

TRABAJO DE REVISIÓN

Tomografía computada dual en el estudio de composición de litiasis

Computer dual tomography in the study of the composition of the kidney.

Dr. José A. Salvadó ^{1,2}, Dr. Rafael Donoso ³, Dr. Rodrigo Sanchez ², Dr. David Denis ⁴, Dr. Alfredo Velasco ^{1,2}

1. Unidad de Urología, Clínica Santa María, Santiago, Chile, 2. Facultad de Medicina, Universidad Finis Terrae, Santiago, Chile, 3. Escuela de Medicina, Universidad de los Andes, Santiago, Chile, 4. Escuela de Medicina, Universidad Católica de Lovaina, Bruselas, Bélgica.

Autor Corresponsal: Dr. José A. Salvadó.

PALABRAS CLAVE: Litiasis urinaria, estudio de imágenes, tomografía axial computada

INTRODUCCIÓN

La Urolitiasis constituye un motivo de consulta frecuente por dolor abdominal, incluso de manera recurrente, teniendo una prevalencia que va desde el 4 hasta un 20 % de la población (1). La gran mayoría de los eventos agudos ocurre entre los 20 y 30 años de edad, con una recurrencia estimada de 14 %, 35 %, 52 % y 75 %, después de 1, 5, 10 y 20 años respectivamente (2). Posee una serie de factores de riesgo conocidos tales como: antecedentes familiares, desórdenes metabólicos y/o genéticos, obesidad, alteraciones anatómicas y fármacos entre otros (3). Es además una causa habitual de consulta en el servicio de urgencias, correspondiendo a un 1 % de estas y 1 % de los ingresos hospitalarios, pudiendo potencialmente y en casos graves llevar a insuficiencia renal y sepsis (4).

La composición química de los cálculos es diversa, teniendo el 80 % algún componente cálcico y 10-15 % ácido úrico (AC). Si bien la mayoría de los cálculos de pequeño tamaño podrán ser eliminados espontáneamente independiente de su composición, la importancia de conocer la naturaleza química de una litiasis radica en las alternativas terapéuticas que se ofrecerán, eventualmente, para cálculos en los que se debe tomar una conducta activa. Por ejemplo, en caso de urolitiasis de ácido úrico podría utilizarse alcalinización de orina para lograr una disolución de ésta. Otro ejemplo son los cálculos de cistina, de brushita o de oxalato de calcio, en donde se conoce que la tasa de fragmentación que puede lograr la litotricia extracorpórea (LEC), pudiera llegar a no

ser tan alta, dada la dureza de este tipo de litiasis. Por otro lado las litiasis de estruvita requerirán de un tratamiento previo con antibióticos (5).

Ante la sospecha de urolitiasis se debe realizar una confirmación con imágenes, siendo durante mucho tiempo el PielóTAC la herramienta estándar recomendada por las guías clínicas (5), presentando una sensibilidad y especificidad de 97 y 95 % respectivamente para el diagnóstico (6). Además, permite determinar la localización, tamaño, densidad y distancia de la piel (pensando en tratamiento por LEC). A pesar del buen rendimiento del PielóTAC, la tomografía computada dual ha adquirido un importante rol al momento de identificar la composición del cálculo para elegir un tratamiento dirigido exitoso.

DISCUSIÓN:

PielóTAC

Es un examen radiológico que consiste en una tomografía computada de la vía urinaria, que no usa un medio de contraste endovenoso para su interpretación. Utiliza una fuente de rayos X que giran alrededor del paciente y es enfrentado a una columna de detectores, obteniendo las distintas proyecciones. Su principal utilidad en la Urología es en litiasis, donde permite detectar su ubicación, tamaño y densidad. Esta última se mide en Unidades de Hounsfield (UH), la cual se relaciona con el coeficiente de atenuación que depende de la energía de la interacción de fotones, la densidad y la composición del cálculo. Posee una sensibilidad

y especificidad mayores a 90 % para detectarlas (7). Sin embargo, la mayoría de los cálculos son mixtos, por lo que las densidades se superponen y no se permite una correcta caracterización del tipo de litiasis (8).

