

Dr. Mario Osorio Valero\*

## Utilidad de la tomografía multicorte en el tratamiento endovascular de los aneurismas aórticos abdominales

### RESUMEN

En 1991 se realizó la primera exclusión de la circulación de un aneurisma de aorta abdominal mediante implante de una endoprótesis a través de las arterias femorales; desde entonces el tratamiento endovascular (TEVA) ha ido evolucionando y la colocación de una endoprótesis por vía femoral es una gran aportación en el manejo actual de los aneurismas aórticos abdominales.

En el Centro Médico Nacional 20 de Noviembre la valoración anatómica previa al TEVA del aneurisma aórtico abdominal (AAA) se realiza con los datos obtenidos por una angiotomografía computada; se realizan reconstrucciones 3-D y multiplanares mediante los diferentes programas del equipo, incluyendo la navegación endovascular. La tomografía computada multicorte (TCMC) ha venido sustituyendo a la angiografía convencional con utilización

de catéter centimetrado para la valoración anatómica del aneurisma aórtico abdominal antes de la colocación de una endoprótesis. Es un método no invasivo, rápido y de gran confiabilidad.

**Palabras clave:** aneurisma aórtico abdominal, angiotomografía computada, tratamiento endovascular.

*Continúa en la pág. 173*

\* Servicio de Tomografía Computada del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, Avenida Coyoacán y Félix Cuevas, Col. del Valle, 03310, México, D.F.  
Correspondencia: Dr. Mario Osorio Valero. Correos electrónicos: dmario\_osorio@yahoo.com y dmarioosoriovalero@hotmail.com

### Marco teórico

La mayor incidencia de aneurisma aórtico abdominal (AAA) se da entre los varones con una relación 5:1 respecto de las mujeres, principalmente entre los 55 y los 70 años de edad. Su frecuencia aumenta con la edad; entre 2 y 13% de la población masculina o 6% de la femenina mayor de 65 años se verán afectadas AAA.<sup>1,2</sup> En estudios poblacionales, la prevalencia de aneurismas de entre 2.9 y 4.9 cm en varones varía de 1.3% (45-54 años) a 12.5% entre los 75 y 84 años de edad,<sup>3</sup> la relación varón:mujer es de 4:1. La rotura del aneurisma una causa frecuente de muerte entre la población general; es la decimoquinta causa de muerte con 15 000 muertes al año en Estados Unidos y la décima causa de muerte entre varones mayores de 55 años.<sup>4</sup> Los pacientes con hipertensión, enfermedad coronaria o vascular periférica,

con aneurismas en otras localizaciones y familiares de 1er. grado con aneurisma abdominal presentan un riesgo mayor.<sup>2,3,5</sup> En varios trabajos se ha descrito una predisposición genética al identificar una degeneración aneurismática en varones relacionada con el parentesco en primer grado hasta en 28% de los casos.<sup>3</sup>

La mayoría de los aneurismas (90%), se cree, que son de origen degenerativo, en ellos se aprecian cambios ateroscleróticos de la pared con un marcado adelgazamiento de su capa media. Algunos autores han encontrado infiltrados inflamatorios linfomonocitarios y de macrófagos con un aumento de citocinas y otros mediadores que provoca un incremento anómalo de la actividad proteolítica en la matriz extracelular, destrucción de elastina y colágeno con respuesta inmunológica a sus productos de degradación.<sup>6,7</sup>

Aunque el AAA puede conllevar a complicaciones como la embolización al lecho distal, la disección, infección, compresión de órganos adyacentes y la trombosis, es la ruptura el eje sobre el que gravita la toma de decisiones terapéuticas.

## ABSTRACT

In 1991 the first circulatory exclusion of an abdominal aortic aneurysm was performed by implanting an endoprosthesis through the femoral arteries. Since then, endovascular treatment (EVT) has evolved and today transfemoral placement of endoprosthesis is

a valuable contribution in management of abdominal aortic aneurysms.

