

# Tomografía computada multislice de 64 pistas: ¿Cómo, cuándo y por qué? Parte I: Tórax, abdomen y pelvis

Marina Ulla y Ricardo García Mónaco

## INTRODUCCIÓN

El creciente y vertiginoso avance tecnológico impulsa el desarrollo constante en el equipamiento utilizado en el diagnóstico por imágenes.

La tomografía computada (TC), inventada por Sir Godfrey Hounsfield en 1972, ha tenido una evolución insospechada y un empleo prácticamente ilimitado que mereció el Premio Nobel de Medicina. Los tomógrafos computados de primera generación adquirirían una sola imagen por cada apnea inspiratoria y realizaban estudios en el plano axial, por lo cual también eran conocidos como tomografía axial computada (TAC).

En el año 1989 surge la tomografía computada helicoidal o espiralada que realiza una adquisición continua o volumétrica de las imágenes en una sola inspiración. Esto se consigue gracias al desplazamiento constante y sincrónico entre la camilla donde se encuentra el paciente, el tubo de rayos X y una fila de detectores que giran permanentemente a su alrededor.

La tomografía computada multidetector, también llamada multicorte o *multislice* (TCMS), corresponde al último desarrollo en la generación de tomógrafos y a versiones más desarrolladas de los tomógrafos helicoidales simples que solo cuentan con una fila de detectores.<sup>1</sup> En el año 1998 surge la TCMS con tomógrafos de cuatro filas de detec-

tores, en el año 2002 la TCMS con tomógrafos de 16 filas de detectores, en el 2003 los tomógrafos alcanzan las 40 filas de detectores y en el 2004 surgen los de 64 filas de detectores (TCMS 64).

El mayor número de filas de detectores implica numerosas ventajas, entre las cuales se destacan las siguientes, que se resumen en la tabla 1.

1. Aumento significativo en la rapidez de los exámenes lo que permite una evaluación de cuerpo entero (desde la convexidad del cerebro hasta los pies) en aproximadamente 25 segundos para un TCMS 64. Esto es de gran implicación clínica en las emergencias (p. ej., politraumatizados, inestables, etc.), en pacientes graves (disneicos, añosos, etc.) y en la población pediátrica (evita en ocasiones la necesidad de anestesia o disminuye significativamente su duración).
2. Cortes más finos, de mejor resolución; se incrementa por lo tanto el poder de detección de lesiones más pequeñas. De gran importancia en la búsqueda de metástasis o pequeños tumores y en precisar relaciones anatómicas importantes para la toma de decisiones quirúrgicas.
3. Realización de reconstrucciones multiplanares isotrópicas en diferentes planos. Esto significa que se obtienen imágenes en los planos coronal y sagital de la mis-

**Tabla 1.** Ventajas y aplicación de la TCMS

Tomografía computada multicorte	Ventaja	Aplicación clínica en pacientes
<b>Mayor velocidad (Resolución temporal)</b>	-Apneas más cortas -Menor artefacto por movimiento -Menor volumen de contraste inyectado -Modulación del tubo de Rayos X (menor radiación) -Posibilidad de utilizar gadolinio endovenoso en pacientes alérgicos al yodo	-Traumatizados -Pediatria -Geriatría -Disneicos -Pacientes graves
<b>Cortes más finos (Resolución espacial)</b>	-Reconstrucciones multiplanares -Reconstrucciones tridimensionales -Reconstrucciones MIP -Reconstrucciones MiniMip -Endoscopia Virtual	Con patología: -Cardiovascular -Oncológica -Osteoarticular -Toracoabdominal -Neurológica -MMII y MMSS

MIP, máxima intensidad de proyección; MiniMIP, mínima intensidad de proyección; MMII, miembros inferiores; MMSS, miembros superiores

Servicio de Diagnóstico por Imágenes. Hospital Italiano de Buenos Aires.  
Correspondencia: marina.ulla@hospitalitaliano.org.ar

URL: <http://revista.hospitalitaliano.org.ar>

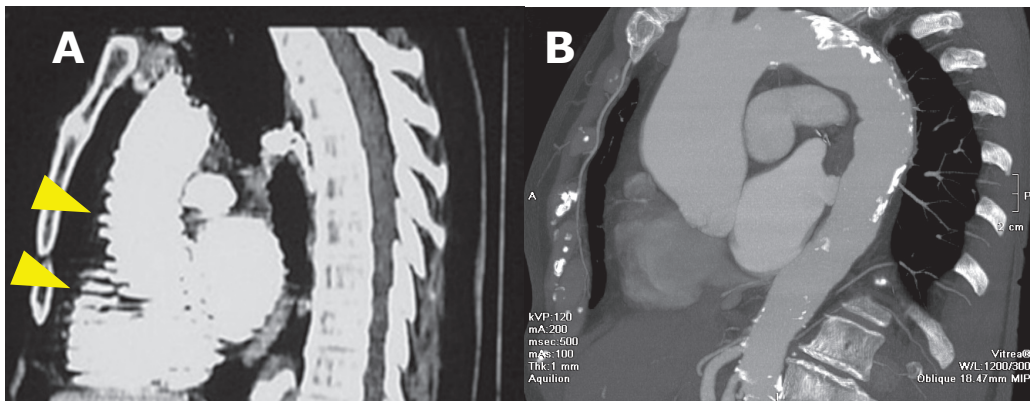
ma calidad que los originales en el plano axial (Fig. 1). También pueden obtenerse reconstrucciones volumétricas, lo cual facilita la comprensión espacial de la patología, ayudando a la planificación terapéutica. Existen varias técnicas (p. ej.: MIP o máxima intensidad de proyección y MiniMIP o mínima intensidad de proyección; representación de volumen o *volume rendering* y representación de superficie o *surface rendering*) que el radiólogo utiliza para destacar los elementos anatómicos o patológicos que se desea evaluar (Fig. 2).

4. Evaluación de los grandes vasos sanguíneos con detalle similar a las angiografías por cateterismo pero en forma no invasiva (angioTCMS). A diferencia de los tomógrafos helicoidales simples, la TCMS 64 cuenta con un software que permite monitorear la llegada del medio de contraste a la región vascular de interés (arteria aorta, coronarias, renales, etc.). Se evitan de

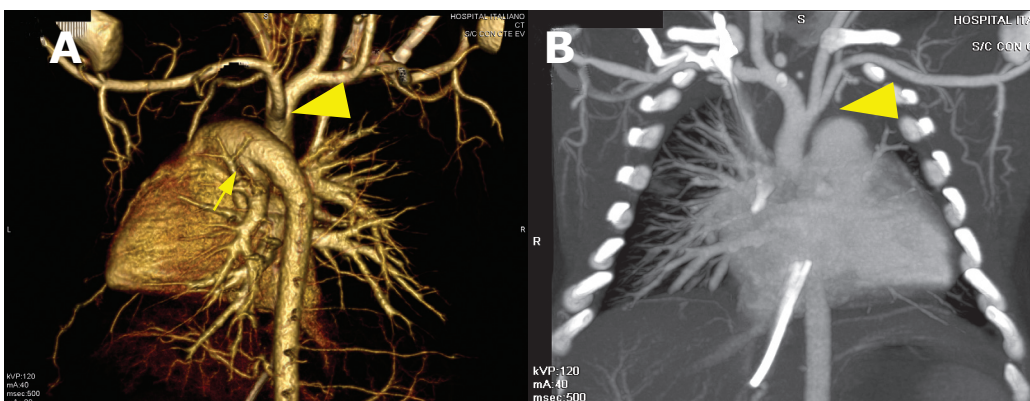
esta forma errores en el *timing*, muy frecuentes en la tomografía helicoidal convencional, que provocaban repetición de estudios o exámenes subóptimos. Esto es altamente ventajoso cuando es necesario captar las distintas fases del contraste en las angiotomografías de arterias o venas así como también en los diferentes órganos (fases arterial, parenquimatosa y venosa).

5. Menor utilización de volumen de contraste yodado en comparación con la tomografía convencional o helicoidal, lo cual resulta importante en pacientes con alteración de la función renal. Asimismo la TCMS 64 permite utilizar gadolinio como alternativa al contraste yodado (pacientes alérgicos al yodo, por ejemplo), a diferencia de la tomografía convencional o de tomógrafos con menor número de filas de detectores.
6. Realizar endoscopias virtuales de alta calidad diagnóstica. Efectivamente es posible introducirse virtual-

**Figura 1.** Concepto de "isotrópico". La imagen A es no isotrópica, nótese la degradación de la calidad de la imagen en el plano sagital (puntas de flecha). La imagen B muestra una isotrópica de alta calidad del TCMS 64, fundamental en el estudio de disecciones, aneurismas, etc. TCMS 64, tomografía computada multislice de 64 pistas.



**Figura 2.** Interrupción del arco aórtico en una paciente de 2 días de edad. Evaluación prequirúrgica que evitó la angiografía digital. El tiempo de la TCMS fue de 8 segundos. La punta de flecha señala la interrupción del arco. La flecha señala la comunicación a través de un ductus permeable de la pulmonar con la aorta descendente torácica. A. Reconstrucción 3D. B. Reconstrucción MIP. TCMS 64, tomografía computada multislice de 64 pistas; MIP, máxima intensidad de proyección.



mente en el interior de cualquier víscera hueca, estructuras vasculares, traqueobronquiales, etc. y obtener imágenes similares a las de la endoscopia convencional. Además de la obvia ventaja de ser no invasiva, la endoscopia virtual permite explorar el órgano distalmente a las estenosis infranqueables, siendo en estas situaciones un interesante complemento de la endoscopia convencional.