TC dual: qué es y cómo funciona

Es una Tomografía computarizada que posee dos tubos de rayos X que operan con niveles distintos de voltajes (generalmente una baja en 80kV y otra alta en 140 kV), buscando los cambios de atenuación que tienen los diferentes tejidos según la energía de cada tubo. Fue introducida por primera vez en entre los años 1970 y 1980 con múltiples limitaciones en cuanto a tecnología, sobretodo respecto a la calidad de las imágenes que adquirirían y el tiempo que requería el examen. Luego volvió a aparecer con avances técnicos desde el año 2000, ganando un campo en la medicina (9).

Las litiasis calcificadas atenúan mas la radiación de baja energía, siendo lo contrario en composición de ácido úrico (AC) que atenúan más la radiación de mayor energía. Esto se procesa en un programa computacional donde la atenuación similar a AC se colorea rojo, mientras que la atenuación de no ácido úrico (NAC) se observa azul. Esto permite conocer la composición química de los cálculos a través del color. El principio físico se basa en que el TC dual es capaz de detectar la composición del material con similar densidad electrónica pero con diferente absorción de fotones, dado que cada compuesto tienen distintos pesos moleculares. Los cálculos de AC tiene elementos con bajo número atómico (hidrógeno, carbono, nitrógeno y oxígeno), mientras que los NAC tiene elementos de mayor número atómico (fósforo, calcio y sulfuro) (10, 11 y 12). Además, provee todo el resto de información que es entregado por el PielotAC convencional.

Respecto a su rendimiento, un metanálisis reciente concluyó que el TC dual tiene una sensibilidad de 95.5 % y especificidad de 97.3 % para diferenciar cálculos de AC y NAC (8). Otro estudio comparó el uso de pielotAC versus TC dual en determinar la composición de litiasis, demostrando superioridad de este segundo determinando los distintos componente de cálculos, sobretodo en diferenciar un cálculo de AC de NAC (13). Asimismo, un estudio local sobre la experiencia inicial en Clínica Santa María de TC dual para el diagnóstico de urolitiasis, reportó una sensibilidad y especificidad en detección de cálculos de ácido úrico de 100 y 87,5 % respectivamente, lo que concuerda con los estudios internacionales (14).

Dentro de sus limitaciones, cabe mencionar que los estudios en general agrupan los cálculos de NAC como un conjunto sin distinguir los de oxalato de calcio, apatita y fosfato de calcio, ya que se hace difícil su diferenciación. Además, no puede caracterizar cálculos de menos de 3 mm, lo cual no tendría relevancia en la práctica clínica dado que litiasis de este tamaño presentan eliminación espontánea generalmente, por lo que no influiría en la decisión terapéutica.

Usos del TC dual

Desde la introducción del TC dual se ha continuado avanzando en su aplicación dado que permite la diferenciación y caracterización de materiales de distinto comportamiento espectral (15). Es así que se ha utilizado en distintas áreas de la medicina, destacando en imágenes abdomino-pélvicas para caracterizar mejor las lesiones hipervasculares del hígado; caracterizar nódulos adrenales; en el páncreas para diferenciación de su parénquima. En la urología no solo permitiría distinguir la composición de los cálculos, sino también caracterización de las masas renales, donde distingue entre quistes captantes de carcinoma de células renales.

