



## Utilidad de las unidades Hounsfield en la predicción de la composición química de los cálculos urinarios

### RESUMEN

**Objetivo.** Comparar la densidad del lito en la tomografía de abdomen simple con la cristalografía para la predicción del componente químico.

**Material y método.** Estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo. Se estudiaron tomografías simples de abdomen, de enero de 2011 a marzo de 2012, de pacientes con diagnóstico de urolitiasis a cuyas muestras se les realizó cristalografía. Se evaluó la atenuación del lito con una región de interés en su diámetro máximo. Posteriormente se correlacionaron los resultados obtenidos en la cristalografía con las unidades Hounsfield de cada lito estudiado por tomografía.

**Resultados.** Se incluyeron 45 pacientes. Se realizó una prueba de correlación de Pearson tomando las unidades Hounsfield y el porcentaje del componente mayor del lito. Se tomó el valor promedio obteniendo una  $r^2$  de 0.0035. Los resultados indican que no existe una relación entre los datos comparados.

**Conclusiones.** La tomografía puede ser utilizada para diferenciar entre litos de oxalato de calcio y de ácido úrico; sin embargo, no puede diferenciar entre los demás componentes.

**Palabras clave:** cálculos renales, cristalografía, tomografía, oxalato de calcio, ácido úrico.

## Use of Hounsfield units in predicting the chemical composition of kidney stones

### ABSTRACT

**Objective.** Compare the density of stones in simple abdominal tomography with crystallography to predict the chemical component.

**Material and method.** An observational, descriptive, cross-sectional and retrospective study. We studied non-contrast CT abdominal scans, from January 2011 through March 2012, of patients with diagnosis of kidney stones whose samples were subject to crystallography. We evaluated attenuation of stones with a region of interest at their maximum diameter. Then the results obtained in crystallography were correlated with the Hounsfield units of each stone studied by tomography.

**Results.** Forty-five patients were included. A Pearson correlation test was performed taking the Hounsfield units and the percentage of the primary component of the stone. The average value was taken obtaining an  $r^2$  of 0.0035. The results indicate that there is no relationship between the data compared.

**Conclusions.** Tomography can be used to distinguish between stones of calcium oxalate and uric acid; however, it cannot distinguish other components.

**Keywords:** Kidney stones, Crystallography, Tomography, Calcium oxalate, Uric acid.

Córdova – Chávez NA<sup>1</sup>  
Onofre – Castillo JJ<sup>2</sup>  
Mancilla – Serrato AA<sup>3</sup>  
Santana – Vela IA<sup>1</sup>  
Valdés – Martínez FJ<sup>1</sup>  
Torres – Gómez E<sup>4</sup>  
Cuituny – Romero AK<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Residente de tercer año de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.

<sup>2</sup> Médico especialista en Radiología, Profesor Titular y Asesor del Departamento de Radiología.

<sup>3</sup> Médico especialista en Radiología, Profesor Adjunto y Asesor del Departamento de Radiología.

<sup>4</sup> Residente de segundo año de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.

Departamento de Radiología e Imagenología del Hospital Christus Muguerza Alta Especialidad. Hidalgo 2525, Col. Obispedo, C.P. 64060, Monterrey, N.L.

Recibido: 30 de noviembre 2012

Aceptado: 3 abril 2013

### Correspondencia

Córdova – Chávez NA.  
cordova\_n@hotmail.com, ncordova@gmail.com

### Este artículo debe citarse como

Córdova – Chávez NA, Onofre – Castillo JJ, Mancilla – Serrato AA, Santana – Vela IA, Valdés – Martínez FJ, Torres – Gómez E, Cuituny – Romero AK. Utilidad de las unidades Hounsfield en la predicción de la composición química de los cálculos urinarios. Anales de Radiología México 2014;13:40-44.