7. Las nuevas técnicas que permite la TCMS 64, como la evaluación de la perfusión de órganos (cerebral, miocárdica, etc.) y la reconstrucción anatómica cardiovascular para poder evaluar en forma no invasiva las arterias del cuerpo es realmente revolucionaria. La innovación más espectacular de estas aplicaciones es el cambio estratégico en la evaluación del dolor precordial así como en el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad coronaria. La aparición de la TCMS también contribuyó al desarrollo y la incorporación de otras tecnologías en Diagnóstico por Imágenes, como la del sistema electrónico de comunicación y archivo de imágenes (PACS, siglas en inglés de *picture archiving and communication system*). Esto es fundamental para reemplazar la impresión gráfica clásica de películas radiográficas, ya que el número de imágenes adqui-

ridas durante un solo estudio oscila entre 300 y 2000 por paciente.

Las ventajas y aplicaciones de la TCMS 64 la han convertido en una herramienta indispensable del diagnóstico por imágenes en un hospital de alta complejidad, con un campo de aplicación vasto e importante.<sup>2</sup> Dada la extensión de sus aplicaciones, en esta comunicación solo nos referimos a sus alcances en la patología torácica, abdominal y pelviana dejando el resto de sus indicaciones para otros dos artículos específicos (uno de evaluación musculoesquelética y neurológica y otro de patología cardiovascular).

## APLICACIONES CLINICAS

### TÓRAX

Mediante la TCMS 64 se logra una evaluación completa del tórax con una sola inspiración y en pocos segundos (6 a 10 segundos dependiendo de la longitud torácica del paciente). Las imágenes adquiridas se reconstruyen en una *workstation* específica, donde se obtienen imágenes volumétricas en planos coronal, sagital y oblicuos con ventanas pulmonar, mediastínica y ósea. A continuación se comentarán las situaciones y patologías en las cuales la TCMS 64 resulta de mayor utilidad, que además se encuentran resumidas en la tabla 2.

**Tabla 2.** Aplicaciones clínicas en tórax.

¿Para qué?	¿Cuándo?	¿Por qué?
<b>Vía aérea y parénquima pulmonar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Detección y caracterización de nódulo pulmonar solitario.</li> <li>-Diagnóstico y seguimiento de metástasis.</li> <li>-Lesiones endobronquiales.</li> <li>-Caracterización bronquiectasias.</li> <li>-Control de stents.</li> <li>-Hemoptisis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Todos los cortes son submilimétricos.</li> <li>-Visualización en múltiples planos.</li> <li>-Reconstrucciones tridimensionales y endoscopia virtual.</li> <li>-Estudio simultáneo de vía aérea, parénquima y vasculatura.</li> </ul>
<b>Enfermedad pulmonar difusa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cuantificación y caracterización de enfisema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reconstrucciones MiniMip.</li> <li>-Visualización en múltiples planos.</li> <li>-Visualización de las cicuras.</li> </ul>
<b>Tromboembolismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Determinación del sitio de trombosis.</li> <li>-Visualización directa del trombo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Buena definición de ramos de hasta quinto orden en todos los planos.</li> <li>-Permite diagnóstico diferencial con otras entidades de similar presentación clínica.</li> </ul>
<b>Aorta y venas pulmonares y mediastínicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sospecha de disección.</li> <li>-Control pre y post stent.</li> <li>-Definición de la anatomía y sus variantes (tratamiento de arritmias cardíacas por radioablación)</li> <li>-Síndrome de vena cava, del opérculo torácico.</li> <li>-Malformaciones vasculares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Monitoreo de la llegada de contraste al sitio de interés.</li> <li>-Menor volumen de contraste inyectado.</li> <li>-Posibilidad de utilizar gadolinio en pacientes alérgicos al yodo.</li> <li>-Reconstrucciones tridimensionales.</li> </ul>
<b>Mediastino</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diagnóstico y caracterización de estenosis esofágicas.</li> <li>-Caracterización de pequeñas y grandes formaciones mediastinales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Visualización en múltiples planos.</li> <li>-Reconstrucciones tridimensionales y endoscopia virtual.</li> <li>-Estudio simultáneo de vía aérea, parénquima y vasculatura.</li> </ul>

MiniMIP, mínima intensidad de proyección

## ¿CUÁNDO Y POR QUÉ?

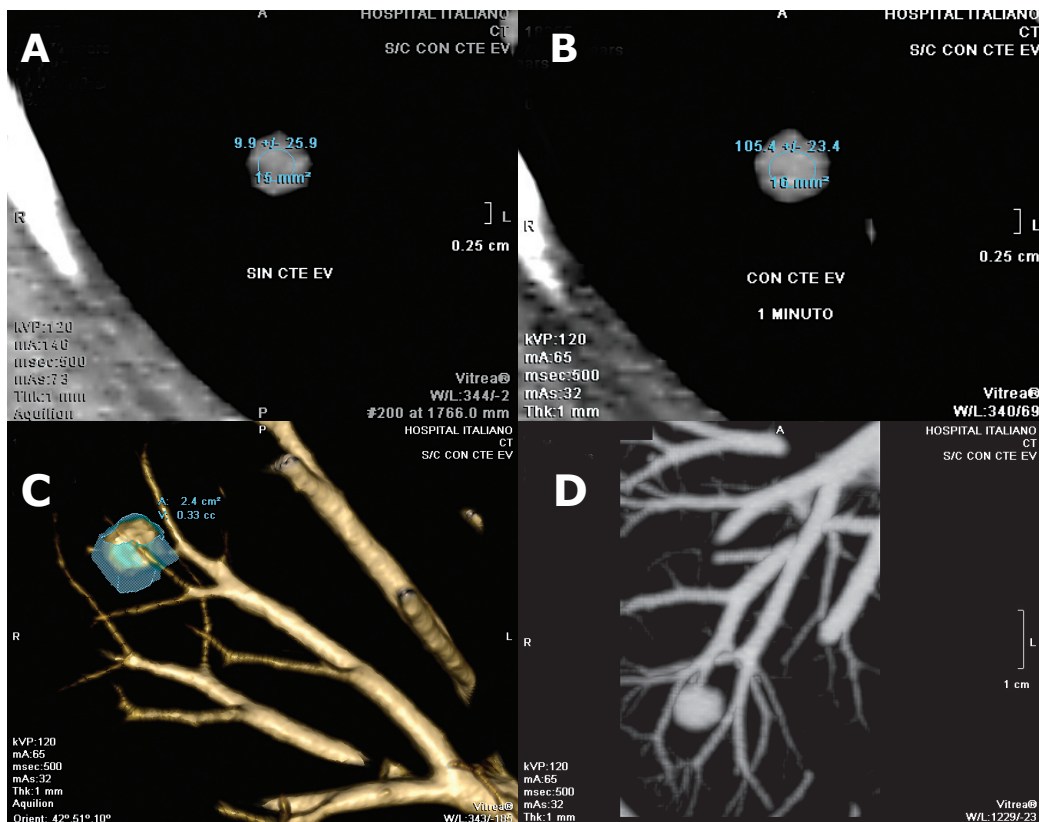
### Parénquima pulmonar y vía aérea

La diferencia sustancial con la tomografía helicoidal convencional consiste en que la totalidad de las imágenes obtenidas son de alta resolución (0.5mm de espesor cada corte) con una mayor resolución temporoespacial. Por ello esta tecnología es de precisa indicación para la detección o evaluación de un nódulo pulmonar solitario. El equipo permite además realizar una cuantificación volumétrica del nódulo, es decir medirlo en  $\text{cm}^3$  o  $\text{mm}^3$ , y poder realizar su seguimiento en controles sucesivos de modo que puede evaluarse la respuesta al tratamiento o su evolución en el tiempo en el caso de imágenes indefinidas.<sup>3</sup> Asimismo se puede estudiar su comportamiento dinámico tras la inyección de contraste endovenoso; esto significa medir su captación de contraste desde la adquisición sin contraste hasta tres minutos después de la inyección, lo que permite una caracterización y diferenciación de nódulos benignos y malignos. Puede establecerse su relación con las estructuras vasculares vecinas, lo cual resulta de utilidad en el diagnóstico y la interpretación nosológica (Fig. 3). En la detección y el seguimiento de las metástasis pulmonares, la TCMS es de gran utilidad por la alta sensibilidad

para realzar estructuras de alta densidad, como son los nódulos pulmonares. Es posible superponer varios cortes tomográficos pulmonares en una sola imagen y crear una suerte de “mapa” en el cual resulta muy sencillo identificar las imágenes nodulares. Además, el radiólogo puede aplicar la técnica denominada MIP, con la cual se resaltan las estructuras de mayor densidad, aun las de 1 o 2 mm, lo cual aumenta la sensibilidad para la detección de lesiones en comparación con la tomografía helicoidal simple. En el estudio de la vía aérea, la TCMS permite visualizar más allá de una estenosis mediante las diferentes formas de reconstrucción, incluso mediante la endoscopia virtual del árbol traqueobronquial, es un complemento de la broncoscopia convencional e influye en el tratamiento del paciente con afectación endobronquial por tumores, tuberculosis endobronquial, etc. (Fig. 4). También resulta útil en la planificación y el seguimiento en el caso de colocación de *stents* endoluminales ya que permite ver la configuración completa de la vía aérea antes de la intervención y en el *follow up*.

La TCMS es ideal para la evaluación inicial del paciente con hemoptisis, tanto en estadio agudo como crónico, ya que permite con un solo estudio la evaluación simultánea de

**Figura 3.** Nódulo pulmonar solitario. A. Imagen axial sin contraste endovenoso. B. Imagen axial post-inyección de contraste. Se evalúa cuánto realza el nódulo para caracterizarlo. C y D. Reconstrucción 3D donde se realizó la cuantificación volumétrica del mismo y se observa su relación con las estructuras vasculares. D. Reconstrucción MIP (máxima intensidad de proyección).



la vía aérea, el parénquima pulmonar y la vasculatura bronquiopulmonar. Es posible identificar las lesiones causantes de la hemorragia, así como el origen y trayecto de los vasos responsables del sangrado y colaborar en la planificación de la embolización en caso de ser necesaria.<sup>4</sup> Asimismo permite conocer los efectos de la hemorragia en el parénquima pulmonar con sus consecuentes implicaciones pronósticas y terapéuticas. Esta particularidad única de la TCMS la ha convertido en un método fundamental para la evaluación de las hemoptisis reemplazando completamente a la TC convencional, que carece actualmente de indicación.

