

UroImAgen

Tratado de **Urología** en Imágenes

Reservados todos los derechos de los propietarios del copyright.

Prohibida la reproducción total o parcial de cualquiera de los contenidos de la obra.

© **Editores: Ángel Villar-Martín, Jesús Moreno Sierra, Jesús Salinas Casado**

© Los autores

© Editorial: LOKI & DIMAS

El contenido de esta publicación se presenta como un servicio a la profesión médica, reflejando las opiniones, conclusiones o hallazgos de los autores. Dichas opiniones, conclusiones o hallazgos no son necesariamente los de Almirall, por lo que no asume ninguna responsabilidad sobre la inclusión de los mismos en esta publicación.

ISBN: 978-84-940671-7-4

Depósito legal: M-24989-2013

Patrocinado por:



Soluciones pensando en ti

IMPORTANCIA DE LAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN UROLOGÍA: ACTUALIDAD Y FUTURO

INTRODUCCIÓN.....	3
RX SIMPLE, FLUOROSCOPIA Y UIV	5
DOPPLER.....	11
TAC	13
MEDICINA NUCLEAR ⁴⁰	15
PET O LAS IMÁGENES MOLECULARES.....	16
SPECT	18
RMN	19
PELVIS	22
RESUMEN.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26

IMPORTANCIA DE LAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN UROLOGÍA: ACTUALIDAD Y FUTURO

Santiago Méndez Rubio⁽¹⁾, Jesús Salinas Casado⁽²⁾, Miguel Virseda Chamorro⁽³⁾, Marcos Luján Galán⁽⁴⁾, Jesús Rodríguez Molina⁽²⁾, Ángel Silmi Moyano⁽²⁾.

(1) Servicio de Urología. Unidad de Urodinámica. Hospital Sanitas La Moraleja. Madrid.

(2) Servicio de Urología. Hospital Clínico de San Carlos. Universidad Complutense. Madrid.

(3) Servicio de Urología. Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo. Toledo.

(4) Servicio de Urología. Hospital Infanta Cristina. Parla. Madrid.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la **Urología** ha ido de la mano de los progresos en la obtención de imágenes, tanto endoscópicas como radiológicas. La radiología ha sido y es un campo íntimamente ligado con la patología urológica, tanto desde el punto de vista del diagnóstico como del terapéutico.

Desde el descubrimiento de los Rayos X por el profesor Konrad Wilhelm Röntgen en 1895, el progreso y la aplicación en la Urología de los mismos ha sido continuo. Un año después, J. McIntyre, observó cálculos urinarios mediante rayos X¹. Hemos asistido a un desarrollo impresionante en las últimas décadas en el diagnóstico por la imagen, desde las primeras placas radiográficas simples hasta la introducción de medios de contraste; primero aire, aproximadamente en 1905, y en 1918, Cameron efectuó la primera cistografía con sales

iodadas. En 1929 comienza la era de la Urografía, cuando Moses Swick descubrió que, inyectando sales iodadas intravenosas se opacificaba la vía urinaria, lo que permitió una aproximación al estudio de dichas estructuras anatómicas, así como estimar la función renal por unidad renal.

El desarrollo de la ecografía cambió totalmente la perspectiva y la manera de abordar al paciente urológico. Se disponía de una técnica no invasiva, aplicable a embarazadas y con un rendimiento diagnóstico impresionante. Las nuevas técnicas de adquisición de imagen, como la tomografía axial computarizada, fue un paso más.

Una nueva generación de fuentes de imágenes está ahora al alcance del urólogo: Resonancia Magnética Nuclear (RMN) y Tomografía por Emisión de Positrones (PET), que han aumentado la calidad y posibilidades diagnósticas.

La utilización de radionúclidos también estuvo ligada al ejercicio de la Urología desde hace años; la obtención de estimaciones de la función renal por separado, la posibilidad de detectar reflujos difícilmente observables con otras técnicas y la exploración de posibles metástasis, sobre todo en el caso del cáncer de próstata, ha estado en el arsenal diagnóstico del urólogo.

Algunas de estas técnicas han dejado de ser meros métodos diagnósticos para pasar a ofrecer posibilidades terapéuticas mínimamente invasivas. Gracias a las técnicas de imagen se ha podido tratar la litiasis de manera incruenta mediante litofragmentación renal extracorpórea, se han desarrollado las técnicas percutáneas (nefrolitotomía, etc.) y el abordaje de muchas otras patologías, incluidos ciertos tumores, han cambiado en los últimos años.

La colaboración del Urólogo y del Radiólogo es algo necesario en el momento actual para ofrecer al paciente urológico todo el arsenal diagnóstico y terapéutico para un óptimo tratamiento de la patología del aparato urinario y reproductor masculino.

Es imposible realizar ni siquiera un esbozo de todas las técnicas de radiodiagnóstico en todas las patologías urológicas en la actualidad y su proyección futura, por lo que hemos optado por resumir algunos aspectos que nos han parecido interesantes para el urólogo general. Indudablemente, muchas novedades no han entrado y deliberadamente, los aspectos más conocidos, no han sido ni siquiera mencionados.

RX SIMPLE, FLUOROSCOPIA Y UIV

No debemos olvidar la utilidad de estas exploraciones en la actualidad. Es cierto que la ecografía ha hecho descender de manera importante la necesidad de realizar exploraciones con contraste del aparato urinario, pero no lo ha eliminado totalmente.

La **Rx simple de abdomen** fue una herramienta útil, sobre todo, para la localización de cálculos. Si bien ha quedado casi en el olvido para las nuevas generaciones de urólogos el detenido estudio de la placa simple e, incluso, se cuestiona su utilidad², creemos que no debe ser desechada en todas las circunstancias en la actualidad. No siempre disponemos de TAC en un servicio primario de urgencias. Como complemento de la ecografía en el estudio de la litiasis puede ser útil. Únicamente recordar que la placa simple urológica debe incluir hasta la sínfisis del pubis, para no pasar por alto posibles cálculos en la unión urétero-vesical.

En un reciente estudio, la sensibilidad en la urolitiasis es baja, tan sólo un 18,6%, pero con una especificidad aceptable del 95,1%³. En algunos protocolos se acude directamente en caso de dolor abdominal a la utilización del TAC sin contraste o helicoidal eliminando la Rx simple del protocolo⁴.

Las unidades de **fluoroscopia móviles** (con o sin sustracción digital) permiten en tiempo real procedimientos diagnósticos y terapéuticos (cateterismos, percutáneas, etc.). El tratamiento digital de la imagen proporciona un aumento de la calidad indudable. La fluoroscopia rotacional

puede proporcionar imágenes *CT-like* con reconstrucciones tridimensionales, aunque de momento, el tiempo de la reconstrucción de imagen es alto y no permite su utilización a tiempo real⁵.

La **UIV** ha sido casi desplazada en la actualidad por otras técnicas diagnósticas como el TAC. Las ventajas de la UIV son su bajo coste y una menor dosis de radiación. La precisión diagnóstica del TAC es elevada, además de no precisar de preparación intestinal, lo que facilita su aceptación por el paciente. Para vaticinar el futuro de la UIV valga como muestra el siguiente botón de muestra: la última UIV en el *Ospedale di Cattinara, Università degli Studi di Trieste* se realizó en Mayo del 2006⁶. Desde el punto de vista coste-eficacia, al menos en el campo de la litiasis, es superior el CT⁷. Sin embargo, la sensibilidad para detectar uroteliomas ureterales es baja, debiendo en caso de sospecha, realizar una exploración cuidadosa⁸ (**Figura 1**).

