

Angiotomografía computada multicorte 64 en patología de la arteria aorta

Diego Haberman, Cristian Froullet, Alejandro Bassuk, Adriana Martínez, Alejandro Beresñak, Enrique Gurfinkel

Resumen

La angiotomografía computada representa una metodología diagnóstica de gran utilidad que ha cobrado mayor importancia con los nuevos avances tecnológicos. La tomografía computada multicorte con 64 hileras de detectores nos brinda la posibilidad de estudiar con gran precisión y enorme detalle estructuras cada vez más pequeñas, ofreciendo una nueva perspectiva en el diagnóstico de la patología aórtica.

Palabras clave: Angiotomografía computada. Aorta. Aneurisma. Disección. Coartación. Arteritis.

Abstract

The 64 multi detector row computed tomography in aortic pathology diagnostic

The 64 multi detector row computed tomography represents a great utility diagnostic method that has reached greater importance with its technological new developments.

The 64 multi detector row computed tomography allows the evaluation with great precision and detail of very small structures, offering a new perspective in aortic pathology diagnostic.

Key words: Angiotomography. Aorta. Aneurysm. Dissection. Coartation. Arteritis.

INTRODUCCIÓN

Con el advenimiento de la tomografía computada multicorte, la angiotomografía (angioTC) se ha convertido en una herramienta diagnóstica fundamental en la evaluación del sistema vascular. La obtención de imágenes isovolumétricas nos permite valorar todo el árbol arterial con enorme precisión, no solo en el plano axial, sino también en los planos coronal y sagital. Las reconstrucciones tridimensionales (3D) son mostradas en distintos ángulos de proyección, brindando gran información en eventuales planeamientos quirúrgicos.

Al ser una técnica no invasiva, rápida y de menor costo que la angiografía convencional, su requerimiento es cada vez mayor para la evaluación clínico-quirúrgica de las diferentes patologías aórticas.

Por otra parte, permite descartar patología no vascular que no es posible diagnosticar con técnicas angiográficas convencionales.

En este artículo, ilustramos las aplicaciones de la tomografía computada multicorte 64 en la patología aórtica más frecuente en nuestra institución.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los estudios incluidos en el presente artículo fueron realizados entre los meses de septiembre de 2006 y abril de 2007. Se utilizó un tomógrafo multicorte de 64 hileras de detectores (Toshiba, Aquilion). Se obtuvieron imágenes de 0,5 mm de espesor con 0,3mm de

intervalo de reconstrucción. Factor pitch de 0,828. Rotación de tubo en 0,5 seg. Se administraron entre 70 y 90 ml de contraste intravenoso no iónico (Iopamiron 370, Schering) con bomba inyectora (Medrad, Stellant) a un flujo de 3,5 a 4,5 ml/seg.

En el estudio de la aorta ascendente, los estudios se coordinaron con el ciclo cardiaco para reducir los movimientos por latido cardiaco.

En todos los casos se realizaron reconstrucciones 3D utilizando estación de trabajo (Vital, Vítrea 2).

Aplicaciones clínicas

Aneurismas

Se define como la dilatación permanente focal o difusa de cualquier segmento de la aorta de un 50% o más del diámetro normal del vaso. Los aneurismas verdaderos involucran los tres componentes de la pared de la aorta (intima, media y adventicia), mientras que en los pseudo aneurismas la pared es incompleta⁽¹⁾.

En cuanto a su morfología, pueden ser fusiformes, abarcando todo el perímetro de la arteria (Fig. 1 y 2), o bien saculares, comprometiendo solo parte de la misma (Fig. 3 y 4).

La etiología más frecuente es la arteriosclerosis⁽²⁾.

Otros factores predisponentes mucho menos frecuentes son: desórdenes del tejido conectivo, como la enfermedad de Marfan o Ehler Danlos, infecciones, disección y trauma.

La mayoría de los aneurismas muestran crecimiento progresivo y su diámetro está directamente relacionado con el riesgo de rotura⁽³⁾.



Fig.1. a) Paciente de sexo masculino de 78 años de edad con aneurisma fusiforme de aorta abdominal diagnosticado hace 2 años. AngioTC de aorta completa para reevaluación de su patología. Plano coronal. b) Mismo paciente: Reconstrucción 3D.



Fig.2. Paciente de 73 años de edad. Aneurisma fusiforme de aorta torácica descendente y otro sacular a nivel de aorta abdominal por encima de emergencia de arterias renales. Reconstrucción 3 D.



Fig.3. Paciente de 71 años de edad de sexo masculino. Control de aneurisma sacular. Reconstrucción en máxima intensidad en plano coronal.

Si bien en el tórax se ha establecido un límite de 4 cm para el diagnóstico de un aneurisma, debemos tener en cuenta que existe cierta variabilidad considerando edad, sexo y talla del paciente. La relación aorta ascendente/descendente es de 1,5/1, aproximadamente.

En el abdomen, en pacientes menores de 50 años, la aorta abdominal no debe superar los 2 cm, mientras que en pacientes de edad avanzada se establece un límite de 3 cm para diagnosticar un aneurisma ⁽⁴⁾.

En el tórax, los aneurismas se ubican en aorta descendente proximal, en tanto que en el abdomen más del 90% comprometen a la aorta infrarrenal ⁽⁵⁾.

Actualmente, la angioTC es la técnica de elección para la evaluación de los aneurismas, permitiendo valorar con exactitud extensión y diámetros máximos así como las características de la pared, considerando trombos, calcificaciones parietales y aspecto de la luz

efectiva (Fig.5).

En aneurismas de aorta ascendente medimos el anillo valvular, la porción sinusal, porción sinotubular y, por último, la porción tubular (Fig. 6).

Es fundamental la relación del aneurisma con las arterias emergentes, especialmente cuando se plantea la posibilidad de la reparación endovascular; en tórax, la relación con la arteria subclavia izquierda; en abdomen, la distancia entre la emergencia de la arteria renal más caudal y el origen del aneurisma y relación con la bifurcación iliaca. También documentamos el diámetro del cuello proximal a la dilatación y el diámetro de la aorta suprarrenal (Fig. 7).

