

Estudio comparativo entre angioresonancia *versus* angiografía por sustracción digital, en la evaluación de pacientes con sospecha clínica de insuficiencia arterial de miembros inferiores

Mayor M.C. Jaime **Bravo-Valle**,* Tte. Cor. M.C. María **Pérez-Reyes**,**

Mayor M.C. Antonio Reginaldo **Alcántara-Peraza**,*** Mayor M.C. M.S.P. Martha **Rodríguez-Ríos******

Hospital Central Militar. Ciudad de México.

RESUMEN

Introducción. La enfermedad arterial periférica oclusiva es una manifestación local de la aterosclerosis; el tratamiento adecuado requiere la valoración estricta de la morfología vascular subyacente. Para este propósito, se encuentran en uso varias modalidades de imagen, incluyendo la angiografía por sustracción digital (DSA), ultrasonografía Duplex, angiografía por tomografía computada (CT) y la angiografía por resonancia magnética (RM).

Objetivo. Comparar la sensibilidad y especificidad de la angiografía por RM con la angiografía por sustracción digital (estándar de oro).

Material y método. Se incluyeron 10 pacientes, muestreados secuencialmente con sospecha clínica de estenosis arterial de miembros inferiores (siete hombres y tres mujeres), con edades entre 50 y 87 años, promedio de 68 años, a quienes se les realizaron estudios angiográficos por RM y angiografía por sustracción digital, evaluando un total de 210 secuencias.

Resultados. La sensibilidad de la angioresonancia de forma global fue de 93%, con una especificidad de 57.57%; el valor predictivo positivo fue de 92.2% y el valor predictivo negativo de 61.29%.

Conclusión. La ausencia de radiación ionizante, el uso de agentes de contraste sin riesgo de nefrotoxicidad y una exactitud diagnóstica alta, son las cualidades deseables para asegurar la rápida implementación de la angiografía por RM como modalidad de elección para la valoración de enfermedad arterial en muchos centros en el mundo, sin embargo a pesar de la sensibilidad aceptable, su especificidad resultó baja por lo que su implementación como método de elección llevará todavía algún tiempo.

Palabras clave: angioresonancia, angiografía por sustracción digital, enfermedad arterial periférica oclusiva.

Comparative study between angioresonance versus angiography by digital subtraction in the evaluation of patients with clinical suspicion of arterial insufficiency of lower limbs

SUMMARY

Introduction. The peripheral arterial occlusive disease is a local manifestation of the atherosclerosis; the appropriate treatment it requires the strict valuation of the underlying vascular morphology. For this purpose, they are in use you vary image modalities including the digital subtraction angiography (DSA), Duplex ultrasonography, computed tomography (CT) angiography and magnetic resonance angiography (RM).

Objective. To compare the sensitivity and specificity of magnetic resonance angiography (RM) with the digital subtraction angiography (standard of gold).

Material and method. Ten (10) patients were included, sequentially with suspicion clinic of arterial stenosis of lower extremities (7 men and 3 women), with ages between 50 and 87 years, average of 68 years to who were carried out studies of MR angiography and digital subtraction angiography (DSA), evaluating a total of 210 sequences.

Results. The sensitivity of the magnetic resonance angiography in a global way was of 93%, with a specificity of 57.57%, positive predictive value was of 92.2% and negative predictive value of 61.29%.

Conclusion. The absence of radiation, the lack of any nephrotoxicity of contrast agents and an highly accurate diagnosis are the desirable qualities to assure the quick implementation of MR angiography like election modality for the sensitivity, their specificity was low for that its implementation like election method will still take time.

Key words: Magnetic resonance angiography, digital subtraction angiography, peripheral arterial occlusive disease.

* Residente de radiodiagnóstico, Escuela Militar de Graduados de Sanidad, México. ** Jefa de la subsección de Resonancia Magnética del Hospital Central Militar, México. *** Jefe de la subsección de Radiología Intervencionista del Hospital Central Militar, México. **** Jefa de la sección de Proyección de la Salud de la Unidad de Especialidades Médicas, México. Hospital Central Militar.

