

# Cirugía sin arteriografía de los troncos viscerales

E. Manuel-Rimbau Muñoz, P. Lozano-Vilardell

## SURGERY OF THE VISCERAL TRUNKS WITHOUT ARTERIOGRAPHY

**Summary.** Aims. The aim of this paper is to describe the advantages and disadvantages of Doppler ultrasound (DUS), computerised tomographic angiography (CTA) and magnetic resonance angiography (MRA) in the study of lesions in the visceral trunks (VT), in comparison with digital subtraction arteriography (DSA), according to the medical literature published to date. Development. DUS allows the presence of stenosis in the VT to be detected, with a sensitivity of between 90 and 95% and a specificity of between 85 and 90%. Its main limitations are the variability depending on the operator's experience and on the anatomical characteristics of the patient. CTA is a good test for detecting the presence of stenoses in the renal arteries and mesenteric trunks (MT), although few comparative studies have been performed on the subject. Its chief limitations are the inadequate measurement of the degree of stenosis in severe stenoses and the need to use a nephrotoxic contrast. 3D contrast MRA (MRA 3D) seems to be the ideal test in vascular studies with MR. The use of non-ionising radiations and contrasts free of nephrotoxic effects are two of the advantages of MRA compared with DSA or CTA. MRA offers a sensitivity of between 88 and 100%, and a specificity of between 71 and 100% in the study of renal arteries. Like CTA, it displays a tendency to overestimate the degree of stenosis. The DUS, CTA and MRA all offer low sensitivity and specificity in the study of arterial lesions in polar arteries and in the hilar renal artery. Conclusions. DUS is a sensitive test that is relatively cheap and accurate enough for use as a screening test in the study of stenoses in the VT, but little work has been published in which DUS are employed as a single diagnostic tool to indicate a renal or mesenteric revascularisation. The value of CTA in the study of the renal artery and of the MT will have to be proved by means of double-blind studies that compare it with DUS. Until the appearance of these studies, it must be considered to be a screening test or a technique to complement DUS. MRA is a good test for diagnosing stenosis of the renal artery, with a similar sensitivity and specificity to those of DUS. At the same, it offers the possibility of determining the functional repercussions of the arterial lesion. MRA is also a technique that has obtained similar results to those offered by DUS in the study of the main MT. We will, however, probably have to wait for the results of double-blind tests carried out with large numbers of patients before we can accept MRA as a single diagnostic test in MT lesions. [ANGIOLOGÍA 2003; 55: 416-30]

**Key words.** Arteriography. Computerised tomographic angiography. Doppler ultrasound. Magnetic resonance angiography. Mesenteric trunks. Renal artery. Stenosis.

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Universitario Son Dureta. Palma de Mallorca, España.

### Correspondencia:

Dr. E. Manuel-Rimbau Muñoz. Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Universitario Son Dureta. Andrea Doria, 55. E-07014 Palma de Mallorca. Fax: +34 971 175 500. E-mail: rimbau@hsd.es

© 2003, ANGIOLOGÍA

## Introducción

La arteriografía por sustracción digital (ASD) es la técnica de elección en el estudio de las lesiones arteriales, pero su carácter invasivo y la necesidad de utilizar contrastes nefrotóxicos limitan su empleo. El aumento de la sensibilidad y especificidad ofrecida por los métodos no invasivos ha hecho que se utilicen cada vez más en el estudio de los distintos territorios vasculares.

En este artículo exponemos las ventajas e inconvenientes de la ultrasonografía Doppler (USD), la angiotomografía computarizada (ATC) y la angiorrsonancia magnética (ARM) en el estudio de las lesiones de los troncos viscerales (TV). Se analiza la fiabilidad de los mencionados métodos diagnósticos en comparación con la ASD según la literatura médica publicada.

## Métodos diagnósticos no invasivos en el estudio de la arteria renal

La estenosis de la arteria renal (EAR) puede manifestarse en forma de hipertensión arterial (HTA), hipertensión renovascular (HRV), o en forma de nefropatía isquémica, en aquellos casos con afectación renal bilateral o unilateral en pacientes monorrenos. La HRV representa entre el 1 y el 5% de las HTA [1]. Las características clínicas de la HRV no difieren en nada de la hipertensión esencial, aunque generalmente se trata de una hipertensión grave y de difícil control. La incidencia de la nefropatía isquémica se incrementa entre la población adulta [2]; de hecho,

algunos estudios sugieren que entre el 10 y el 40% de los pacientes hipertensos de edad avanzada que debutan con una insuficiencia renal sin etiología definida, tienen una estenosis significativa en la arteria renal [3]. La primera etiología de la EAR es la arteriosclerosis, y la segunda causa es la displasia fibromuscular [4]. El tratamiento de la lesión de arteria renal, mediante revascularización quirúrgica o angioplastia percutánea, ha demostrado su efectividad en el tratamiento de la HRV y de la nefropatía isquémica [5,6].

Las devastadoras consecuencias de la insuficiencia renal, tanto individualmente como para la sanidad pública, así como la elevada prevalencia de la HTA dentro de la población, hace imprescindible la búsqueda de una técnica diagnóstica no invasiva, que sea sensible y fiable para el diagnóstico de la EAR.

Los métodos diagnósticos en el estudio de las lesiones de la arteria renal deben determinar el número y origen de las arterias renales, localizar y valorar la gravedad de la estenosis y definir el estado de las estructuras vasculares adyacentes, como la aorta yuxtarenal y venas renales. También deben determinar el tamaño renal y grosor del parénquima y descartar la presencia de lesiones neoplásicas o de otro tipo. Las pruebas diagnósticas no invasivas más fiables disponibles en la actualidad son la USD y la ATC o ARM.

## Ultrasonografía dúplex

Los avances en la tecnología de la ecografía modo-B, la mejoría de los transductores de baja frecuencia y la introducción de la imagen en color y de los ecocontrastes, ha aumentado la fiabilidad

del USD en el estudio de vasos profundos, como son los vasos intrabdominales. La USD permite detectar la presencia de una EAR, conocer su repercusión sobre la función renal, determinar el tamaño de los riñones e informar sobre el estado del parénquima renal [7].

La mayoría de laboratorios vasculares siguen los criterios establecidos por Hoffman en 1991, en los que la determinación de la velocidad sistólica pico (VSP) y la relación entre la VSP de la arteria renal y la aorta adyacente (RAR) sirven para cuantificar el grado de EAR. Una VSP igual o superior a 180 cm/s indica la presencia de una EAR igual o superior al 60%, con una sensibilidad del 95% y una especificidad del 90%. Para discriminar estenosis mayores se empleará el RAR. Un RAR superior a 3,5 indica la presencia de una estenosis superior al 60%, con una sensibilidad del 92% y una especificidad del 62%. Otros grupos emplean criterios hemodinámicos similares con una sensibilidad y especificidad entre el 93 y 98% [8,9].