Una gran ventaja de la angioTC es que nos brinda la posibilidad de evaluar otras estructuras, permitiendo de esta manera descartar patología no vascular asociada (Fig. 8).

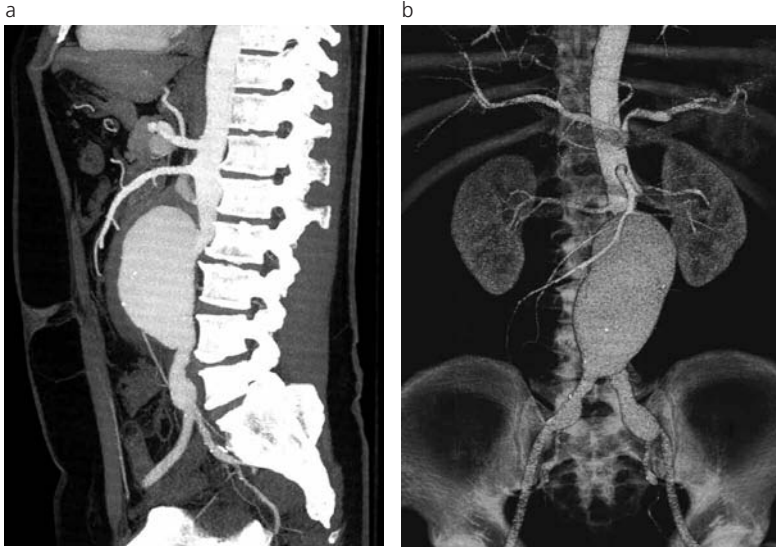


Fig.4. a) Paciente de 55 años, de sexo masculino, con aneurisma sacular diagnosticado 1 año atrás. Se planea reparación endovascular. Reconstrucción en máxima intensidad plano sagital. b) Mismo paciente: reconstrucción 3D.



Fig.5: Paciente de sexo masculino de 72 años de edad. Se observa tamaño y extensión del aneurisma y características de la luz y pared.



Fig.6: Aneurisma fusiforme de aorta ascendente. Medición de sus diferentes segmentos.



Fig.7: Aneurisma de aorta abdominal. Medición del aneurisma y de su relación con las arterias renales.

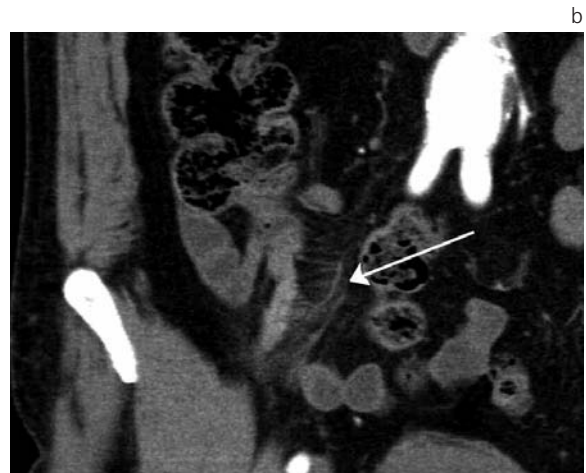


Fig.8. a) Paciente sexo masculino de 65 años de edad. En control por aneurisma de aorta abdominal diagnosticado 2 años antes, que refiere comenzar con dolor abdominal difuso de 24 hs. de evolución sin signos de shock. Se desea descartar complicación del aneurisma. La angioTC revela aneurisma de aorta no complicado y, como hallazgo incidental, signos de apendicitis aguda. b) Apéndice subcecal descendente engrosado y con cambios inflamatorios en el tejido graso adyacente (flecha).

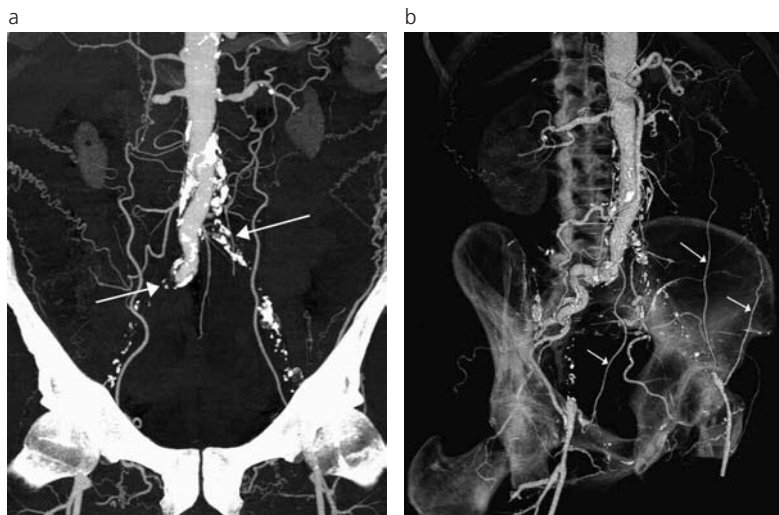


Fig.9. a) Paciente de sexo masculino de 70 años de edad. Reconstrucción en máxima intensidad. Se observa severa ateromatosis calcificada con oclusión completa de la arteria iliaca primitiva izquierda y de la iliaca externa derecha (flechas). b) Reconstrucción 3D mostrando colaterales desde aorta distal hacia arterias iliacas externas y arterias epigástricas prominentes (flechas).

