Actas Urológicas Españolas

www.elsevier.es/actasuro

Artículo especial

La urografía intravenosa ha muerto, ¡viva la tomografía computarizada!

Á. Franco*, M. Tomás y A. Alonso-Burgos

Servicio de Radiología, Fundación Jiménez Díaz, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 20 de abril de 2010

Aceptado el 27 de abril de 2010

On-line el 19 de junio de 2010

Palabras clave:

Urografía

Tomografía computarizada

Hematuria

Litiasis

Pielonefritis

R E S U M E N

Durante la última mitad del siglo xx se han producido cambios muy importantes en el campo de la imagen genitourinaria, de forma que para la mayor parte de las históricas indicaciones de la urografía intravenosa la tomografía computarizada (TC) es ahora la técnica de elección.

El objetivo de este trabajo es realizar una actualización del correcto uso de las pruebas de imagen, con especial enfoque en la TC, en la patología urológica del adulto revisando las entidades más frecuentes: litiasis, hematuria, infecciones, tumores, controles de cirugía y pielectasia.

Hacemos un breve recorrido histórico por las pruebas de imagen utilizadas en urología a través de los años, haciendo hincapié en sus fundamentos físicos.

En la segunda parte revisamos las diferentes patologías urológicas y el papel que desempeñan la radiografía simple, la ecografía, la TC y la resonancia magnética, analizando su sensibilidad y su especificidad.

Por último, hacemos una breve reflexión acerca de las dosis de radiación de los diferentes métodos radiológicos.

© 2010 AEU. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Intravenous urography is died. Long live the computerized tomography!

A B S T R A C T

Very important changes have happened in the field of the genitourinary image during the last half of the 20th century, so that for most of the historical intravenous urography indications, nowadays the computerized tomography (CT) is technique of choice.

The aim of this report is to perform an update in the correct use of the imaging techniques in the adult-related most frequent urological pathology, including: urolithiasis, haematuria, infections, tumours, surgery follow-up and pyelectasis, specially focused in CT.

A brief historical review of the urological imaging techniques is performed, emphasizing the physical principles.

Keywords:

Urogram

Computered tomography

Haematuria

Urolithiasis

Phielonefritis

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: afranco@fjd.es (Á. Franco).

In the second part, the role played by plain X-ray, ultrasound, CT and MR in the different urological pathologies are reviewed, discussing the sensibility and specificity of each technique.

A brief reflection is finally carried out over of the radiation doses.

© 2010 AEU. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Durante la última mitad del siglo xx se han producido cambios muy importantes en el campo de la imagen genitourinaria, que han culminado en los albores del siglo xxi con una escasa utilización de la urografía intravenosa (UIV). La UIV es una técnica de imagen proyeccional en la que la superposición de estructuras puede ocultar hallazgos significativos. Frente a ella, la tecnología multidetectora de la tomografía computarizada (TC) permite la obtención de cortes finos de la totalidad del tracto urinario en una sola apnea. Para la mayor parte de las históricas indicaciones de la UIV, la TC es ahora la técnica de elección. Encontramos en la literatura médica múltiples ejemplos que nos hablan de la disminución de la utilización del empleo de la UIV: así, en el centro Montefiore de New York se realizaron 323 UIV en 1999 y solo 17 en 2006. De igual modo, en el Hospital de Brigham no se realiza ninguna urografía desde el año 2000¹.

A pesar de la aceptación de la TC en múltiples patologías, detectamos, en nuestro medio, una en ocasiones llamativa resistencia de muchos clínicos a utilizar los nuevos métodos de imagen, motivo por el que hemos decidido revisar en este artículo el estado actual de la imagen en la patología urológica del adulto con un especial enfoque en las aportaciones y las ventajas del estudio de estas entidades mediante TC.

Historia y técnicas de imagen en patología urológica

La historia de la imagen urológica comienza en la década de 1920 con la aparición del contraste yodado que permitió la evaluación del sistema excretor. La UIV era la técnica «reina» en el estudio de la patología urológica, siendo realizada en nuestro país por urólogos y radiólogos, dependiendo del tipo de institución. Las indicaciones eran múltiples: hipertensión arterial, masas renales, cólico nefrítico, infecciones del tracto urinario, hematuria, seguimiento de la cirugía, malformaciones congénitas, traumatismo, etc.

Hacia el final de la década de 1970, la ecografía (US) comienza a utilizarse de forma generalizada en la práctica clínica. Su utilidad era fundamentalmente distinguir las masas sólidas de las quísticas, evitando la punción directa del quiste con posterior quistografía que se realizaba antes de la generalización del uso de los ultrasonidos².

La ecografía es un método diagnóstico basado en la reflexión, o eco, de los ultrasonidos en los órganos. La penetrancia de los ultrasonidos depende de la fuente de emisión y de las características biofísicas del medio, esto es, su absorción y su reflexión. No existen fenómenos adversos asociados al empleo de ultrasonidos. Se denomina ecogenicidad a la capacidad de las

estructuras «insonadas» para reenviar ecos a su origen. Así hablamos de estructuras hiper, hipo, iso o anecoicas.

En la década de 1980 comienza a utilizarse la TC en el estudio y la estadificación de las masas renales. Los estudios entonces eran realizados con máquinas muy lentas. Algunas de ellas tardaban 16 s en realizar un único corte de 10 o 15 mm de grosor. Todavía se hacía un cavograma previo a la cirugía. Pronto, la TC fue tomando protagonismo no solo en el diagnóstico y la estadificación del adenocarcinoma renal³, sino en el diagnóstico del angiomiolipoma, la enfermedad inflamatoria renal y el traumatismo.