La determinación del tamaño renal y de la resistencia renovascular mediante el análisis de las curvas de velocidad en el interior del parénquima renal, nos indicarán la situación funcional del riñón. La resistencia renovascular se calcula mediante la relación entre la velocidad diastólica final (VDF) y la VSP en el parénquima renal, conocido como EDR (del inglés, *end-diastolic ratio*). Un EDR igual o inferior a 0,3 indicará la presencia de una afectación grave del parénquima renal, y este es un factor de carácter irreversible, por lo que la revascularización renal para el tratamiento de la hipertensión

o de la nefropatía isquémica puede ser un gesto inútil. Por otro lado, un EDR igual o superior a 0,3 refleja una baja resistencia vascular, factor considerado de buen pronóstico para el éxito clínico de la revascularización renal [10,11].

Una de las principales limitaciones de la USD es la dificultad de valorar las arterias renales polares o accesorias, presentes hasta en un 20% de la población general [12,13]. La estenosis de arteria polar puede ser la causa de una HRV, por lo que, ante una sospecha de HRV con un estudio USD normal de arteria renales principales, debería realizarse una ASD o una ARM.

Probablemente, el estudio mediante USD de las arterias renales es una de las pruebas técnicamente más complejas que se pueden realizar en un laboratorio vascular. Algunos autores han presentado malos resultados en el estudio renal mediante USD, y llegado incluso a desaconsejar su utilización [12,13]. En los mencionados trabajos, el estudio de las arterias renales se realizó con protocolos de tiempo restringido y con una tasa de identificación de las arterias renales inferior al 60%. Sin embargo, múltiples estudios han demostrado que el estudio mediante ultrasonidos de las arterias renales realizado por técnicos experimentados y con tiempo suficiente, consigue buenos resultados en más del 90% de los casos [7-9,14]. La ICAVL (Intersocietal Commission for the Accreditation of Vascular Laboratories) reconoce la importancia de la USD en el estudio de la patología renal, y la incluye entre los criterios para la acreditación de los laboratorios vasculares que se dediquen al estudio de la patología vascular visceral.

**Tabla I.** Diagnóstico de estenosis de arteria renal.

	Número de estenosis según gravedad							Estenosis grave <sup>a</sup> (19)
	Estenosis detectadas (22)	Estenosis localizadas (22)	Grado 0 (32)	Grado 1 (3)	Grado 2 (6)	Grado 3 (11)	Grado 4 (2)	
Arteriografía	22	22	32	3	6	11	2	19
Tomografía axial computarizada	21	20	31	3	5	6	1	18
Angiotomografía computarizada con MIP	20	20	28	1	2	8	1	17
Angiotomografía computarizada en 3D	21	21	26	2	3	8	0	18

<sup>a</sup> Estenosis grado 2-4.

La USD es una prueba sensible, de relativo bajo coste y suficientemente precisa para utilizarse como técnica de cribado en el estudio de la EAR, pero son escasos los trabajos publicados en los que se emplea como herramienta diagnóstica única para indicar una revascularización renal. La mayoría de autores emplean la USD como primera exploración y, en caso de resultado positivo o dudoso, se realiza una arteriografía y, en menor medida, una ARM.

#### **Angiografía mediante tomografía computarizada**

La administración de contraste endovenoso para la realización de ATC es una técnica de elección en el estudio de aneurismas y disecciones aórticas, traumatismos arteriales o úlceras de pared aórtica. Otra nueva indicación es el seguimiento tras implantación de endoprótesis aórticas. La ATC ofrece información, no sólo del interior de la luz vascular, sino también de los procesos extravasculares y de

las relaciones anatómicas con estructuras adyacentes.

La ATC es una buena prueba para detectar la presencia de una EAR [15-17]. La calidad de la imagen dependerá del grosor de los cortes realizados y de la concentración de contraste en el interior de los vasos. Un buen estudio se obtiene con cortes de un grosor no superior a los 1-2 mm y con la máxima concentración de contraste en el interior de la arteria y mínima en la vena. La eficacia de los estudios disminuye en los pacientes obesos, en presencia de calcificaciones arteriales y en aquellos casos en los que la arteria está en íntimo contacto con la vena.

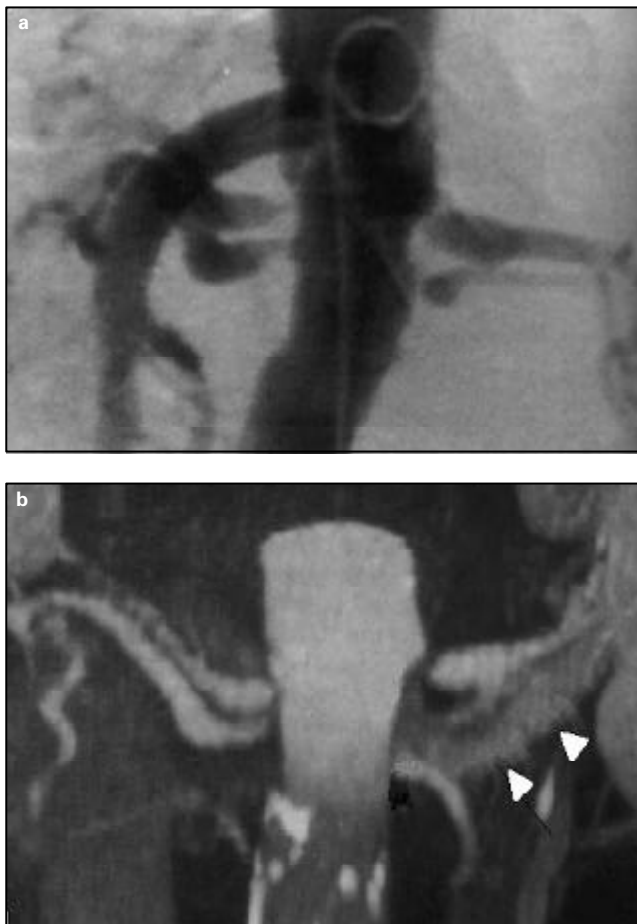
Un estudio básico de las arterias renales se debe realizar con cortes en dos planos o dimensiones (2D). En casos dudosos se pueden obtener imágenes en tres dimensiones (3D) o emplear técnicas de procesamiento de imagen, como es la máxima intensidad de proyección (MIP). Las proyecciones MIP discriminan entre calcificación de pared y luz arterial contrastada, y son

superiores a los cortes 2D en la valoración de la estenosis ostial de la arteria renal [15]. Pero su efectividad depende de la calidad en el contraste en el interior de la luz arterial, por lo que en arterias renales finas o en presencia de alta densidad de contraste en la luz venosa, tal como ocurre en el hilio renal, no tiene una buena resolución [1] (Fig. 1). Las imágenes en 3D son más atractivas, pero suelen ofrecer menos información, y no son útiles para el estudio de vasos finos ni ante la presencia de calcificaciones arteriales [15].