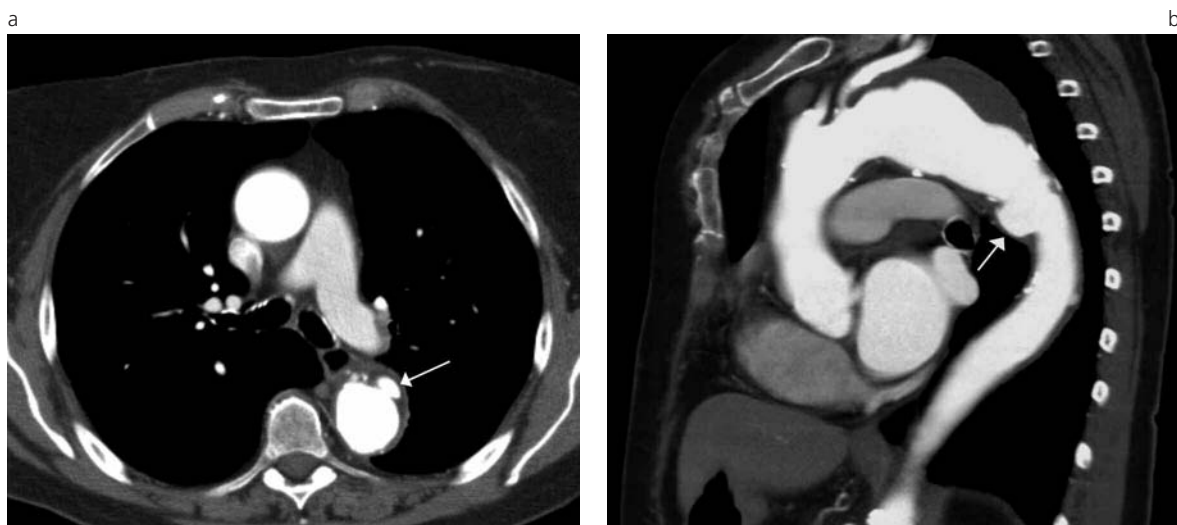


Fig.10. a) Ulcera arteriosclerótica. Paciente de sexo femenino de 73 años de edad en control por aneurisma. Plano axial. Se visualiza acúmulo de contraste en pared anterior de aorta torácica descendente (flecha). b) Mismo paciente: plano sagital (flecha).

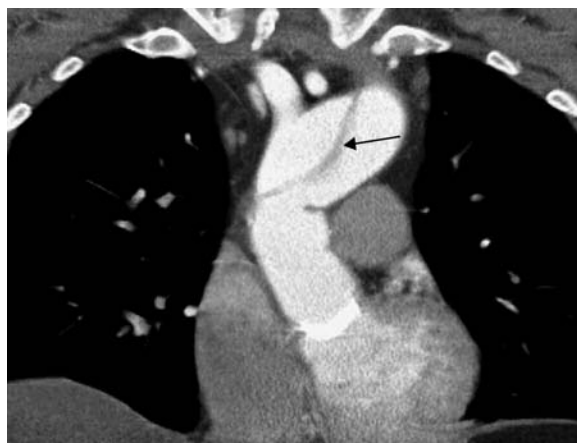


Fig.11: Paciente de sexo masculino de 43 años de edad. Antecedente de válvula aórtica bicúspide reparada y disección aórtica tipo B. En nuevo control se constata progresión de la disección hacia el cayado y aorta ascendente (flecha).

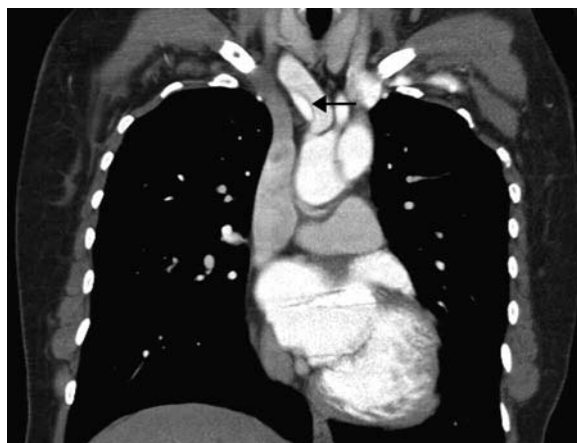


Fig.12: Paciente de sexo masculino de 44 años de edad. Plano coronal. Disección tipo A con extensión hacia tronco arterial braquiocefálico (flecha).

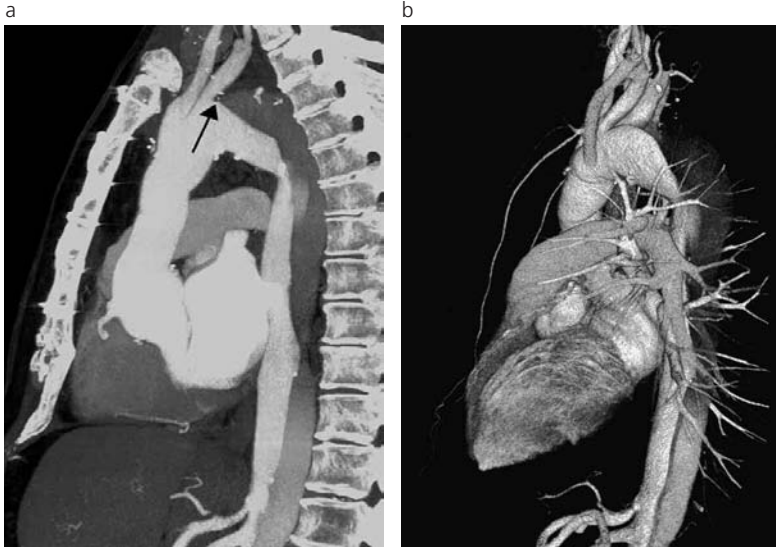


Fig.13. a) Paciente de sexo masculino de 72 años de edad. Control de disección tipo B. Reconstrucción MIP. El desgarro de la íntima se origina en un plano distal al de la emergencia de la arteria subclavia izquierda (flecha). b) Reconstrucción 3D.



Fig.14: Sexo femenino. 53 años. Disección crónica tipo B. Plano coronal. Se observan las calcificaciones en el desgarro.



Fig.15: Sexo masculino. 74 años de edad. Disección tipo B. Oclusión de arteria iliaca externa izquierda y by pass bifemoral (flecha).