**Enfermedad pulmonar difusa**

En el examen de la patología difusa del parénquima pulmonar, las reconstrucciones multiplanares isotrópicas ofrecen gran detalle en la determinación de la distribución y características de la enfermedad, haciendo posible visualizar con claridad las cisuras pulmonares y demás elementos del intersticio pulmonar así como la de los alvéolos.<sup>5</sup> La resolución temporoespacial y el detalle que brinda la TCMS la han convertido en el estudio de elección para las enfermedades intersticiales y para la extensión y caracterización del enfisema pulmonar. Existe un *soft* o técnica

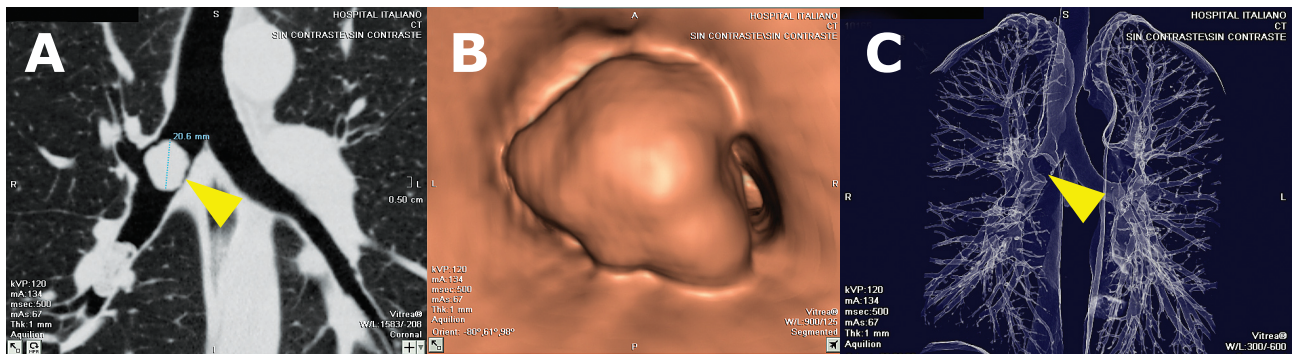
de reconstrucción específica denominado MiniMIP, que realza estructuras de baja densidad, mostrando en detalle las características de las áreas de atrapamiento aéreo y de enfisema para su correcta evaluación (Fig. 5).

**Enfermedad tromboembólica**

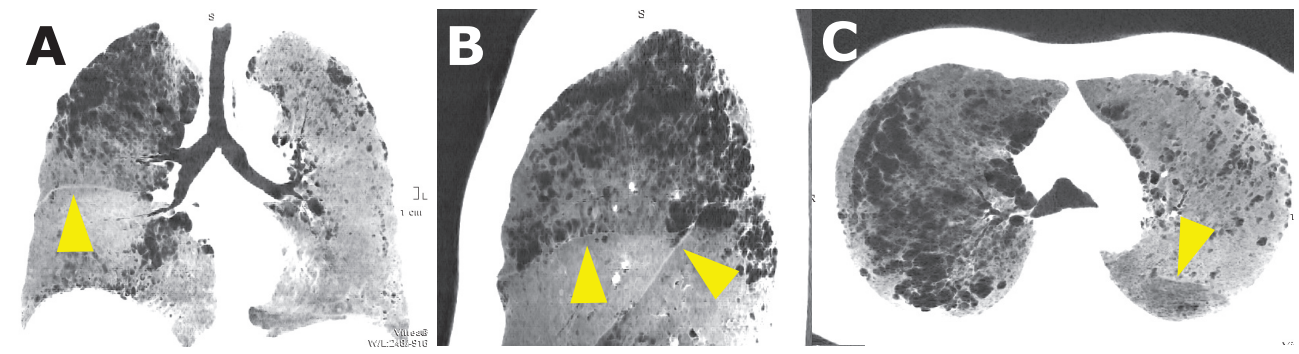
Esta es una de las indicaciones más claras de la TCMS 64, por su capacidad para detectar trombos en las arterias pulmonares principales, lobares, segmentarias y subsegmentarias; es el método de elección para el diagnóstico del tromboembolismo pulmonar (TEP) y una de las indicaciones más frecuentes en el ámbito hospitalario (Fig. 6). Es un método rápido, seguro, fiable y altamente costo-efectivo. La TCMS presenta un valor predictivo negativo cercano al 100% y resulta de utilidad en el diagnóstico diferencial con entidades que presentan similares manifestaciones clínicas.<sup>6</sup>

Con una sola inyección de contraste yodado es posible estudiar, en pocos segundos y en un único estudio, tanto las arterias pulmonares como el sistema venoso profundo de ambos miembros inferiores. Esta combinación de AngioTC pulmonar y FleboTC de miembros inferiores es de gran utilidad para descartar o confirmar un TEP y su ori-

**Figura 4.** Tumor carcinoide en el bronquio fuente derecho (punta de flecha). A. Imagen coronal. B. Endoscopia virtual. C. Reconstrucción 3D con ventana de transparencias.



**Figura 5.** La técnica MiniMip (mínima intensidad de proyección) pone de manifiesto la distribución y tipo de enfisema (imágenes negras). La punta de flecha señala las cisuras. A. Coronal. B. Sagital. C. Axial



gen, con un *one stop* que facilita el manejo clínico terapéutico del paciente y disminuye los costos y riesgos de traslados o estudios innecesarios<sup>7</sup> (Fig. 6).

#### MEDIASTINO: VENAS Y ARTERIAS TORÁCICAS

La TCMS permite estudiar en forma rápida a pacientes con obstrucciones venosas, situación importante en el diagnóstico del síndrome de vena cava superior en el cual la disnea típica del paciente requiere alta velocidad del estudio. Las reconstrucciones anatómicas resultan sumamente útiles no solo para demostrar la causa del síndrome –tumores en la mayoría de los casos– sino también para determinar la extensión de la obstrucción venosa y la circulación colateral, y realizar una correcta evaluación preterapéutica. Con un solo estudio se pueden estadificar localmente el tumor y las estructuras comprometidas para planificar el *stenting* endovascular u otros tratamientos por realizar.

Asimismo, la TCMS permite un exhaustivo estudio de otras causas de obstrucción venosa como el síndrome del opérculo torácico, la trombosis subclavia o complicaciones tromboticas de catéteres centrales prolongados.

La TCMS también permite una correcta evaluación anató-

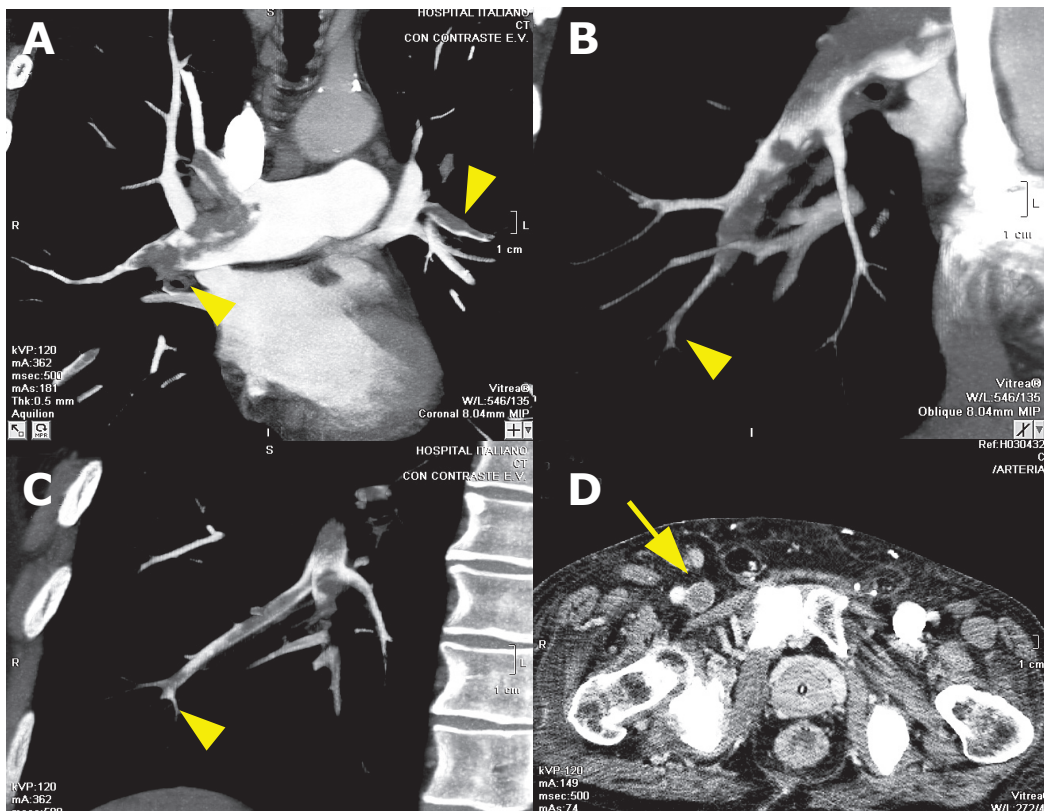
mica de las venas pulmonares y sus variantes anatómicas, de particular interés en la evaluación preterapéutica de la ablación endovascular de las arritmias cardíacas.

En el estudio de la patología de la aorta torácica, la alta calidad de las reconstrucciones de TCMS facilita estudiar con precisión los aneurismas, las estenosis, la disección arterial, etc. La angioTC aórtica constituye el método de elección en la evaluación preterapéutica y el seguimiento de pacientes con aneurismas tratados con endoprótesis. Pueden identificarse con detalle estructuras vasculares de hasta 2 mm, por lo cual se pueden detectar variantes anatómicas vasculares importantes de conocer a la hora del abordaje terapéutico. También pueden generarse vistas endoscópicas virtuales, aunque de escaso valor práctico en esta patología.