La ATC presenta como limitaciones una inadecuada cuantificación del grado de estenosis en estenosis graves [15-19] y una baja fiabilidad en el estudio de las arterias polares [15-19]. A ello hay que añadir la necesidad de emplear altas dosis de contraste nefrotóxico, alrededor de 150 mL por estudio, en pacientes que en ocasiones tienen la función renal deteriorada.

No existen muchos trabajos en los que se compare la ATC con la ASD en el estudio de la EAR; uno de ellos lo publicaron Galanski et al, en el que se incluían 22 pacientes con sospecha de EAR [15] (Tabla I). La cuantificación del grado de estenosis fue correcta en estenosis inferior al 50% [1], pero en estenosis mayores [2-4] la tasa de error llegó a alcanzar hasta el 10% [1]. El empleo de técnicas MIP y 3D no consiguió disminuir la mencionada tasa de error.

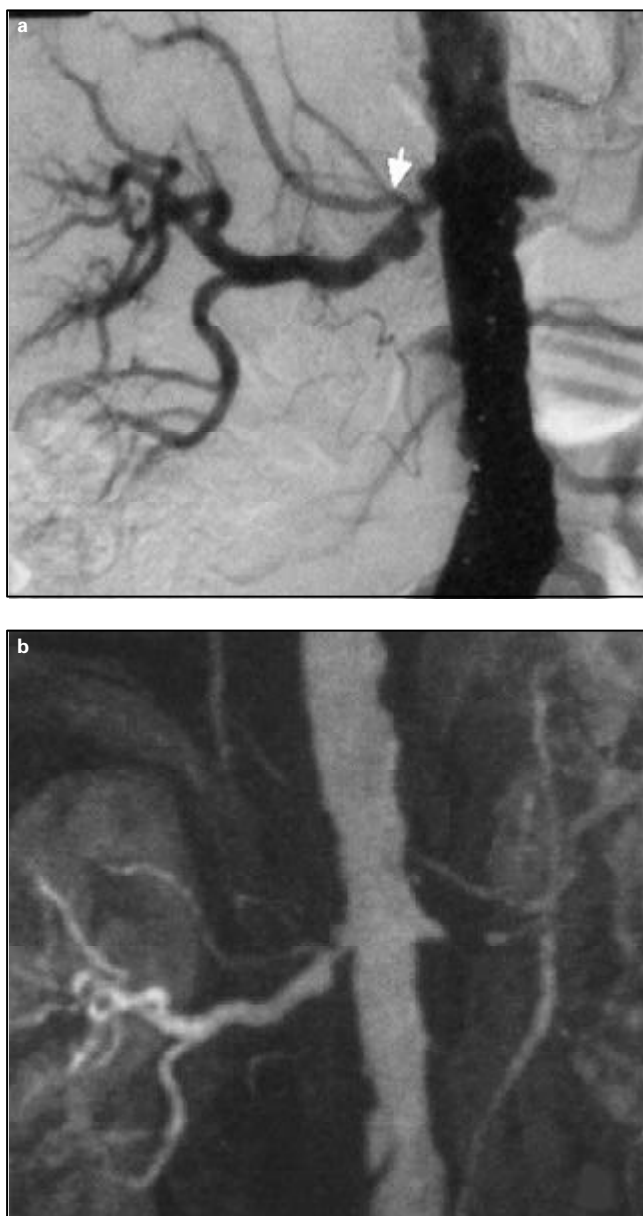
La utilidad del ATC en el estudio de la arteria renal deberá demostrarse en estudios doble ciego en comparación con la ASD. Hasta la aparición de estos estudios debe considerarse como una prueba de cribado o como una técnica complementaria a la ASD.



**Figura 1.** En la arteriografía (a) se observa una estenosis grave en el *ostium* de ambas arterias renales y una arteria renal derecha doble. En la ATC (b) se confirman todos los hallazgos de la ASD, aunque la superposición de la vena renal izquierda contrastada (cabeza de flecha) disminuye la definición de la estenosis [15].

### Angiorresonancia magnética

La ARM con contraste en tres dimensiones (ARM 3D) parece ser la prueba ideal en el estudio vascular con RM. Al igual que la ATC, la ARM 3D permite identificar lesiones excéntricas y defectos intraluminales que no se detectan por la ASD. La utilización de radiaciones no ionizantes y el empleo de contrastes sin efecto nefrotóxico son dos de las ventajas de la ARM con respecto a la ASD o a la ATC [19]. El contraste paramagné-



**Figura 2.** En la arteriografía (a) se observa la estenosis superior al 50% en la arteria renal derecha y la oclusión de la arteria renal izquierda. En la ARM (b) se confirman los hallazgos de la ASD, aunque la arteria polar derecha (flecha blanca) que se observa claramente en la arteriografía, apenas se observa en la ARM [20].

tico se elimina por vía renal en el individuo sano y por vía extrarrenal en los pacientes con alteraciones del filtrado glomerular. Sus efectos secundarios más habituales son cefaleas, náuseas o vó-

mitos, que aparecen entre el 1 y 2% de los casos [20-22].

Numerosos estudios han demostrado la fiabilidad del ARM en el estudio de la EAR en comparación con la ASD [22-28]. A diferencia de la RM convencional, realizada con técnicas TOF (del inglés, *time-of-flight*) o PC (del inglés, *phase contrast*), la señal arterial en la ARM no depende del flujo arterial y, por ello, es menos susceptible a los artefactos de imagen.

La combinación de técnicas PC y ARM 3D (ARM 3D PC) permite detectar la señal ofrecida por el flujo turbulento distal a una estenosis significativa [27]. Wasser demostró que no existían diferencias en la estimación de la estenosis en la arteria renal entre la ASD y la ARM 3D PC cuando se comparaban con la medida de presión intraluminal [30]. Por otra parte, la utilización de técnicas de posproceso tras la obtención de las imágenes, como son el volumen *rendering* o las MIP, permiten aumentar la sensibilidad en la cuantificación del grado de estenosis arterial [29].