La urolitiasis es una enfermedad crónica muy recurrente, con recaídas de hasta 50% en 5 a 10 años y hasta de 75% en 20 años. Esta enfermedad es más frecuente en hombres que en mujeres durante todas las etapas de la vida, con excepción de la sexta década, donde la relación es de 1:1.<sup>1,2</sup>

Los litos urinarios están compuestos de cristales orgánicos e inorgánicos unidos a proteínas. Los componentes químicos más frecuentes son: oxalato de calcio monohidrato y dihidrato (40 a 60%), hidroxapatita (20 a 60%), brushita (2 a 4%), ácido úrico (5 a 10%) y estruvita (5 a 15%). Existen los misceláneos, que son infrecuentes, entre los que se encuentran los asociados con xantinas, 2,8 dihidroxiadenina, proteína de la matriz y fármacos como indinavir y triamtereno.<sup>2-4</sup>

La tomografía computada de abdomen simple (TCAS) es considerada el método de imagen de elección para pacientes que cursan con dolor agudo en flanco secundario a urolitiasis, ya que los litos tienen una atenuación significativa (en comparación con tejidos adyacentes) que los hace visibles en fases simples.<sup>5-10</sup> Dicha información es útil para la planeación terapéutica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Previa autorización para el uso de los expedientes del Hospital Christus Muguerza Alta Especialidad, se realizó un estudio retrospectivo enfocado en pacientes de cualquier edad y género, a los que se les realizó TCAS en el periodo comprendido de enero de 2011 a marzo de 2012. Los pacientes acudieron a Urgencias del Hospital Christus Muguerza Alta Especialidad, ingresaron con diagnóstico de cólico renal secundario a urolitiasis comprobado por tomografía y sus litos se estudiaron mediante cristalografía.

Las TCAS fueron adquiridas en el Departamento de Radiología e Imagen, con un Tomógrafo General Electric LightSpeed VCT de 64 cortes, con el protocolo de urolitiasis que se obtiene en modalidad helicoidal, con retención de la respiración, a 120 kVp, 240 mA, SFOV 500 mm, colimación de 5 mm, *pitch* de 1:1 y reconstrucciones a 1.25 mm. Cada uno de los estudios fue analizado por uno de los dos radiólogos de nuestra institución quienes no tuvieron conocimiento de la composición química de los litos. Se identificó el lito y su localización en la tomografía, en caso litos múltiples se midió el más distal. Para la estimación del tamaño se midió su diámetro mayor en el eje axial de acuerdo con el método reportado por Motley en 2001.<sup>11</sup> Para la valoración de su atenuación se utilizó ventana para tejidos blandos (WW 400, WL 40) y se colocó una región de interés (ROI) en el corte axial en el que el lito alcanzaba su diámetro máximo, de manera que abarcase el mayor tamaño posible sin tomar tejidos blandos adyacentes (figura 1). Se tomaron en cuenta los valores de atenuación promedio, mínimo, máximo y desviación estándar reportado en unidades Hounsfield (UH) y en milímetros.<sup>5,6</sup>

Se recolectaron los resultados de los estudios cristalográficos y se clasificaron de acuerdo



**Figura 1.** Ejemplo de colocación de la región de interés.

con su composición química. Los componentes analizados fueron: ácido úrico, oxalato de calcio monohidratado (OCM), oxalato de calcio dihidratado (OCD), hidroxapatita, cistina, brushita, estruvita y otros. La clasificación por cristalografía propuesta por nosotros fue la siguiente: se consideró lito puro cuando tuvo un único componente (100%) y lito mixto cuando el componente mayor equivalió a 70%. Teniendo en cuenta lo anterior se correlacionaron los resultados obtenidos de la cristalografía con las UH de cada lito estudiado por tomografía. Finalmente se compararon con las tablas de Kambadakone (2010) y se clasificaron de acuerdo con las UH en su grupo correspondiente (cuadro 1). En los casos en que las UH no se ubicaron dentro de un grupo se les clasificó hacia el grupo inferior más cercano. En los litos con valores de UH que pudieran clasificarse en 2 grupos se les clasificó en el grupo del componente más frecuente.