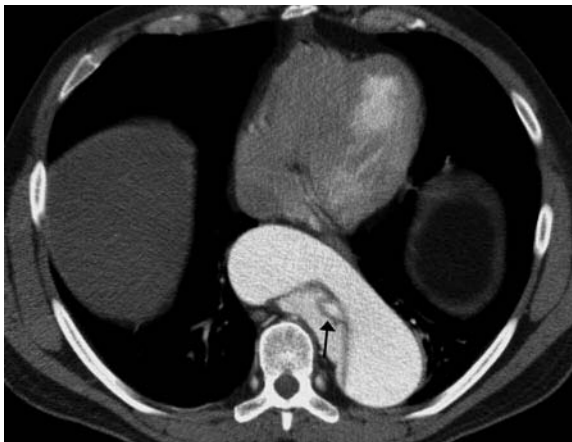


Fig.16: Paciente de sexo masculino de 43 años con disección crónica. Signo de la telaraña (cobweb). Ver flechas. En este caso la luz falsa presenta un tamaño mayor que la luz verdadera.



Fig.17: Disección tipo A. Plano axial. Criterios habituales de ambas luces vasculares. Diferente densidad de ambas luces, tamaño y disposición del colgajo íntimal (convexo a la luz falsa).

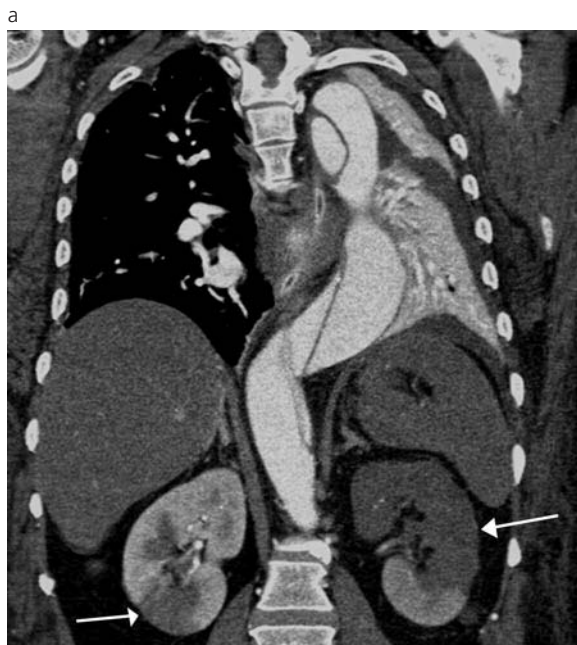


Fig.18.a) Paciente de sexo masculino con disección tipo B diagnosticada hacia 3 años. Comienza con hipertensión arterial y oligoanuria. Plano coronal. Lesiones hipodensas, triangulares y de límites netos en ambas riñones, atribuibles a infartos (flecha). b) Reconstrucción en máxima intensidad. Hay dos arterias renales a cada lado con compromiso de la polar inferior derecha y superior izquierda (flecha).

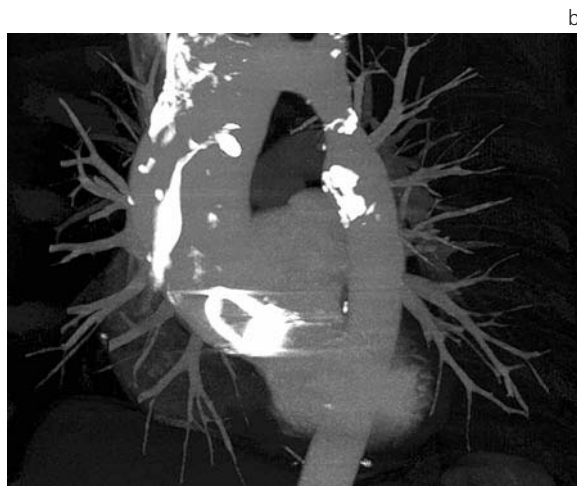
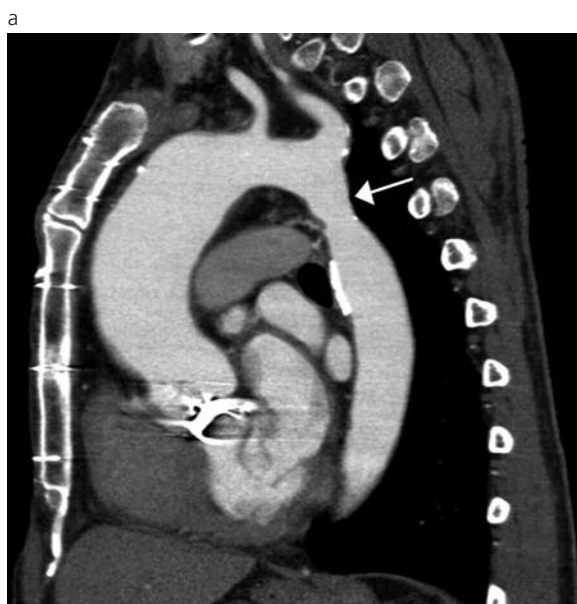


Fig.19. a) Plano sagital. Paciente de 48 años de edad con coartación corregida en la infancia y reemplazo valvular aórtico por válvula bicúspide. Sitio habitual de la coartación a nivel de aorta torácica descendente (flecha). b) Mismo paciente. Reconstrucción en máxima intensidad.

Enfermedad arteriosclerótica oclusiva

La severidad de la arteriosclerosis puede, en algunos casos, ser la causa de estenosis de diversos grados, siendo habitualmente mayor a nivel infrarrenal (6). La obliteración completa de la aorta a nivel de la bifurcación se denomina síndrome de Leriche (7). La tomografía multicorte nos revela sitio y grado de estenosis, extensión de la misma, compromiso de ramas arteriales viscerales y presencia de colaterales (8) (Fig. 9).

Úlcera arterioesclerótica

Se define como una lesión de origen arteriosclerótico que se caracteriza por erosión de la capa íntima con extensión del flujo hacia la media en un sector

bien localizado de la aorta, que típicamente ocurre en la aorta descendente. Su importancia reside en que predisponen a hematomas murales, disección e incluso ruptura (9-12).