Desde el punto de vista técnico, la TC es un tubo de rayos X que emite un haz de rayos X colimados sobre un plano tomográfico del objeto por estudiar. El paso de los rayos X a través de los tejidos atenúa la radiación, la cual es recogida por detectores fotoeléctricos y después analizada por un ordenador que reconstruye las diferentes medidas obtenidas en imágenes bidimensionales o tridimensionales. La TC recoge inicialmente imágenes en tonos de grises, que representan las diferentes densidades tisulares de la anatomía estudiada (*unidades Hounsfield* [UH]) con un valor densimétrico de cero para el agua y extremos que van del -1.000 (aire, imágenes hipodensas) hasta el +1.000 (metal, imágenes hiperdensas). Mediante la administración intravenosa (i.v.) de medio de contraste yodado y la difusión de este en el medio extracelular pueden caracterizarse tisularmente las distintas estructuras de acuerdo con su comportamiento en el tiempo o en las distintas fases del estudio. Así, en el estudio dirigido a la patología urológica diferenciamos: a) *fase corticomedular*: 25-30 s tras la administración del contraste. Dirigida al estudio de anatomía vascular, en detección de hemorragias y para la valoración del comportamiento vascular precoz de las lesiones; b) *fase parenquimatosa*: realce de la medular igualándose con la cortical. Sucede 50-180 s desde el inicio de la inyección de contraste. Se enfoca a la detección tumoral y, por defecto, se debe incluir en la mayoría de los estudios renales; c) *fase excretora*: se inicia 5-10 min después de la inyección de contraste y permite la valoración de la vía urinaria, y d) *fase excretora tardía*: más allá de los 30 min de la inyección.

Hacia el final de la década de 1980 comienza a utilizarse la resonancia magnética (RM). La RM es un fenómeno físico por el cual ciertos elementos como el H⁺ pueden absorber selectivamente energía electromagnética de radiofrecuencia al ser colocados bajo un potente campo magnético. Un volumen (vóxel) de tejido del organismo tiene una densidad (D) específica en núcleos de H⁺. Así, el agua tendrá una D diferente a la sangre, al hueso y al parénquima de cada músculo o víscera. Cuando los núcleos de H⁺ de un determinado vóxel son sometidos a un campo magnético y absorben energía de radiofrecuencia entran en estado de resonancia. Cada vóxel resonará de forma diferente a los otros

vóxeles debido a las diferencias de D de H^+ , y un mismo vóxel resonará diferentemente según la secuencia de pulso (características físicas del pulso de radiofrecuencia) al que sea sometido. El exceso energético de los núcleos en resonancia será liberado en forma de emisión de radiofrecuencia en un proceso llamado de *relajación* (liberación de energía de los núcleos de H para volver a su posición de equilibrio). Durante la relajación se induce una señal eléctrica que es captada por la antena receptora que envía información a la computadora para obtener la imagen tomográfica en la RM.

La década de 1990 se caracterizó, en primer lugar, por la universalización en el uso de medios de contraste no iónicos que redujeron de una forma drástica las reacciones alérgicas al contraste y, en segundo lugar, por un avance espectacular de las modernas técnicas seccionales (US, TC y RM) en detrimento de la UIV.

Coincidiendo con la publicación de varios artículos que afirman que la TC es mejor método que la UIV para detectar la urolitiasis⁴, Amis publica en el año 1999 el artículo titulado «Epitaph for the urogram»⁵. En este trabajo, el autor afirmaba que el uso continuado de esta técnica era debido al desconocimiento que tienen los clínicos acerca de las posibilidades de las otras técnicas de imagen para visualizar el tracto urinario. Este artículo fue contestado por Becker⁶ en una carta en la que el autor afirmaba que la muerte de la UIV había sido prematuramente anunciada, ya que todavía no estaba claramente definida cuál debía ser la exploración indicada en la hematuria.

Entonces, la UIV seguía siendo el método de elección en el control de las pieloplastias y en el diagnóstico y el seguimiento del carcinoma de células transicionales. Además, la UIV parecía aún la mejor exploración para el estudio de anomalías congénitas. Otras indicaciones más raras se establecerían entonces para las hidronefrosis moderadas y la ectasia tubular¹.

En la actualidad, once años después de la publicación de este artículo, la TC y la RM han hecho grandes avances que nos permiten hacer estudios con una gran resolución espacial, resolución en contraste y en tiempos muy cortos. Tanto los estudios de TC sin contraste (TCSC) como los realizados con contraste en fase excretora (uro-TC) deben ser realizados en equipos de TC multicorte (TCMC) a fin de que puedan obtenerse exploraciones cuyo grosor de corte sea muy fino, de forma que permita un alto rendimiento diagnóstico.

En la mayor parte de los hospitales existe esta tecnología en la actualidad, por lo que ha disminuido de forma importante el número de UIV, ¿pero cuáles son sus actuales indicaciones? Nadie duda ya de que la TCMC es el método de elección para el estudio y estadificación de los adenocarcinomas renales o en el estudio del traumatismo renal, si bien continúan ciertas reticencias de algunos clínicos a utilizar las nuevas tecnologías de la imagen en otras patologías, como la enfermedad calculosa y la hematuria o los tumores uroteliales (TU).

1. Entidades clínicas. Indicaciones y aplicabilidad de las técnicas de imagen

1.1. Cólico nefrítico

Cuando un paciente presenta dolor en el flanco, el primer diagnóstico que hay que considerar es un cálculo ureteral,

aunque hay otras muchas entidades que pueden producir la misma clínica e incluso existen procesos que pueden producir obstrucción de tracto urinario por compresión extrínseca. Es importante disponer de un estudio diagnóstico seguro y objetivo para determinar la presencia o la ausencia de obstrucción ureteral y si esta obstrucción está producida o no por un cálculo. Si existe obstrucción ureteral, lo ideal sería aquel estudio diagnóstico que determinase la causa y el nivel de la obstrucción. En caso de no existir obstrucción, lo ideal sería que la misma prueba determinase la causa del dolor.

Si es un cálculo la causa de la obstrucción, en la mayoría de los casos se pauta tratamiento conservador, ya que el 80% de los cálculos son expulsados espontáneamente⁴.