#### Mediastino: masas tumorales y esófago

La TCMS es de elección para el estudio del mediastino por las características ya mencionadas y la excelente mostración de estructuras anatómicas relacionadas, sumamente ricas, en este sector anatómico. La TCMS permite determinar las características, composición, localización y extensión de pequeñas o grandes masas mediastinales, su

**Figura 6.** Tromboembolismo pulmonar. Nótese que es posible identificar trombos (puntas de flecha) hasta en ramos de cuarto y quinto orden. En el mismo estudio y sin necesidad de inyectar más contraste se identifica la trombosis venosa en miembro inferior (flecha). A, B y C. Coroneales. D. Axial.



relación con estructuras vecinas, y establecer una aproximación diagnóstica con alta exactitud.

En el estudio de las estenosis esofágicas resulta sumamente útil la técnica de neumotomografía por TCMS (Fig. 7), en la cual se distiende (con CO<sub>2</sub> u O<sub>2</sub>) la luz esofágica; en el mismo estudio se puede determinar la extensión y el compromiso de la región gastroesofágica y estadificarse la patología. Permite la clara determinación del compromiso de estructuras viscerales y vasculares adyacentes fundamentada en las reconstrucciones coronales, sagitales y angiográficas de alta calidad de gran importancia para la toma de decisiones quirúrgicas.

### Pared torácica y trauma de tórax

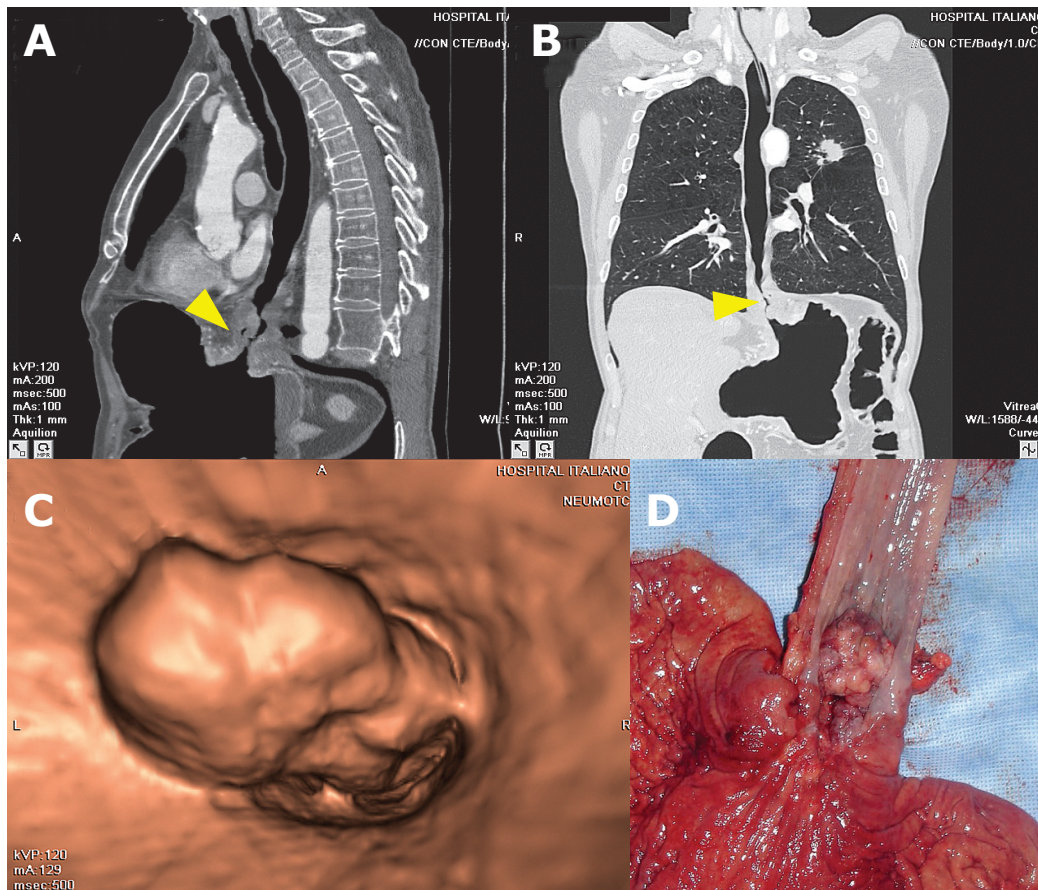
Las reconstrucciones tridimensionales son particularmente útiles en el estudio de anomalías congénitas o posquirúrgicas que comprometen la caja torácica así como también en el caso de tumores, procesos infecciosos o trauma, pudiendo superponer reconstrucciones angiográficas con reconstrucciones óseas (Fig. 8).

La rapidez de la TCMS permite la evaluación integral por imágenes de estos pacientes críticos en un tiempo muy corto, lo cual ayudará a descartar rápidamente eventual daño de víscera sólida o hueca, compromiso vascular con sangrado activo, trauma diafragmático y del esqueleto dorsal y parrilla costal. No obstante, este tema será abordado nuevamente en un próximo artículo de patología osteoarticular.

### Dolor torácico agudo

El dolor torácico agudo es uno de los motivos más frecuentes de consulta en las unidades de emergencia. Dado que la presentación clínica del cuadro es muy variable, constituye un desafío diferenciar con exactitud la etiología de un cuadro potencialmente mortal de otros menos graves que comparten similar sintomatología. En este escenario, la utilización de un estudio no invasivo con alta sensibilidad y especificidad permite mejorar sustancialmente la categorización del paciente con dolor precordial en el departamento de emergencias.

**Figura 7.** NeumoTC64. Tumor del catercio inferior de esófago con compromiso del techo y curvatura menor gástrica (punta de flecha). En el mismo estudio se estadifica al paciente que presentó una metástasis pulmonar (flecha). A. Reconstrucción sagital. B. Coronal. C. Endoscopia virtual. D. Anatomía patológica.

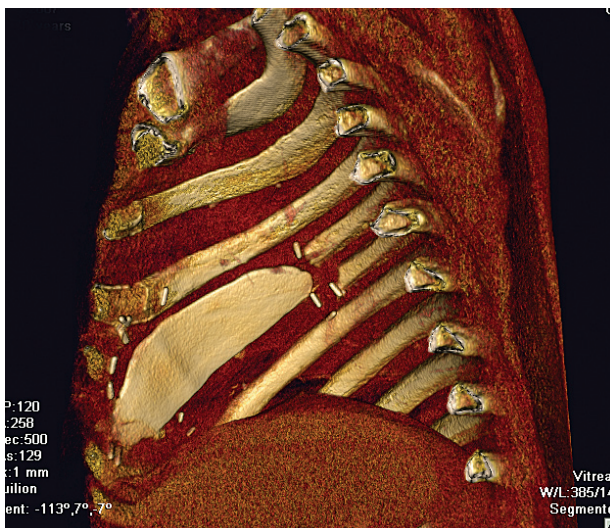


Efectivamente, la TCMS 64 permite descartar en una sola adquisición la enfermedad coronaria, la patología de aorta torácica y el tromboembolismo pulmonar (estudio conocido como *triple rule out o one-stop shot*<sup>8</sup>), que son las causas más graves de dolor torácico agudo. Si bien este tema será tratado extensamente en un próximo capítulo acerca de aplicaciones cardiovasculares, es pertinente destacar que contar con una sola herramienta diagnóstica que posibilite realizar el diagnóstico diferencial del dolor torácico agudo en pocos segundos resulta revolucionario y allana también en nuestro Hospital un enfoque de este cuadro clínico, privilegio de pocas instituciones en nuestro país.

### ABDOMEN Y PELVIS

Mediante la TCMS 64 se logra una evaluación completa abdominopelviánica con una sola inspiración y en pocos segundos (6 a 10 segundos dependiendo de la longitud del paciente). La velocidad del tomógrafo abre nuevas aplicaciones en el abdomen que no era posible realizar con la tomografía helicoidal simple. El escaneo del abdomen y la pelvis en diferentes fases con cortes de alta resolución permite el reprocesamiento imagenológico de estructuras curvas, como el conducto pancreático, y desplegarlas en un solo plano mediante las reconstrucciones multiplanares en la *workstation*. La posibilidad de observar en un único estudio diferentes estructuras abdominopelviánicas y sus relaciones con órganos vecinos, incluyendo arterias y venas, o la posibilidad de estudiar con precisión la pared de vísceras huecas le han dado un gran impulso a este método, en particular para las situaciones de emergencia. A continuación se comentarán las situaciones clínicas y las patologías en las cuales la TCMS 64 resulta de mayor utilidad, que además se encuentran resumidas en la tabla 3.

**Figura 8.** Control de plástica de parrilla costal.



### ¿CUÁNDO Y POR QUÉ?

#### Hígado y vía biliar

La realización de exámenes dinámicos trifásicos, es decir, obtener imágenes en las fases arterial, parenquimatosa y portal permite una excelente evaluación de la glándula hepática y sus estructuras anatómicas en los estudios de TCMS 64.

La TCMS es muy útil en la detección, evaluación y caracterización de los tumores hepáticos (Fig. 9). Efectivamente, la TCMS no solo muestra con precisión el número de tumores sino que también, por su comportamiento característico, puede en muchas ocasiones hacer una aproximación diagnóstica. Las características de perfusión tumoral permiten diferenciar lesiones benignas, como los hemangiomas, la hiperplasia nodular focal o los adenomas de tumores malignos, pero es indispensable el estudio dinámico trifásico. Con la TCMS se pueden realizar reconstrucciones volumétricas para establecer con precisión la topografía segmentaria de los tumores y la relación con estructuras vasculares, por lo cual es de gran utilidad para determinar las posibilidades de resección quirúrgica. En estos casos la TCMS que incluye tórax, abdomen y angioTC hepática permite en un solo estudio evaluar reseabilidad de acuerdo con la extensión local, la estadificación y la determinación del futuro hígado remanente posquirúrgico. Para evaluar esto último es necesario realizar una volumetría hepática, que consiste en determinar el volumen hepático total y segmentario, mediante reconstrucciones 3D sobre la base de la eventual hepatectomía planificada y teniendo en cuenta los reparos anatómoquirúrgicos. Se determina entonces el potencial riesgo de insuficiencia hepática posquirúrgica basándose en el volumen hepático residual determinado por TCMS. En caso de metástasis hepáticas con primario desconocido, la TCMS permite evaluar con precisión en el mismo estudio el páncreas y el intestino, y descubrir en muchos casos las lesiones tumorales primarias.