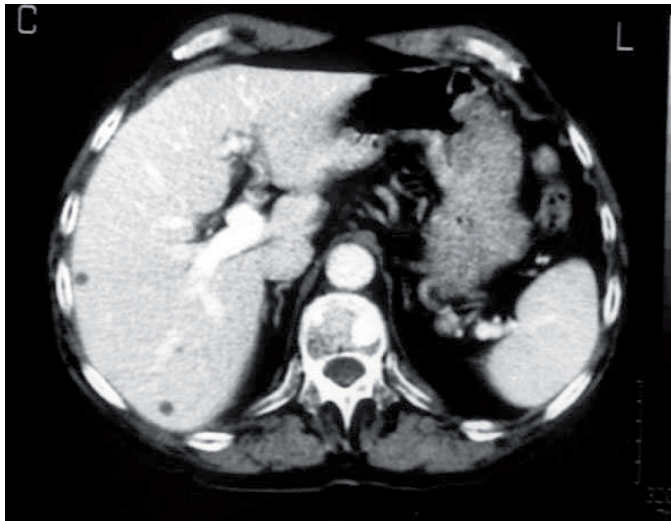


Figura 1. TAC. Metástasis vertebral de un carcinoma de próstata.

Lejos quedaron las primeras ecografías de baja resolución y en las que la utilidad mayor eran la de distinguir entre masas sólidas y quísticas. La exploración ecográfica, al menos en su aproximación más sencilla, tiene la ventaja de poder ser realizada por el urólogo. Hoy por hoy es una exploración imprescindible en todo paciente urológico debido a su bajo coste, ausencia de contraindicaciones, rapidez, etc.

La aplicación rutinaria de la ecografía ha facilitado el diagnóstico de incidentalomas, por ejemplo renales, con lo que los pacientes se benefician de un diagnóstico temprano en ciertos tumores. Tiene un papel muy importante también en el diagnóstico de tumores vesicales, aunque la determinación de la infiltración necesita de otros métodos de imagen.

La asociación de ecografía y radiografía simple urológica es muy útil y puede sustituir a la UIV en el estudio de la ITU recurrente, la hematuria, etc., si bien en los casos de hematuria en adultos, cuando ambas exploraciones son normales y la cistoscopia no revela ningún hallazgo, debería realizarse una UIV para descartar tumores uroteliales del uréter y la pelvis renal⁹.

Nuevas modalidades de ecografía se están ya utilizando, aunque todavía no sean de uso común:

- 1. Ecografía endoscópica.** Utiliza endoscopios flexibles con transductores ultrasónicos en su extremo y permite obtener imágenes de la uretra, próstata, vejiga, uréter y pelvis renal. La utilización de alta frecuencia mejora la resolución de las imágenes. Es útil en litiasis con migración submucosa, cruces vasculares e invasión muscular del cáncer vesical. En la uretra puede ayudar en el estudio del esfínter y de los divertículos.
- 2. Ecografía Transureteral (TUU).** Es una técnica relativamente novedosa realizada por el radiólogo generalmente, que utiliza una sonda de ultrasonido endoluminal en miniatura para obtener imágenes de la anatomía ureteral y peri-ureteral. Los procesos patológicos

que pueden ser evaluados mediante TUU incluyen linfadenopatías, cálculos, tumores ureterales, ureteritis, cruces vasculares (para facilitar la endopielotomía) y aneurismas¹⁰. También se ha empleado en la valoración de los casos tratados con inyección de colágeno (reflujo) y en los divertículos ureterales¹¹.

- 3. Ecografía intraoperatoria¹².** Ofrece una mejora en la visualización de la anatomía quirúrgica, más allá de la vista, así como ofrece posibilidades para aumentar la precisión de la cirugía. Los ultrasonidos son el método más utilizado de imagen intraoperatoria, ya que ofrece una serie de ventajas como la obtención de imágenes en tiempo real, ser un método no invasivo y de fácil manejo. Un aspecto muy importante es que puede ser realizado por los urólogos. De aquí en adelante, necesitaremos cada vez más familiarizarnos mejor con las imágenes intraoperatorias.

La utilización de altas frecuencias permite obtener imágenes con una resolución de 1-3 mm de tamaño. En algunos centros se utiliza de forma rutinaria en las nefrectomías parciales para la identificación de tumores ocultos¹³. También puede utilizarse en nefrostomías percutáneas, biopsias intraoperatorias o procedimientos de ablación de tumores. Además, la ecografía transrectal intraoperatoria puede utilizarse para identificar el plano de disección de la bandeleta neurovascular durante la prostatectomía radical laparoscópica¹⁴.

- 4. Ecografía Laparoscópica.** La combinación entre laparoscopia y ecografía puede que nos lleve a desarrollos interesantes. En urología, la LUS parece ser un prometedor complemento para cuatro procedimientos actuales: marsupialización difícil del linfocelo pélvico, decorticación de quiste renal, nefrolitotomía y la crioterapia de las masas renales. El papel de la LUS durante varicocelectomía es limitado. La ecografía laparoscópica es un complemento imprescindible en la crioablación de pequeñas masas renales, aunque se carece de datos a largo plazo. Parece que, como la laparoscopia urológica, es un procedimiento llamado a seguir expandiéndose¹⁵.

- 5. Ecourodinámica¹⁶.** Diversos parámetros como la Estimación del Peso Vesical por Ecografía (EUBW) mediante la medida del grosor de la pared anterior de la vejiga, se han tratado de correlacionar, con resultados dispares, con la existencia de obstrucción y con la hiperactividad vesical.

La obtención de imágenes transrectales con doppler de la próstata consigue medir el Índice de Resistencia (RI) de los vasos prostáticos, reflejando la presión intraprostática. Es interesante el hallazgo de que la disminución del RI durante la micción se produce en sujetos normales, pero no en los pacientes de HBP (Hiperplasia Benigna de Próstata).

La ecografía transrectal durante la micción (*voiding-TRUS*) permite no sólo obtener imágenes del movimiento de la uretra posterior durante la micción, sino también de la próstata. El estroma fibromuscular anterior parece contraerse para abrir la uretra.

Se ha introducido el concepto de videocistouretrografía¹⁷, que consiste en la exploración ecográfica dinámica y en tiempo real del cuello vesical y la uretra, grabándolo en vídeo para su posterior estudio. Puede realizarse en dos partes: Uretrosonografía Retrógrada (USR), mediante un transductor externo lineal de 7,5 a 10 MHz que explora la uretra anterior, y la Cistouretrografía Miccional (CUSM) que evalúa el cuello vesical y la uretra posterior, y se lleva a cabo mediante un transductor transrectal multiplazo o biplano con sonda sectorial y lineal. Se puede utilizar en la incontinencia femenina, patología cervical, disfunción del cuello vesical, patología prostática, etc.

- 6. Ecografía transrectal.** La ecografía transrectal convencional es la modalidad de elección para la biopsia de la próstata y procedimientos de tratamiento. Las imágenes en escala de grises de la próstata son el método básico para la evaluación diagnóstica y la orientación de la biopsia. Innovaciones como el doppler pueden mejorar la sensibilidad para la detección del cáncer de próstata.