At Centro Medico Nacional 20 de Noviembre, anatomic assessment prior to EVT of abdominal aortic aneurysm (AAA) is made with data obtained from a computed angiotomography; 3-D and multiplanar reconstructions are made using different software, including endovascular navigation. Multislice com-

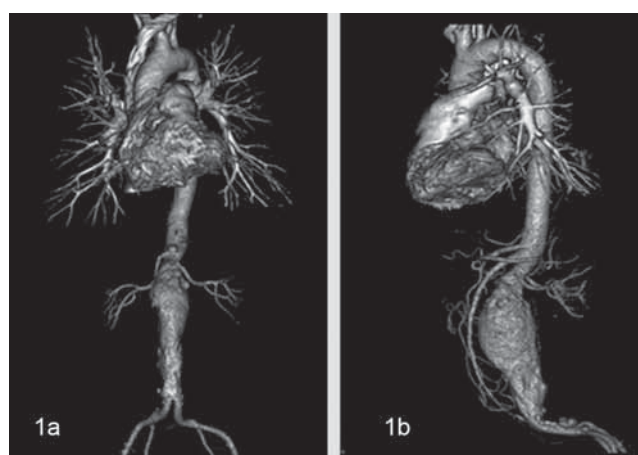
puted tomography (MSCT) has gradually replaced conventional angiography using for anatomic assessment of abdominal aortic aneurysms before placement of an endoprosthesis. It is a non-invasive, fast, and highly reliable method.

**Key words:** abdominal aortic aneurysm, computed angiotomography, endovascular treatment.

La historia natural del aneurisma de la aorta, en cualquiera de sus localizaciones, tiende a la ruptura que, de no tratarse rápidamente puede ocasionar la muerte en corto tiempo debido a la rápida pérdida de sangre hacia el mediastino, la cavidad pleural o abdominal. Esta complicación es común en aneurismas abdominales de localización aortoiliaca y visceral, a diferencia de los que afectan al territorio periférico y en los que predomina la clínica isquémica secundaria a trombosis y/o embolización. Se acepta que el diámetro es el principal factor predictivo de la rotura, con un riesgo anual prácticamente nulo para aneurismas menores de 4 cm. El riesgo anual de rotura aumenta a 0.5-5% en AAA de 4-5 cm, a 3-15% en AAA de 5-6 cm, 20-40% en AAA de 7-8 cm y alcanza 50% de rotura anual en los AAA mayores de 8 cm.<sup>8</sup>

En los pacientes con aneurisma aórtico abdominal (AAA) tanto la edad como las patologías asociadas, junto con las maniobras de la cirugía tales como el clipado aórtico y las posibles pérdidas hemáticas, hacen necesaria la realización de una valoración correcta del riesgo quirúrgico del paciente. En general la mortalidad de la cirugía electiva clásica de un AAA llevada a término oscila entre 3 y 5% en los centros de mayor experiencia, pero llega hasta 8% en otras series<sup>9</sup> (imágenes 1a y 1b).

Requieren de tratamiento todos aquellos casos de AAA con diámetro superior a 5 cm. También deben ser intervenidos aquellos cuyo diámetro sea menor de 5 cm pero sintomáticos, cuando la tasa de crecimiento sea mayor a 0.5 cm/año, cuando existan datos de ruptura contenida crónica (por tomografía), en presencia de enfermedad aterosclerótica severa concomitante, así como en episodios de embolia periférica, cuando existan fistulas aortoentéricas o aortocavas, en casos de aneurisma de etiología infecciosa o inflamatoria o bien en pacientes jóvenes y sin factores de riesgo (imágenes 2 y 3).



**Imagen 1.** Angiotomografía: reconstrucciones 3D utilizadas en la realización de mediciones para el TEVA. a) Vista anteroposterior de aorta completa hasta arterias ilíacas, se aprecia aneurisma aórtico y visualización de arterias renales; b) Vista lateral de aorta completa con aneurisma aórtico en donde son visibles las arterias renales, el tronco celiaco y la arteria mesentérica.



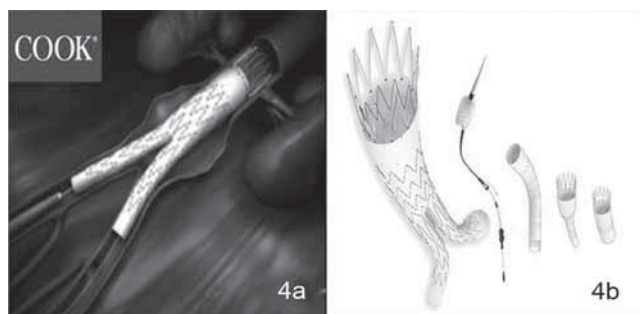
**Imágenes 2 y 3.** 2) Reconstrucciones 3D de angiotomografía, amplificación de la aorta abdominal con aneurisma aórtico y visualización de ramas viscerales; 3) Reconstrucción 3D de angiotomografía. Vista anteroposterior de aorta completa: aneurisma aórtico con compromiso de arterias ilíacas.