La TCMS 64 es también un excelente método para la evaluación de pacientes o donantes de trasplante hepático. La posibilidad de realizar estudios multifásicos viscerales da lugar a un mapeo vascular de la arteria hepática y sus ramas, de la vena porta y sus aferencias, de las venas suprahepáticas y de la vena cava inferior con una sola inyección de contraste endovenoso, evitando la necesidad de una angiografía por cateterismo en muchas ocasiones.<sup>9</sup> La TCMS es de gran utilidad para estudiar sangrados hepáticos, no solo al detectar la extravasación, sino también para realizar una reconstrucción arterial con angioTCMS que permita una correcta planificación de la terapéutica endovascular.

En el estudio de las anomalías o patologías vasculares, malformativas o adquiridas, tales como aneurismas o fistulas arterioportales, las reconstrucciones vasculares con angioTCMS ofrecen valiosa información para el diag-



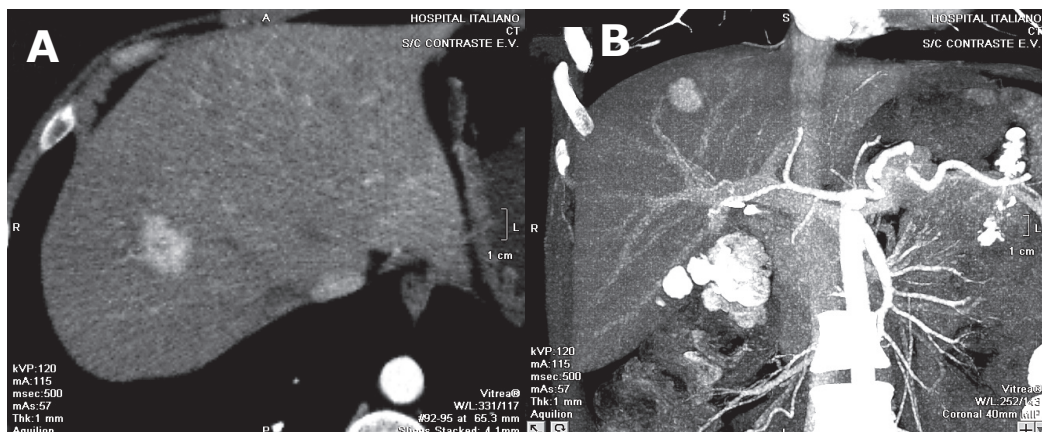
nóstico y para la evaluación preterapéutica endovascular o quirúrgica.

En la hipertensión portal, la TCMS 64 es altamente eficaz como complemento de la ecografía Doppler para estudiar

**Tabla 3.** Aplicaciones clínicas en abdomen.

¿Para qué?	¿Cuándo?	¿Por qué?
<b>Lesiones hepáticas focales y difusas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Detección y caracterización de nódulos hepáticos.</li> <li>-Control evolutivo de enfermedad metastásica.</li> <li>-Control post-tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Estudio dinámico en las distintas fases vasculares.</li> <li>-Todos los cortes son submilimétricos.</li> <li>-Visualización en múltiples planos.</li> </ul>
<b>Evaluación pre-trasplante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Valoración de permeabilidad de estructuras vasculares.</li> <li>-Determinación de variantes anatómicas.</li> <li>-Cuantificación volúmenes hepáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reconstrucciones vasculares tridimensionales.</li> <li>-Visualización en múltiples planos.</li> </ul>
<b>Tumores pancreáticos y estadificación - Vía biliar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Caracterización de nódulo pancreático.</li> <li>-Estadificación, compromiso de estructuras vasculares.</li> <li>-Variantes anatómicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Permite diagnóstico diferencial.</li> <li>-Visualización en múltiples planos.</li> <li>-Despliegamiento del páncreas en una sola imagen (reconstrucción MPR curva).</li> </ul>
<b>Riñones y vía excretora</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sospecha de litiasis.</li> <li>-Detección de pequeños tumores de urotelio.</li> <li>-Definición de la anatomía vascular y sus variantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cortes milimétricos</li> <li>-Monitoreo de la llegada de contraste al sitio de interés.</li> <li>-Menor volumen de contraste inyectado.</li> <li>-Posibilidad de utilizar gadolinio en pacientes alérgicos al yodo.</li> <li>-Reconstrucciones tridimensionales.</li> </ul>
<b>Colonoscopia virtual Histerosalpingografía virtual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Colonoscopías incompletas.</li> <li>-Screening Cáncer de colon pacientes asintomáticos.</li> <li>-Pacientes con riesgo anestésico.</li> <li>-Pacientes añosos.</li> <li>-Estudio de mayor confort y menor radiación.</li> <li>-Evaluación de estructuras intra y extraluminales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cortes milimétricos.</li> <li>-Reconstrucciones tridimensionales.</li> <li>-Evaluación bidimensional en múltiples planos.</li> <li>-Vistas de endoscopia virtual.</li> </ul>
<b>Abdomen agudo traumático y no traumático</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Para definir la causa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Permite el estudio simultáneo de las estructuras vasculares, de los sistemas renal y digestivo y órganos sólidos.</li> </ul>

**Figura 9.** Adenoma hepático. A. Fase arterial. B. Coronal MIP (máxima intensidad de proyección). Nótese la relación del adenoma con las arterias y venas.



la anatomía, permitiendo habitualmente un diagnóstico preciso con la angioTCMS que ofrece imágenes similares a las de una angiografía por cateterismo cuando el estudio se realiza con una técnica apropiada (Fig.10).

La vía biliar también puede explorarse con TCMS ya que el uso de cortes muy finos permite una mejor representación de la vía biliar en comparación con tomógrafos convencionales. Si se contrasta la vía biliar es posible realizar reconstrucciones tridimensionales de la vía biliar (Fig. 10), y sin contraste endovenoso resulta útil para diagnosticar cálculos parcialmente calcificados cuando otros estudios no los hayan mostrado.<sup>10</sup>

### Páncreas

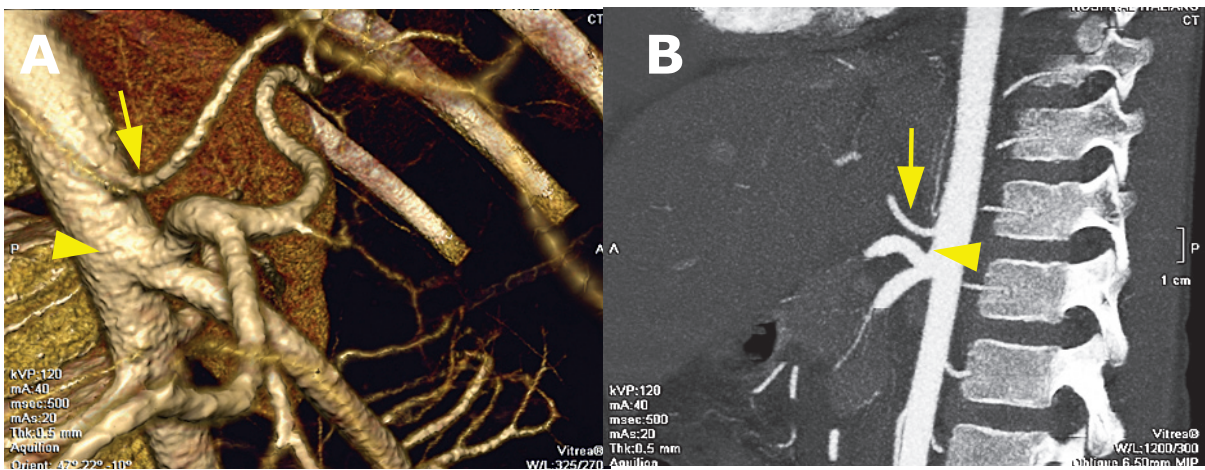
La TCMS es muy útil para el estudio del páncreas por su excelente resolución anatómica y temporoespacial. Es indispensable la adquisición de imágenes pancreáticas dinámicas en fases arteriales y venosas para una adecuada

detección y caracterización de la patología pancreática. La TCMS ha reemplazado a la TC convencional en el estudio de la patología pancreática inflamatoria, neoplásica y traumática. También las variantes anatómicas, las anomalías del desarrollo y las enfermedades congénitas son bien caracterizadas con la TCMS.