Los nuevos métodos imágenes de “tipo de tejido” que se basan en el análisis del espectro de señales de eco y que utilizan redes neuronales artificiales para la clasificación, ofrecen

una prometedora forma de distinguir lesiones cancerosas de los tejidos no cancerosos en la próstata. Esto mejoraría, considerablemente, el modo convencional de imagen ecográfica¹⁸.

La ecografía es una técnica de fácil acceso y ofrece información también de las estructuras genitales que atraviesan el piso pélvico, una zona difícil de explorar. Se realiza bajo sedación en los niños. La experiencia acaba de empezar, pero lo más probable es que en el futuro reemplazará al genitograma en el diagnóstico de anomalías de la diferenciación sexual¹⁹.

También puede utilizarse la ecografía transrectal en el diagnóstico de la obstrucción de los conductos eyaculadores, una rara pero corregible causa de infertilidad masculina²⁰.

7. Ecografía con medio de contraste [*Contrast-Enhanced Ultrasonography (CEUS)*].

Permite unos mejores resultados en el estudio de la ablación de tumores renales y el estudio de ciertas masas²¹. Se utilizan, generalmente, como medio de contraste con microburbujas que se inyectan en el torrente circulatorio intravenosamente y que, al ser hiperecogénicas, producen un realce de los tejidos circundantes. Puede dar información de la vascularización y perfusión de los órganos y tejidos.

La utilización de las microburbujas como medio de contraste ultrasonográfico administrado por vía endovesical, se puede utilizar también para la realización de una cistografía de vaciado ultrasónica para el diagnóstico del reflujo²².

El contraste de microburbujas representa un avance importante para demostrar de forma más selectiva el flujo neovascular dentro de la próstata.

8. Elastografía. Recientemente, la elastografía en tiempo real, una nueva técnica que se ha introducido para mejorar la detección del cáncer, basada en la evaluación de la elasticidad de los tejidos, ha demostrado ser útil para la detección del cáncer de próstata, y puede mejorar el estadiaje basándose en cambios de la rigidez del tejido²³. También puede ser utilizada para el seguimiento de los tratamientos de ablación por radiofrecuencia¹⁴. Algún

día, el tratamiento basado en ultrasonidos, como la de alta intensidad para la terapia ablativa del cáncer de próstata, podría permitir el diagnóstico y el tratamiento de este tumor en una sola sesión²⁵. De momento, no sustituye ninguna de estas técnicas a la biopsia.

9. **Ecografía 3D en tiempo real.** Se trata de reconstruir imágenes tridimensionales a partir de las obtenidas por ultrasonidos. Si esto se hace en tiempo real, se denomina ecografía 4D. En urología puede ser utilizada en patología renal y pélvica y como guía en procedimientos invasivos. En urología pediátrica también tiene su papel en el estudio de la hidronefrosis. Como guía en procedimientos invasivos tiene la ventaja de manejarse en las tres dimensiones del espacio evitando errores de “lateralidad”.

DOPPLER

El doppler es de gran ayuda en el estudio de la vascularización de diversos órganos:

- **Riñón.** Puede ser de ayuda en el estudio de la estenosis de la arteria renal, nefropatías médicas y urológicas, estudio del riñón trasplantado, etc.
- **Unión urétero-vesical.** La aplicación del doppler color en el estudio de la UUV es prometedora en patologías como el reflujo, infecciones del tracto urinario, enuresis, embarazadas y en pacientes sometidos a trasplante ureteral²⁶.
- **Próstata.** La determinación de la resistencia vascular intraprostática con doppler también ha sido objeto de interés en el estudio de la HBP. El estudio espectral del doppler obtenido por ecografía transrectal, estudiando la vascularización de las arterias capsulares y uretrales, es un campo de investigación abierto para tratar de discernir entre cáncer prostático y HBP²⁷.

- **Escroto.** El doppler está cambiando el estudio de los traumatismos testiculares y el escroto agudo. Es útil para discernir entre pacientes médicos o quirúrgicos. Puede ayudar al diagnóstico de la ruptura de la túnica albugínea, hematoma intra y extratesticular, contusiones testiculares, etc. Permite la evaluación de la perfusión testicular y la detección de situaciones infrecuentes, como la torsión testicular asociada al traumatismo escrotal. Además, el 10% de los tumores testiculares se descubren de manera incidental con una ecografía escrotal realizada por otro motivo²⁸. Hoy en día es imprescindible el estudio ecográfico del escroto en caso de masas.

En el diagnóstico de la torsión ha adquirido un papel importante, y no es desdeñable el valor médico-legal que tiene. De todas formas, dado que la variabilidad de la técnica radiólogo-dependiente no es despreciable, la historia clínica y la exploración son indispensables. La exploración quirúrgica ante una fuerte sospecha clínica de torsión testicular debe seguir realizándose a pesar de un resultado normal en el doppler²⁹. Incluso en casos de diagnóstico difícil, como en las torsiones mesorquiales, puede ser de ayuda³⁰.

- **Impotencia coeundi.** El doppler-dúplex color dinámico se debería realizar en aquellos pacientes con disfunción eréctil que fracasan en el tratamiento con fármacos orales de primera elección. También serían subsidiarios de esta técnica, los pacientes con enfermedad de la Peyronie, disfunción eréctil en pacientes jóvenes persistente, antecedentes de traumatismo pélvico y fracturas de pene³¹. Este procedimiento es capaz de discriminar entre las causas arteriogénicas de la impotencia y las debidas a insuficiencia del componente venoso u oclusivo del cuerpo cavernoso³².

TAC

Indudablemente, el TAC ha supuesto un avance significativo en las técnicas de imagen. Aporta, aparte de la visión anatómica, la medida de las unidades Hounsfield, de gran importancia para determinar la composición de los tejidos (**Figura 1**).

La sensibilidad y especificidad del CT con baja dosis de radiación, para la detección de urolitiasis es extremadamente alta 0,966 (95% CI, 0,950-0,978) y 0,949 (95% CI, 0,920-0,970), respectivamente. Algunos autores lo proponen de primera línea para la investigación de posible litiasis³³.

Urografía TC con multidetectores³⁴

Permite evaluar en una sola apnea todo el tracto urinario con imágenes de alta resolución. Permite evaluar cálculos, masas renales, lesiones uroteliales benignas y malignas. Se está trabajando para mejorar la opacificación del tracto urinario superior (cálices y pelvis) y de los uréteres. Se están evaluando la compresión abdominal, la utilización de furosemida, etc. Dada la alta sensibilidad del procedimiento, se podrían detectar lesiones uroteliales del tracto superior menores de 5 mm. Para reducir la exposición a la radiación se ensayan técnicas de inyección en bolo para combinar las fases nefrográfica y excretora. Es una exploración prometedora en la investigación de la hematuria. En un reciente trabajo, el Split-bolo CT multidetector fue capaz de detectar todos los casos de tumores uroteliales del tracto urinario superior, disminuyendo la dosis de radiación³⁵.

La determinación del estadio infiltrativo del tumor vesical pasa, fundamentalmente, por el análisis del espesor parietal, amplitud de la base de implantación, ángulos tumor-mucosa y análisis del espacio perivesical. Para ello, los métodos TC y RM proporcionan suficiente información con altas fiabilidades diagnósticas.

