óptimo.

Estos espectros (figura 8) son un ejemplo de unos de ácido úrico y se puede observar la presencia de unas bandas características en la zona de 300 cm⁻¹. El diagnóstico de estos cálculos es muy sencillo ya que a primera vista tienen un color característico (marrón-blancuécino) que permite sospechar que se trata de cálculos de este tipo; además su espectro infrarrojo es inconfundible

La presencia de fosfatos (ya sea de amonio, calcio o magnesio) en el cálculo produce una banda muy característica en 1.000 cm⁻¹, lo que permite fácilmente la caracterización de dicho componente. En la figura número 7 se ve que aparece la banda característica pero el resto del espectro es completamente diferente en función del tipo de fosfato presente en el cálculo. En cuanto a las características macroscópicas de este tipo de cálculos predomina su color blanquecino. [2] [11]

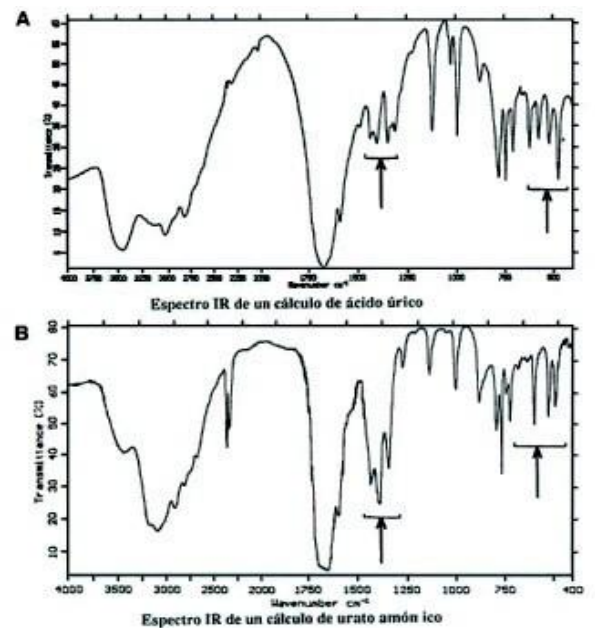


Figura 8

y es muy sencillo ver si se trata de un cálculo de urato amónico o de uno de ácido úrico. A simple vista hay que dividir a estos cálculos en dos: simples (aspecto amarillento debido a la uricina presente en la orina) y cálculos mixtos (con urato, oxalato...).

En cuanto a los cálculos de cistina, cuyo espectro infrarrojo se puede observar en la figura 9, hay que destacar que son muy sencillos de identificar ya que una de sus características macroscópicas más notable es su aspecto céreo y su color amarillo sucio y esto ya tiene que servir para sospechar de la presencia de este compuesto. Además, su espectro IR es muy característico, lo cual permite caracterizar este tipo de cálculo sin problemas. [13].

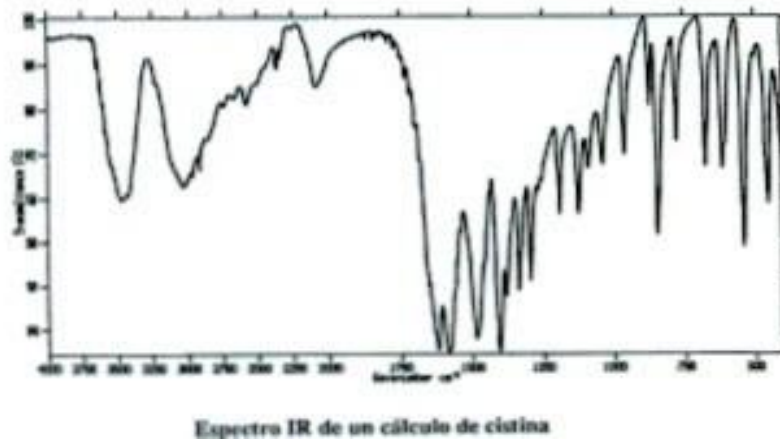


Figura 9

Estos equipos instrumentales al trabajar con la transformada de Fourier presentan una serie de ventajas:

- Su gran rapidez.
- Su elevado poder de resolución.
- Una mayor sensibilidad.
- Una mejor exactitud y precisión en la obtención de los espectros al no ser equipos dispersivos.

Utilizando radiación infrarroja también se pueden realizar medidas de reflexión total atenuada, que en el caso concreto de análisis de cálculos facilita su análisis porque requiere una menor preparación de la muestra (sólo requiere pulverizar la muestra). También se acopla la transformada de Fourier, añadiéndose las ventajas ya indicadas. [2] [6] [14] [15] [16].

En resumen, las técnicas químicas pese a su sencillez han demostrado en varias ocasiones que son poco fiables. El MEST se trata de una técnica que permite la identificación de sustancias cristalinas y amorfas aunque necesite personal especializado. En el IR-FT pesan más sus ventajas lo que hace que sea una técnica idónea y muy utilizada en nuestros días. La difracción de rayos X es una técnica muy peculiar ya que aunque sea la mejor técnica para este campo se trata de algo demasiado caro como para que merezca la pena.