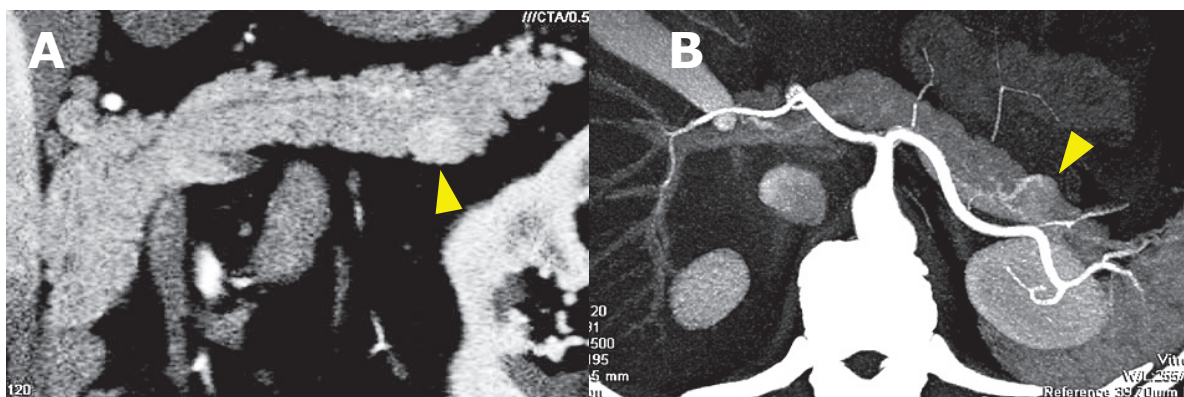
La adquisición de la imagen de TCMS en la fase pancreática óptima permite una mayor diferenciación entre la neoplasia y el parénquima pancreático con lo que se logra una adecuada estadificación. Las reconstrucciones vasculares son útiles para mostrar la anatomía, la existencia o ausencia de invasión vascular y la planificación quirúrgica. Una correcta estadificación por TCMS permite determinar pacientes irresecables y evitar cirugías innecesarias.<sup>11</sup>

Otra indicación interesante de la TCMS tiene como fin la detección de tumores funcionantes pancreáticos; las reconstrucciones MIP contribuyen en gran medida para detectar pequeños insulinomas (Fig. 11), habiendo des-

**Figura 10.** Arteria gástrica (flecha amarilla) emergiendo en forma independiente del tronco celíaco (punta de flecha). A. Reconstrucción 3D. B. Reconstrucción MIP (máxima intensidad de proyección).



**Figura 11.** Insulinoma (punta de flecha). A. Reconstrucción MPR (reconstrucción multiplanar) curva del páncreas. B. Reconstrucción MIP (máxima intensidad de proyección) que muestra la relación del insulinoma con las estructuras vasculares arteriales y venosas.



plazado totalmente a la tomografía helicoidal en esta indicación.

Asimismo puede visualizarse en una sola imagen, mediante la reconstrucción multiplanar (MPR) curva, el conducto pancreático.

Para el tratamiento de la patología inflamatoria pancreática, tanto en su fase aguda como crónica resulta indispensable su estudio en diferentes fases vasculares: sin contraste endovenoso, arterial, parenquimatosa pancreática, portal y tardía. Esto no es posible con la TC convencional, por lo cual resulta indispensable realizar este tipo de estudios con tecnología de última generación dada su velocidad y la resolución de los cortes.

### Genitourinario

Los pacientes con hematuria requieren evaluación tanto del parénquima renal como del urotelio. La ventaja fundamental de la TCMS con respecto a la TC helicoidal y otros métodos diagnósticos para evaluar el sistema urinario es que con un solo estudio pueden evaluarse simultáneamente el parénquima renal y su función, la vía excretora y las estructuras vasculares en tiempo arterial y venoso e investigar de esta manera una amplia variedad de condiciones patológicas que afectan el sistema urinario. Estas incluyen la evaluación de cólicos posiblemente renales, la caracterización de una masa renal conocida o sospechada, la estadificación y el seguimiento de carcinoma de células renales y urotomografía.

La TCMS permite estudiar con alto rendimiento la litiasis renal; a su vez, el estudio sin contraste permite examinar todo el árbol urinario para detectar litiasis cálcicas en tan solo 8 segundos; el adecuado aprovechamiento de la sobreposición de las imágenes permite obtener reconstrucciones multiplanares curvas en los planos coronal y sagital de toda la vía excretora y mediante el estudio con contraste endovenoso diluido se pueden detectar cálculos radiopacos, aun en ausencia de hidronefrosis. Efectivamente, cuando no existe dilatación ureteral, la fase tardía

efectuado después de la inyección de contraste endovenoso permite establecer el nivel de obstrucción y su relación con el cálculo.<sup>12</sup>

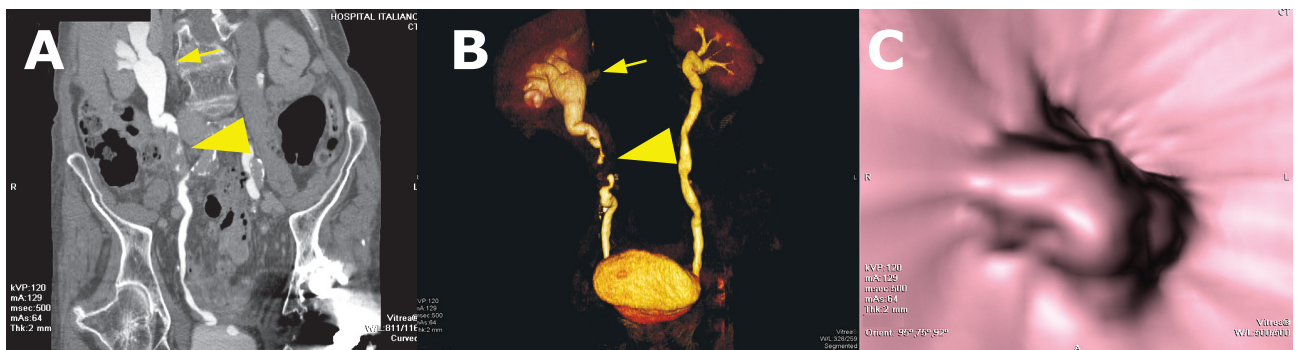
Las reconstrucciones multiplanares curvas permiten desplegar en una sola imagen todo el árbol urinario y efectuar una uroTCMS, útil para mostrar la anatomía urinaria. Las características únicas de la TCMS y las propiedades mencionadas han desplazado el uso de la TC convencional o el urograma excretor para el estudio de la litiasis, y transformado a la TCMS en el estudio de elección ante un ultrasonido o una radiografía simple negativa.

La TCMS es de gran utilidad para el estudio de los tumores renales y uroteliales ya que los cortes ultrafinos (0.5 mm de espesor) permiten el diagnóstico, la diferenciación y estadificación de grandes masas renales pero, lo que es más importante, detectar pequeños tumores de urotelio de 2 o 3 mm de diámetro (Fig. 12). Puede determinarse la localización exacta del tumor en el trayecto ureteral y estudiar su repercusión en el resto del sistema excretor y el riñón. Esto facilita la programación quirúrgica de nefrectomías laparoscópicas o abiertas, ya que además se aporta información de variantes anatómicas.

La patología vascular renal es motivo de estudio frecuente en pacientes con hipertensión renovascular y seguimiento de tratamiento endoluminal con *stents*, etc. En determinados casos sustituye la necesidad de efectuar una angiografía digital convencional, con la consiguiente reducción de costos y riesgos.

La TCMS 64 es un excelente método para la evaluación prequirúrgica de donantes vivos relacionados de trasplante renal o trasplantes renopancreáticos. La posibilidad de realizar estudios multifásicos viscerales permite un mapeo vascular de las arterias renales y sus ramas, de la vena renal y sus aferencias, y de la vena cava inferior, con una sola inyección de contraste endovenoso, evitando en muchas ocasiones la necesidad de una angiografía por cateterismo y permitiendo con un solo estudio obtener toda la información necesaria.<sup>13</sup>

**Figura 12.** Tumor del urotelio (punta de flecha) con dilatación proximal de la vía excretora (flecha). A. Reconstrucción curva del uréter. B. Reconstrucción 3D. Endoscopia virtual.



### Histeroscopia virtual

La histerosalpingografía virtual por tomografía computada *multislice* es un nuevo estudio anatómico del útero y trompas. Su gran ventaja frente a la histerosalpingografía convencional es que proporciona mucha más información, ya que estudia todas las estructuras de la pelvis además del cuerpo del útero y las trompas uterinas, su interior y sus paredes, mostrando la presencia de pólipos, adherencias, fibromas, estrechez de las trompas o lesiones ocupantes de su luz. Brinda además mayor confort a las pacientes pues no es necesario tomar con pinza herina el cuello uterino, como tampoco cambiarlas de posición durante el estudio, y utiliza menor radiación y menor contraste que la histerosalpingografía convencional.<sup>14</sup>

### Tubo digestivo

Se ha mencionado, con referencia al estudio del mediastino, la utilidad de la técnica de neumatotomografía por TCMS para la evaluación de las estenosis esofágicas. En ella se distiende (con CO<sub>2</sub> u O<sub>2</sub>) la luz esofágica y así se pueden determinar en el mismo momento la extensión y el compromiso de la región gastroesofágica y estadificarse la patología. Lo mismo puede realizarse en otras vísceras del tubo digestivo para permitir, al igual que en el esófago, la clara determinación del compromiso de estructuras viscerales y vasculares adyacentes, de gran importancia para la toma de decisiones quirúrgicas. Efectivamente, tanto en la evaluación de patología gástrica como del intestino delgado, el contraste endoluminal negativo (CO<sub>2</sub> u O<sub>2</sub>) o con metilcelulosa (enteroTC) o agua (hidroTC) mejora significativamente la capacidad de diferenciar las estructuras de la pared del tubo digestivo entre sí y de la propia luz. El contraste endovenoso (positivo) acentuará aun más la mucosa, la submucosa y otras estructuras vascularizadas; por lo tanto resulta importante en la detección de tumores hipervasculares como los GIST, los neuroendocrinos o en la evaluación de patología intestinal inflamatoria. Estas técnicas de TCMS permiten una completa y excelente caracterización de las lesiones del tubo digestivo, imposible de obtener con los estudios radiológicos de doble contraste o ecográficos.

Un notable avance en la evaluación del tubo digestivo consiste en la incorporación de la colonoscopia virtual, derivada de la capacidad de la TCMS para realizar endoscopias virtuales aplicadas a cualquier órgano o cavidad del cuerpo que tenga luz, incluyendo el tracto gastrointestinal, la tráquea y los bronquios, los vasos sanguíneos, el tracto urinario, el oído interno y las cavidades paranasales.

En el caso del colon, la Sociedad Norteamericana de Cáncer ha incorporado recientemente la colonoscopia virtual bajo TCMS como uno de los métodos de *screening*, dado su rendimiento diagnóstico similar al de la colonoscopia convencional.<sup>15</sup> Las indicaciones aceptadas incluyen a pa-

cientes asintomáticos con antecedentes familiares de cáncer de colon, o baja sospecha de cáncer de colon y aquellos pacientes con colonoscopia incompleta.