Tomografía computarizada fluoroscópica en tiempo real³⁶

Gracias al desarrollo de nuevos anillos de escaneo, mayor velocidad de rotación y un mayor poder de tratamiento informático, se han podido conseguir imágenes de secciones anatómicas en tiempo real. Cuando se utiliza en procedimientos intervencionistas se llama TC fluoroscopia y se puede utilizar para guiar biopsias, colocar catéteres, embolizaciones, drenaje de colecciones líquidas, ablación de tumores renales, etc. Una desventaja es la dosis de radiación recibida por el médico y el paciente, aunque se están realizando intentos de reducción, por ejemplo, con imágenes intermitentes⁵.

TAC helicoidal multifásico

El TAC Helicoidal (TCH) aprovecha el giro continuo de detectores y tubo productor de rayos X con el movimiento continuo de la mesa de estudio. El resultado es una espiral o hélice. Se mejora el tiempo de exploración, y se adquiere información no plano a plano, como en el axial, sino volumétrica, por lo que se pueden reconstruir imágenes en los tres ejes espaciales. En Urología se propone, en algunos casos, como parte del protocolo del seguimiento de masas renales muy pequeñas con dudas sobre su benignidad antes de realizar un tratamiento quirúrgico y tratar de evitar la sobrecirugía en estos pacientes³⁸.

La angiografía por Tomografía Computarizada (TAC) helicoidal resulta superponible en calidad a la angiografía digital por sustracción, teniendo la ventaja de una menor exposición a la radiación, ser menos invasiva y menos costosa. Las indicaciones son las mismas que la angiografía digital: Hipertensión Arterial (HTA), aneurismas (renales o abdominales con extensión a renales), estudio de donantes renales. En los casos de las trombosis o invasiones tumorales, el impacto es menor, mejorando algo los resultados del TAC convencional³⁹.

MEDICINA NUCLEAR⁴⁰

En las últimas tres décadas, los procedimientos no invasivos de radionúclidos para la evaluación de la enfermedad renal han sido importantes en la práctica de la especialidad de medicina nuclear. Nuevos agentes y procedimientos de imágenes, pueden proporcionar datos valiosos sobre la perfusión y la función de cada uno de los riñones. En general, estos procedimientos son fáciles de realizar y con una baja carga de radiación, siendo la sedación innecesaria. Son útiles tanto para la valoración del parénquima renal como para las anomalías urológicas⁴¹, así como en las metástasis del cáncer de próstata (**Figura 2**).

La gammagrafía escrotal ha perdido su utilidad a favor del eco-doppler en el escroto agudo.

La gammagrafía renal con DMSA (para detectar anomalías corticales), el renograma bajo estímulo farmacológico con IECAs (para valorar qué pacientes hipertensos no se beneficiarán de una cirugía revascularizadora) y la determinación de la tasa de filtrado glomerular, tienen la categoría de exploración de referencia “gold-standard”⁴².

La utilización de radioisótopos puede facilitar la localización laparoscópica del ganglio centinela con ^{99m}Tc-albúmina humana marcada (2 ml/200 MBq)⁴³.



Figura 2. Gammagrafía ósea. Múltiples metástasis óseas en un paciente con cáncer prostático.

La cistografía con radionúclidos para el estudio del reflujo es válida y permite una radiación inferior que la cistografía convencional.

PET O LAS IMÁGENES MOLECULARES

El fundamento es inyectar radioisótopos emisores de positrones. La detección, al realizarse con un anillo de detectores, ofrece mayor definición espacial que el SPECT. Además, los radioisótopos que utilizan pueden ser sustituidos fácilmente en moléculas como glucosa, levodopa, aminoácidos, etc. El inconveniente es que no está disponible en la mayoría de los centros.

EIPET scanner proporciona imágenes tomográficas y medidas analíticas de las concentraciones tisulares de un trazador inyectado y de sus productos marcados. La tomografía por emisión de positrones ofrece múltiples posibilidades para el estudio cuantitativo renal⁴⁴. Las mejoras en tecnología del detector, hardware y software de procesamiento de imagen, han contribuido al avance de esta técnica. Se pueden utilizar varios radioisótopos emisores de positrones para estudio renal. Algunos como el carbono-11, nitrógeno-13, y el oxígeno-15, pueden ser utilizados en las instituciones con un ciclotrón. Otros radioisótopos que pueden ser aún más útiles en un entorno clínico como aquellos que, o bien se pueden obtener de generadores de radionucleidos (rubidio-82, el cobre-62) o tener una duración suficiente de vida media para el transporte (flúor-18).

El PET con [F-18]-Fluorodesoxiglucosa (FDG) ha adquirido cada vez mayor aceptación para el diagnóstico, estadificación, tratamiento y seguimiento de los diversos tipos de tumores. El PET ofrece la información de diagnóstico sobre la base del metabolismo de la glucosa, la colina o de aminoácidos y también se aplica a la imagen de la proliferación de las células tumorales y la hipoxia tisular en neoplasias urológicas.

En ciertos tumores urológicos, en especial en el de próstata, se ve obstaculizada por la excreción renal y la baja actividad metabólica del tumor. Sin embargo, los nuevos marcadores de PET, incluyendo colina y acetato marcados, pueden ofrecer un enfoque alternativo. No hay pruebas consistentes de que el PET-FDG proporcione importante información de diagnóstico en la detección de metástasis y tumores recurrentes de células germinales. Podría ofrecer información adicional en el estadiaje y re-estadiaje de los tumores de la vejiga y el cáncer renal⁴⁵.

Nuevos marcadores radiactivos⁴⁰, incluidos en el PET, se están utilizando para diversas patologías urológicas. El acetato y la colina parecen los más prometedores para el diagnóstico de una lesión prostática aunque, si aparece una hipercaptación en próstata, se precisa de ecografía transrectal y biopsia de confirmación. También parecen ofrecer mejores resultados en la afectación de tejidos blandos, ganglionar y metástasis. El 18F-Fludesoxiglucosa (FDG), que si bien no tiene mucho papel en el primer estadiaje del cáncer de próstata, sí puede ser útil para ciertos tumores de alto grado en pacientes seleccionados. Una alta absorción puede deberse a una enfermedad más agresiva o a una hormono-resistencia.

El FDG-PET puede jugar un papel importante en la detección, estadiaje, etc., de los tumores testiculares, por ejemplo, en caso de marcadores positivos para averiguar el lugar de recidiva.

El FDG-PET en el caso de los tumores de vejiga parece que tiene un papel sólo en el estudio de las metástasis. Sin embargo, con los marcadores 11C-Metionina y colina, son mejores para la enfermedad local y ganglionar por su insignificante excreción en orina.

Inmuno PET: si utilizamos anticuerpos específicos para antígenos que se expresan en la superficie celular y los marcamos, podemos obtener imágenes con el PET. Es la base del Inmuno-PET⁴⁷.