6. CONCLUSIÓN

La presencia de cálculos renales es una enfermedad con una alta prevalencia y por lo tanto su diagnóstico precoz permite que se evite la formación de recidivas y también las posibles complicaciones que puede acarrear esta enfermedad. Este trabajo pretende dar una imagen global acerca de los distintos métodos instrumentales y químicos de diagnóstico para poder sacar una conclusión sobre cuál o cuáles son las mejores técnicas. A la vista de los resultados se puede concluir que la mejor técnica para el diagnóstico de los cálculos renales en función de las ventajas (elevada calidad y específico) y los inconvenientes (material y personal especializado) es el infrarrojo (IR-FT) y además se trata de la técnica más usada actualmente y mejor con la transformación de Fourier que nos permite obtener la mayor información posible.

Es conveniente para el correcto diagnóstico realizar otras pruebas complementarias para poder concluir con certeza el origen y la composición del cálculo. Hay que tener en cuenta que no existe la técnica perfecta de diagnóstico y que ninguna de las técnicas por si sola es capaz de reconocer todas las características del cálculo por lo tanto lo mejor se basa en un análisis morfoconsitucional que agrupa el MEST y el IR-FT y se trata de una técnica muy efectiva siendo la que mejor coste/efectividad presenta, aunque sea necesario material y personal especializado.

Sin embargo para seguir avanzando en el estudio de esta patología es necesario un estudio pluridisciplinar y progresar en el uso de estas técnicas para poder disminuir la prevalencia y complicaciones que acarrear esta enfermedad.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Camacho, Juan A., Vila Cots, Jordi. (2008). Litiasis Renal. Nefrología Pediátrica. Hospital San Joan de Deu, Barcelona. Recuperado de: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/17_3.pdf
2. Ávila Padilla S. Aproximación al estudio bioquímico y epidemiológico de la litiasis urinaria a través de un nuevo sistema de clasificación de cálculos urinarios. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid ,1998.
3. Rodrigo-Orozco B, Carolina-Camaggic M. Evaluación metabólica y nutricional en litiasis renal. Rev med clin Condes. 2010.
4. Anicama Bravo, Jorge. Fisiopatología de la litiasis urinaria. Recuperado de: <http://www.spu.org.pe/videopdf/FISIOPATOLOGIA%20DE%20LA%20LITIASIS%20URINARIA.pdf>
5. Gómez Sotomayor, Eladio, Serrano Ortega, Byron. Urología básica para estudiantes de medicina. Pages 84-94. Universidad nacional de Loja, Ecuador. 2016.
6. Sánchez Lou, C., Coronel Gonzalo, C. (2017) TRABAJO FIN DE GRADO TÍTULO: Técnicas instrumentales y químicas de análisis de cálculos renales, p. 1–20.
7. Jerusalem, Carla & Simon, Miguel Ángel. Cálculos biliares y sus complicaciones. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza, España.
8. Grases Freixedas F., Conte Visús A., Costa-Bauzá A. y Ramis Barceló M. Tipos de cálculos renales. Relación con la bioquímica urinaria. Arch. Esp. de Urol., 54, 9 (861- 871), 2001.
9. A. Alaya , A. Nouri, M. Belgith, H. Saad, I Hell, W. Hellara, R. Jouini, M.F. Najja Cambios en el tipo de cálculos renales según sexo y edad en pacientes tunecinos. Actas urológicas españolas, [online]. MIRAR ESTA CITA
10. Pineda D., Cabezas A., Ruíz G. Análisis de las muestras de orina. Editado por Labcam, 2011.

11. S. Gràcia-Garciaa,, F. Millán-Rodríguez , F. Rousaud-Barónb, R. Montañés-Bermúdez , O. Angerri-Feub, F. Sánchez-Martínb, H. Villavicencio-Mavrichb y A. Oliver-Samper. Por qué y cómo hemos de analizar los cálculos urinarios. Actas urológicas españolas. 2010.
12. Bermejo Moreno, R. and Moreno Ramirez, A. (n.d.). Libro de Análisis instrumental. Síntesis, p.203
13. Carmona P., Bellanato J., Escolar E. Infrared and Raman Spectroscopy of Urinary Calculi: A Review Received 2 January 1997; revised 11 April 1997; accepted 29 May 1997.
14. Gràcia-Garcia S., Millán-Rodríguez F., Rousaud-Barón F., Montañés-Bermúdez R., Angerri-Feu O., Sánchez-Martín F., Villavicencio-Mavrich H. and Oliver-Samper A. (2011) Why and how we must analyse urinary calculi. Actas Urológicas Españolas, Volume 35, p.354-362.
15. Dr. Oriol Valls. Dr. Benito del Castillo. Libro de técnicas instrumentales en farmacia y ciencias de la salud. 4º edición Barcelona, 1998.
16. Skoog, D., West, D., Holler, F. and Crouch, S. (2004). Fundamentos de Química Analítica. 8th ed. pp.820-827.