La indicación del tratamiento endovascular (TEVA) de los AAA está limitada, por el momento, a pacientes con riesgo quirúrgico elevado o de edad avanzada. Desde el punto de vista técnico existen limitaciones de tipo anatómico que no permiten que todos los pacientes candidatos, desde el punto de vista clínico, se puedan beneficiar de esta técnica. En pacientes seleccionados los resultados de este procedimiento a corto y mediano plazos son excelentes. Es una opción menos invasiva, de menor morbilidad y eventualmente con menor mortalidad que la cirugía convencional. La endoprótesis ofrece una alternativa menos agresiva y más eficaz además de ser más económica que los métodos quirúrgicos tradicionales. Una reparación endovascular puede realizarse con anestesia local, con un consumo de tiempo quirúrgico inferior a 1 hora, sin consumo de hemoderivados ni camas especiales, con estancia menor a 48 horas y recuperación física del paciente casi inmediata.

### Antecedentes históricos

La idea de implantar una endoprótesis en el sistema vascular fue propuesta por primera vez, en 1969, por Charles Dotter, quien colocó la primera prótesis en la arteria poplítea de un perro.<sup>10</sup> Considerado como el padre de la radiología intervencionista modificó la técnica de Seldinger con fines terapéuticos y en 1964 presentó su proyecto de angioplastia transluminal trabajando con Melvin Judkins. Sin embargo, fue más de una década después que sus conceptos fueron aceptados, tanto en Europa como en Estados Unidos. Volodos y sus colaboradores, en 1985, utilizaron por primera vez una prótesis endovascular en el tratamiento de la oclusión de la arteria iliaca.

En 1991 se realizó la primera exclusión de la circulación de un aneurisma de aorta abdominal mediante implante de una endoprótesis a través de las arterias femorales; desde entonces la terapia endovascular ha ido evolucionando hasta la colocación (TEVA) de una endoprótesis por vía femoral; una gran aportación al manejo de los AAA<sup>11</sup> (imágenes 4a y 4b).



**Imagen 4.** Esquemas de endoprótesis Zenith. a) Esquema de la endoprótesis colocada; b) Esquema de los componentes de la endoprótesis.

### Indicaciones del TEVA

El tratamiento endovascular de AAA es un procedimiento que se ha estado utilizando y comparando con la cirugía abierta. La cirugía abierta sigue siendo, para muchos, el procedimiento de elección; pero los resultados iniciales de la cirugía endovascular, las constantes innovaciones, las mejoras en los dispositivos y el aumento de la experiencia de los cirujanos hacen que se amplíe el espectro de los potenciales pacientes.

En caso de presentarse un aneurisma con diámetro transversal mayor a 5 cm, tasa de crecimiento rápido (más de 0.5 cm cada 6 meses), aneurisma torácico, pseudoaneurismas o fístula aortocava; en el caso de que la intervención quirúrgica no pueda realizarse o esté contraindicada y en pacientes con una mortalidad presumible más alta debido a otras enfermedades asociadas deberá programarse manejo endovascular.<sup>12</sup> La edad avanzada sería otra indicación ya que la expectativa de vida del paciente no es lo suficientemente larga como para que aparezcan las posibles complicaciones de las endoprótesis a mediano y largo plazos.<sup>13</sup> Estos pacientes deberán contar con las siguientes condiciones: no padecer ninguna enfermedad con esperanza de vida menor a 2 años, estar libres de procesos sépticos agregados y no ser alérgicos a los componentes metálicos de las prótesis.<sup>12</sup> Siempre habrá que tener en cuenta el tipo de prótesis que se va a implantar en relación con las características anatómicas del aneurisma que se va a operar.

### Criterios de inclusión

- Aneurisma aórtico mayor de 5 cm.
- Paciente con riesgo quirúrgico elevado.
- Paciente mayor de 70 años.
- Aneurisma con morfología adecuada.

### Condiciones anatómicas necesarias para el TEVA

Una vez que se ha establecido la indicación clínica de endoprótesis es necesario determinar ciertos parámetros morfológicos indispensables para realizar el procedimiento con seguridad y eficacia. Estos parámetros han ido cambiando en función de los cambios tecnológicos y en función de la prótesis a implantar ya que, por su dispositivo de anclaje, algunas prótesis requieren de ciertas condiciones anatómicas. En general, para la colocación de endoprótesis en AAA infrarrenal son necesarias las siguientes condiciones anatómicas:

#### *Criterios de inclusión anatómica para el TEVA*

- A. Cuello del aneurisma (imagen 5)
  - Diámetro proximal del cuello < 31 mm.
  - Diámetro distal del cuello > 18 mm.
  - Longitud del cuello > 15 mm.