SPECT

La tomografía por emisión de fotón único, SPECT (*Single Photon Emission Computerized Tomography*) proporciona información funcional y metabólica. Se obtienen imágenes mediante la administración de un radiofármaco (radioisótopo), bien por vía intravenosa o inhalatoria, que emite fotones. Estas sustancias siguen distintas rutas metabólicas y de difusión en el organismo, siendo captadas específicamente por diferentes órganos y tejidos, a la vez que son capaces de emitir radiación gamma, que se detecta mediante gamma-cámara. Su utilidad es fundamentalmente obtener información de la perfusión, aunque con distintos radiofármacos se puede obtener información sobre receptores cerebrales, etc. Una ventaja es que tiene mayor disponibilidad que el PET.

Últimamente, se ha utilizado para estudiar el efecto del clampaje y la hipotermia en el tejido renal remanente utilizando el (99m)Tc-DMSA-SPECT, en el estudio del drenaje linfático en el carcinoma de pene⁴⁸ y metástasis óseas lumbares del cáncer de próstata⁴⁹. Una exploración híbrida CT-SPECT se ha utilizado en la detección del ganglio centinela en el cáncer de vejiga⁵⁰. De esta manera, se pueden obtener imágenes con mayor resolución anatómica. Incluso se han hecho intentos para hacer el diagnóstico diferencial entre HBP y adenocarcinoma de próstata utilizando Talio-201 (201 Tl)⁵¹.

Otra aplicación interesante es el estudio del SNC (Sistema Nervioso Central) cuando se aúna con los hallazgos urodinámicos. Generalmente, en casos de vejiga hiperactiva, la investigación con SPECT, en ocasiones, ha demostrado alteraciones en el SNC, no sospechada hasta entonces. Fundamentalmente en pacientes ancianos, se han visto alteraciones en los lóbulos frontales principalmente y, en algunos casos, en los ganglios basales⁵² (**Figura 3**).

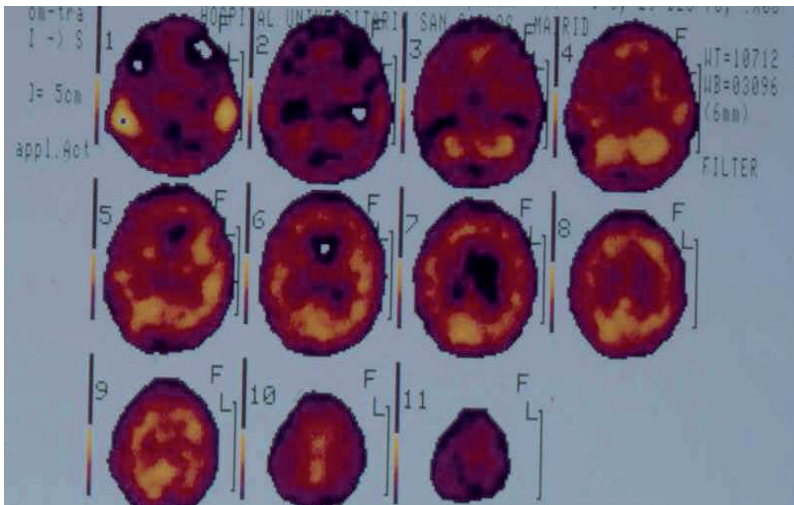


Figura 3. SPECT cerebral. Áreas de hipoperfusión y necrosis en un paciente con vejiga neurogénica.

RMN

Aunque la gran contribución de la RMN, fundamentalmente, ha sido el estudio del SNC, la aplicación a la urología también tiene su importancia.

Nefrourografía por Resonancia Magnética (MRNU)

Obtiene imágenes anatómicas y funcionales en un único examen de imágenes sin radiaciones ionizantes. Permite estudiar toda la gama de enfermedades del riñón y sistema colector, tanto congénitas como adquiridas, y del riñón trasplantado⁵³. Otra ventaja es no tener que utilizar contrastes iodados. Las contraindicaciones son implantes ferromagnéticos en el paciente o dispositivos electrónicos implantados.

RM en tiempo real

También es posible en la actualidad, incluso se puede adaptar a medios robóticos intervencionistas y utilizar en el estadiaje de tumores, etc. Es posible incluso calcular la temperatura de los tejidos con una RM termografía, lo que facilita el control de la ablación térmica de tumores, ya que se puede obtener un mapa térmico debido a las diferentes características del tiempo de relajación T1, coeficiente de difusión o frecuencia de la resonancia del protón dependiente de la temperatura. El desarrollo de materiales compatibles con la RM aumentará el número de aplicaciones en métodos intervencionistas⁵.

La ausencia de radiación y la información, tanto anatómica como funcional, la hace especialmente atractiva para su utilización en el niño. Se está utilizando en el estudio de la displasia renal, el reflujo vésico-ureteral y la hidronefrosis⁵⁵.

RM anatómica convencional

Ha evolucionado a una modalidad superior en la evaluación de carcinoma de próstata y ahora es una técnica ampliamente establecida en la detección y estadiaje de esta enfermedad, ayuda en la toma de decisiones clínicas en el tratamiento y la evaluación de la terapia. Las recientes mejoras en las técnicas de **RM funcional**, tales como RM ponderada y RM dinámica mejorada con contraste, han aumentado considerablemente el impacto de la RM en el cáncer de próstata. La combinación de imágenes de T2-ponderada, las imágenes de RM potenciadas en difusión, contraste y RM dinámica mejorada puedan superar las limitaciones convencionales en la imagen de la próstata de RM potenciada en T2 y puede ser capaz de detectar con precisión, la localización, la etapa y el grado de próstata carcinoma, sirviendo de guía para biopsias⁵⁶ (**Figura 4**).

Tumores vesicales. En el estudio de los tumores vesicales tiene unos resultados similares en la determinación de la infiltración linfática pélvica y retroperitoneal que el CT. Sin embargo,

con la utilización de contrastes paramagnéticos como el Gadolinio-DTPA ofrece expectativas para la delimitación del tumor y su vascularización¹.

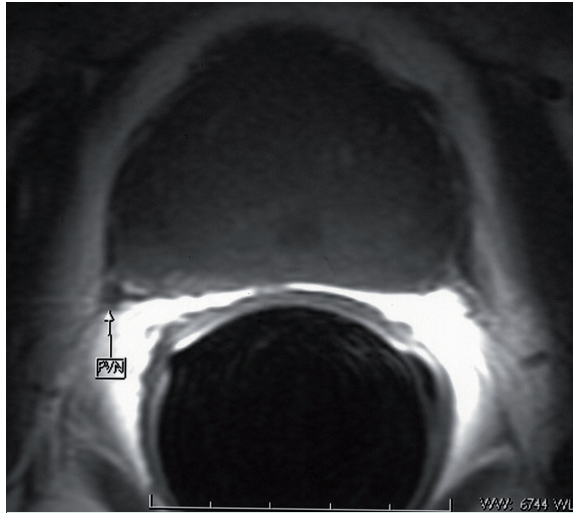


Figura 4. RMN de la próstata.

Patología renal

La elevada capacidad de resolución espacial que posee la RM, hace de esta técnica una prueba muy útil en el estudio de la patología renal. La limitación de esta prueba es su disponibilidad y su coste. Por ello, se suele utilizar para aquellos casos que no se han podido diagnosticar de manera adecuada con otras técnicas (ecografía y TAC). Otra indicación importante es el estudio de aquellos pacientes en los que está contraindicada la utilización del medio de contraste iodado (alergia, insuficiencia renal) o bien el uso de radiaciones ionizantes

(embarazadas). Además, pueden realizarse estudios de tumores renales, y mediante técnicas angiográficas y urográficas por RM valorar las estructuras vasculares sin radiación, ni medios de contraste iodados ni técnicas invasivas⁵⁸.