Una de las nuevas técnicas en desarrollo es la *cardiac-gated PC flow measurements*, que mide el volumen de flujo con relación al ciclo cardíaco y determina el índice de flujo con respecto a la masa renal. Permite detectar estenosis superiores al 50%, con una sensibilidad del 100% y una especificidad del 93% [30]. Por otro lado, un índice de flujo renal inferior a 1 mL/min indica la presencia de una isquemia renal grave. Estos estudios parecen tener un valor predictivo, por lo que podrían ser útiles para diferenciar aquellas lesiones susceptibles de tratamiento revascularizador, de aquellas lesiones que, a pesar de una correcta revascularización,

**Tabla II.** Sensibilidad y especificidad de la 3D ARM en la evaluación de la estenosis de arteria renal, en comparación con la ASD [34].

Autor	Año	n	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Grado de estenosis (%)
De Cobelli, et al	1997	55	100	97	> 75
Rieumont, et al	1997	30	100	71	> 50
Hany, et al	1998	103	93	90	NE
Bakker, et al	1998	50	97	92	> 50
Korst, et al	1999	38	100	85	> 50
Schoenberg, et al	1999	26	100	95	> 50
Leung, et al	1999	60	90	86	> 60
Thornton, et al	1999	62	88	98	> 50
De Cobelli, et al	2000	45	100	93	50
Shetty, et al	2000	51	96	92	> 50
Qanadili, et al	2000	41	96	79	> 50
Bongers, et al	2000	43	100	94	NE
Mittal, et al	2001	26	95	93	> 50
Fain, et al	2001	25	97	92	> 50

NE: porcentaje de estenosis no especificado.

no mejorarán ni la función renal ni el control de la HTA [31].

Numerosos autores han analizado la fiabilidad de la ARM 3D en comparación con la ASD en el estudio de la EAR, y ofrecen una sensibilidad que varía entre 88 y 100%, y una especificidad entre 71 y 100% [1,20, 26,28,32-36] (Tabla II). La ARM presenta un valor predictivo positivo bajo con relación a la ASD, alrededor del 53%, atribuible a la sobreestimación del grado de estenosis [20,26,28,33,35]. El retraso en la llegada y concentración de contraste al parénquima renal, la presencia de una perfusión renal asimétrica, la pérdida de la

señal de flujo distal a una estenosis o la pérdida del pico sistólico en las curvas de flujo, también pueden detectarse por la ARM [27,29,30,32,37]. Uno de los principales inconvenientes de la ARM es la inadecuada valoración de los vasos de pequeño calibre, por lo que su sensibilidad en el estudio de arterias renales accesorias y polares es inferior con respecto a la ASD [2,20,33-35] (Fig. 2).

La ARM también se ha empleado para el estudio de la estenosis secundaria a la displasia fibromuscular, aunque la localización distal de las lesiones, la interferencia con las venas renales y el mayor des-

plazamiento con los movimientos respiratorios, disminuyen su fiabilidad [25]. Otras indicaciones son el estudio de los aneurismas de arteria renal, el seguimiento de los injertos en los pacientes sometidos a trasplante renal [34-36] y el diagnóstico de la disección de la arteria renal primaria o como complicación de una disección aórtica [38].

La ARM es una buena prueba para el diagnóstico de la EAR, con una sensibilidad y especificidad similar a la ASD, y ofrece, además, la posibilidad de conocer la repercusión funcional de la lesión arterial. Es por ello que se puede indicar la revascularización renal, única y exclusivamente con el resultado de una ARM de calidad. Por otra parte, el estudio de las lesiones en arterias polares y en arteria renal en su porción hiliar, presenta unos pobres resultados, por lo que en los mencionados casos debería realizarse una ASD para completar el estudio.

### **Métodos diagnósticos no invasivos en el estudio de los troncos mesentéricos.**

La morbilidad asociada al empleo de la arteriografía como técnica diagnóstica en la patología isquémica visceral ha estimulado la búsqueda de técnicas no invasivas que ofrezcan una sensibilidad y especificidad similar. En la actualidad existe la tendencia de reservar la ASD para aquellos pacientes con elevada sospecha de isquemia mesentérica (IM) y emplear la USD, la ATC o la ARM como técnicas de cribado diagnóstico.

En el siguiente apartado se revisa la utilidad de la USD, ATC y ARM en el

estudio de la IM como técnica de cribado, pero también como herramienta diagnóstica única, sin la necesidad de recurrir a la arteriografía.

### **Ultrasonografía dúplex**

Moneta estableció los criterios para la identificación de la estenosis de los troncos mesentéricos (TM) mediante USD [40,41]. La presencia de una VSP igual o superior a 275 cm/s en la arteria mesentérica superior (AMS) estudiada en ayunas, se asocia a una estenosis del 70% o superior, con una sensibilidad y especificidad del 89 y 92%, respectivamente. Por otra parte, una VSP en el tronco celíaco (TC) superior o igual a 200 cm/s, indica la presencia de una estenosis del 70% o superior, con una sensibilidad y especificidad del 75 y 89%, respectivamente. En caso de oclusión completa se observará la ausencia de señal, tanto en la AMS como en el TC [39-41]. Otros autores han establecido criterios similares [41,42]. La Bombard objetivó que, en presencia de oclusión o estenosis grave de TC, se observa un flujo retrógrado en la arteria hepática común. [44]. El estudio mediante USD de la arteria mesentérica inferior (AMI) en la valoración de la IM crónica se ha realizado únicamente en casos clínicos aislados, sin existir unos criterios hemodinámicos definidos.

Existe un acuerdo generalizado en aceptar la USD como técnica de cribado en el estudio de la IM crónica, con unas prestaciones superiores a la ASD por su carácter no invasivo y fiabilidad. Algunos de los factores que dificultan los estudios mediante ultrasonidos son la presencia de gas intraabdominal, los movimien-



tos respiratorios, la cirugía abdominal previa o la presencia de obesidad. Además, con la USD únicamente es posible explorar el TC y los primeros centímetros de la AMS, aunque suele ser suficiente, ya que en la mayoría de casos las lesiones se sitúan en la porción proximal de los vasos mesentéricos. No existe ninguna serie publicada en la literatura médica en la que se emplee la USD como única herramienta diagnóstica preoperatoria; por otra parte, un buen estudio ultrasonográfico asociado a una ATC o ARM de calidad, puede ser suficiente para indicar una revascularización mesentérica [44].