En la angioTC encontramos una colección de contraste por fuera de la luz aórtica en un sector que característicamente presenta engrosamiento mural. Ocasionalmente puede haber refuerzo de dicho sector de la pared aórtica. Las lesiones pueden ser únicas o múltiples (13) (Fig. 10).

El tratamiento es quirúrgico en pacientes con inestabilidad hemodinámica, dolor persistente, embolización distal o crecimiento en corto tiempo del diámetro de la aorta (10).

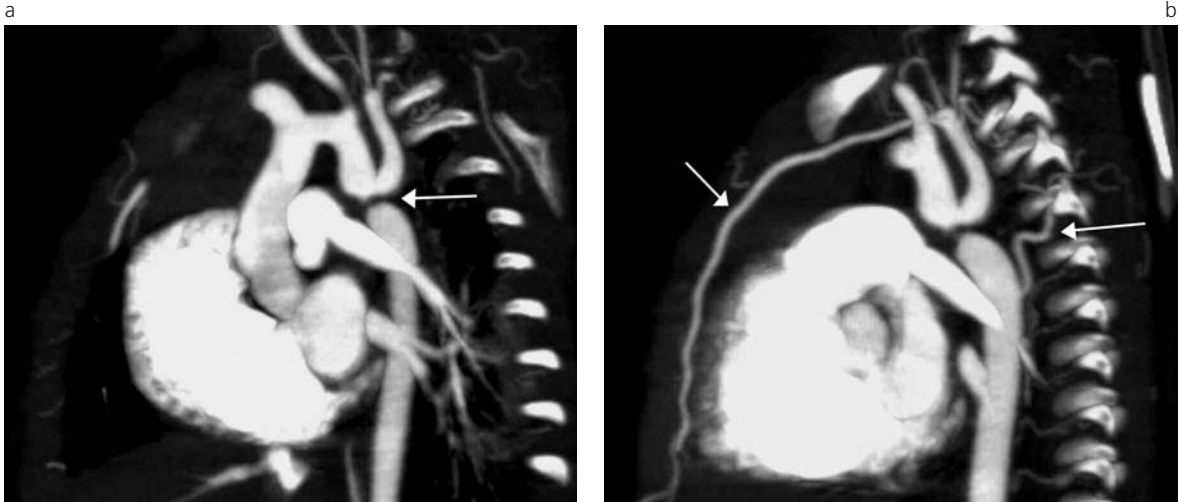


Fig.20. a) Paciente de 14 días de vida. Diagnóstico postnatal de coartación de aorta basado en hallazgos clínicos y confirmado por eco Doppler (flecha). Se realiza angioTC para planeamiento quirúrgico. Reconstrucción en máxima intensidad. b) Reconstrucción en máxima intensidad. Son prominentes las arterias intercostales y mamarias internas (flechas).

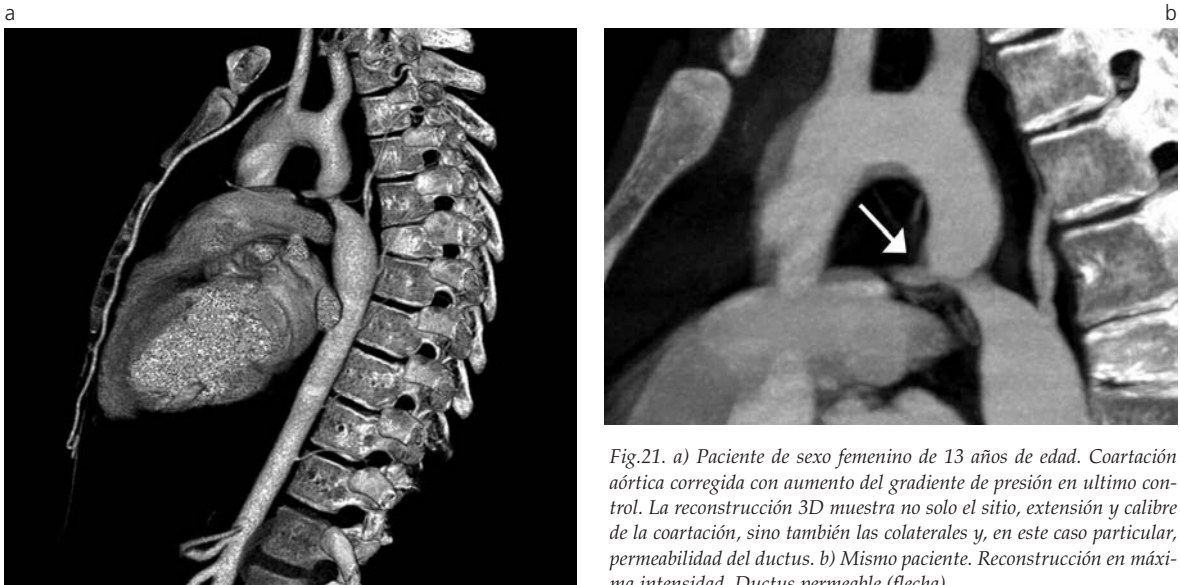


Fig.21. a) Paciente de sexo femenino de 13 años de edad. Coartación aórtica corregida con aumento del gradiente de presión en último control. La reconstrucción 3D muestra no solo el sitio, extensión y calibre de la coartación, sino también las colaterales y, en este caso particular, permeabilidad del ductus. b) Mismo paciente. Reconstrucción en máxima intensidad. Ductus permeable (flecha).

Dissección

La disección aórtica se caracteriza por la presencia de un desgarro de la íntima, lo que permite el ingreso de la sangre a la capa media, originando una doble luz vascular.

La hipertensión arterial constituye el factor predisponente principal. Otras condiciones asociadas incluyen desórdenes del tejido conectivo, defectos valvulares congénitos, aneurismas, coartación⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

En relación con el tiempo de evolución de los síntomas, puede ser aguda o crónica. Se considera aguda cuando el desarrollo de los síntomas es menor de dos semanas⁽¹⁷⁾.