La RM aporta su capacidad multiplanar y facilita la detección y caracterización de lesiones tumorales renales, tanto benignas como malignas. Asimismo, permite valorar las relaciones del tumor con las estructuras vecinas, de cara a plantear la estrategia quirúrgica. La Urografía por RM permite el estudio sin radiaciones y sin contrastes. Se basa en obtener imágenes altamente potenciadas en T2, con tiempos de eco largos, lo que proporciona imágenes de líquidos estacionarios con anulación del resto de las estructuras. Las ventajas son: no utilizar radiaciones ni contraste, no influye que el riñón esté anulado y se puede observar el nivel de la obstrucción. Es más rápida que la UIV tradicional. Sus limitaciones son la litiasis, ya que es difícil de demostrar y no ofrece datos sobre la función renal⁵⁹.

El CT y la RM son imprescindibles en el estudio de los tumores renales y su estadiaje, así como para determinar la presencia de pseudocápsula compuesta por tejido fibroso y tejido renal sano comprimido por el crecimiento tumoral⁶⁰.

PELVIS

Suelo pélvico

En el estudio del suelo pélvico también tiene un papel prometedor. La ausencia de radiación y la calidad de las imágenes son importantes. Permite diferenciar entre las dos principales componentes en la disfunción del suelo pélvico: relajación del suelo pélvico y el prolapso de órganos⁶¹.

Se han propuesto estudios con resonancia magnética basados en modelos reconstruidos en tres dimensiones (3D) para tratar de relacionar la geometría del suelo pélvico, las relaciones

anatómicas del mismo y la disfunción del suelo pélvico. También se está estudiando el grosor del músculo elevador del ano y su relación con la disfunción del suelo pélvico⁶².

La RM es el método idóneo para el estudio del prolapso multicompartimental y aporta datos para evaluar el efecto de las diferentes técnicas de educación y reeducación de la musculatura que puede permitir una prevención de la incontinencia⁶³.

Pelvis masculina

Su principal papel es el estudio preoperatorio del cáncer de próstata. Permite estudiar si existe invasión de la cápsula, plexo periprostático, vesículas seminales, vejiga, recto y ganglios linfáticos pélvicos. La utilización de la **bobina endorrectal** ha mejorado la resolución de la imagen y ha conseguido una mayor exactitud en la determinación de enfermedad extracapsular. Otra ventaja de esta exploración es su capacidad para discriminar, tras la prostatectomía radical, el tejido cicatricial de la recidiva regional. También es útil en el estudio de la patología benigna de próstata (quistes prostáticos), de las vesículas seminales, etc.⁶⁴.

Pelvis femenina

Desde el punto de vista urológico, la introducción de nuevas bobinas ha aumentado la sensibilidad para el estudio de patologías congénitas, ayudando a la planificación de su corrección quirúrgica. También tiene un papel importante en el estudio de las lesiones tumorales de la uretra femenina e incluso en el estudio de la incontinencia y el prolapso⁶⁵.

Aparato genital masculino

La RM tendría también un papel en la resolución de dudas diagnósticas en las masas penianas y testiculares, aunque la exploración de primera elección sigue siendo la ecografía en sus múltiples modalidades⁶⁶. La RM con Gadolinio podría ayudar a diferenciar entre una

lesión quística benigna y/o maligna. Donde la RM es más eficaz que la ecografía es en el estudio del testículo criptórquido, y nos puede ayudar a discernir entre una criptorquidia y una agenesia testicular⁶⁷.

Se ha utilizado incluso en el estudio de las complicaciones de las prótesis penéneas, obteniendo la ventaja de tener imágenes ortogonales en los tres planos, con una muy buena definición de los tejidos blandos⁶⁸.

Las nuevas técnicas de PET, PET-CT y MRI van emergiendo en el estudio de las metástasis osteoblásticas del cáncer de próstata y pueden superar a las gammagrafías convencionales que tienen una baja sensibilidad y un alto porcentaje de falsos negativos (40%)⁶⁹.

En un futuro, la integración de las técnicas de imagen, la superposición de las mismas y su ampliación, harán cambiar nuestro concepto del diagnóstico por imagen en Urología. Todo ello, integrado junto a la cirugía robótica, va a cambiar radicalmente el aspecto de nuestros quirófanos y el tratamiento de la patología urológica y del acto quirúrgico en sí. Posiblemente, llegaremos a experiencias de navegación tridimensional en la anatomía del paciente. Las exigencias en formación serán cada vez mayores y la puesta al día imprescindible. Posiblemente, en un día no muy lejano, la realidad virtual nos abrirá nuevas fronteras... y nuevos retos. El mañana está amaneciendo y nos muestra un horizonte muy excitante.

RESUMEN

Objetivos

Realizar una breve revisión de las técnicas de imagen aplicadas a la urología y sus aplicaciones más recientes.

Material y métodos

Revisión bibliográfica actualizada.

Resultados

La mayoría de las modalidades de diagnóstico por imagen son aplicables a la patología urológica, si bien cada una, debido a sus características, pueden ser más útiles en determinados casos. Una buena elección optimiza los resultados diagnósticos y mejora la ratio coste/eficacia. Algunas técnicas tradicionales están cayendo en desuso ante el avance de otras que presentan ventajas evidentes.

Conclusión

La integración de las técnicas de imagen con las técnicas mínimamente invasivas es uno de los grandes campos abiertos actualmente en la Urología y en plena expansión.

Palabras clave

Radiodiagnóstico. Diagnóstico urológico. Técnicas de imagen.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Fernández Mena FJ, Moreno-Torres YC. Monográfico radiología en urología. Cáncer vesical. Arch. Esp. Urol. 2001; Jul-Aug;54(6):493-510.*
2. *Merenciano Cortina FJ, Escuder Alejos A, Manzanero Gualda MA, Martínez Salinas P, Rafie Mazketti W, Amat Cecilia M, Romero Pérez P. [Significance of simple radiography of the abdomen in nephritic colic][Article in Spanish] Actas Urol. Esp. 2000; Feb;24(2):138-43.*
3. *Chan VO, Buckley O, Persaud T, Torreggiani WC. Urolithiasis: how accurate are plain radiographs? Can Assoc Radiol J. 2008; Jun;59(3):131-4.*
4. *Kennish SJ, Bhatnagar P, Wah TM, Bush S, Irving HC. Is the KUB radiograph redundant for investigating acute ureteric colic in the non-contrast enhanced computed tomography era? Clin. Radiol. 2008; Oct;63(10):1131-5. Epub. 2008 Jul 21.*
5. *Coleman J, Nascimento R, Solomon SB. Advances in imaging for urologic procedures. Nat. Clin. Pract. Urol. 2007; Sep;4(9):498-504.*
6. *Stacul F, Rossi A, Cova MA. CT urography: the end of IVU? Radiol. Med. 2008; Aug;113(5):658-69. Epub. 2008; Jun 6. [Article in English, Italian].*
7. *Eikefjord E, Askildsen JE, Rørvik J. Cost-effectiveness analysis (CEA) of intravenous urography (IVU) and unenhanced multidetector computed tomography (MDCT) for initial investigation of suspected acute ureterolithiasis. Acta Radiol. 2008; Mar;49(2):222-9.*
8. *Wang LJ, Wong YC, Chuang CK, Huang CC, Pang ST. Diagnostic accuracy of transitional cell carcinoma on multidetector computerized tomography urography in patients with gross hematuria. J. Urol. 2009; Feb;181(2):524-31; discussion 531. Epub. 2008; Dec 19.*
9. *Spencer J, Lindsell D, Mastorakou I. Ultrasonography compared with intravenous urography in the investigation of adults with hematuria. BMJ. 1990; Nov.10;301(6760):1074-6. Comment in: BMJ. 1990; Dec;15;301(6765):1396-7.*