La colonoscopia virtual muestra una sensibilidad y especificidad igual a la endoscopia convencional en lesiones de tamaño superior a 6 mm y añade la ventaja de que se evitan los riesgos propios de la colonoscopia convencional, por ser un estudio no invasivo y sin necesidad de anestesia general. Por otro lado permite estudiar en todos los casos el colon en forma completa (Fig. 13) a diferencia de la colonoscopia convencional, que presenta algunas zonas ciegas o de infranquiabilidad del pasaje ante lesiones muy obstructivas.<sup>16</sup> En el caso de estudios positivos brinda información útil al colonoscopista en cuanto a cantidad, tamaño y distancia del margen anal de las lesiones. La limitación de la colonoscopia virtual es que no permite el tratamiento en el mismo momento a diferencia de la colonoscopia convencional. Sin embargo, esto no es un problema en nuestro hospital ya que si en la colonoscopia virtual se detecta un pólipo, el paciente realiza el mismo día la polipectomía endoscópica, evitando de este modo la necesidad de realizar dos veces la limpieza intestinal. Esto es posible gracias a la organización interdisciplinaria existente entre los servicios de Diagnóstico por Imágenes, Gastroenterología y Cirugía General que permite este enfoque, único en el país y excepcional en el resto del mundo.

Cuando la colonoscopia convencional resulta infranqueable por lesiones estenosantes la colonoscopia virtual con contraste endovenoso es sumamente útil dado que en el mismo estudio se evalúan el colon completo y todos los órganos del abdomen y la pelvis.

Un dato adicional para tener en cuenta es que el Hospital Italiano es la única institución en el país que utiliza una bomba de inyección automática de CO<sub>2</sub> para insuflar el colon durante la TCMS, que ofrece mucho mayor confort al paciente, una rápida reabsorción gaseosa y presenta mayores rangos de seguridad para el paciente comparada con la insuflación con aire.

### Abdomen agudo no traumático

La TCMS es el método de elección para definir la causa de abdomen agudo no traumático que puede ser de origen inflamatorio o perforativo (síndrome peritoneal), obstructivo (síndrome obstructivo) o de origen vascular (isquemia mesentérica)<sup>17</sup>, desplazando completamente la indicación de TC convencional o helicoidal simple. Esto es posible porque la velocidad del equipo permite el estudio de tórax, abdomen y pelvis en diferentes estadios vasculares. Pueden estudiarse simultáneamente el tubo digestivo (con contraste oral o sin él, según corresponda), las estructuras vasculares, los órganos sólidos y el hueso; en muy pocos segundos se obtiene un "mapa" completo del paciente con abdomen agudo y se puede establecer el diagnóstico a par-

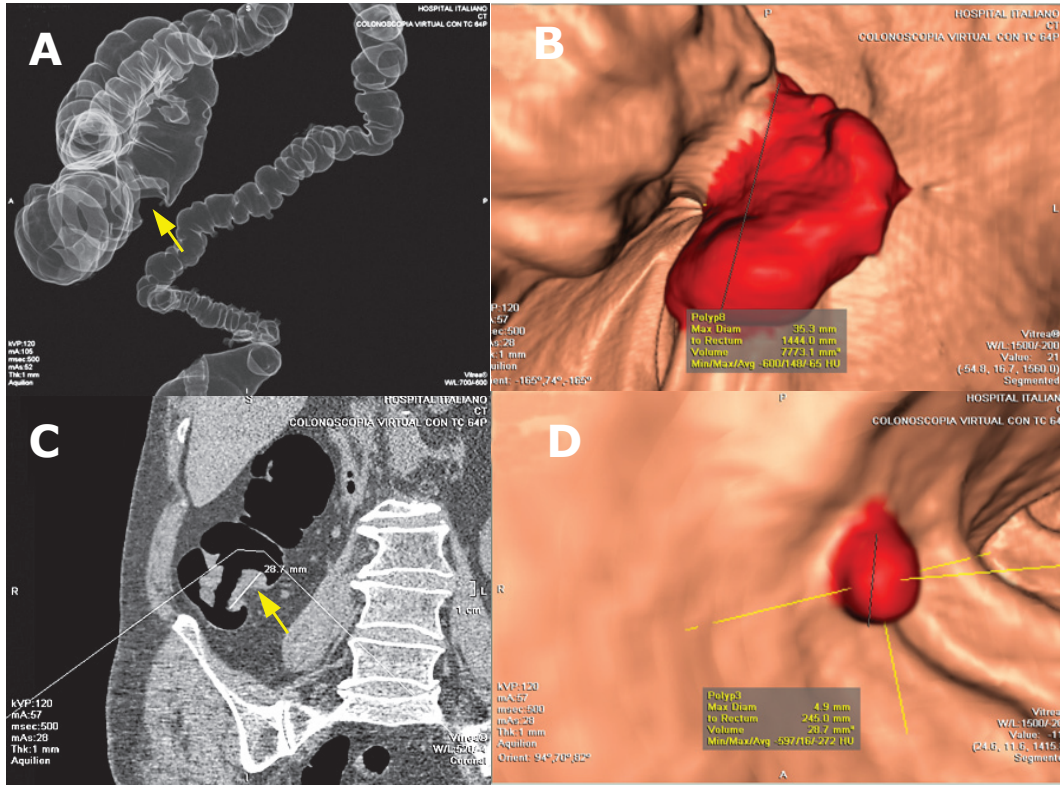
tir de una amplia lista de diagnósticos diferenciales, entre los que pueden citarse: colecistitis, pancreatitis, apendicitis, diverticulitis, infarto del omento, úlcera duodenal perforada, urolitiasis, enfermedad de Crohn, enfermedad

inflamatoria pelviana, obstrucción intestinal, isquemia mesentérica (Figs. 14 y 15).

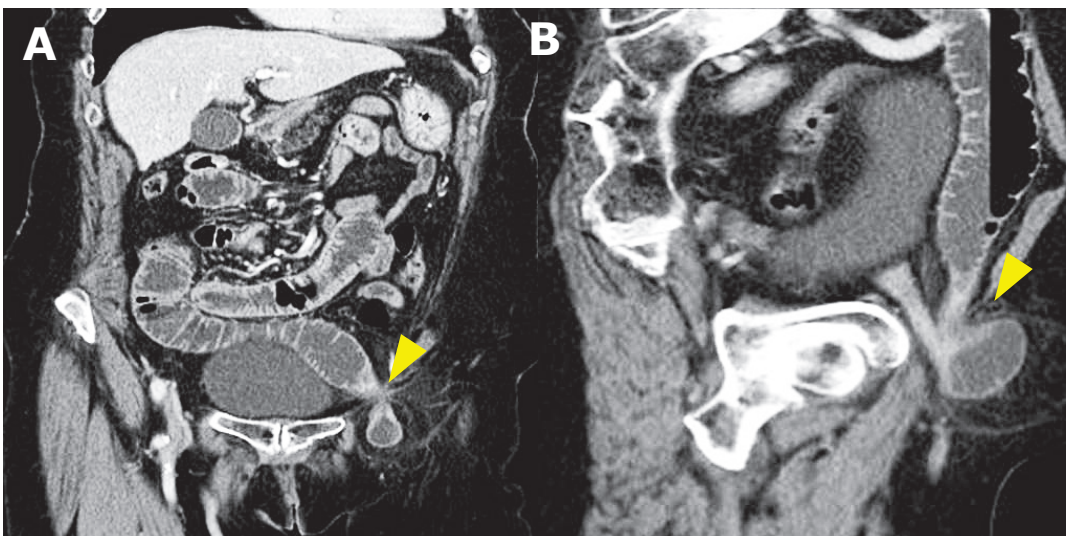
El sangrado gastrointestinal es una causa frecuente de morbilidad y mortalidad y requiere un manejo interdisci-

**Figura 13.** Colonoscopia virtual por TCMS en un paciente con colonoscopia incompleta. Tumor en colon ascendente (flecha).

A. Reconstrucción 3D con ventana de transparencias. B. Endoscopia virtual del tumor. C. Imagen coronal que muestra el engrosamiento parietal (flecha). D. Endoscopia virtual de un pólipo en sigma.



**Figura 14.** Abdomen agudo por hernia inguinal atascada (punta de flecha). Las reconstrucciones en coronal (A) y sagital (B) permiten identificar claramente el sitio de la obstrucción.

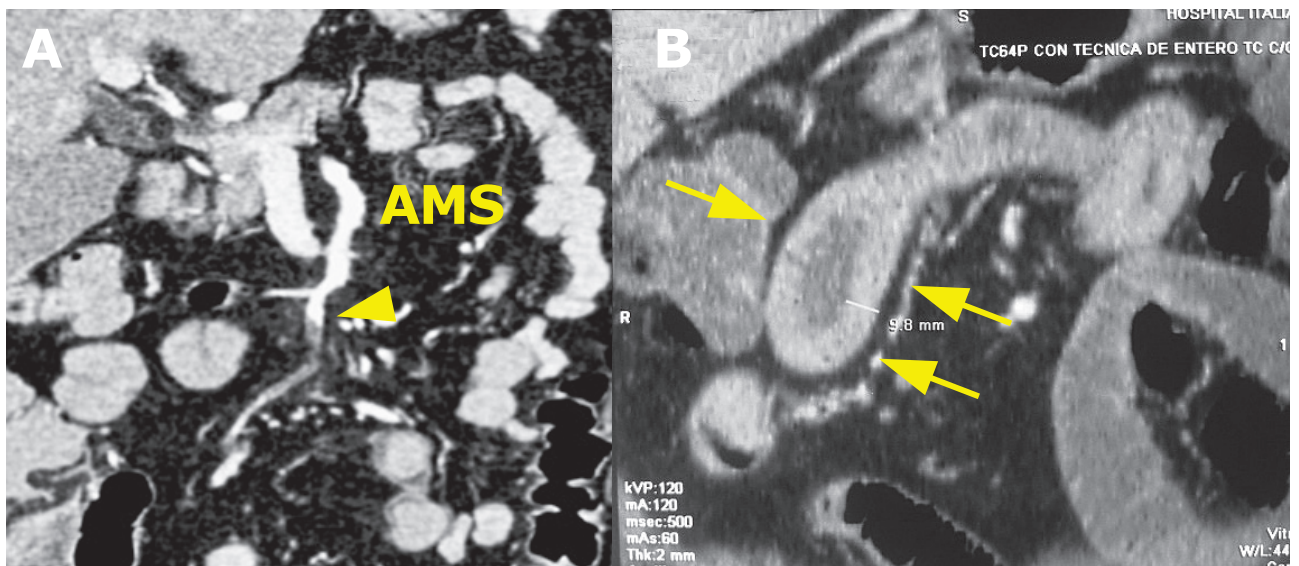


plinario donde el especialista en diagnóstico por imágenes desempeña un papel fundamental. Debe localizar y caracterizar el sitio y tipo de sangrado. La TCMS, con las reconstrucciones angiográficas, cumple una función preponderante en la evaluación y localización de la hemorragia gastrointestinal activa y aguda. De igual manera la TCMS es el método de elección ante la sospecha de ruptura de aneurisma (Fig. 16).