Se utiliza la clasificación de Stanford, teniendo en cuenta su extensión; ésta ha reemplazado a la clasificación usada previamente (de Bakey)⁽¹⁸⁾.

Stanford Tipo A: Compromete aorta ascendente sin importar la localización del sitio de inicio del des-

garro⁽¹⁸⁾. Representa aproximadamente un 60 a 75 % de los casos y requiere reparación quirúrgica en virtud a las potenciales complicaciones fatales (rotura con hemopericardio y riesgo de taponamiento, extensión a arterias coronarias o vasos supraaórticos, falla de bomba)⁽¹⁸⁾ (Fig. 11 y 12).

Stanford tipo B: Se originan distales a la arteria subclavia izquierda. Su tratamiento es médico tendiente a reducir la presión arterial. Tienen resolución quirúrgica en caso de existir complicaciones (dolor abdominal persistente, isquemia de órganos)⁽¹⁸⁾ (Fig. 13, 14 y 15).

Cabe mencionar que la mayoría de las veces las disecciones presentan extensión anterógrada a punto de partida del sitio donde habitualmente se produce el colgajo intimal, progresando luego hacia la aorta descendente y aorta abdominal. Se ha descrito, sin embargo, que la disección puede en ocasiones des-

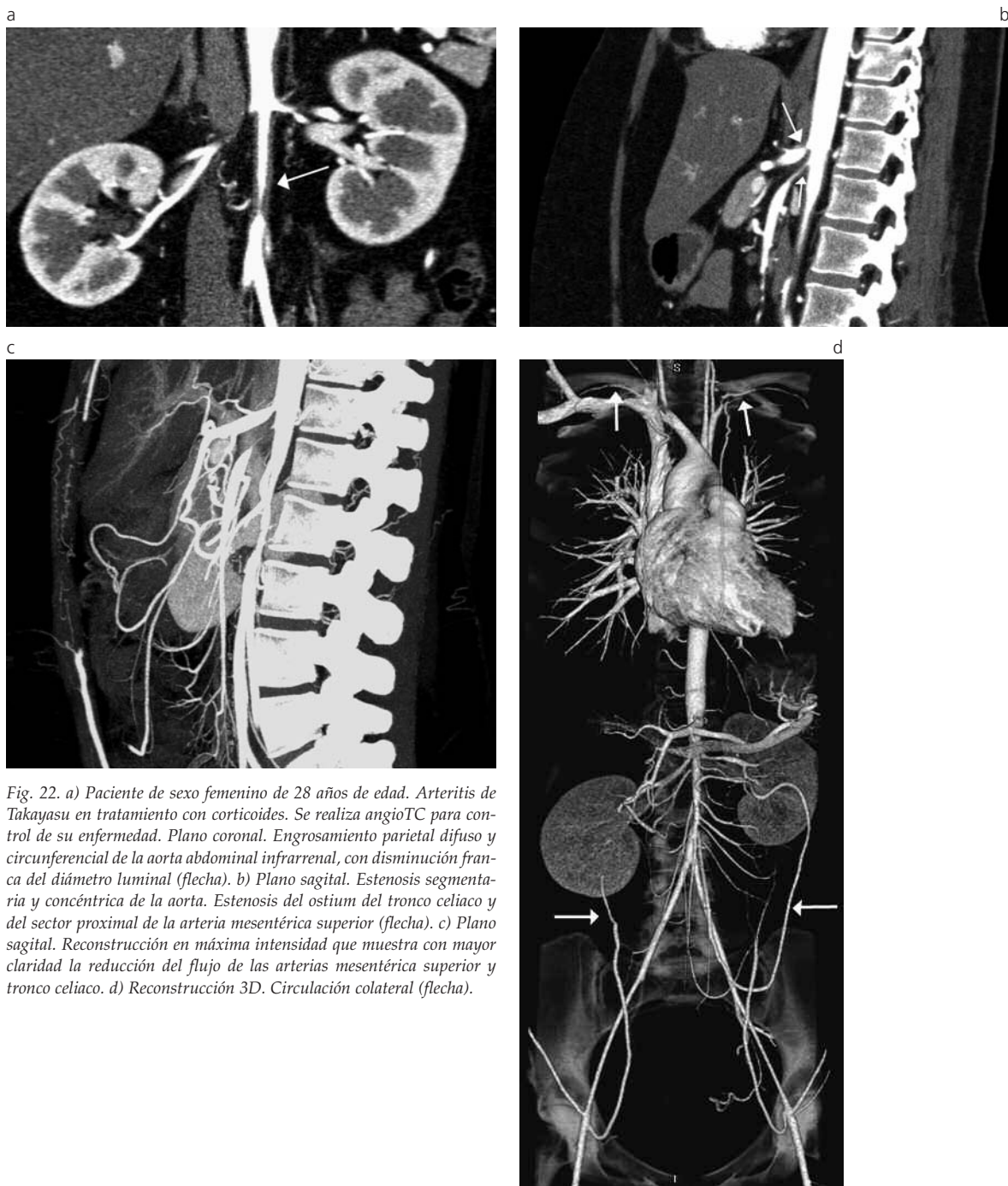


Fig. 22. a) Paciente de sexo femenino de 28 años de edad. Arteritis de Takayasu en tratamiento con corticoides. Se realiza angioTC para control de su enfermedad. Plano coronal. Engrosamiento parietal difuso y circunferencial de la aorta abdominal infrarrenal, con disminución franca del diámetro luminal (flecha). b) Plano sagital. Estenosis segmentaria y concéntrica de la aorta. Estenosis del ostium del tronco celiaco y del sector proximal de la arteria mesentérica superior (flecha). c) Plano sagital. Reconstrucción en máxima intensidad que muestra con mayor claridad la reducción del flujo de las arterias mesentérica superior y tronco celiaco. d) Reconstrucción 3D. Circulación colateral (flecha).

arrollarse en sentido retrógrado, progresando el flujo de distal a proximal incluso hasta aorta ascendente ⁽¹⁸⁾.