10. Ingram MD, Sooriakumaran P, Palfrey E, Montgomery B, Massouh H. Evaluation of the upper urinary tract using transureteric ultrasound a review of the technique and typical imaging appearances. *Clin. Radiol.* 2008; Sep;63(9):1026-34. Epub. 2008; Jan 15.
11. Lee DI, Bagley DH, Liu JB. Experience with endoluminal ultrasonography in the urinary tract. *J. Endourol.* 2001; Feb;15(1):67-74.
12. Ukimura O, Okihara K, Kamoi K, Naya Y, Ochiai A, Miki T. Intraoperative ultrasonography in an era of minimally invasive urology. *Int. J. Urol.* 2008; Aug;15(8):673-80. Epub. 2008; Jun 16.
13. Campbell SC, Fichtner J, Novick AC, Steinbach F, Stöckle M, Klein EA, Filipas D, Levin HS, Störkel S, Schweden F, Obuchowski NA, Hale J. Intraoperative evaluation of renal cell carcinoma: a prospective study of the role of ultrasonography and histopathological frozen sections. *J. Urol.* 1996; Apr;155(4):1191-5.
14. Nascimento RG, Coleman J, Solomon SB. Current and future imaging for urologic interventions. *Curr. Opin. Urol.* 2008; Jan;18(1):116-21.
15. Matin SF, Gill IS. Laparoscopic ultrasonography. *J. Endourol.* 2001; Feb;15(1):87-92.
16. Kojima M, Kamoi K, Okihara K, Ukimura O, Nakao M, Miki T. [Ultrasound in urodynamics] [Article in Japanese] *Hinyokika Kyo.* 2000; Nov;46(11):841-5.
17. Arnáiz Esteban F, Espuela Orgaz R, Bermúdez Villaverde R, Nogueras Gimeno A, Pérez Arbej JA, Martínez Pérez E. Ecourodinámica: Técnica, aplicaciones y datos. En *Urodinámica Clínica: Aspectos Básicos 3ª Edición. Vol. I* Salinas J y Romero J Ed. Luzán 5 SA de Ediciones. 2002. Madrid. Pp 307-420
18. Feleppa EJ. Ultrasonic tissue-type imaging of the prostate: implications for biopsy and treatment guidance. *Cancer Biomark.* 2008; 4(4-5):201-12.
19. Blanco JA, Pérez C, Jiménez M, Bel J, Castellví A, Isnard RM, Casasa JM. [Usefulness of transrectal ultrasonography in the diagnosis of anomalies of intersexual conditions] [Article in Spanish] *Cir. Pediatr.* 2003; Apr;16(2):86-9.

20. Onur MR, Orhan I, Firdolas F, Onur R, Kocakoç E. Clinical and radiological evaluation of ejaculatory duct obstruction. *Arch Androl.* 2007 Jul-Aug;53(4):179-86. Erratum in: *Arch Androl.* 2007; Sep-Oct;53(5):295. *Arch. Androl.* 2007; 53(4):295. Orhan, Yrfan [corrected to Orhan, Irfan]; Fýrdola□, Fatih [corrected to Firdolas, Fatih].
21. Fan L, Lianfang D, Jinfang X, Yijin S, Ying W. Diagnostic efficacy of contrast-enhanced ultrasonography in solid renal parenchymal lesions with maximum diameters of 5 cm. *J. Ultrasound Med.* 2008; Jun.27(6):875-85.
22. Darge K. Voiding urosonography with ultrasound contrast agents for the diagnosis of vesicoureteric reflux in children. I. Procedure. *Pediatr. Radiol.* 2008; Jan;38(1):40-53. Epub. 2007; Jul 6.
23. Pallwein L, Mitterberger M, Pelzer A, Bartsch G, Strasser H, Pinggera GM, Aigner F, Gradl J, Zur Nedden D, Frauscher F. Ultrasound of prostate cancer: recent advances. *Eur. Radiol.* 2008; Apr;18(4):707-15. Epub. 2007; Oct 16.
24. Linden RA, Halpern EJ. Advances in transrectal ultrasound imaging of the prostate. *Semin. Ultrasound CT MR.* 2007; Aug;28(4):249-57.
25. Leung VY, Chu WC, Yeung CK, Metreweli C. Doppler waveforms of the ureteric jet: an overview and implications for the presence of a functional sphincter at the vesicoureteric junction. *Pediatr. Radiol.* 2007; May;37(5):417-25. Epub. 2007; Mar 20.
26. Turgut AT, Olçücüoğlu E, Kosar P, Geyik PO, Kosar U, Dogra V. Power Doppler ultrasonography of the feeding arteries of the prostate gland: a novel approach to the diagnosis of prostate cancer? *J. Ultrasound. Med.* 2007; Jul;26(7):875-83.
27. Bhatt S, Dogra VS. Role of US in testicular and scrotal trauma. *Radiographics.* 2008; Oct;28(6):1617-29.
28. Pepe P, Panella P, Pennisi M, Aragona F. Does color Doppler sonography improve the clinical assessment of patients with acute scrotum? *Eur. J. Radiol.* 2006; Oct;60(1):120-4. Epub. 2006 May 30.

29. Chan JL, Knoll JM, Depowski PL, Williams RA, Schober JM. Mesorchial testicular torsion: case report and a review of the literature. *Urology*. 2009; Jan;73(1):83-6. Epub. 2008; Sep 6.
30. Aversa A, Sarteschi LM. The role of penile color-duplex ultrasound for the evaluation of erectile dysfunction. *J. Sex. Med.* 2007; Sep;4(5):1437-47. Epub. 2007; Jul 21.
31. De la Torre Holguera P, Hernández Jover D, Martí Malet J, Ochoteco García JI. Monográfico radiología en urología. Valoración de la Disfunción Eréctil mediante ecografía Doppler-Duplex. *Arch. Esp. Urol.* 2001; 54,6(617-625).
32. Niemann T, Kollmann T, Bongartz G. AJR Diagnostic performance of low-dose CT for the detection of urolithiasis: a meta-analysis. *Am. J. Roentgenol.* 2008; Aug;191(2):396-401.
33. Korobkin M. CT urography. *Eur. Radiol.* 2005; Nov 15 Suppl.4:D82-4.
34. Chow LC, Kwan SW, Olcott EW, Sommer G. Split-bolus MDCT urography with synchronous nephrographic and excretory phase enhancement. *AJR. Am. J. Roentgenol.* 2007; Aug;189(2):314-22.
35. Keat N. Real-time CT and CT fluoroscopy. *Br. J. Radiol.* 2001; Dec;74(888):1088-90.
36. Hernández Jover D, de la Torre Holguera P, Alberola Bou J, Amores Cervera, A. Monográfico radiología en urología. Masa renal pequeña. Manejo diagnóstico. *Arch. Esp. Urol.* 2001; 54,6(593-601).
37. Álvarez-Castells A, Sebastiá Cerqueda C, Quiroga Gómez, S. Monográfico radiología en urología. Angiografía por tomografía computarizada de los vasos renales. *Arch. Esp. Urol.* 2001; 54,6(603-615).
38. Jana S, Blafox MD. Nuclear medicine studies of the prostate, testes, and bladder. *Semin. Nucl. Med.* 2006; Jan;36(1):51-72.