- Forma del cuello: cilíndrica regular.
- Calcificaciones y/o trombo mural: lo ideal es su ausencia. Son aceptables calcificaciones y trombos aislados y no circunferenciales.

**B. Arterias ilíacas (imagen 6)**

- Sin estenosis.
- Diámetro > 7 mm.
- Diámetro < 20 mm.

**C. Angulación aceptable (imagen 7)**

- Cuello proximal (menor de 60°)
- Arterias ilíacas (mayor de 110°)

**D. Saco aneurismático**

- Sin vasos permeables en el aneurisma.
- Arterias lumbares poco desarrolladas.
- Ausencia de arterias renales polares.

*Criterios de exclusión anatómica para el TEVA*

**A. Cuello del aneurisma**

- Cónico.
- Diámetro > 28 mm.
- Trombo o calcificación excesiva.
- Longitud < 1.5 cm.

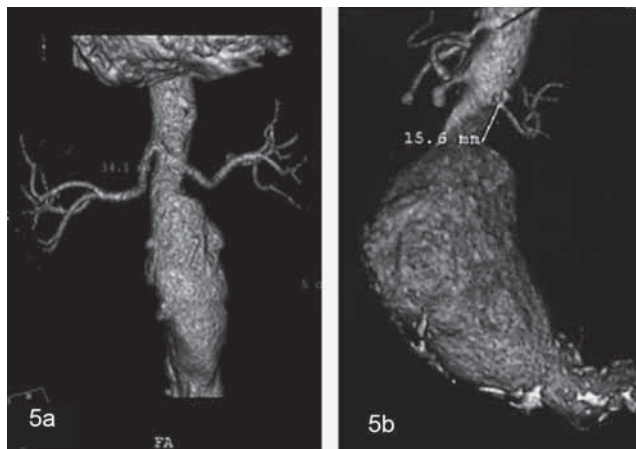
**B. Arterias ilíacas**

- Diámetro < 7 mm.
- Obliteración bilateral.
- Diámetro mayor a 20 mm.

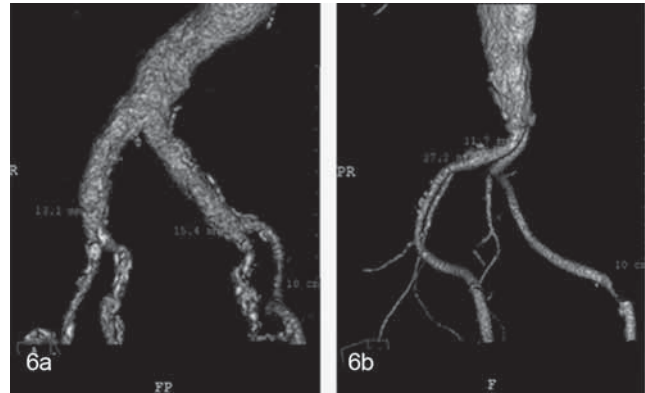
**C. Angulación excesiva**

- Cuello proximal (mayor de 60°).
- Arterias ilíacas (menor de 110°).

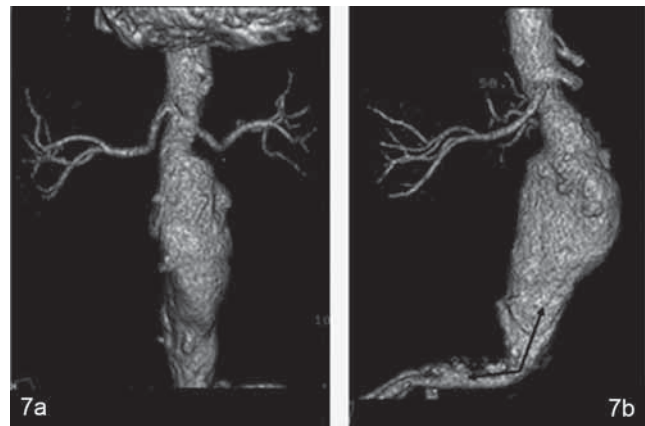
Junto con la elección del tipo y el tamaño de prótesis la medición de los diámetros y las longitudes es la parte fundamental en el manejo preoperatorio del TEVA de los AAA. Para realizar las mediciones de los diámetros se usa la tomografía. Anteriormente, para medir las longitudes el mejor método era la arteriografía con catéter centimetrado;<sup>14</sup> sin embargo, actualmente con la tomo-