La utilidad de la USD en el diagnóstico de la IM aguda se encuentra en una fase experimental, y escasean los trabajos publicados al respecto. Las condiciones clínicas no suelen ser las ideales para la realización de una exploración con ultrasonidos, ya que, generalmente, el paciente no está en ayunas y suele presentar un ilioparalítico que favorece la presencia de abundante gas intraabdominal y disminuye la calidad del estudio [45]. Danse publicó un estudio donde se realizaba una USD de la AMS a todo paciente con dolor abdominal y sospecha de IM aguda que acudía a un servicio de urgencias [46]. Se incluyeron 770 pacientes, y se consiguió identificar cinco de los seis casos con oclusión de la AMS. Parece que la sensibilidad de la prueba se elevaría, aunque en el mencionado estudio no se hace referencia al número de falsos positivos. Evidentemente, se precisan estudios prospectivos y más amplios para aceptar la USD como herramienta en el diagnóstico de la IM aguda.

En conclusión, la USD en manos experimentadas es una herramienta muy útil

en el cribado de la IM crónica, pero su fiabilidad como técnica diagnóstica única previa a la revascularización arterial mesentérica, todavía debe demostrarse.

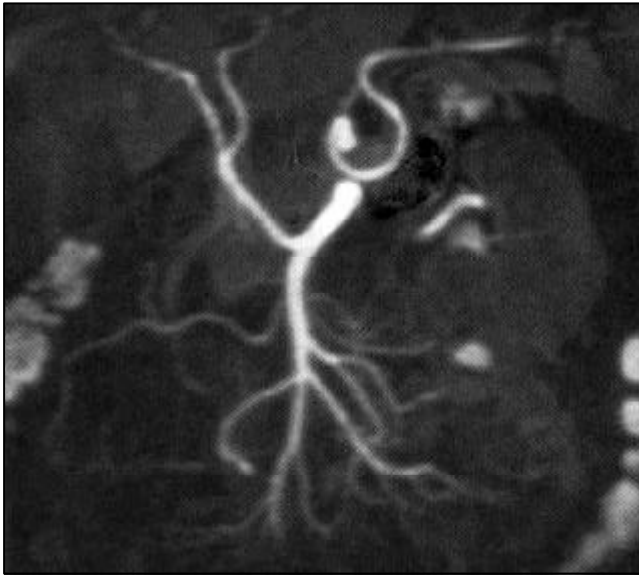
### **Angiografía mediante tomografía computarizada**

La mayoría de trabajos publicados en los que se valora el estado de los TM mediante ATC, suelen englobarse dentro de exploraciones realizadas para el estudio de aneurismas de aorta abdominal, y escasean los estudios realizados exclusivamente para el diagnóstico de la IM crónica [46-49]. La incidencia de estenosis de los TM abarca entre el 10 y el 40% de los pacientes con un aneurisma de aorta abdominal [49]. En la mayoría de casos, la estenosis es de carácter asintomático y es infrecuente la necesidad de su corrección quirúrgica [46,50,51]. Qanadli publicó un trabajo en el que se analizaban los hallazgos de la ATC en comparación a la ASD en 47 pacientes con un aneurisma de aorta infrarrenal [47]. La ACT detectó la presencia de una estenosis del TC o de la AMS en los 11 casos que se presentaba, pero la cuantificación del grado de estenosis fue errónea en el 25% de ellos [47].

La ausencia de estudios comparativos entre ASD y ATC en el estudio de TM no permite valorar la sensibilidad y especificidad de la ATC como prueba diagnóstica en el estudio de la IM.

### **Angiorresonancia magnética**

La fiabilidad de la RM en el estudio de los TM ha mejorado con la aparición de nuevas técnicas de adquisición de imágenes. La primera técnica empleada fue



**Figura 3.** Fase arterial de la circulación mesentérica en ARM con técnica posproceso MIP, en la que se observa perfectamente el tronco principal de la AMS y sus ramas [60].

la 3D TOF (del inglés, *time-of-flight*). Sus principales inconvenientes eran la necesidad de un tiempo excesivamente largo para la adquisición de imágenes, la dificultad en la valoración de vasos tortuosos y el análisis erróneo del flujo retrógrado habitual en el territorio esplácnico, lo que provocaba la sobreestimación del grado de estenosis. Actualmente, la técnica 3D TOF ARM se emplea únicamente en el estudio del sistema porta. Las principales limitaciones de la TOF ARM se superaron con la *phase-contrast* (3D PC ARM), la cual permite el análisis cuantitativo de la dirección y velocidad del flujo sanguíneo. Posteriormente, se introdujo la técnica denominada *contrast-enhanced* 3D ARM (3D CE ARM) con aplicaciones similares a las empleadas en el estudio renal. La administración de 30-40 cm<sup>3</sup> de contraste paramagnético permite estudiar

completamente el TC y ramas, el tronco principal de la AMS, el sistema porta y sus venas tributarias [51], pero no ofrecen buenos resultados en el estudio de la AMI, de las ramas de la AMS ni de las arterias intrahepáticas [52-54]. Las técnicas posproceso, como son las MIP o *volumen-rendering* (VR), permiten mejorar la calidad de las imágenes y aumentar su sensibilidad y especificidad.

Algunos autores han realizado estudios comparativos entre la ARM y la ASD en el diagnóstico de la IM crónica [53-56]. Los resultados obtenidos mediante 3D PC ARM fueron desalentadores, y se detectó únicamente el 66% de las lesiones, con un número de falsos positivos muy elevado [54]. En una serie corta en la que se comparaba 14 casos estudiados mediante CE 3D ARM y ASD se obtuvieron mejores resultados, y se alcanzó una sensibilidad y especificidad del 100 y 95%, respectivamente [53]. Aunque la técnica parece bastante precisa en el estudio del tronco principal del TC o de la AMS, su sensibilidad disminuye en el estudio de los vasos de menor calibre, como son las ramas del TC y AMS o la propia AMI; aunque, por otro lado, la importancia clínica de este hecho probablemente no sea relevante en la mayoría de casos (Fig. 3).

La aplicación de la ARM en el estudio de otros procesos vasculares mesentéricos se encuentran en fase de desarrollo. Se han publicado estudios de investigación realizados en animales, sobre la IM aguda no oclusiva o por embolia, con resultados prometedores [56-58]. La ARM también podría ser una buena herramienta en el diagnóstico de la IM por

trombosis venosa [58]. Al igual que ocurre en el sector renal, la ARM es una técnica diagnóstica que ofrece excelentes resultados en el estudio de la disección aórtica y en la valoración de la afectación de los TV [59].

La ARM es una técnica que ha obtenido unos resultados similares a la ASD en el estudio de los TM principales, aunque se deberá esperar a la realización de ensayos doble ciego con la inclusión de un gran número de pacientes, para aceptar la ARM como prueba diagnóstica única en el estudio de la IM.