## RESULTADOS

Se estudiaron 45 pacientes; 35 fueron hombres (78%) y 10 fueron mujeres (22%) con promedio de edad de 43.9 años (rango de 12 a 83 años). Comparamos las UH de OCD y OCM, mediante la prueba de t de Student, y no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre

ambos grupos ( $p = 0.46$ ) por lo que éstas se tomaron como un solo grupo.

De los 45 litos analizados 22% correspondió a componentes puros y 78% a mixtos. El 50% de los componentes puros correspondió a hidroxapatita. En los litos mixtos el componente más frecuente fue el oxalato de calcio [OCD + OCM] con 43% (figuras 2 y 3). El resto de los componentes mixtos se resumen en el cuadro 2.

Se utilizó el programa OsiriX 32-bits versión 5.5 para medir las UH de los litos obteniendo sus valores promedio. El componente con mayor densidad fue la hidroxapatita (1,616 UH) y el de menor fue el oxalato de calcio [OCD + OCM] (15 UH). En la figura 4 se muestran los valores media, mínimo y máximo en UH para cada uno de los componentes analizados.

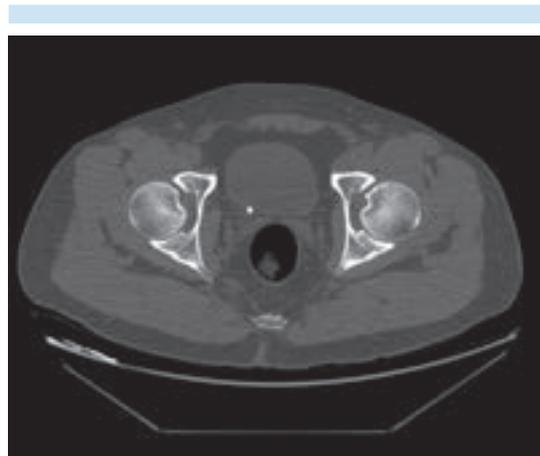
Fue difícil la clasificación de ciertos litos debido a que existió superposición de los valores de UH de varios componentes. En el cuadro 3 se muestra la clasificación de la composición de los litos obtenida por tomografía y los componentes reales; se observa que el mayor número de aciertos fue con los litos de ácido úrico: 13/35 que corresponde a 37% de litos clasificados correctamente. Los valores de estos litos variaron de 169 a 499 UH.

**Cuadro 1.** Características más frecuentes de los litos

Composición	Frecuencia	Apariencia radiográfica	Apariencia/UH	Factores causales
Oxalato de calcio OCD+OCM	40-60%	Radioopaco	Opacificado 1700-2800	Trastorno metabólico asociado
Hidroxapatita	20-60%	Radioopaco	Opacificado 1200-1600	Sin alteración metabólica asociada
Brushita	2-4%	Radioopaco	Opacificado 1700-2800	
Ácido úrico	5-10%	Radiolúcido	Opacificado 200-450	Hiperuricemia idiopática o hiperuricosuria
Estruvita	5-15%	Radioopaco	Opacificado 600-900	Infección renal
Cistina	1-2.5%	Discretamente opaco	Opacificado 600-1100	Defecto tubular renal



**Figura 2.** Lito en tercio distal del uréter izquierdo con densidad de 169 UH. El reporte del estudio de cristalografía reportó ácido úrico.



**Figura 4.** Lito en unión ureterovesical derecha con densidad de 699 UH. Reporte de cristalografía: oxalato de calcio.



**Figura 3.** Lito en unión ureterovesical derecha con densidad de 402 UH; reporte de cristalografía: hidroxapatita.

Finalmente se realizó una prueba de correlación de Pearson tomando las unidades Hounsfield y el porcentaje del componente mayor del lito. Se realizó tomando el valor promedio y se obtuvo una  $r^2$  de 0.0035. Los resultados indican que no existió una relación entre los datos comparados.

## DISCUSIÓN

La TCAS es considerada el estudio de elección en pacientes con sospecha de urolitiasis. Tiene la ventaja de ser rápida, con una sensibilidad de 94% y especificidad de 96%. Además, tiene la ventaja de detectar la afección urológica y determinar su localización, tamaño y densidad.