1.1.1. Radiografía simple de abdomen

Es usada a menudo como primer paso en el diagnóstico del paciente con dolor en el flanco. Solo el 59% de los cálculos son visibles en la radiografía de abdomen⁷. La radiografía es un estudio diagnóstico inicial razonable cuando el paciente tiene historia anterior de cálculos radiopacos y presenta de nuevo clínica de cólico renoureteral. En ausencia de tales antecedentes, el valor de la radiografía de abdomen es muy dudoso.

1.1.2. Urografía intravenosa

Fue la técnica diagnóstica de elección en este tipo de pacientes. Tiene una sensibilidad para la detección de litiasis más alta que la radiografía simple (97%)⁷. La ventaja que se argumentaba a favor de esta prueba y en contra de la TC era la capacidad de dar información fisiológica. Sin embargo, la nueva tecnología multidetector permite la obtención de imágenes en varias fases (fase corticomedular, nefrográfica y excretora) y aporta, además, información que puede ser de gran relevancia a la hora de la toma de decisiones, como veremos más adelante.

Un caso especial es la mujer embarazada, en la que se podría realizar una RM o una UIV con una sola radiografía a los diez minutos de la inyección⁷.

1.1.3. Ecografía

Sola o en combinación con la radiografía simple tiene menos sensibilidad que la UIV y la TC (sensibilidad de entre el 24-77%). La US se usa en muchas ocasiones como primer procedimiento de imagen para evitar la radiación, sobre todo en niños y mujeres embarazadas. La capacidad para detectar cálculos dependerá del tamaño y de la localización. Así, esta técnica presenta una alta sensibilidad para cálculos de tamaño mayor a 5 mm, mientras que resulta muy difícil la localización de los cálculos situados en el tercio medio del uréter. La visualización del jet ureteral descarta la existencia de obstrucción completa (fig. 1).

1.1.4. Tomografía computarizada

Sin contraste posee una alta sensibilidad (98%) y especificidad (96-98%) en la detección de cálculos ureterales⁸, además de las siguientes ventajas: a) rapidez en el tiempo de exploración, con capacidad de visualizar todo el tracto urinario en una sola apnea; b) capacidad de visualizar casi todo tipo de cálculos; c) prueba exenta de riesgo derivado de una posible reacción alérgica al contraste, y d) capacidad diagnóstica para

Figura 1 – Ecografía en la que se observa la existencia de un cálculo en la unión pieloureteral (cabeza de flecha). El estudio Doppler color muestra la existencia de jet ureteral bilateral, hallazgo que descarta una obstrucción completa del sistema excretor.

Figura 2 – Imagen de tomografía computarizada sin contraste con reconstrucción multiplanar en proyección coronal, en la que se demuestra que la imagen calcificada (flecha) está situada en el trayecto ureteral, correspondiendo a litiasis.

establecer la etiología de otras posibles causas extraurinarias de dolor en el flanco⁹.

En ocasiones, puede resultar difícil establecer el diagnóstico por imagen entre flebolitos y cálculos ureterales y puede resultar, en ocasiones, difícil en un primer momento en los cortes axiales. El cálculo suele estar rodeado por un anillo hipodenso, mientras que el flebolito presenta una característica imagen en «cola de cometa» que ayuda en su diagnóstico; además, con los métodos de reconstrucción multiplanar es sencillo determinar si la calcificación está situada en el interior del uréter o si, por el contrario, se trata de una calcificación vascular (fig. 2).

Gracias a la capacidad multiplanar de los estudio de TCMC pueden realizarse medidas de todos los diámetros del cálculo,

Figura 3 – Imagen de tomografía computarizada sin contraste con reconstrucción multiplanar, donde se objetiva una dilatación piélica (flechas) y ureteral (flechas huecas) secundaria a imagen calculosa de 5,3 mm de diámetro transversal.

siendo el más importante de cara a la posible expulsión espontánea el diámetro transversal. Los menores de 3 mm suelen eliminarse espontáneamente, mientras que en los mayores de 6 mm suele fallar la terapia conservadora⁷ (fig. 3).

La TC también identifica el grado de obstrucción del tracto urinario a través de hallazgos, como hidronefrosis, edema perinefrítico y edema periureteral. El edema perinefrítico, visible como un aumento de trabeculación de la grasa perirrenal, es proporcional al tiempo de duración del proceso y al grado de obstrucción. Aunque su implicación pronóstica ha sido cuestionada, muchos autores creen que indica un aumento de presión dentro del sistema excretor y se asocia a un aumento en la probabilidad de expulsión espontánea¹⁰.

De existir evidencia de obstrucción y clínica positiva, el diagnóstico diferencial habitual es entre un cálculo que ya ha sido expulsado, pielonefritis o ausencia de visualización de la litiasis. Es sabido que los pacientes con HIV y

tratamiento con inhibidores de las proteasas presentan cálculos radiotransparentes¹¹, por lo que en estos pacientes, si existe clínica compatible y dilatación del sistema excretor, se podría asumir la existencia de un cálculo por depósito de cristales de indinavir o bien realizar una UIV para confirmar la existencia de litiasis.

Las nuevas TCMC con energía dual pueden caracterizar el tipo de cálculo, lo que supone un gran avance en la elección de la terapéutica adecuada¹².

Otra gran ventaja de la TC es su capacidad para diagnosticar otro tipo de entidades extraurinarias, como apendicitis, pielonefritis, patología ginecológica o vascular.

1.1.5. Resonancia magnética

La detección de litiasis en el aparato urinario es limitada con el uso de la urografía por RM. Su localización en el parénquima es muy difícil, mientras que en la vía urinaria, al quedar rodeado por el fluido estático o por el gadolinio, se aprecian como defectos de señal de contorno bien definido, hallazgo poco específico que hace difícil su diagnóstico diferencial con los coágulos de sangre, con los clips quirúrgicos y con los pequeños tumores de la vía urinaria o artefactos por flujo¹³.