Realizando adquisición coordinada con el ciclo cardiaco es posible efectuar luego reconstrucciones en distintas fases del ciclo valorando en forma dinámica movimiento del desgarro y progresiva opacificación de las luces vasculares.

El hallazgo de imagen fundamental y característico de la disección es la presencia de un desgarro o colgajo intimal que divide la luz vascular en dos ⁽¹⁹⁾.

Existen distintos signos que nos permiten discriminar la luz falsa de la verdadera y esto cobra impor-

tancia cuando se planea tratamiento endovascular.

En la mayoría de las angiotomografías es posible identificar la luz verdadera por su continuidad con el sector no disecado de la aorta; sin embargo, esto no siempre es sencillo y debemos valernos de otros elementos ⁽²⁰⁾.

El signo de la telaraña (*cobweb sign*) es exclusivo de la luz falsa pero lamentablemente se advierte en pocas ocasiones. Está dado por la presencia de pequeñas imágenes lineales de baja atenuación que corresponden a desprendimientos incompletos de la media originados en el momento de la disección ⁽²⁰⁾ (Fig. 16).

El signo del pico (*beak sign*) es característico de la luz falsa y se observa tanto en las disecciones agudas como crónicas. Consiste en el ángulo agudo que produce el hematoma al propagarse por la falsa luz.

En la gran mayoría de los casos, tanto agudos como crónicos, la luz verdadera suele ser más pequeña y con mayor realce con el contraste por la velocidad del flujo. Habitualmente, los desgarros de la íntima suelen ser convexos hacia la luz falsa, aunque no es un hallazgo característico ya que en las disecciones crónicas hasta un 75% de los desgarros son planos. La presencia de calcificaciones excéntricas suelen situarse hacia el lado de la luz verdadera⁽²⁰⁻²²⁾ (Fig. 17).

Es importante evaluar el origen de las distintas ramas de la aorta en cuanto a si dependen de la luz falsa o verdadera en relación con la posibilidad de desarrollo de isquemia en sus territorios. Se proponen dos mecanismos: uno, estático, que consiste en la progresión del flap hacia la rama correspondiente; otro, dinámico, dado por un fenómeno de oclusión intermitente por prolapso del desgarró, que bloquea la luz en la emergencia arterial^(23,24) (Fig. 18).

Coartación

La coartación es una obstrucción congénita de la luz de la aorta que, en forma característica, suele darse en el sector proximal de la aorta descendente, entre la arteria subclavia izquierda y el ductus⁽⁶⁾ (Fig.19).

Suele asociarse con otras anomalías cardiovasculares, entre las que se encuentran hipoplasia de la porción transversa del cayado, dilatación de los vasos supraaórticos, defectos del septum interventricular, ductus persistente, válvula aórtica bicúspide, aneurisma de la aorta ascendente, arteria subclavia derecha aberrante, entre otras.

La obstrucción al flujo conlleva al desarrollo de circulación colateral habitualmente originada en arterias subclavia y mamaria interna que, a través de las ramas intercostales, permite irrigar las zonas distales a la coartación⁽²⁵⁾ (Fig. 20).

El diagnóstico se basa en hallazgos clínicos, ecocardiográficos y angiográficos que permiten determinar el gradiente aórtico, visualizar persistencia del ductus y otras malformaciones cardiovasculares asociadas⁽²⁶⁾.

La angioTC nos va a mostrar claramente el sitio y extensión de la obstrucción y la presencia de colaterales. También evaluamos los vasos supraaórticos y, eventualmente, es posible visualizar, aunque con baja frecuencia, un ductus arterioso permeable⁽²⁷⁾ (Fig.21).

Arteritis de Takayasu

También conocida como "enfermedad sin pulso", la arteritis de Takayasu es una enfermedad inflamatoria crónica y progresiva que se caracteriza por un engrosamiento de las paredes arteriales, con obliteración de las mismas, teniendo franca predilección por la aorta y sus ramas principales. Puede existir compromiso de las arterias coronarias y pulmonares⁽²⁸⁾.

Las lesiones tienden a ser segmentarias y conllevan a estenosis de diferente grado, eventualmente con dilataciones postestenóticas⁽²⁹⁾.

La anatomía patológica refleja inflamación granulomatosa de la pared arterial con hiperplasia intimal y fibrosis de la adventicia y media.

El origen es desconocido, aunque se propone una etiología autoinmune para los fenómenos inflamatorios.

Clínicamente, se la divide en tres fases: una fase temprana, caracterizada por fenómenos sistémicos inespecíficos (fatiga, pérdida de peso, fiebre); prosigue una fase inflamatoria vascular y, por último, la fase fibrótica oclusiva, con claudicación y ausencia de pulsos periféricos.

El diagnóstico se basa en los criterios de Ishikawa, que combina hallazgos clínicos y angiográficos.

La presencia de dos criterios mayores o un criterio mayor y dos menores es diagnóstica de esta enfermedad.

En la angio TC observamos engrosamiento mural, habitualmente circunferencial, de la aorta, con la consecuente estenosis segmentaria⁽²⁸⁾ (Fig.22).

Estos hallazgos generalmente retrogradan con el tratamiento esteroideo, aunque, si la enfermedad permanece sin tratar, puede existir progresión, con trombos luminales, calcificaciones parietales, estenosis progresiva hasta la oclusión arterial completa⁽³⁰⁾.

CONCLUSIÓN

La angiotomografía multicorte con 64 hileras de detectores es un método rápido y no invasivo que nos permite evaluar la patología aórtica con gran precisión, siendo una herramienta fundamental en el diagnóstico de las distintas entidades y ofreciendo enorme información al momento de evaluar las diferentes opciones terapéuticas.

Agradecimientos

A los Técnicos Radiólogos Gustavo Bisignano, Adrián Mancinelli, Alejandra Govi, Juan Carlos Masi, Roberto Cicconetti.