**Cuadro 2.** Componentes mixtos

	Oxalato de calcio (OCD+OCM)	Ácido úrico	Hidroxapatita	Otros
Oxalato de calcio (OCD+OCM)	14	1	6	-
Ácido úrico	8	-	-	4
Otros	-	-	-	2
			Total	35

**Cuadro 3.** Clasificación de componentes del lito por tomografía y con cristalografía

	Oxalato de Calcio OCD+OCM	Hidroxiapatita	Brushita	Ácido úrico	Estruvita	Cistina	Otros
Oxalato de calcio (OCD+OCM)	0	0	0	0	0	0	0
Hidroxiapatita	1	0	0	0	0	0	0
UH Brushita	0	0	0	0	0	0	0
Ácido úrico	15	3	1	13	0	0	3
Estruvita	5	1	0	0	0	1	1
Cistina	0	1	0	0	0	0	0
						Total	45

Con este estudio se midieron las UH de los litos y se les comparó con los resultados de la cristalografía. La diferencia entre las UH de los distintos componentes es a veces muy sutil y eso hace difícil la clasificación de los litos *in vivo*. Al igual que en el estudio de Motley<sup>11</sup> se compararon las medias de las UH de oxalato de calcio y de ácido úrico; se observó que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.004$ ) pero no en el resto de los componentes.

Probablemente sea de utilidad al realizar otro estudio con un mayor número de litos puros. Se podría modificar la colimación durante la técnica de adquisición como fue empleado en el estudio de Saw y sus colaboradores. Otra opción podría ser la de comparar las UH con el volumen calculado del lito en la tomografía. En otro estudio se podría realizar este mismo análisis pero utilizar ventana para hueso.

## CONCLUSIÓN

El uso de la tomografía para la diferenciar litos puede ser difícil. Puede ser empleada para diferenciar entre litos de oxalato de calcio y de ácido úrico pero no para diferenciar entre otros componentes.

## REFERENCIAS

- Demehri S, Kalra M, Rybicki FJ, et al. Quantification of Urinary Stone Volume: Attenuation Threshold – based CT Method – A Technical Note. *Radiology* 2011;258:915–22.
- Moe OW. Kidney stones: pathophysiology and medical management. *Lancet* 2006;67:333–44.
- Kambadakone AR, Eisner BH, Catalano OA, et al. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. *Radiographics* 2010;30:603–23.
- Ochoa Figueroa MA, Fernández Mena J, Zuluaga Gómez A, y cols. Papel actual del diagnóstico por imagen en la evaluación del paciente con cólico nefrítico. *An Radiol Mex* 2011;10:112-20.
- Sheir KZ, Mansour O, Madbouly K, et al. Determination of the chemical composition of urinary calculi by noncontrast spiral computerized tomography. *Urol Res* 2005;33:99–104.
- Hidas G, Eliahou R, Duvdevani M, et al. Determination of Renal Stone Composition with Dual-Energy CT: In Vivo Analysis and Comparison with X-ray Diffraction. *Radiology* 2010;257:394–401.
- Kawashima A, Vrtiska TF, LeRoy AF, et al. CT Urography. *Radiographics* 2004;24:S35–S58.
- Ketelslegers E, Van Beers BE. Urinary calculi: improved detection and characterization with thin-slice multidetector CT. *Eur Radiol* 2006;16:161–5.
- Ochoa Figueroa MA, Ochoa Cuevas A. La Tomografía Computarizada Helicoidal (TCH) como primera opción diagnóstica de litiasis urinaria. *An Radiol Mex* 2007;6:170-1.
- Calva Arcos M, Murrieta González H, Acevedo Tirado MT, et al. Utilidad diagnóstica de la urotomografía en pacientes con hematuria. *An Radiol Mex* 2006;5:27-38.
- Motley G, Dalrymple N, Keesling C, et al. Hounsfield Unit Density in the Determination of Urinary Stone Composition. *Urology* 2001;58:170–3.