Los quistes renales se caracterizan como benignos si la atenuación es similar al agua, si no capta luego de la administración de contraste, y si tiene paredes lisas y delgadas. Una masa renal con atenuación mayor al agua al aplicar contraste puede ser un carcinoma de células renales o un quiste hipercaptante. Para realizar esta caracterización una tomografía convencional requiere una fase contrastada y una no contrastada, para evaluar la atenuación antes y después de la administración de contraste. La ventaja y rol del TC dual sería evaluar una lesión renal con una sola fase con contraste, sin necesidad de realizar una fase sin contraste real, dado que esta última la genera virtualmente con un programa computacional. Un estudio que analizó 139 lesiones renales focales demostró que la fase virtual generada por TC dual era equivalente a la fase no contrastada real de un TC, sin diferencias significativas en la atenuación de quistes simples, quistes hiperdensos, quistes con contenido de grasa (como angiomiolipomas) y lesiones sólidas renales captantes (16 y 17). Esto permitiría ahorrar tiempo, ansiedad y, sobre todo, radiación para el paciente (18).

Obesidad

El sobrepeso y obesidad es un problema de salud pública en países occidentales que ha ido en ascenso, afectando 1 de cada 3 personas en el mundo. Sin ir más lejos, según la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017 afecta a 74,2% de las personas, mientras que en niños afecta 1 de cada 4 (19 y 20). La obesidad es reconocida como un factor de riesgo para la formación de litos urinarios constatándose en la literatura prevalencias de urolitiasis en pacientes obesos entre 10 a 35% (21, 22 y 23). Una revisión de la literatura del 2018 evidencia que obesos presentan mayores defectos metabólicos que favorecen la formación de cálculos comparado con los no obesos (24 y 25). Estos pacientes pasan a ser un desafío a la hora de realizar un escáner dado su espacio limitado y posturas. Un estudio retrospectivo reciente que evaluaron obesos concluyeron que, a pesar de haber una diferencia en la calidad de imagen a medida que aumenta el peso corporal, el TC dual provee una calidad aceptable para caracterizar la composición de casi todas las litiasis clínicamente significantes, incluso en pacientes con pesos mayores a 118 kg. El único factor

independiente del peso corporal fue la caracterización del tamaño del cálculo (26).

Catéteres

Una de las limitaciones a la hora de utilizar el pielotAC en pacientes usuarios de catéteres ureterales y litiasis es la falta de discriminación en la imagen, dado que cálculos ureterales pequeños se hacen indistinguibles en el seguimiento con imágenes o solo se ven como una sutil irregularidad, dificultando el seguimiento o haciéndolo especulativo, y medición de tasa libre de cálculos.

En este contexto, otro beneficio que entrega el TC dual es que al conocer la composición química de los cálculos del paciente puedo escoger el tipo de material del catéter que se utilizará para que contraste con el lito. Un estudio alemán publicado en marzo del presente año comparó más de 36 catéteres doble J determinando que los compuestos de poliuretano se pintaban azul mientras que los de silicona se pintaban rojos en el TC dual, lo que permitió distinguir cálculos adyacentes de incluso 2 mm de tamaño tanto en el plano coronal como sagital, lo que permitiría un mejor seguimiento de estas litiasis. Otros estudios confirman este uso, sin existir una revisión sistemática hasta la fecha (1). Esto es de gran utilidad en postoperados para distinguir calculos residuales y con el uso de stent o tubos de nefrostomía.

Radiación

Se hace sumamente importante considerar la radiación en la imagenología, dada la disponibilidad de estudios con radiación que existen hoy en día. La radiación, medida en mSv, se acumula e induce carcinogénesis. Un escáner de abdomen y pelvis sin contraste varía en su radiación de 3 a 43 mSv, promediando 15 mSv. Un pielotAC con protocolo de baja energía irradia alrededor de 3 mSv. Un estudio realizó TC dual en el estudio de litiasis a 52 pacientes, donde el promedio de radiación fue de 1.8 mSv (27), concluyendo que esta herramienta permitiría irradiar menos sin comprometer la calidad de la imagen, entregando además el beneficio de conocer la composición química. Una revisión Dale Joanne et al. (28) y de Colin et al. (29) confirman la información de la baja radiación que expone el TC dual. Todo esto en pos de guiar la práctica clínica con el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), es decir, utilizar la mínima radiación posible en la medida de lo necesario (30).