**Imagen 5.** a) Medición de diámetro del cuello del aneurisma; b) Medición de la longitud del cuello del aneurisma.



**Imagen 6.** a) Medición del diámetro de las arterias ilíacas; b) Medición de la longitud de la arteria ilíaca derecha.



**Imagen 7.** a) Medición del ángulo del cuello del aneurisma con el eje aórtico; b) Medición del ángulo de las arterias ilíacas con el eje de la aorta.

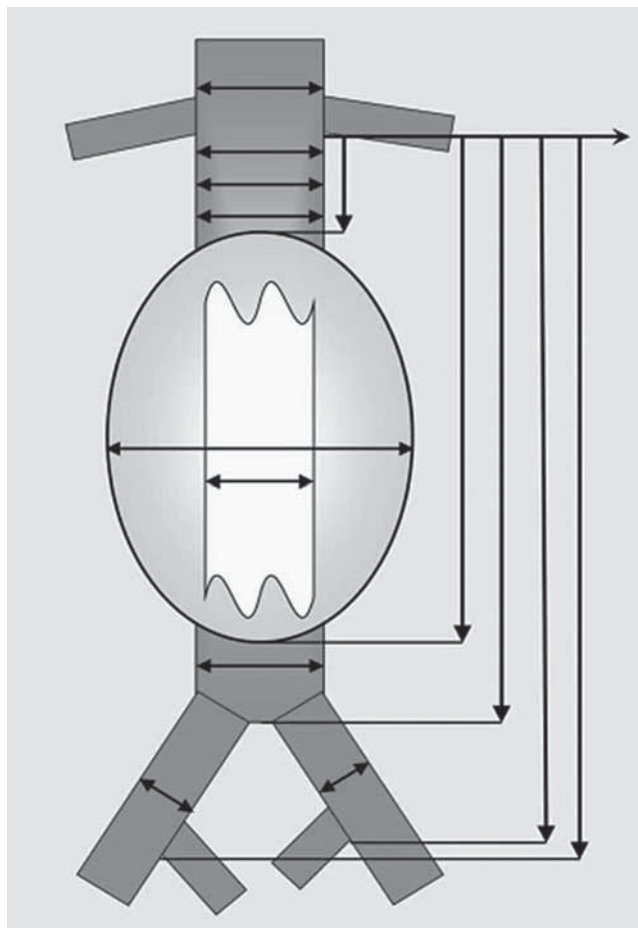
grafía multicorte todas las mediciones son realizables de manera confiable. Así, los estudios tomográficos han sustituido a la arteriografía para la valoración anatómica del AAA previa al tratamiento.

Se considera el máximo diámetro externo del aneurisma para las zonas de sellofijación cuando se piensa en una prótesis autoexpandible. Pero cuando se plantea el implante de una prótesis balón-expandible se debe medir el diámetro interno teniendo en cuenta las tortuosidades y angulaciones de los AAA.

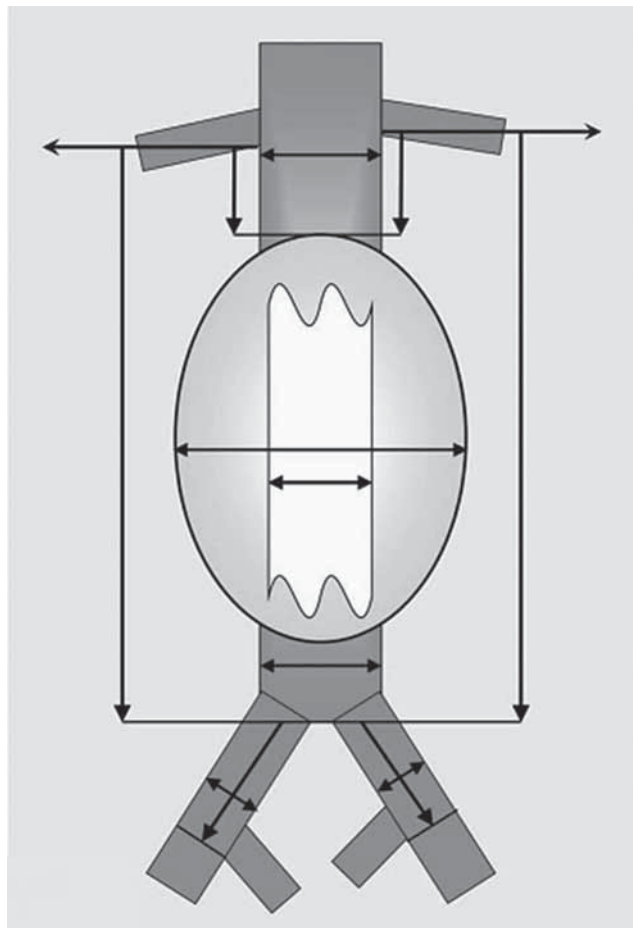
Se recomienda que las mediciones previas al TEVA se realicen en el momento más cercano posible al procedimiento; en el CMN 20 de Noviembre este proceso se realiza a escasos días del tratamiento.