A Claudio Carrizo por la edición de las imágenes y el manuscrito.

Bibliografía

1. Lee J, Sagel S, Stanley R, Heiken J. Body CT (eds.). (3th edition). Philadelphia: Lippincott-Raven, 1999. pp. 301-310.
2. Frist WH, Miller DC. Aneurysm of ascending thoracic aorta and transverse aortic arch. *Cardiovasc Clin* 1987;17:263-287.
3. Griep RB, Ergin MA, Lansman SL, Galla JD, Pogo G. The natural history of thoracic aortic aneurysm. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1991;3:258-265.
4. Frauenfelder T, Wildermuth S, Marincek B. Notraumatic emergent abdominal vascular. Advantages of multi-detector row CT and three-dimensional imaging. *Radiographics* 2004;24: 481-496.

5. Dobrin PB. Pathophysiology and pathogenesis of aortic aneurysm: current concepts. *Surg Clin North Amer* 1989;69:687-703.
6. Sabastia C, Quiroga S, Castella E, Alvarez-Castells A. Aortic stenosis: spectrum of diseases depicted at multisection CT. *Radiographics* 2003;23: s79-s91.
7. Ruehm SG, Weishaupt D, Jörg F, Debatin F. Contrast enhancement MR angiography in patients with aortic occlusion (Leriche syndrome). *J Magn Reson Imaging* 2000;11:401-410. (Medline)
8. Panayiotopoulos YP, Tyrell MR, Koffman G, Reidy JF, Haycock GB, Taylor PR. Mid-aortic syndrome presenting in childhood. *Br J Surg* 1996;83:235-240. (Medline)
9. Sabastia C, Quiroga S, Castella E, Alvarez-Castells A. Aortic dissection: diagnosis and follow-up with helical CT. *Radiographics* 1999;19:45-60.
10. Castaner E, Andreu M, Gallardo X. CT in nontraumatic acute thoracic aortic disease: typical and atypical features and complications. *Radiographics* 2003;23:s93-s110.
11. Welch TJ, Stanson AW, Sheedy PF, Johnson CM, McKusick MA. Radiologic evaluation of penetrating aortic atherosclerotic ulcer. *RadioGraphics* 1990;10:675-685.
12. Stanson AW, Kazmier FJ, Hollier LH, et al. Penetrating atherosclerotic ulcers of the thoracic aorta: natural history and clinicopathologic correlations. *Ann Vasc Surg* 1986;1:15-3. (Medline).
13. Kazerooni EA, Bree RL, Williams DM. Penetrating atherosclerotic ulcers of the descending thoracic aorta: evaluation with CT and distinction from aortic dissection. *Radiology* 1992;183:759-765.
14. Khan IA, Nair CK. Clinical, diagnostic, and management perspectives of aortic dissection. *Chest* 2002;122:311-328
15. Hagan PG, Nienaber CA, Isselbacher EM, et al. The International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD): new insights into an old disease. *JAMA* 2000;283:897-903
16. Eisenberg MJ, Rice SA, Paraschos A, et al. The clinical spectrum of patients with aneurysms of the ascending aorta. *Am Heart J* 1993;125:1380-1385
17. Prete R, Von Segesser LK. Aortic dissection. *Lancet* 1997;349:1461-1464. (Medline).
18. Daily PO, Truebold HW, Stinson EB, Wuerfflein RD, Shumway EN. Management of acute aortic dissections. *Ann Thorac Surg* 1970;10:237-247. (Medline).
19. Fisher ER, Stern EJ, Godwin JD, II, Otto CM, Johnson JA. Acute aortic dissection: typical and atypical imaging features. *RadioGraphics* 1994;14:1263-1271.
20. Lepage MA, Quint LE, Sonnad SS, Deeb GM, Williams DM. Aortic dissection, CT features that distinguish true lumen from false lumen. *AJR Am J Roentgenol* 2001;177:207-211.
21. Williams DM, Joshi A, Dake MD, Deeb GM, Miller DC, Abrams GD. Aortic cobwebs: an anatomic marker identifying the false lumen in aortic dissection—imaging and pathologic correlation. *Radiology*.1994;190:167-174.
22. Lee D, Williams D, Abrams G. The dissected aorta. II. Differentiation of the true from the false lumen with intravascular US. *Radiology* 1997;203:32-36.
23. Williams DM, Lee DY, Hamilton BH, et al. The dissected aorta: percutaneous treatment of ischemic complications—principles and results. *J Vasc Interv Radiol* 1997;8:605-625.
24. Williams DM, Lee DY, Hamilton BH, et al. The dissected aorta. III. Anatomy and radiologic diagnosis of branch-vessel compromise. *Radiology* 1997;203:37-44
25. Philips RR, Gordon JA. Coarctation of the aorta. In: Bawm S, (eds). *Abrams' angiography*. (4th ed). Boston, Mass: Little Brown, 1997;434-463.
26. Haramati LB, Glikstein JS, Issenberg HJ, Haramati N, Crooke GA. MR imaging and CT vascular anomalies and connections in patients with congenital heart disease: significance in surgical planning. *RadioGraphics* 2002;22:337-349.
27. Becker C, Soppa C, Haubner M, et al. Spiral CT angiography and 3D reconstruction in patients with aortic coarctation. *Eur Radiol* 1997;7:1473-1477. (Medline).
28. Matsunaga N, Kuniaki H, Sakamoto I, Ogawa Y, Matsumoto T. Takayasu arteritis: protean radiologic manifestations and diagnosis. *RadioGraphics* 1997;17:579-594.
29. Fukushima T. Radiological study in Takayasu's arteritis with special reference to angiographic manifestations. *Nagasaki Igakkai Zasshi* 1984;59:141-153.
30. Yamada I, Nakagawa T, Himeno Y, Numano F, Shibuya H. Takayasu arteritis: evaluation of the thoracic aorta with CT angiography. *Radiology* 1998;209:103-109.