CONCLUSIÓN

La literatura hasta el momento publicada ha logrado demostrar el buen rendimiento que logra la utilización del TC dual en determinar la composición de los cálculos AC y NAC. Esto permite elegir un manejo específico para cada paciente, sin llevar innecesariamente a procedimientos invasivos en caso de que no lo amerite, como en cálculos de AC donde uno puede entregar la posibilidad de un manejo médico. También permitiría ser útil en pacientes obesos y en el seguimiento de cálculos cuando los pacientes son

portadores de un catéter doble jota. Por otro lado, permitiría reducir costos en salud, radiación y ansiedad para el paciente y el equipo de salud.

El TC dual es una tecnología que ha vuelto a surgir en este siglo con mayores avances, resultando una técnica promisoría en el campo de la Urología tanto para la determinación de la composición de cálculos como para el estudio de lesiones renales, entre otras utilidades que van surgiendo. Si bien a nivel local solo escasos centros clínicos lo poseen, será cuestión de tiempo para que vaya instaurando su utilidad dado el potencial beneficio que entrega en la práctica clínica diaria.

REFERENCIAS

1. Magistro G, Bregenhorn P, Krauß B, Nörenberg D, D'Anastasi M, Graser A, et al. Optimized management of urolithiasis by coloured stent-stone contrast using dual-energy computed tomography (DECT). *BMC Urol*.
2. Calcium Kidney Stones | NEJM [Internet]. [citado 28 de julio de 2019]. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMcp1001011>
3. Susaeta R, Benavente D, Marchant F, Gana R. Diagnóstico y manejo de litiasis renales en adultos y niños. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 1 de marzo de 2018;29(2):197–212.
4. Brown J. Diagnostic and treatment patterns for renal colic in US emergency departments. *Int Urol Nephrol* 2006;38:87–92.
5. EAU Guidelines: Urolithiasis | Uroweb [Internet]. [citado 28 de julio de 2019]. Disponible en: <https://uroweb.org/guideline/urolithiasis>.
6. Andrabi Y, Patino M, Das CJ, Eisner B, Sahani DV, Kambadakone A. Advances in CT imaging for urolithiasis. *Indian J Urol IJU J Urol Soc India*. 2015;31(3):185–93.
7. Utilidad de la tomografía computarizada de doble energía con un programa específico para la identificación de litiasis renales de ácido úrico [Radiología (Madr).2016]-Medes [Internet]. [citado 28 de julio de 2019]. Disponible en: <https://medes.com/publication/108598>.
8. Zheng X, Liu Y, Li M, Wang Q, Song B. Dual-energy computed tomography for characterizing urinary calcified calculi and uric acid calculi: A meta-analysis. *Eur J Radiol*. octubre de 2016;85(10):1843–8.
9. Ramírez Giraldo JC, Arboleda Clavijo C, McCollough CH. Tomografía computarizada por rayos X: fundamentos y actualidad. *Rev Ing Bioméd*. diciembre de 2008;2(4):54–66.
10. Dual energy CT in practice: Basic principles and applications [Internet]. [citado 28 de julio de 2019]. Disponible en: <https://www.appliedradiology.com/articles/dual-energy-ct-in-practice-basic-principles-and-applications>.
11. Johnson TRC. Dual-Energy CT: General Principles. *Am J Roentgenol*. 1 de noviembre de 2012;199(5_supplement):S3–8.
12. Mansouri M, Aran S, Singh A, Kambadakone AR, Sahani DV, Lev MH, et al. Dual-Energy Computed Tomography Characterization of Urinary Calculi: Basic Principles, Applications and Concerns. *Curr Probl Diagn Radiol*. 1 de noviembre de 2015;44(6):496–500.