Correspondencia:

Mayor M.C. Jaime Bravo-Valle

Unidad Habitacional Militar Lomas de Sotelo. Área 9, Edificio D, Departamento 5. Col. Lomas de Sotelo. Del. Miguel Hidalgo. C.P. 11200. México, D.F. Tel.: 5202-8121.

Recibido: Agosto 14, 2004.

Aceptado: Noviembre 17, 2004.

Introducción

a. Insuficiencia arterial crónica

La enfermedad arterial periférica oclusiva es una manifestación local de la aterosclerosis, la cual es un problema mayor en la población senil de países desarrollados. Las lesiones arteriales periféricas sintomáticas suelen localizarse en aorta abdominal infrarrenal, arterias ilíacas y femoral superficial a nivel del conducto aductor.¹

El diagnóstico de la patología arterial periférica ocluyente se realiza básicamente por la clínica del paciente (claudicación intermitente), la exploración física (características del pulso arterial a diferentes niveles) y por la medida segmentaria de presión arterial (índice tobillo-brazo). Muchas veces el tratamiento es médico combinado con el ejercicio físico. La diabetes sacarina es el factor de riesgo que se acompaña del índice más alto de isquemia de la extremidad inferior que pone en peligro un miembro; la enfermedad arterial diabética es más común en la femoral profunda distal, la poplítea distal y las arterias tibiales y digitales del pie.² De las técnicas disponibles para el estudio morfológico de la patología vascular arterial periférica (ultrasonidos Doppler-color, tomografía helicoidal, angioresonancia magnética angio-RM) y angiografía por sustracción digital (DSA), la DSA se sigue considerando como el estándar de oro para la evaluación de esta patología; sin embargo, es una técnica invasiva con ciertas limitaciones, no exenta de complicaciones relacionadas con la punción arterial y la administración de contraste iodados.³

b. Angiografía diagnóstica

Como el 90% de lesiones ateroscleróticas se encuentran debajo de la bifurcación aórtica, los miembros inferiores son el territorio vascular más frecuentemente afectado. Actualmente, la enfermedad vascular periférica suma de 50,000 a 60,000 casos de angioplastia percutánea transluminal, implantación de prótesis vasculares de 110,000 y aproximadamente 100,000 casos de amputaciones anuales en los Estados Unidos.⁴

La angiografía por sustracción digital (DSA) basada en catéter, sigue siendo el estándar de referencia para la valoración anatómica de la enfermedad arterial periférica oclusiva. La DSA es capaz de realizar una evaluación exacta del estrechamiento de la luz de un segmento de vasos enfermos y construcción de un mapa preciso del trayecto arterial para planear el tratamiento, el cual puede incluir la angioplastia percutánea con balón, cirugía de Bypass o amputación.⁵

La ausencia de radiación ionizante y el uso de agente nulo de cualquier nefrotoxicidad, en conjunto con una exactitud diagnóstica alta, son las cualidades deseables que han manejado los radiólogos para asegurar la rápida implementación de la angiografía por RM como modalidad de elección para la valoración de enfermedad arterial en muchos centros en el mundo.⁶

La resonancia magnética es un fenómeno físico, descrito en 1946 por Félix Bloch y Edward Purcel. La obtención de imágenes por medio de la resonancia magnética se basa en las propiedades magnéticas de los átomos que poseen un momento angular intrínseco (spin).⁷

Con las técnicas actuales en resonancia magnética podemos observar: diferencias químicas entre tejidos; cambios en una imagen; escala de grises (patologías tumorales); flujo sanguíneo en imágenes de alta intensidad de vasos, tanto en láminas finas como en estructuras 3D; imágenes axiales, coronales, sagitales y oblicuas desde una estructura 3D completa (cabeza); cortes grandes o largas secciones, sobre todo en vista sagital (columna vertebral).⁸