1.2. Hematuria

En la última década, la uro-TC ha reemplazado a la UIV en el diagnóstico de la hematuria¹⁴. Las causas de la hematuria pueden ser múltiples, algunas de etiología benigna, como el cólico nefrítico o las infecciones de repetición, otras asociadas a neoplasias, como el adenocarcinoma renal o el carcinoma de células transicionales, el trauma o las enfermedades del parénquima renal. La hematuria se divide para su estudio en macroscópica y microscópica.

El estudio de la hematuria debería comenzar por una determinación analítica de la presencia de bacteriuria y piuria. Si el resultado es positivo, debe procederse a la realización de un cultivo para confirmar la etiología infecciosa. En ausencia de infección, el segundo paso sería tratar de distinguir si se trata de una enfermedad glomerular. Los pacientes menores de 40 años deberían ser enviados al nefrólogo en primer lugar debido a la baja incidencia de tumores en este grupo¹⁵. Descartada la causa glomerular, en aquellos pacientes con factores de riesgo debe realizarse un estudio urológico completo para descartar la existencia de neoplasias tanto de carcinoma renal como de células transicionales.

De acuerdo con el estudio publicado de O'Connor, la incidencia de malignidad en pacientes con hematuria macroscópica es del 18,9%. En este trabajo no se detectaron enfermedades del tracto urinario en pacientes menores de 30 años y no se detectaron tumores del tracto urinario superior en pacientes menores de 50 años¹⁶. Estudios recientes muestran una prevalencia en las series actuales de tumores del tracto urinario cuatro veces mayor que en las series previas^{15,17}. Una de las explicaciones que se ha dado a este cambio es el aumento en el uso de la TC, con su mayor capacidad diagnóstica para dichos tumores (sesgo por adelanto diagnóstico).

1.2.1. Radiografía simple de abdomen

Tiene una baja sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de litiasis. No tiene ningún papel en la detección de tumores renales y no tiene ningún papel en el diagnóstico de la hematuria cuando se van a realizar más pruebas de imagen.

1.2.2. Urografía intravenosa

Tiene una sensibilidad muy baja en la detección de las masas renales, del 21, el 52 y el 85% para aquellas lesiones de tamaño inferior a 2 cm, de entre 2-3 cm y mayores de 3 cm, respectivamente¹⁷. Además, una vez detectada una masa necesitamos otro método de imagen para determinar si es sólida o quística.

1.2.3. Ecografía

Es un método seguro para descartar litiasis. Como técnica aislada o en combinación con la radiografía simple, sobre todo en la población pediátrica, ha sido una técnica utilizada para valorar la arquitectura interna de la lesión y valorar el grado de Bosniak de una lesión con componente quístico¹⁸. El problema de la US en el estudio de la hematuria es la escasa sensibilidad en la detección de TU en el tracto urinario superior. La sensibilidad para detectar tumores en la vejiga es muy alta, de aproximadamente el 95%^{16,19}.

1.2.4. Urotomografía computarizada

Se define como el estudio por TC del tracto urinario antes y después de la administración de contraste yodado intravenoso, incluyendo obligatoriamente una adquisición en fase excretora. Las indicaciones de la uro-TC han aumentado rápidamente, sustituyendo en muchos centros a la UIV. Esta exploración sería lo que los anglosajones llaman *one stop shop*, ahorrando tiempo de diagnóstico, visitas del paciente al hospital y costes²⁰.

Por tanto, la uro-TC debería ser considerada como una prueba de primera línea en los pacientes con hematuria y riesgo de cáncer, superando los beneficios al riesgo teórico de la radiación¹⁶.

1.2.5. Urorresonancia magnética

Es un buen método alternativo, sobre todo en embarazadas y pacientes jóvenes. Sus limitaciones fundamentales son la mala visualización del calcio y del aire⁷.

1.3. Tumores uroteliales

1.3.1. Urografía intravenosa

En la UIV, entre el 50-75% de los TU se presenta como defectos de repleción, cifra ampliamente superada por la uro-TC, donde la sensibilidad puede llegar al 100%. De esta forma, una neoformación que no protruya en el interior de la luz pieloureteral, como sucede en el caso del carcinoma *in situ*, no se visualizará en la secuencia urográfica de la uro-TC pero tampoco en la UIV. La urografía ha demostrado²¹ una sensibilidad y especificidad del 62,5 y el 100%, respectivamente, un valor predictivo positivo del 100% y un valor predictivo negativo del 57% para el diagnóstico de TU. Estos valores son ostensiblemente menores que los obtenidos con la uro-TC.

En los TU alojados en el sistema pielocalicial se describen cinco hallazgos urográficos característicos:

1. Defectos de repleción únicos o múltiples. Se observan en el 35% de los carcinomas uroteliales de la pelvis renal. Estos defectos pueden tener una superficie lisa o irregular.
2. Defecto de repleción dentro de un cáliz dilatado. Ocurre en un 26% de los casos. Un tumor puede obstruir parcialmente un cáliz causando un hidrocáliz o bien obstruirlo completamente haciendo que este no se opacifique («cáliz fantasma»). También un cáliz distendido relleno de tumor («oncocáliz») puede aparecer como un defecto focal en el nefrograma.
3. Amputación calicial. Aparece en el 19% de los casos. Si el corte es liso, un proceso inflamatorio (especialmente tuberculosis) puede ser difícil de distinguir de un tumor.
4. Ausencia o disminución de excreción de contraste sin aumento del tamaño renal. Aparece en el 13% de los casos. Es causada por una obstrucción de larga evolución.
5. Hidronefrosis con aumento de tamaño del riñón, causada por obstrucción de la unión pieloureteral. Se ve en el 6% de los casos.

1.3.2. Ecografía

Los hallazgos ecográficos de los TU resultan inespecíficos y no tienen valor diagnóstico en el estudio de la hematuria originada por un tumor de vías. Los TU no presentan signos ecográficos específicos que sugieran un origen urotelial, salvo su localización central. Los TU se manifiestan ecográficamente como imágenes hipoeoicas con respecto al sistema excretor normal, pudiendo estar asociados a la dilatación o la amputación de un cáliz, la hidronefrosis o a una masa sólida intrarrenal. La presencia de un engrosamiento focal de la corteza renal adyacente es indicativa de infiltración cortical.