13. Wisenbaugh ES, Paden RG, Silva AC, Humphreys MR. Dual-energy vs conventional computed tomography in determining stone composition. *Urology*. junio de 2014;83(6):1243–7.
14. Salvadó B., Figueroa H., Bettancourt, C., Velasco A., et al. Tomografía Computada Dual para identificar la composición de litiasis urinaria, experiencia inicial. 2016.
15. Kaza RK, Ananthakrishnan L, Kambadakone A, Platt JF. Update of Dual-Energy CT Applications in the Genitourinary Tract. *AJR Am J Roentgenol*. junio de 2017;208(6):1185–92.
16. Neville AM, Gupta RT, Miller CM, Merkle EM, Paulson EK, Boll DT. Detection of renal lesion enhancement with dual-energy multidetector CT. *Radiology*. abril de 2011;259(1):173–83.
17. Heye T, Nelson RC, Ho LM, Marin D, Boll DT. Dual-Energy CT Applications in the Abdomen. *Am J Roentgenol*. 1 de noviembre de 2012;199(5_supplement):S64–70.
18. Coursey CA, Nelson RC, Boll DT, Paulson EK, Ho LM, Neville AM, et al. Dual-energy multidetector CT: how does it work, what can it tell us, and when can we use it in abdominopelvic imaging? *Radiogr Rev Publ Radiol Soc N Am Inc*. agosto de 2010;30(4):1037–55.
19. GBD 2015 Obesity Collaborators, Afshin A, Forouzanfar MH, Reitsma MB, Sur P, Estep K, et al. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *N Engl J Med*. 06 de 2017;377(1):13–27.
20. Encuesta nacional de salud 2016-2017, [Internet]. [citado 28 de julio de 2019]. Disponible en: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/01/2-Resultados_ENS_MINSAL_31_01_2018.pdf.
21. Taylor EN, Stampfer MJ, Curhan GC. Obesity, weight gain, and the risk of kidney stones. *JAMA*. 26 de enero de 2005;293(4):455–62.
22. The association of increasing body mass index and kidney stone disease. - PubMed - NCBI [Internet]. [citado 22 de julio de 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20018330?dopt=Abstract>
23. Semins MJ, Shore AD, Makary MA, Magnuson T, Johns R, Matlaga BR. The association of increasing body mass index and kidney stone disease. *J Urol* 2010; 183:571–575
24. Curhan GC, Willett WC, Rimm EB, Speizer FE, Stampfer MJ. Body size and risk of kidney stones. *J Am Soc Nephrol JASN*. septiembre de 1998;9(9):1645–52.
25. Carbone A, Al Salhi Y, Tasca A, Palleschi G, Fuschi A, De Nunzio C, et al. Obesity and kidney stone disease: a systematic review. *Minerva Urol Nefrol Ital J Urol Nephrol*. agosto de 2018;70(4):393–400.
26. Kordbacheh H, Baliyan V, Uppot RN, Eisner BH, Sahani DV, Kambadakone AR. Dual-Source Dual-Energy CT in Detection and Characterization of Urinary Stones in Patients With Large Body Habitus: Observations in a Large Cohort. *AJR Am J Roentgenol*. abril de 2019;212(4):796–801.
27. Mahalingam H, Lal A, Mandal AK, Singh SK, Bhattacharyya S, Khandelwal N. Evaluation of low-dose dual energy computed tomography for in vivo assessment of renal/ureteric calculus composition. *Korean J Urol*. agosto de 2015;56(8):587–93.
28. Dale J, Gupta RT, Marin D, Lipkin M, Preminger G. Imaging Advances in Urolithiasis. *J Endourol*. 2017;31(7):623–9.
29. McCarthy CJ, Baliyan V, Kordbacheh H, Sajjad Z, Sahani D, Kambadakone A. Radiology of renal stone disease. *Int J Surg*. 1 de diciembre de 2016;36:638–46.
30. The optimisation of radiological protection: broadening the process. ICRP publication 101. Approved by the Commission in September 2005. *Ann ICRP*. 2006;36(3):65, 71–104.