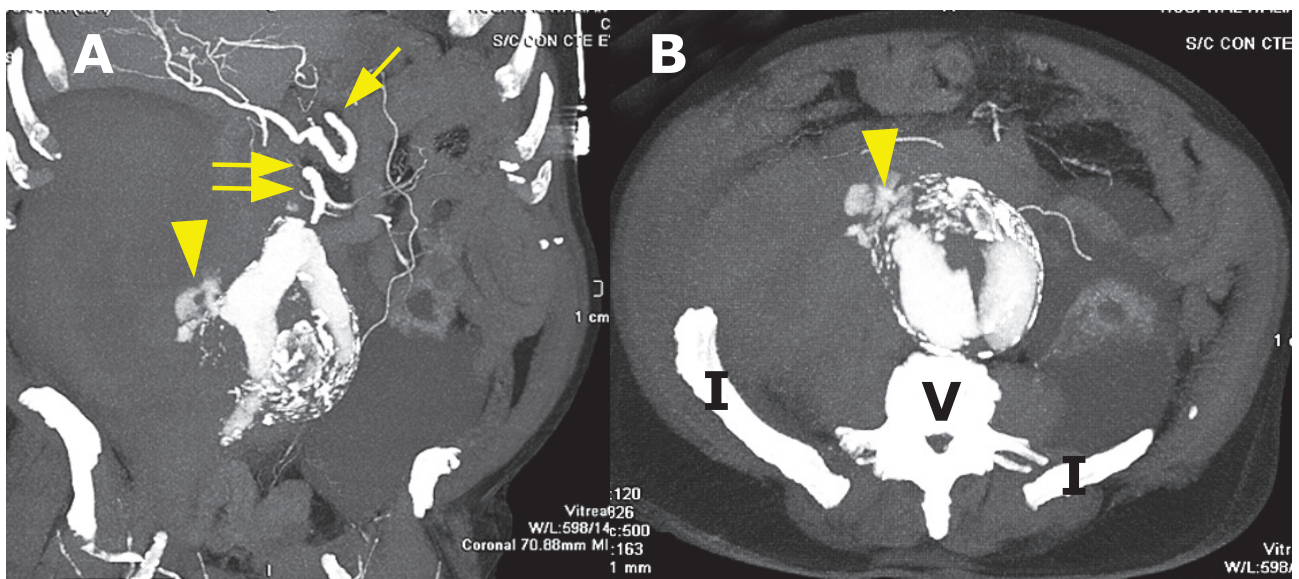
**Abdomen agudo traumático**

La rapidez de la TCMS hace posible la evaluación integral por imágenes de estos pacientes críticos en un tiempo muy corto, lo cual ayudará a descartar rápidamente eventual daño de víscera sólida o hueca, compromiso vascular con sangrado activo, trauma diafragmático e incluso del esqueleto dorsolumbar y pelviano. Además de la rapidez del tomógrafo, la TCMS 64 ofrece otras ventajas adicionales con respecto a otros métodos diagnósticos utilizados

**Figura 15.** Isquemia intestinal por obstrucción de la arteria mesentérica superior (AMS). A. Reconstrucción curva de la AMS la punta de flecha señala la transición entre la luz y la obstrucción. B. Engrosamiento de la pared intestinal (flechas)



**Figura 16.** Abdomen agudo por ruptura de aneurisma aórtico. La punta de flecha señala el sitio de sangrado activo, la flecha el tronco celiaco, la doble flecha la arteria mesentérica superior, v= vértebra, i=ilíaco. A. Imagen MIP en coronal. B. Imagen MIP axial. MIP, máxima intensidad de proyección



frecuentemente, como la ecografía: la obesidad no dificulta el examen, así como tampoco la presencia de gas o el hueso, no es dependiente del operador y puede ser revisado las veces que sea necesario por un experto.

### CONCLUSIÓN

La TCMS representa un notable avance en el desarrollo del diagnóstico por imágenes. La incorporación de un TCMS 64 es mandatoria en un hospital de alta complejidad por su gran utilidad y costo-eficacia en el diagnóstico de múltiples patologías toraco-abdomino-pelvianas. La aparición de esta tecnología ha revolucionado la forma de estudiar a los pacientes, particularmente aquellos severamente comprometidos o en situaciones de emergencia, cambiando los algoritmos clásicos. Su alta velocidad de estudio y la posibilidad de *one stop study* que evalúe in-

tegramente al paciente le dan un lugar de privilegio en la imagenología moderna. Las propiedades intrínsecas de la angioTCMS han dado un vuelco al estudio de la patología vascular, razón por la cual se ha incrementado el diagnóstico precoz de estas afecciones, contribuyendo a una notable disminución de la necesidad de cateterismos angiográficos diagnósticos.

En esta primera comunicación (Parte I) se ha comentado someramente el cómo, el cuándo y el por qué de la TCMS 64 en tórax, abdomen y pelvis en un hospital de alta complejidad, de acuerdo con la experiencia propia.

En otros artículos se comentará cómo, cuándo y por qué la TCMS 64 es útil en el sistema osteoarticular, cabeza y cuello (parte II) y en el aparato cardiovascular (parte III) para una correcta asistencia a los pacientes.

### REFERENCIAS

- Rydberg J, Buckwalter KA, Caldemeyer KS, et al. Multisection CT: scanning techniques and clinical applications. *Radiographics*. 2000;20(6):1787-806.
- Ros PR, Ji H. Special focus section: multisection (multidetector) CT: applications in the abdomen. *Radiographics*. 2002;22(3):697-700.
- Jeong YJ, Lee KS, Jeong SY, et al. Solitary pulmonary nodule: characterization with combined wash-in and washout features at dynamic multi-detector row CT. *Radiology*. 2005;237(2):675-83.
- Bruzzi JF, Rémy-Jardin M, Delhay D, et al. Multi-detector row CT of hemoptysis. *Radiographics*. 2006;26(1):3-22.
- Beigelman-Aubry C, Hill C, Guibal A, et al. Multi-detector row CT and postprocessing techniques in the assessment of diffuse lung disease. *Radiographics*. 2005;25(6):1639-52.
- Quiroz R, Kucher N, Zou KH, et al. Clinical validity of a negative computed tomography scan in patients with suspected pulmonary embolism: a systematic review. *JAMA*. 2005;293(16):2012-7.
- Yankelevitz DF, Gamsu G, Shah A, et al. Optimization of combined CT pulmonary angiography with lower extremity CT venography. *AJR*. 2000;174(1):67-9.
- Rubinshtein R, Halon DA, Gaspar T, et al. Usefulness of 64-slice cardiac computed tomographic angiography for diagnosing acute coronary syndromes and predicting clinical outcome in emergency department patients with chest pain of uncertain origin. *Circulation*. 2007;115(13):1762-8.
- Schroeder T, Radtke A, Kuehl H, et al. Evaluation of living liver donors with an inclusive 3D multi-detector row CT protocol. *Radiology*. 2006;238(3):900-10.
- Kim HJ, Kim AY, Hong SS, et al. Biliary ductal evaluation of hilar cholangiocarcinoma: three-dimensional direct multi-detector row CT cholangiographic findings versus surgical and pathologic results--feasibility study. *Radiology*. 2005;238(1):300-8.
- Brennan DD, Zamboni GA, Raptopoulos VD, et al. Comprehensive preoperative assessment of pancreatic adenocarcinoma with 64-section volumetric CT. *Radiographics*. 2007;27(6):1653-66.
- Silverman SG, Akbar SA, Morteale KJ, et al. Multi-detector row CT urography of normal urinary collecting system: furosemide versus saline as adjunct to contrast medium. *Radiology*. 2006;240(3):749-55.
- Türkvatan A, Akıncı S, Yıldız S, et al. Multidetector computed tomography for preoperative evaluation of vascular anatomy in living renal donors. *Surg Radiol Anat*. 2008 Oct 25. [En prensa].
- Carrascosa P, Baronio M, Capuñay C, et al. Clinical use of 64-row multislice computed tomography hysterosalpingography in the evaluation of female factor infertility. *Fertil Steril*. 2008;90(5):1953-8.
- Nelson NJ. Virtual colonoscopy accepted as primary colon cancer screening test. *J Natl Cancer Inst*. 2008;100(21):1492-9.
- Johnson CD, Chen MH, Toledano AY, et al. Accuracy of CT colonography for detection of large adenomas and cancers. *N Engl J Med*. 2008;359(12):1207-17. Errata en: *N Engl J Med*. 2008;359(26):2853.
- Leschka S, Alkadhi H, Wildermuth S, et al. Multi-detector computed tomography of acute abdomen. *Eur Radiol*. 2005;15(12):2435-47.