1.3.3. Tomografía computarizada

Desde hace dos décadas, la TC es el método de elección en el diagnóstico y la estadificación de los adenocarcinomas renales²²⁻²⁴. Han sido debatidas durante años la sensibilidad y la especificidad de la TC en el diagnóstico de TU, pero diferentes estudios han demostrado la superioridad de la TC en el diagnóstico de este tipo de tumores, tanto en el tracto

urinario superior como en la vejiga²²⁻²⁴. Ha llegado a plantearse la uro-TC con técnicas de reconstrucción volumétrica de navegación virtual (cistoscopia virtual) para la sustitución de la cistoscopia convencional por su alto valor predictivo negativo²⁵ (fig. 4). Esta sensibilidad y esta especificidad, sin embargo, se ven muy limitadas cuando el paciente tiene antecedentes de neoplasia de vejiga con resecciones transuretrales, situación en la que sigue siendo obligatoria la realización de una cistoscopia.

En el apartado dedicado a la hematuria ya hemos hecho referencia a la superioridad de la TC frente a la UIV en la detección de los TU^{22,23}. La TC tiene la ventaja de poder estudiar el tracto urinario sin problemas de superposición de imágenes. En la fase nefrográfica y en la excretora puede valorarse el engrosamiento mural de todo el sistema excretor.

En la fase excretora puede realizarse la estadificación local del tumor. Si existe una fina lámina de contraste entre el tumor y el parénquima renal, estamos ante un T1 o un T2 (fig. 5). Por otra parte, si existe una disminución de la grasa del seno o realce anormal del parénquima, estamos ante un T3. El estadio T4 presenta en imagen una invasión de la grasa perinefrítica. El TU avanzado invade el parénquima y deforma la estructura pielocalicial conservando la estructura reniforme, al contrario de lo que ocurre con el adenocarcinoma²⁶ (fig. 6).

En el seguimiento de este tipo de tumores se ha utilizado habitualmente la UIV debido a la tendencia a la multicentricidad del tumor. Entre el 2-4% de los pacientes con neoplasia de vejiga desarrolla a lo largo de su vida un tumor del tracto urinario superior, y un 40% de los pacientes con tumor del tracto urinario superior desarrolla un cáncer de vejiga. Al tener la TC mayor sensibilidad en la detección de lesiones de la vía urinaria y teniendo en cuenta que en la mayor parte de los casos se trata de pacientes mayores de 50 años, el uso de la TC en el seguimiento de estos tumores es cada vez más frecuente²⁵.

1.3.4. Resonancia magnética

Aunque la TC, en especial la uro-TC, es superior a la RM en la evaluación de la enfermedad en las vías superiores debido a su mayor resolución espacial, la RM es igualmente útil en el diagnóstico de la enfermedad vesical y superior en la evaluación de la estadificación local. En las imágenes de RM

Figura 4 – Paciente con hematuria. La tomografía computarizada demuestra una neoplasia en la cara lateral izquierda de la vejiga sin invasión de la grasa perivesical (flechas en A y B). Imagen de cistoscopia virtual del mismo paciente, donde se muestra integridad del meato ureteral derecho (flecha en C).

Figura 5 – Imágenes de tomografía computarizada sin contraste con contrastes intravenosos en fase excretora y reconstrucciones en plano axial y coronal. Se observa un engrosamiento urotelial limitado al grupo calicial medio y la pelvis renal izquierda que se extiende al uréter proximal y al sistema colector intrarrenal en relación con carcinoma de células transicionales de pequeño tamaño (flecha en A) y tumor de mayor tamaño que afecta a la pelvis, y extensión al tercio superior del uréter que presenta la pared engrosada (flecha y cabeza de flecha en B, respectivamente).

Figura 6 – Reconstrucción multiplanar curva del riñón y el sistema excretor izquierdo de un paciente con tumor urotelial avanzado (asteriscos). Obsérvese el engrosamiento del urotelio (flechas) y la invasión del grupo calicial superior sin deformar la morfología renal (flechas huecas). Litiasis pélvica (asterisco en detalle).

potenciadas en T1, los TU tienen una señal de intensidad igual o algo inferior a la del parénquima renal. Se produce un ligero aumento de intensidad en la señal en T2. Tras la administración de contraste paramagnético (gadolinio), los TU muestran realce de las lesiones en forma similar al observado en la TC. Las secuencias en difusión son una modalidad prometedora en el diagnóstico de tumores vesicales con alta sensibilidad y especificidad²⁷.

1.4. Infección del tracto urinario

La infección del tracto urinario no requiere estudio radiológico alguno para su diagnóstico. La combinación de síntomas clínicos, como fiebre, dolor en el flanco y disuria, debe hacer sospechar una pielonefritis aguda (PNA), que se debe confirmar con los estudios de laboratorio.

La imagen debe ser reservada para aquellos pacientes que no responden bien al tratamiento durante los primeros tres días, los que tienen síntomas de gravedad o aquellos en los que se sospecha que otra entidad (por ejemplo, infarto renal) puede ser el origen de los síntomas. Otro grupo de pacientes que se pueden beneficiar de un estudio de imagen son los que tienen diabetes o están inmunocomprometidos; también deben hacerse estudios de imagen temprana cuando hay sospecha de piodenofrosis²⁶.

1.4.1. Pielonefritis aguda

1.4.1.1. *Urografía intravenosa*. Actualmente en desuso durante la fase aguda de la infección. Depende de la función renal y solo en un 25% de los casos puede demostrar anomalías. Sin embargo, delimita bien la anatomía del sistema pielocalicial y resulta muy útil en el estudio de las anomalías anatómicas y las posibles secuelas.