## Conclusión

La evolución de las técnicas no invasivas desplaza a la arteriografía como herramienta diagnóstica en la patología de los TV. La USD ha demostrado ser una buena herramienta para el cribado de las lesiones arteriales, pero su utilidad como herramienta diagnóstica única todavía debe demostrarse. La ATC y en mayor medida la ARM, son dos pruebas que permitirán, en un futuro muy cercano, diagnosticar la patología arterial de los TV sin la necesidad de recurrir a la arteriografía.

## Bibliografía

1. Dean RH. Screening and diagnosis of renal vascular hypertension. In Novick A, ed. *Renovascular disease*. 1 ed. Philadelphia, PA: Saunders; 1996. p. 225-33.
2. Fatica RA, Port FK, Young EW. Incidence trends and mortality in end-stage renal disease attributed to renovascular disease in the United States. *Am J Kidney Dis* 2001; 37: 1184-90.
3. Scoble JE, Hamilton G. Atherosclerotic renovascular disease. *BMJ* 1990; 300: 1670-1.
4. Caps MT, Perissinotto C, Zierler RE, Polissar NL, Bergelin RO, Tullis MJ, et al. Prospective study of atherosclerotic disease progression in the renal artery. *Circulation* 1998; 98: 2866-72.
5. Hansen KJ, Starr SM, Sands RE, Burkart JM, Plonk GW Jr, Dean RH. Contemporary surgical management of renovascular disease. *J Vasc Surg* 1992; 16: 319-30.
6. Blum U, Krumme B, Flugel P, Gabelmann A, Lehnert T, Buitrago-Tellez C, et al. Treatment of ostial renal-artery stenoses with vascular endoprostheses after unsuccessful balloon angioplasty. *N Engl J Med* 1997; 336: 459-65.
7. Zierler RE. Duplex scanning for renal arterial occlusive disease. In Ernst CB, Stanley JC, eds. *Current therapy in vascular surgery*. 4 ed. St. Louis: Mosby; 2003. p. 717-20.
8. Hansen KJ, Tribble RW, Reavis SW, Canzanella VJ, Craven TE, Plonk GW Jr, et al. Renal duplex sonography: evaluation of clinical utility. *J Vasc Surg* 1990; 12: 227-36.
9. Olin JW, Piedmonte MR, Young JR, DeAnna S, Grubb M, Childs MB. The utility of duplex ultrasound scanning of the renal arteries for diagnosing significant renal artery stenosis. *Ann Intern Med* 1995; 122: 833-8.
10. Cohn EJ Jr, Benjamin ME, Sandager GP, Lilly MP, Killewich LA, Flinn WR. Can intrarenal duplex waveform analysis predict successful renal artery revascularization? *J Vasc Surg* 1998; 28: 471-80.
11. Frauchiger B, Zierler R, Bergelin RO, Isaacson JA, Strandness DE Jr. Prognostic significance of intrarenal resistance indices in patients with renal artery interventions: a preliminary duplex sonographic study. *Cardiovasc Surg* 1996; 4: 324-30.
12. Berland LL, Koslin DB, Routh WD, Keller FS. Renal artery stenosis: prospective evaluation of diagnosis with color duplex US compared with angiography. *Work in progress. Radiology* 1990; 174: 421-3.
13. Desberg AL, Paushter DM, Lammert GK, Hale JC, Troy RB, Novick AC, et al. Renal artery stenosis: evaluation with color Doppler flow imaging. *Radiology* 1990; 177: 749-53.
14. Hoffman U. Role of duplex scanning for the detection of atherosclerotic renal artery disease. *Kidney Int* 1991; 39: 1232-9.
15. Galanski M, Prokop M, Chavan A, Schaefer CM, Jandeleit K, Nischelsky JE. Renal arterial stenoses: spiral CT angiography. *Radiology* 1993; 189: 185-92.
16. Rubin GD, Dake MD, Napel SA, McDonnell

- CH, Jeffrey RB Jr. Three-dimensional spiral CT angiography of the abdomen: initial clinical experience. *Radiology* 1993; 186: 147-52.
17. Bautz W. Preoperative evaluation of vessels of the upper abdomen with spiral CT: comparison with conventional CT and arterial DSA. *Radiology* 1991; 181: 261.
  18. Schaefer CM. Vascular image with spiral CT. In Prokop M, Nischelsky JE, Felix R, Langer M, eds. *Advances in CT II*. Berlin: Springer-Verlag; 1992. p. 109-15.
  19. Rubin GD. Spiral CT angiography of renal artery stenosis: comparison with arteriography. *Radiology* 1992; 185: 181.
  20. Korst MB, Joosten FB, Postma CT, Jager GJ, Krabbe JK, Barentsz JO. Accuracy of normal-dose contrast-enhanced MR angiography in assessing renal artery stenosis and accessory renal arteries. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 174: 629-34.
  21. Ghantous VE, Eisen TD, Sherman AH, Finkelstein FO. Evaluating patients with renal failure for renal artery stenosis with gadolinium-enhanced magnetic resonance angiography. *Am J Kidney Dis* 1999; 33: 36-42.
  22. Goldstein HA, Kashanian FK, Blumetti RF, Holyoak WL, Hugo FP, Blumenfeld DM. Safety assessment of gadopentetate dimeglumine in US clinical trials. *Radiology* 1990; 174: 17-23.
  23. Prince MR, Narasimham DL, Stanley JC, Chenevert TL, Williams DM, Marx MV, et al. Breath-hold gadolinium-enhanced MR angiography of the abdominal aorta and its major branches. *Radiology* 1995; 197: 785-92.
  24. Bakker J, Beek FJ, Beutler JJ, Hene RJ, de Kort GA, de Lange EE, et al. Renal artery stenosis and accessory renal arteries: accuracy of detection and visualization with gadolinium-enhanced breath-hold MR angiography. *Radiology* 1998; 207: 497-504.
  25. De Cobelli F, Vanzulli A, Sironi S, Mellone R, Angeli E, Venturini M, et al. Renal artery stenosis: evaluation with breath-hold, three-dimensional, dynamic, gadolinium-enhanced versus three-dimensional, phase-contrast MR angiography. *Radiology* 1997; 205: 689-95.
  26. De Cobelli F, Venturini M, Vanzulli A, Sironi S, Salvioni M, Angeli E, et al. Renal arterial stenosis: prospective comparison of color Doppler US and breath-hold, three-dimensional, dynamic, gadolinium-enhanced MR angiography. *Radiology* 2000; 214: 373-80.
  27. Fain SB, King BF, Breen JF, Kruger DG, Riederer SJ. High-spatial-resolution contrast-enhanced MR angiography of the renal arteries: a prospective comparison with digital subtraction angiography. *Radiology* 2001; 218: 481-90.
  28. Gilfeather M, Yoon HC, Siegelman ES, Axel L, Stolpen AH, Shlansky-Goldberg RD, et al. Renal artery stenosis: evaluation with conventional angiography versus gadolinium-enhanced MR angiography. *Radiology* 1999; 210: 367-72.
  29. Knopp MV. Non-invasive assessment of renal artery stenosis: current concepts and future directions in Magnetic Resonance Angiography. Floemer F, Schoenberg S, eds. *J Comput Assist Tomogr* 1999; 23: 111-7.
  30. Wasser MN, Westenberg J, Van der Hulst SP, Van Baalen J, Van Bockel JH, Van Erkel AR, et al. Hemodynamic significance of renal artery stenosis: digital subtraction angiography versus systolically gated three-dimensional phase-contrast MR angiography. *Radiology* 1997; 202: 333-8.
  31. Mallouhi A, Schocke M, Judmaier W, Wolf C, Dessl A, Czermak BV, et al. 3D MR angiography of renal arteries: comparison of volume rendering and maximum intensity projection algorithms. *Radiology* 2000; 223: 509.
  32. Schoenberg SO. Renal artery stenosis: grading of hemodynamic changes with cine phase contrast MR blood flow measurements. *Radiology* 1997; 203: 45-53.
  33. Binkert CA. Can MR measurement of renal artery flow and renal volume predict the outcome of percutaneous transluminal renal angioplasty? *Cardiovasc Intervent Radiol* 2001; 24: 233-9.
  34. Leung DA. MR angiography of the renal arteries. *Radiol Clin N Am* 2002; 40: 847-65.
  35. Thornton MJ, Thornton F, O'Callaghan J, Varghese JC, O'Brien E, Walshe J, et al. Evaluation of dynamic gadolinium-enhanced breath-hold MR angiography in the diagnosis of renal artery stenosis. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 173: 1279-83.
  36. Qanadli SD, Soulez G, Therasse E, Nicolet V, Turpin S, Froment D, et al. Detection of renal artery stenosis: prospective comparison of captopril-enhanced Doppler sonography, captopril-enhanced scintigraphy, and MR angiography. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 177: 1123-9.
  37. Niendorf HP. Safety Gadolinium-DTPA: extended clinical experience. *Magn Reson Med* 1991; 22: 222-8.
  38. Johnson DB, Lerner CA, Prince MR, Kazanjian SN, Narasimham DL, Leichtman AB, et al. Gadolinium-enhanced magnetic resonance angiography of renal transplants. *Magn Reson Imaging* 1997; 15: 13-20.
  39. Prince MR. Gadolinium-enhanced MR aortography. *Radiology* 1994; 145: 155-64.
  40. Moneta GL, Yeager RA, Dalman R, Antonov-ic R, Hall LD, Porter JM. Duplex ultrasound