39. He W, Fischman AJ. Nuclear imaging in the genitourinary tract: recent advances and future directions. *Radiol. Clin. North. Am.* 2008; Jan;46(1):25-43, v.
40. Estorch Cabrera M, Carrió Gasset, I. Monográfico radiología en urología. *Nefrourología y medicina nuclear en la actualidad. Arch. Esp. Urol.* 2001; 54,6(637-648).
41. Jeschke S, Beri A, Grüll M, Ziegerhofer J, Prammer P, Leeb K, Segal W, Janetschek G. Laparoscopic radioisotope-guided sentinel lymph node dissection in staging of prostate cancer. *Eur. Urol.* 2008; Jan;53(1):126-32. Epub. 2007; Mar 28. Comment in: *Eur. Urol.* 2008; Jan;53(1):132-3. *Eur. Urol.* 2008; Jan;53(1):133.
42. Szabo Z, Xia J, Mathews WB, Brown PR. Future direction of renal positron emission tomography. *Semin. Nucl. Med.* 2006; Jan;36(1):36-50.
43. Powles T, Murray I, Brock C, Oliver T, Avril N. Molecular positron emission tomography and PET/CT imaging in urological malignancies. *Eur. Urol.* 2007; Jun;51(6):1511-20; discussion 1520-1. Epub. 2007 Jan 23. Molecular positron emission tomography and PET/CT imaging in urological malignancies.
44. Wu AM, Olafsen T. Antibodies for molecular imaging of cancer. *Cancer J.* 2008; May-Jun;14(3):191-7.
45. Leijte JA, Valdés Olmos RA, Nieweg OE, Horenblas S. Anatomical mapping of lymphatic drainage in penile carcinoma with SPECT-CT: implications for the extent of inguinal lymph node dissection. *Eur. Urol.* 2008; Oct;54(4):885-90. Epub. 2008; May 19. Comment in: *Eur. Urol.* 2008; Oct;54(4):891. *Eur. Urol.* 2008; Oct;54(4):892.
46. Nozaki T, Yasuda K, Akashi T, Fuse H. Usefulness of single photon emission computed tomography imaging in the detection of lumbar vertebral metastases from prostate cancer. *Int. J. Urol.* 2008; Jun;15(6):516-9. Epub. 2008; Apr 14.
47. Sherif A, Garske U, de la Torre M, Thörn M. Hybrid SPECT-CT: an additional technique for sentinel node detection of patients with invasive bladder cancer. *Eur. Urol.* 2006 Jul;50(1):83-91. Epub. 2006; Mar 20.

48. Yang CC, Sun SS, Lin CY, Chuang FJ, Kao CH. Differentiation of prostate cancer and benign prostatic hyperplasia: the clinical value of 201TI SPECT - a pilot study. *Ann. Nucl. Med.* 2003; Oct;17(7):521-4.
49. Rexach Cano, L. Utilización de los isótopos radioactivos en el diagnóstico de enfermedades neurológicas que dan lugar a hiperactividad vesical. En *Urodinámica Clínica: Aspectos Básicos 3ª Edición. Vol. I Salinas J y Romero J Ed. Luzán 5 SA de Ediciones. 2002. Madrid. Pp 573-584.*
50. Kalb B, Votaw JR, Salman K, Sharma P, Martin DR. Magnetic resonance nephrourography: current and developing techniques. *Radiol. Clin. North. Am.* 2008; Jan;46(1):11-24, v.
51. Grattan-Smith JD, Jones RA. Magnetic resonance urography in children. *Magn Reson Imaging. Clin. N. Am.* 2008; Aug;16(3):515-31, vi.
52. Somford DM, Fütterer JJ, Hambroek T, Barentsz JO. Diffusion and perfusion MR imaging of the prostate. *Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am.* 2008; Nov;16(4):685-95, ix.
53. Ros Mendoza LH, Mayayo E, Solsona I, Ros PR. Monográfico radiología en urología. Resonancia magnética renal. *Arch. Esp. Urol.* 2001; 54,6 (555-582).
54. Delgado Domínguez D. Monográfico radiología en urología. Masas renales por RM. *Arch. Esp. Urol.* 2001; 54,6 (583-592).
55. Fernández Mena FJ, Moreno-Torres YC. Cáncer renal. Monográfico radiología en urología. *Arch. Esp. Urol.* 2001; 54,6(541-554).
56. Chi TW, Chen SH. Kaohsiung Dynamic magnetic resonance imaging used in evaluation of female pelvic prolapse: experience from nine cases. *J. Med. Sci.* 2007; Jun;23(6):302-8.
57. Hoyte L, Fielgig JR, Versi E, Mamisch C, Kolvenbach C, Bikinis R. Variations in levator ani volume and geometry in women: the application of MR based 3D reconstruction in evaluating pelvic floor dysfunction. *Monográfico radiología en urología. Arch. Esp. Urol.* 2001; 54,6(532-539).

58. Wert Ortega R, Herraiz del Olmo F, Condado Ampuria A, Oliete Sempere S. *Resonancia Magnética en neurourología y urodinámica: Técnica, Aplicaciones y Datos. En Urodinámica Clínica: Aspectos Básicos 3ª Edición. Vol. I Salinas J y Romero J Ed. Luzán 5 SA de Ediciones. 2002. Madrid. Pp 421-433.*
59. Huguet Pañella M. *Monográfico radiología en urología. Resonancia magnética de la pelvis masculina. Arch. Esp. Urol. 2001; 54,6(511-518).*
60. Blanch Labrador. *Monográfico radiología en urología. Resonancia magnética de la pelvis femenina. Arch. Esp. Urol. 2001; 54,6(519-531).*
61. Andipa E, Liberopoulos K, Asvestis C. *Magnetic resonance imaging and ultrasound evaluation of penile and testicular masses. World J. Urol. 2004; Nov;22(5):382-91. Epub. 2004 Aug 6.*
62. Kim W, Rosen MA, Langer JE, Banner MP, Siegelman ES, Ramchandani P. *US MR imaging correlation in pathologic conditions of the scrotum. Radiographics. 2007; Sep-Oct;27(5):1239-53.*
63. Moncada I, Jara J, Cabello R, Monzo JI, Hernández C. *Radiological assessment of penile prosthesis: the role of magnetic resonance imaging. World J. Urol. 2004; Nov;22(5):371-7. Epub. 2004 Oct 30.*
64. Dotan ZA. *Bone imaging in prostate cancer. Nat. Clin. Pract. Urol. 2008; Aug;5(8):434-44.*

Patrocinado por:



Soluciones pensando en ti