La angio-RM ha conseguido un desarrollo espectacular en los últimos tiempos. El contraste intravascular utilizado en la actualidad es un quelato de gadolinio, a dosis de 0.1-0.3 mmol/kg. Administrado por vía intravenosa, cuando pasa por las arterias da lugar a un aumento de la señal intravascular de manera análoga al contraste intravascular de la arteriografía convencional. Están disponibles en Estados Unidos cuatro agentes de contraste basados en gadolinio: gadopentato de dimeglumina, gadodiamida, gadoteridol y gadoversetamida. La vida media biológica de eliminación de estos agentes es de aproximadamente una hora y media.⁹ El gadolinio tiene un número atómico alto ($Z=64$) mayor que la del yodo ($Z=53$). Esta propiedad le permite absorber los rayos X en el espectro de energía diagnóstica.¹⁰

La incidencia total de eventos adversos parece ser menor de 5% con el uso de los agentes con gadolinio y la incidencia de cualquier evento único adverso es de aproximadamente 1% o menor en todos los pacientes. Los eventos más comunes son náusea, cefalea y vómito. Se han reportado reacciones anafilactoides con estos agentes en un rango de 1 en 100,000 a 1 en 500,000 administraciones.¹⁰

La RM tiene una menor resolución espacial que la arteriografía convencional, por lo que su capacidad para detectar estenosis en vasos de pequeño calibre resulta limitada, aunque es capaz de detectar las obstrucciones. La manipulación de las imágenes en el ordenador permite efectuar varios tipos de reconstrucciones, la volumétrica entre ellas. Una vez hecha, la imagen resultante puede rotarse en todas las direcciones del espacio, potenciando así la visualización de la superficie del vaso u obteniendo proyecciones de máxima o mínima intensidad (MIP), o ambas.¹¹ Otras reconstrucciones posibles son la multiplanar (MPR) o aquellas que potencian la visualización del interior del vaso: endovasculares.¹²

Al principio se utilizaron las técnicas basadas en el desplazamiento de fase (PC) y realce por flujo (TOF), pero presentaban limitaciones importantes. En la actualidad la mayoría de estos problemas han sido resueltos con los equipos de alto campo de 1.5 Teslas.¹³ Para la obtención de imágenes arteriales de alta calidad es necesario optimizar la técnica y deben ser considerados diferentes parámetros:

1. Secuencias de pulso de adquisición rápida potenciadas en TI (3D) eco de gradiente: incrementan la intensidad de

señal del flujo sanguíneo tras la administración de contraste.¹³

2. Volumen y tiempo de inyección del contraste: a medida que aumenta la dosis de contraste mejora la calidad del estudio, disminuyen los artefactos y mejora la confianza diagnóstica; en este aspecto se han mostrado mejores las dosis de contraste de 0.3 mmol/kg que las de 0.1 mmol/kg. El pico de concentración en sangre del gadolinio depende del tiempo de inyección del bolo de contraste, una inyección rápida de 2-5 ml/s es la más adecuada.¹³
3. Retraso en la adquisición: es el factor más importante para la obtención de imágenes arteriales bien contrastadas y para que no presenten artefactos debidos a falta de homogeneidad del bolo y a tinción venosa.¹⁴
4. Tiempo de imagen y tiempo de apnea: el primero debe ser lo suficientemente corto para que pacientes incluso debilitados puedan mantener la apnea durante las adquisiciones en abdomen.¹⁴
5. Grosor de los cortes: cortes entre 1-2 mm son apropiados para el estudio de la aorta abdominal y los miembros inferiores.¹⁴
6. Selección de las bobinas: con la utilización de bobinas de cuerpo se pueden obtener imágenes de buena calidad en aorta abdominal, arterias ilíacas y arterias femorales; sin embargo, en el sector poplíteo y distal la utilización combinada de bobinas de superficie acopladas en fase mejora la obtención de una alta señal en los vasos más periféricos.¹⁴
7. La sustracción: necesaria para evitar las señales de fondo, es especialmente importante en miembros inferiores para eliminar la señal del gadolinio circulante en las venas, si se han realizado inyecciones previas del mismo como prueba o para la adquisición de otras secuencias.¹⁵