1.4.1.2. *Ecografía*. En numerosas ocasiones, por su disponibilidad, rapidez e inocuidad, la primera prueba que se realiza a estos pacientes es la US, donde la mayoría de los riñones con PNA serán normales. En algunos casos podremos encontrar un aumento del tamaño renal (riñón afectado mayor de 15 cm o diámetro craneocaudal 1,5 cm mayor que en el lado no afectado), dilatación del sistema pielocalicial sin evidencia de la causa obstructiva, áreas de parénquima mal definidas (hipoecoicas [por edema] o hiperecoicas

Figura 7 – Imagen de ecografía en un apaciente de 65 años con dolor en el flanco izquierdo y disuria de 5 días de evolución. Se observa en la ecografía un área hipoeoica mal delimitada en el polo superior del riñón izquierdo en relación con foco de pielonefritis focal (flecha curva en A). Asimismo, se observa una imagen quística adyacente a esta lesión (flecha en B) en relación con quiste cortical infectado. Obsérvese en el estudio de tomografía computarizada realizado la presencia del foco hipodenso de pielonefritis (flecha curva en E-F) así como el quiste sobreinfectado (flechas en C-F) junto con estriación de la grasa perirrenal como signos de inflamación (asteriscos en C-D).

[por hemorragia]], o pérdida de la diferenciación corticomedular (fig. 7). El estudio Doppler aumenta la sensibilidad para la detección de anomalías, y la mayoría de las áreas de lesión son hipovasculares (isquemia tubular). La sensibilidad del power Doppler es superior a la del Doppler color en la detección y la determinación de la extensión de esta zona hipoperfundida.

Sin embargo, la US muestra una serie de limitaciones, entre las que se encuentran la falta de diferenciación entre el calcio («sombra definida») y el gas («sombra sucia») en algunas ocasiones, la falta de capacidad para valorar la extensión perinéfrica de la infección y la escasa capacidad para la valoración de pequeños microabscesos.

1.4.1.3. Tomografía computarizada. Tras la administración de contraste i.v. (c.i.v.) y con estudio multifásico, la TC constituye la técnica de elección para evaluar alteraciones en el parénquima renal y es el estudio de elección en adultos. Tras un correcto tratamiento antibiótico, aunque los síntomas desaparezcan y el urocultivo resulte negativo, las alteraciones radiológicas pueden persistir durante meses, lo que es importante tener en cuenta para no confundir estos cambios residuales con una infección activa.

En la práctica diaria, es frecuente realizar el estudio simple, una fase a los 50-90s tras c.i.v. y una fase tardía en caso de existir patología obstructiva.

El estudio basal sin c.i.v. permite valorar la presencia de gas, litiasis, calcificaciones, áreas de sangrado, masas inflamatorias, obstrucción y aumento del tamaño renal²⁸.

Tras la administración de contraste, el hallazgo más frecuente son las lesiones cuneiformes mal definidas, con menor realce que el resto del parénquima, que se extienden desde la papila (en la médula) hasta la superficie cortical. Pueden verse bandas alternantes, hipodensas e hiperdensas, paralelas al eje de los túbulos y los conductos colectores (nefrograma estriado). En la PNA difusa, puede evidenciarse una pobre eliminación de contraste del riñón afectado, que está en proporción con la severidad de la infección. También es posible observar engrosamiento del urotelio, engrosamiento de la fascia de Gerota y reticulación de la grasa perinéfrica (fig. 7).

En el caso de la pielonefritis xantogranulomatosa y la pielonefritis enfisematosa, también la TC es la exploración de elección debido a la capacidad que tiene de visualizar tanto el gas como el calcio.

1.4.1.4. Resonancia magnética. Esta técnica estaría indicada en embarazadas y en pacientes alérgicos al yodo, habiéndose extendido en los últimos años en la patología renal. En patología renal obstructiva, esta técnica puede aportar información respecto al grado de obstrucción. En general, la RM permite diferenciar una pielonefritis aguda de lesiones residuales, constituyendo una alternativa a la gammagrafía en la población pediátrica. El estudio de RM dirigido a la patología renal requiere una combinación de secuencias potenciadas en T1 y T2 asociadas a estudio dinámico tras administración de contraste paramagnético (gadolinio). Los hallazgos por RM en esta patología son superponibles a los patrones comentados en la TC.

Figura 8 – Necrosis papilar. Plano transversal de uro-TC en fase excretora muestra un área hipovascular que protruye en la pirámide distal medular del grupo calicinal medio (flecha curva en A) y varias lesiones hipovasculares de morfología oval en la porción distal de la medular renal (asteriscos en B), hallazgos característicos de cambios isquémicos tempranos de la necrosis medular y papilar en un paciente con abuso de analgésicos que debutó con hematuria microscópica.

En el caso de la pielonefritis crónica, también es la TC la exploración que mejor visualiza las cicatrices y las puede distinguir de lobulaciones fetales. En el caso de abscesos renales o tuberculosis, también la TC es la exploración que nos permite no ver solo la afectación renal, sino su posible extensión al espacio perirrenal (fig. 7).

La cistitis, en general, puede ser tratada sin realizar métodos de imagen. La TC puede informar acerca de la trabeculación del tejido perivesical y acerca de la existencia de gas²⁸ en el caso de las pielonefritis enfisematosas.

1.5. Necrosis papilar

La necrosis papilar puede tener unas manifestaciones clínicas variadas: hematuria, bacteriuria, pérdida de sal, incapacidad para concentrar la orina, etc. La lesión es de origen isquémico y produce destrucción de la punta de las pirámides. En muchos casos, el diagnóstico no es sospechado clínicamente y se hace en la autopsia.

1.5.1. Urografía intravenosa

Una vez establecida, la necrosis papilar aparece en la UIV como un anillo de contraste alrededor de un defecto de repleción triangular, que representa la papila necrótica desprendida, teniendo el cáliz restante una configuración redonda, sacular o en forma de maza («signo del anillo»). Inicialmente, el lugar de separación es irregular y pasa a adoptar evolutivamente un aspecto liso.