**Medidas a realizar para los diferentes tipos de endoprótesis (figura 1)**

- D1:** diámetro de la aorta suprarrenal.
- D2a:** diámetro del cuello superior infrarrenal.
- D2b:** diámetro del cuello medio infrarrenal.
- D2c:** diámetro del cuello inferior infrarrenal.



**Figura 1.** Esquemas de las mediciones aórticas realizadas de manera general.



**Figura 2.** Esquemas de las mediciones aórticas realizadas en el CMN 20 de Noviembre.

**D3:** diámetro externo del aneurisma.

**D3a:** diámetro de la luz del aneurisma.

**D4:** diámetro distal de la aorta antes de la bifurcación.

**D5a:** diámetro de la iliaca primitiva derecha.

**D5b:** diámetro de la iliaca primitiva izquierda.

**L1:** longitud del cuello proximal.

**L2:** longitud desde la línea infrarrenal hasta la parte distal del aneurisma.

**L3:** longitud desde la línea infrarrenal hasta la bifurcación.

**L4a:** longitud desde la línea infrarrenal a la bifurcación iliaca derecha.

**L4b:** longitud desde la línea infrarrenal a la bifurcación iliaca izquierda.

#### **Mediciones realizadas en el CMN 20 de Noviembre (figura 2):**

**D1:** diámetro superior del cuello infrarrenal.

**D2:** diámetro externo del aneurisma.

**D3:** diámetro de la luz del aneurisma.

**D4:** diámetro de la iliaca derecha previa a la bifurcación.

**D5:** diámetro de la iliaca izquierda previa a la bifurcación.

**L1:** longitud desde la línea infrarrenal derecha hasta la base del cuello del aneurisma.

**L2:** longitud desde la línea infrarrenal derecha hasta la bifurcación aórtica.

**L3:** longitud desde la línea infrarrenal izquierda hasta la base del cuello del aneurisma.

**L4:** longitud desde la línea infrarrenal izquierda hasta la bifurcación aórtica.

**L5:** longitud desde la bifurcación aórtica a la bifurcación iliaca izquierda.

**L6:** longitud desde la bifurcación aórtica a la bifurcación iliaca derecha.

**A1:** ángulo entre el cuerpo del aneurisma y la arteria iliaca derecha.

**A2:** ángulo entre el cuerpo del aneurisma y la arteria iliaca izquierda.

#### **Seguimiento**

Se requieren controles regulares con el fin de detectar complicaciones relativas al aneurisma o al

dispositivo; dichas complicaciones ocurren con una tasa media de 15% al año. Las complicaciones locales básicamente se centran en la vía de acceso femoral o ilíaco con lesión arterial de carácter hemorrágico o trombótico. Las complicaciones tardías no son infrecuentes, pueden aparecer fugas, migración de la prótesis, rotura de materiales o bien aumento del AAA.

La dilatación de 3 mm o más del cuello parece ser un factor de riesgo para migración y posterior fuga proximal, otras variables independientes para la migración son: un cuello ancho con diámetro aneurismático, un cuello corto, fuga proximal y ausencia de fijación suprarrenal. También se valora la permeabilidad de la prótesis y los cambios en los diámetros del aneurisma.