- criteria for diagnosis of splanchnic artery stenosis or occlusion. J Vasc Surg 1991; 14: 511-8.
41. Moneta GL, Lee RW, Yeager RA, Taylor LM Jr, Porter JM. Mesenteric duplex scanning: a blinded prospective study. J Vasc Surg 1993; 17: 79-84.
  42. Bowersox JC, Zwolak RM, Walsh DB, Schneider JR, Musson A, LaBomard FE, et al. Duplex ultrasonography in the diagnosis of celiac and mesenteric artery occlusive disease. J Vasc Surg 1991; 14: 780-6.
  43. Zwolak RM. Mesenteric and celiac duplex scanning. A validation study. J Vasc Surg 1998; 27: 1078-87.
  44. LaBomard FE. Hepatic artery duplex as an adjunct in the evaluation of chronic mesenteric ischemia. J Vasc Tech 1992; 16: 7-11.
  45. Zwolak RM. Can duplex ultrasound replace arteriography in screening for mesenteric ischemia? Semin Vasc Surg 1999; 12: 252-60.
  46. Danse EM, Van Beers BE, Goffette P, Dardenne AN, Laterre PF, Pringot J. Acute intestinal ischemia due to occlusion of the superior mesenteric artery: detection with Doppler sonography. J Ultrasound Med 1996; 15: 323-6.
  47. Qanadli SD, Mesurole B, Coggia M, Barre O, Fukui S, Goeau-Brissonniere OA, et al. Abdominal aortic aneurysm: pretherapy assessment with dual-slice helical CT angiography. AJR Am J Roentgenol 2000; 174: 181-7.
  48. Zeman RK, Silverman PM, Berman PM, Weltman DI, Davros WJ, Gomes MN. Abdominal aortic aneurysms: evaluation with variable-collimation helical CT and overlapping reconstruction. Radiology 1994; 193: 555-60.
  49. Simoni G, Perrone R, Cittadini G Jr, De Caro G, Baiardi A, Civalieri D. Helical CT for the study of abdominal aortic aneurysms in patients undergoing conventional surgical repair. Eur J Vasc Endovasc Surg 1996; 12: 354-8.
  50. Brewster DC, Retana A, Waltman AC, Darling RC. Angiography in the management of aneurysms of the abdominal aorta. Its value and safety. N Engl J Med 1975; 292: 822-5.
  51. Nuno IN, Collins GM, Bardin JA, Bernstein EF. Should aortography be used routinely in the elective management of abdominal aortic aneurysm? Am J Surg 1982; 144: 53-7.
  52. Carlos RC, Stanley JC, Stafford-Johnson D, Prince MR. Interobserver variability in the evaluation of chronic mesenteric ischemia with gadolinium-enhanced MR angiography. Acad Radiol 2001; 8: 879-87.
  53. Ernst O, Asnar V, Sergeant G, Lederman E, Nicol L, Paris JC, et al. Comparing contrast-enhanced breath-hold MR angiography and conventional angiography in the evaluation of mesenteric circulation. AJR Am J Roentgenol 2000; 174: 433-9.
  54. Meaney JF, Prince MR, Nostrant TT, Stanley JC. Gadolinium-enhanced MR angiography of visceral arteries in patients with suspected chronic mesenteric ischemia. J Magn Reson Imaging 1997; 7: 171-6.
  55. Wasser MN, Geelkerken RH, Kouwenhoven M, Van Bockel JH, Hermans J, Schultze-Kool LJ, et al. Systolically gated 3D phase contrast MRA of mesenteric arteries in suspected mesenteric ischemia. J Comput Assist Tomogr 1996; 20: 262-8.
  56. Baden JG, Racy DJ, Grist TM. Contrast-enhanced three-dimensional magnetic resonance angiography of the mesenteric vasculature. J Magn Reson Imaging 1999; 10: 369-75.
  57. Chan FP, Li KC, Heiss SG, Razavi MK. A comprehensive approach using MR imaging to diagnose acute segmental mesenteric ischemia in a porcine model. AJR Am J Roentgenol 1999; 173: 523-9.
  58. Li KC, Pelc LR, Puvvala S, Wright GA. Mesenteric ischemia due to hemorrhagic shock: MR imaging diagnosis and monitoring in a canine model. Radiology 1998; 206: 219-25.
  59. Kopka L. Differences in injection rates of contrast-enhanced breath-hold three-dimensional MR angiography. AJR Am J Roentgenol 1998; 170: 345-8.
  60. Shirkhoda A. Contrast enhanced MR angiography of the mesenteric circulation: a pictorial essay. Radiographics 1998; 18: 851-65.