1.5.2. Ecografía

Ecográficamente se objetiva material dentro del sistema colector que tiene las características ecográficas de un cálculo si la papila desprendida está calcificada, o bien una ecogenidad similar al parénquima renal si no estuviese calcificada. Los cálices pueden aparecer dilatados allí donde se estableció el desprendimiento de la papila o existir una dilatación de todo el sistema colector cuando hay obstrucción.

1.5.3. Tomografía computarizada

El diagnóstico de esta entidad ha sido uno de los principales argumentos de los defensores de la UIV²⁹, en la creencia generalizada de que la TC no tiene la suficiente resolución espacial para identificar estos cambios.

Sin embargo, Lang et al³⁰ demuestran en su trabajo que la TC puede detectar la necrosis medular en una fase temprana, cuando un tratamiento adecuado puede prevenir el desprendimiento de la papila (fig. 8).

La imagen típica es un área hipoeoica menor de 1 cm, a menudo no muy bien definida, adyacente a la punta de la pirámide, con un coeficiente de atenuación que oscila entre +24 y +30 UH en el estudio basal que aumenta ligeramente a +44 UH tras la administración de contraste. Las lesiones a menudo son múltiples. Estos cambios son más evidentes en la fase nefrográfica. En la fase excretora pueden verse como hendiduras adyacentes a las pirámides. La conclusión a este trabajo es que el diagnóstico con la TC es más precoz, por lo que recomiendan la realización de TC multifase siempre que se sospeche esta patología³⁰.

1.6. Hidronefrosis, control de litotricia y cirugía

Clásicamente se consideraba necesario realizar una UIV previa a la litotricia. Actualmente se han publicado trabajos que demuestran que esta exploración no es necesaria antes del procedimiento³¹, obteniéndose similares resultados en los grupos a los que se realizó UIV que aquellos en los que se les hizo US o TC sin contraste.

La UIV puede jugar todavía un papel en el diagnóstico de los pacientes jóvenes que presentan dilatación pieloureteral, infecciones urinarias de repetición, o tras la pieloplastia, ya que la uro-TC supone una dosis mucho mayor de radiación, aunque en estos casos, en muchas ocasiones, el estudio ecográfico proporciona suficiente información.

2. Dosis de radiación

Un tema que siempre ha suscitado polémica es la dosis de radiación. La dosis de radiación de la UIV es de aproximadamente 2,5 mSv, aunque a veces el número de radiografías realizadas aumenta al tener que obtener placas en fase tardía. La dosis de una TC abdominal estándar es de aproximadamente 10 mSv. Pero, si la TC es la exploración elegida, existen múltiples formas de disminuir la radiación. Si se realiza la TCSC con una carga de 80 mA, con la que obtenemos una calidad diagnóstica suficiente en pacientes con índice de masa corporal dentro de los parámetros normales, la dosis

de radiación está en torno a los 3,8mS. La utilización de protocolos especialmente diseñados para responder a cuestiones específicas para cada problema clínico permite optimizar este tipo de exploración. Además, el aumento de la radiación comparado con la urografía convencional debería ser considerado en el contexto de la cantidad de información que es necesaria para la tarea diagnóstica. De este modo, la TC para localizar litiasis se puede hacer usando protocolos de adquisición de baja dosis (80 mA) con realización de una sola fase, lo que supone una radiación de aproximadamente 3,8mSv, como ya se ha mencionado previamente. Se debe evitar la administración de c.i.v. y múltiples adquisiciones en el caso de los pacientes jóvenes con cólico nefrítico.

La uro-TC radia sensiblemente más que una UIV debido a que se suelen realizar dos o tres fases. La diferencia entre ambas exploraciones recogida en la literatura médica es entre 2,5 (UIV) y más de 10mSv (TC), pero su rendimiento diagnóstico es muy alto y evita la realización de otras pruebas⁷. Es indiscutible que la dosis de la uro-TC es mayor que la de la UIV, pero la prueba diagnóstica más perjudicial es aquella que somete al paciente a radiación sin dar ninguna o escasa información y obliga posteriormente a la realización de otras exploraciones que suponen mayor radiación para el paciente.

Resumen

La UIV fue la exploración más importante en la patología urinaria del adulto hasta el final del siglo pasado, pero en el momento actual está herida de gravedad. Quedan escasísimas situaciones en las que esté indicada su realización:

- Los pacientes con HIV en tratamiento con inhibidores de las proteasas que presentan clínica de cólico nefrítico y dilatación del sistema excretor.
- Revisiones posquirúrgicas, hidronefrosis o infecciones urinarias de repetición en pacientes jóvenes en los que clínicamente no se considere suficiente la información obtenida con la US y la radiografía de abdomen.

La sucesora de la UIV es la TC. Hay dos tipos de exploraciones: la TCSC de utilidad en el estudio de la enfermedad litiasica y la uro-TC, con un papel relevante en el diagnóstico de la hematuria y de otras muchas entidades que antiguamente se estudiaban con UIV, como la necrosis papilar.

Los esfuerzos deben dirigirse, en los servicios de radiología, a conseguir la disminución de la dosis de radiación de la uro-TC, ajustando los datos: kilovoltios, miliamperios, el pitch y tratando de ahorrar fases innecesarias. La industria, por otra parte, trabaja constantemente en la posibilidad de minimizar las dosis de radiación aplicando filtros y algoritmos que permiten disminuir las dosis sin penalizar la capacidad diagnóstica.

Cuando esto sea posible y la uro-TC suponga una dosis por debajo de los 10mSv podremos, sin duda, gritar urólogos y radiólogos a dúo: «¡La UIV ha muerto, viva la TC!».