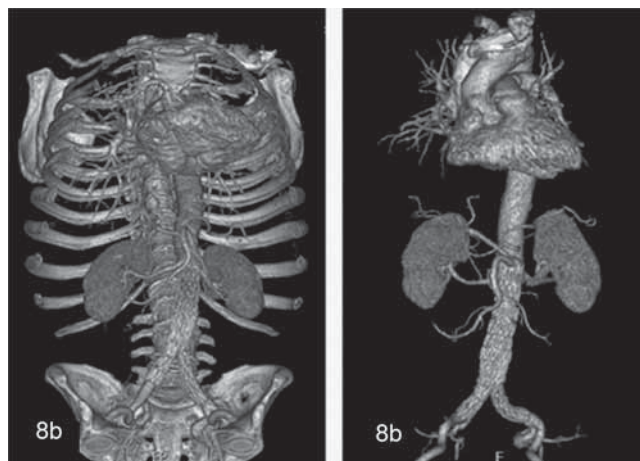
La mayoría de los autores insisten en la necesidad de una continua, intensiva y cuidadosa vigilancia. El protocolo de seguimiento de Elkoury y sus colaboradores incluye TC seriada y US a intervalos regulares después del procedimiento (antes del alta, al mes y cada 6 meses).

En el Centro Médico Nacional 20 de noviembre se realiza control de los pacientes cada 6 meses con radiografía simple de abdomen y angiotomografía de aorta abdominal. Dicho protocolo puede variar, se puede alargar el tiempo entre revisiones en caso de no observar complicaciones y desaparición del saco aneurismático o acortarse en caso de migraciones < 5 mm o por incremento del diámetro de saco (imagen 8).

### Material y métodos

Se realizó un estudio transversal tomando una muestra a conveniencia de casos consecutivos realizados en un periodo de 1 año (de junio del 2010 a junio del 2011).

Se incluyeron estudios angiotomográficos completos realizados con un equipo helicoidal de 64 cortes,



**Imagen 8.** Reconstrucciones 3D de angiotomografía. a) Estudio de control en proyección anteroposterior con conservación de estructuras óseas; b) Estudio de control en proyección anteroposterior en donde se han eliminado las estructuras óseas.

e inyector automático de doble jeringa, de los que se realizaron reconstrucciones en 3D, multiplanares, con slab-mode (modo de placa). Se hizo uso de los diferentes programas del equipo, incluyendo la navegación endovascular donde se utilizaron, en promedio, los siguientes factores:

- Thickness: 1 mm
- Increment: 1 mm
- Kv: 120
- mAs: 250
- Caudal: 3.5 mL/s
- Presión: 250-350 pfi
- Medio de contraste: 100-120 mL

Estos mismos pacientes fueron sometidos a estudio de angiografía aórtica abdominal convencional; ambos estudios fueron realizados para valoración previa al tratamiento.

Se excluyeron los estudios incompletos o no valorables realizados por angiotomografía y los estudios de angiografía aórtica abdominal convencional incompletos o suspendidos por diferentes causas: enfermedad concomitante o fallas técnicas al momento de su realización. Las variables utilizadas fueron la visualización o no de aneurisma con cuello cónico, diámetro del cuello del aneurisma mayor a 28 mm, cuello del aneurisma con longitud menor de 1-5 cm, diámetro de arterias ilíacas menor a 7 mm, diámetro de arterias ilíacas mayor a 20 mm, angulación excesiva del cuello del aneurisma, trombo intramural o calcificación excesiva y compromiso a estructuras vecinas.

Durante el periodo señalado se realizaron 120 angiotomografías de aorta abdominal para valoración previa al tratamiento endovascular. Sólo 80 cumplieron con los criterios de inclusión. Se realizó la comparación entre los hallazgos observados en las angiotomografías de aorta abdominal y las angiografías aórticas abdominales convencionales con catéter centimetrado; se contó con la participación de dos observadores: un médico radiólogo subespecialista en imagen seccional con tomografía multicorte y un médico de cirugía cardiovascular. Para comparar la capacidad de visualización de las variables establecidas a través de cada método diagnóstico se realizó la prueba de kappa de Cohen.

### Resultados

Se encontró un índice de kappa de 1.2 como promedio entre los dos observadores que utilizaron estos dos métodos de imagen para la valoración previa al tratamiento del aneurisma aórtico abdominal; ello implica una buena concordancia interobservador. Sin embargo, dentro de las variables se observó la amplia superioridad de la angiotomografía sobre la angiografía convencional para la valoración de trombos intramu-