## CIRUGÍA SINARTERIOGRAFÍA DE LOSTRONCOS VISCERALES

**Resumen.** Objetivo. Exponer las ventajas e inconvenientes de la ultrasonografía Doppler (USD), la angiotomografía computarizada (ATC) y la angiorrisonancia magnética (ARM) en el estudio de las lesiones de los troncos vis-

## CIRURGIA SEMARTERIOGRAFIA DOSTRONCOS VISCERAIS

**Resumo.** Objetivo. Expor as vantagens e os inconvenientes da ultrassonografia Doppler (USD), a angio-tomografia computadorizada (ATC) e a angio-ressonância magnética (ARM) no estudo das lesões dos troncos vis-

cerales (TV), en comparación con la arteriografía de sustracción digital (ASD) según la literatura médica publicada. Desarrollo. La USD permite detectar la presencia de una estenosis en los TV, con una sensibilidad entre el 90 y 95% y una especificidad entre el 85 y 90%. Sus principales limitaciones son la variabilidad dependiente de la experiencia del técnico y de las características anatómicas del paciente. La ATC es una buena prueba para detectar la presencia de estenosis en las arterias renales y troncos mesentéricos (TM), aunque no existen suficientes estudios comparativos al respecto. Sus principales limitaciones son la inadecuada cuantificación del grado de estenosis en estenosis graves y la necesidad de emplear contraste nefrotóxico. La ARM con contraste en tres dimensiones (ARM 3D) parece ser la prueba ideal en el estudio vascular con RM. La utilización de radiaciones no ionizantes y el empleo de contrastes sin efecto nefrotóxico son dos de las ventajas de la ARM con respecto a la ASD o a la ATC. La ARM presenta una sensibilidad entre el 88 y el 100%, y una especificidad entre el 71 y el 100% en el estudio de las arterias renales. Al igual que la ATC, presenta una tendencia a la sobreestimación del grado de estenosis. Tanto la USD, ATC como ARM, presentan una baja sensibilidad y especificidad en el estudio de las lesiones arteriales en arterias polares y en la arteria renal hiliar. Conclusiones. La USD es una prueba sensible, de relativo bajo coste y suficientemente precisa para utilizarse como técnica de cribado en el estudio de la estenosis de los TV, pero son escasos los trabajos publicados en los que se emplea la USD como herramienta diagnóstica única para indicar una revascularización renal o mesentérica. La utilidad del ATC en el estudio de la arteria renal y de los TM deberá demostrarse en estudios doble ciego en comparación con la ASD. Hasta la aparición de estos estudios debe considerarse como una prueba de cribado o como una técnica complementaria a la ASD. La ARM es una buena prueba para el diagnóstico de la estenosis de arteria renal, con una sensibilidad y especificidad similar a la ASD, y ofrece, además, la posibilidad de conocer la repercusión funcional de la lesión arterial. Por otra

cerais (TV), em comparação com a arteriografia de subtração digital (ASD), conforme a literatura médica publicada. Desenvolvimento. A USD permite detectar a presença de uma estenose nos TV, com uma sensibilidade entre 90 e 95% e uma especificidade entre 85 e 90%. As suas principais limitações são a variabilidade dependente da experiência do técnico e das características anatómicas do doente. A ATC é uma boa prova para detectar a presença de estenoses nas artérias renais e troncos mesentéricos (TM), embora não existam estudos comparativos suficientes a seu respeito. As suas principais limitações são a quantificação inadequada do grau de estenoses nas estenoses graves e a necessidade de utilizar contraste nefrotóxico. A ARM com contraste em três dimensões (ARM 3D) parece ser a prova ideal no estudo vascular com RM. A utilização de radiações não ionizantes e a utilização de contrastes sem efeito nefrotóxico são duas das vantagens da ARM relativamente à ASD e à ATC. A ARM apresenta uma sensibilidade entre 88 e 100%, e uma especificidade entre 71 e 100% no estudo das artérias renais. Tal como a ATC, apresenta uma tendência para a subestimação do grau de estenose. Tanto a USD, a ARC como a ARM, apresentam uma baixa sensibilidade e especificidade no estudo das lesões arteriais em artérias polares e na artéria renal hiliar. Conclusões. A USD é uma prova sensível, de relativo baixo custo e suficientemente precisa para ser utilizada como técnica de crivado no estudo da estenose dos TV, contudo são poucos os trabalhos publicados em que é utilizada a USD como ferramenta de diagnóstico única na indicação para revascularização renal ou mesentérica. A utilidade do ATC no estudo da artéria renal e dos TM deverá ser demonstrada em estudos com dupla ocultação em comparação com a ASD. Até ao aparecimento destes estudos deve considerar-se como uma prova de crivado ou como técnica complementar da ASD. A ARM é uma boa prova para o diagnóstico da estenose da artéria renal, com uma sensibilidade e especificidade similar à ASD, e oferece para além disso, a possibilidade de conhecer a repercussão funcional da lesão arterial. Por

*parte, la ARM es una técnica que ha obtenido unos resultados similares a la ASD en el estudio de los TM principales, aunque probablemente se deberá esperar a la realización de ensayos doble ciego con la inclusión de un gran número de pacientes, para aceptar la ARM como prueba diagnóstica única en las lesiones de TM. [ANGIOLOGÍA 2003; 55: 416-30]*

**Palabras clave.** Angioresonancia magnética. Angiotomografía computarizada. Arteria renal. Arteriografía. Estenosis. Troncos mesentéricos. Ultrasonografía Doppler.

*outro lado, a ARM é uma técnica que obteve resultados similares à ASD nos estudo dos TM principais, embora provavelmente deve-se-á esperar pela realização de ensaios duplamente ocultos com a inclusão de um grande número de doentes, para aceitar a ARM como prova de diagnóstico única nas lesões de TM. [ANGIOLOGÍA 2003; 55: 416-30]*

**Palavras chave.** Angio-ressonância magnética. Angio-tomografia computadorizada. Arteria renal. Arteriografia. Estenose. Troncos mesentéricos. Ultrassonografia Doppler.