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Silverman SG, Leyendecker JR, Amis Jr ES. What is the current role of CT urography and MR urography in the evaluation of the urinary tract? *Radiology*. 2009;250:309-23.
2. Goldman SM, Sandler CM. Genitourinary imaging: The past 40 years. *Radiology*. 2000;215:313-24.
3. Fernández-Mena J Z-GA, Valle-Díaz de la Guardia F. Caracterización por la imagen de las masas renales. Atlas por la imagen. *Actas Urol Esp*. 2009 17.
4. Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, Essenmacher KR, Verga M, Glickman MG, et al. Acute flank pain: Comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. *Radiology*. 1995;194:789-94.
5. Amis Jr ES. Epitaph for the urogram. *Radiology*. 1999;213: 639-40.
6. Becker JA, Pollack HM, McClennan BL. Urography survives. *Radiology*. 2001;218:299-300.
7. Jindal G, Ramchandani P. Acute flank pain secondary to urolithiasis: Radiologic evaluation and alternate diagnoses. *Radiol Clin North Am*. 2007;45:395-410.
8. Wang JH, Shen SH, Huang SS, Chang CY. Prospective comparison of unenhanced spiral computed tomography and intravenous urography in the evaluation of acute renal colic. *J Chin Med Assoc*. 2008;71:30-6.
9. Rodríguez Alonso A, Pérez García D, Ojea Calvo A, Rodríguez Iglesias B, Alonso Rodrigo A, Barros Rodríguez JM, et al. Value of non-contrast helical computerized tomography in nephrotic colic assessment. *Actas Urol Esp*. 1999;23:772-7.
10. Boulay I, Holtz P, Foley WD, White B, Begun FP. Ureteral calculi: Diagnostic efficacy of helical CT and implications for treatment of patients. *AJR Am J Roentgenol*. 1999;172:1485-90.
11. Dalrymple NC, Casford B, Raiken DP, Elsass KD, Pagan RA. Pearls and pitfalls in the diagnosis of ureterolithiasis with unenhanced helical CT. *Radiographics*. 2000;20:439-47. Quiz 527-8, 32.
12. Ferrandino M, Pierre S, Simmons W, Paulson EK, Albala DM, Preminger GM. Dual-energy computed tomography with advanced postimage acquisition data processing: Improved determination of urinary stone composition. *J Endourol*. 2009. En prensa.
13. Sudah M, Vanninen RL, Partanen K, Kainulainen S, Malinen A, Heino A, et al. Patients with acute flank pain: Comparison of MR urography with unenhanced helical CT. *Radiology*. 2002;223: 98-105.
14. Maheshwari E, O'Malley ME, Ghai S, Staunton M, Massey C. Split-bolus MDCT urography: Upper tract opacification and performance for upper tract tumors in patients with hematuria. *AJR Am J Roentgenol*. 1994;163:453-8.
15. Edwards TJ, Dickinson AJ, Natale S, Gosling J, McGrath JS. A prospective analysis of the diagnostic yield resulting from the attendance of 4020 patients at a protocol-driven haematuria clinic. *BJU Int*. 2006;97:301-5.
16. O'Connor OJ, McSweeney SE, Maher MM. Imaging of hematuria. *Radiol Clin North Am*. 2008;46:113-32.
17. Khadra MH, Pickard RS, Charlton M, Powell PH, Neal DE. A prospective analysis of 1,930 patients with hematuria to evaluate current diagnostic practice. *J Urol*. 2000;163:524-7.
18. Ascenti G, Mazziotti S, Zimbaro G, Settineri N, Magno C, Melloni D, et al. Complex cystic renal masses: Characterization with contrast-enhanced US. *Radiology*. 2007;243:158-65.

19. Hartman DS, Choyke PL, Hartman MS. From the RSNA refresher courses: A practical approach to the cystic renal mass. *Radiographics*. 2004;24:S101-15.
20. Joffe SA, Servaes S, Okon S, Horowitz M. Multi-detector row CT urography in the evaluation of hematuria. *Radiographics*. 2003;23:1441-55. Discussion 55-6.
21. Juan Escudero JU, Esteban Hernández JM, Sánchez Ballester F. Utilidad de la endoscopia virtual y el uro-tc en el diagnóstico de tumores del tracto urinario superior. *Arch Esp Urol*. 2006;59:6.
22. Sadow CA, Silverman SG, O'Leary MP, Signorovitch JE. Bladder cancer detection with CT urography in an Academic Medical Center. *Radiology*. 2008;249:195-202.
23. Wang LJ, Wong YC, Huang CC, Wu CH, Hung SC, Chen HW. Multidetector computerized tomography urography is more accurate than excretory urography for diagnosing transitional cell carcinoma of the upper urinary tract in adults with hematuria. *J Urol*. 183:48-5.
24. Warshauer DM, McCarthy SM, Street L, Bookbinder MJ, Glickman MG, Richter J, et al. Detection of renal masses: Sensitivities and specificities of excretory urography/linear tomography, US, and CT. *Radiology*. 1988;169:363-5.
25. Park SB, Kim JK, Lee HJ, Choi HJ, Cho KS. Hematuria: Portal venous phase multi detector row CT of the bladder—a prospective study. *Radiology*. 2007;245:798-805.
26. Vikram R, Sandler CM, Ng CS. Imaging and staging of transitional cell carcinoma: Part 2, upper urinary tract. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;192:1488-93.
27. Abou-El-Ghar ME, El-Assmy A, Refaie HF, El-Diasty T. Bladder cancer: Diagnosis with diffusion-weighted MR imaging in patients with gross hematuria. *Radiology*. 2009;251:415-21.
28. Browne RF, Zwirewich C, Torreggiani WC. Imaging of urinary tract infection in the adult. *Eur Radiol*. 2004;14:E168-83.
29. Baumgarten DA, Baumgartner BR. Imaging and radiologic management of upper urinary tract infections. *Urol Clin North Am*. 1997;24:545-69.
30. Lang EK, Macchia RJ, Thomas R, Davis R, Ruiz-Deya G, Watson RA, et al. Detection of medullary and papillary necrosis at an early stage by multiphasic helical computerized tomography. *J Urol*. 2003;170:94-8.
31. Is an excretory urogram mandatory in patients with small to medium-size renal and ureteric stones treated by extra-corporeal shock wave lithotripsy [BMC medicine 2009]. Disponible en: <http://pubmedcentralcanada.ca/articlerender.cgi?artid=9854>.