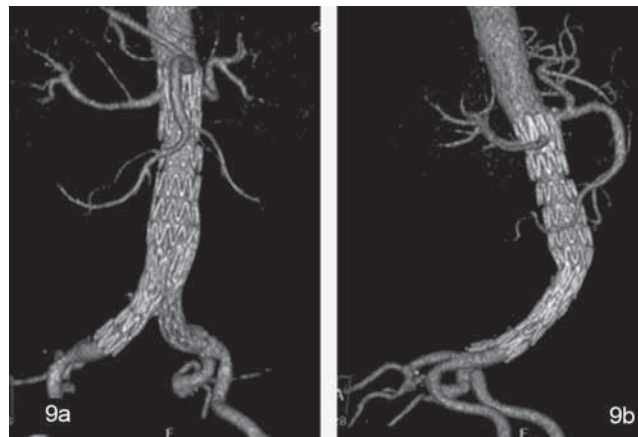
rales y de placas calcificadas parietales, así como del compromiso de las estructuras vecinas provocado por el aneurisma.

### Conclusiones

La tomografía multicorte se ha convertido en una herramienta excelente para la valoración previa al tratamiento, quirúrgico o endovascular, del aneurisma aórtico abdominal. El tratamiento endovascular (TEVA) ha venido a sustituir a la angiografía convencional con catéteres centimetrados para la realización de las mediciones correspondientes en la valoración anatómica previa a la colocación de endoprótesis.

Esta valoración con angiotomografía libera al paciente del estudio invasivo de la angiografía convencional, es rápida y que no requiere de tiempo de recuperación. Las diferentes herramientas que nos ofrecen los equipos actuales de tomografía, como las reconstrucciones en 3D, multiplanar, con técnicas de slab y navegación endovascular permiten una valoración integral de la imagen; es fácil de obtener y tiene gran exactitud y confiabilidad.

Asimismo, los estudios con angiotomografía permiten realizar los controles necesarios para la valoración postratamiento a corto y largo plazos con facilidad y comodidad para el paciente (imagen 9).



**Imagen 9.** Reconstrucciones 3D de angiotomografía. a) Estudio de control en proyección anteroposterior con foco en aorta abdominal; b) Estudio de control en proyección lateral con foco en aorta abdominal.

### Referencias

1. Lederle FA, Fair GR, Wilson SE et al. Prevalence and associations of abdominal aortic aneurysm detected through screening. Aneurysm Detection and Management (ADAM) Veterans Affairs Cooperative Study Group. *Ann Intern Med* 1997;126(6):441-449.
2. Newman AB, Arnold AM, Burke GL et al. Cardiovascular Disease and Mortality in Older Adults with Small Abdominal Aortic Aneurysms Detected by Ultrasonography: The Cardiovascular Health Study. *Ann Intern Med* 2001;134(3):182-190.
3. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR. ACC/AHA 2005 practice guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic). *Circulation* 2006;113:463-654.
4. Cronenwett JL, Krupski WC, Rutherford RB. Abdominal aortic and iliac aneurysms. En: *Vascular Surgery*. Philadelphia: WB Saunders Company, 2000.
5. Salo JA, Soisalon-Soininen S, Bondestam S et al. Familial occurrence of abdominal aortic aneurysm. *Ann Intern Med* 1999;130(8):637-642.
6. Sakalihasan N, Limet R, Defawe OD. Abdominal aortic aneurysm. *Lancet* 2005;365:1577-1589.
7. Carmo M, Colombo L, Bruno A. Alteration of elastin, collagen and their cross-links in abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002;23:543-549.
8. Schermerhorn ML, Cronenwett JL. The UK small aneurysm trial. *J Vasc Surg* 2001;33:443.
9. Blankenstein JD, Lindenburg FP, Van der Graaf Y, Eikelboom BC. Influence of study design on reported mortality and morbidity rates after abdominal aortic aneurysm repair. *Br J Surg* 1998;85:1624.
10. Seldinger SI. Visualization of aortic and arterial occlusion by percutaneous puncture or catheterization of peripheral arteries. *Angiology* 1957;8(1):73-86.
11. Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysm. *Ann Vasc Surg* 1991;5:491-499.
12. Tratamiento Endovascular de los aneurismas de aorta abdominal y de las iliacas. Sociedad Latinoamericana de Cardiología Intervencionista. *Intervenciones Cardiovasculares. SOLACI. II edición* 2009;120:1120-1126.
13. Brewster DC, Cronenwett JL, Hallett JW Jr. Joint Council of The American Association for Vascular Surgery and Society for Vascular Surgery. Guidelines for the treatment of abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 2003;37:1106-17.
14. Stuart C. Geller and the members of the Society of Interventional Radiology Device Forum. *J Vasc Interv Radiol* 2003;14:S263- S264.