Si la técnica se optimiza, encontramos en la bibliografía resultados diagnósticos similares entre la DSA y la angio-RM, cuando se estudian lesiones estenóticas hemodinámicamente significativas (mayores del 50%) u oclusiones. La sensibilidad y la especificidad están entre el 92 y el 97% según las diferentes series.¹⁶ El problema de la angio-RM está en las estenosis del 50% o menores, que pueden ser sobreestimadas e interpretadas como estenosis mayores del 50%. En los casos de estenosis menores del 50% la sensibilidad y la especificidad están entre el 70 y el 90% según las diferentes series.¹⁷

Planteamiento del problema

La importancia de la radiología intervencionista como herramienta en el diagnóstico de la insuficiencia arterial de miembros inferiores cada vez es mayor; sin embargo, el empleo de medios de contraste tradicionales (yodados) para su realización está contraindicado en forma relativa en pacientes con insuficiencia renal y con antecedentes de reacciones alérgicas a la inyección de los mismos; en la búsqueda por aportar un diagnóstico en este tipo de pacientes en

otros países se han realizado ensayos clínicos con angioresonancia con medio de contraste gadolinio y se ha obtenido una precisión diagnóstica similar a la obtenida con medios de contraste tradicionales; así se han reducido de forma importante los riesgos para los pacientes.

En el Hospital Central Militar no existe hasta el momento un proceso definido para la realización de angio-RM con gadolinio en estos pacientes, y no se ha evaluado la sensibilidad ni especificidad de esta herramienta diagnóstica en comparación a la observada con una herramienta diagnóstica invasiva considerada como la estándar de oro que es la angiografía por sustracción digital con medio de contraste yodado, por lo que en el área de radiología es necesario realizar una investigación con este fin.

¿Cuál será la sensibilidad y especificidad de la angioresonancia con gadolinio comparada con la angiografía por sustracción digital con medio de contraste hidrosoluble yodado en la evaluación de pacientes con insuficiencia arterial de miembros inferiores que se atienden en el servicio de radiología del Hospital Central Militar?

Hipótesis

La sensibilidad y especificidad de la angioresonancia es igual a la angiografía por sustracción digital con medio de contraste hidrosoluble yodado en la evaluación de pacientes con insuficiencia arterial de miembros inferiores que se atienden en el servicio de radiología del Hospital Central Militar.

Material y método

Tipo de estudio: Diseño de estudio para pruebas diagnósticas.

Población de estudio: Pacientes con diagnóstico clínico de insuficiencia arterial crónica de miembros inferiores, referidos al servicio de radiología invasiva. Se incluyeron 10 pacientes consecutivamente con sospecha clínica de estenosis arterial (siete hombres y tres mujeres), con edades entre 50 y 87 años, promedio de 68 años.

Tipo de muestreo: No aleatorio, secuencial.

Criterios de inclusión: Pacientes derechohabientes o militares, con insuficiencia arterial de miembros inferiores, cualquier edad, que acepten participar en el estudio y firmen el consentimiento informado.

Criterios de exclusión: Pacientes con evidencia de insuficiencia renal que no acepten participar en el estudio, pacientes sometidos primero a angiografía por sustracción digital, a los cuales se les realice angioplastia o colocación de endoprótesis, pacientes con peso mayor de 100 kg.

Variables: 1. Dependiente: estenosis de los segmentos valorados. 2. Independientes: angioresonancia y arteriografía por sustracción digital.

Plan de análisis estadístico:

1. Para el análisis univariado se empleó el porcentaje para realizar la descripción.

2. Para la evaluación de pruebas diagnósticas se calcularon: sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo.
3. Para realizar la comparación entre las pruebas se utilizó la prueba U de Mann Whitney para la comparación de variables ordinales, y la prueba t para muestras pareadas para las variables de razón.
4. El análisis de los datos se realizó en el paquete estadístico SPSS, versión 9.0.

Metodología

1. En este estudio prospectivo, la **angiografía por resonancia magnética (RM)** de ambas extremidades inferiores, se obtuvieron con un equipo de Resonancia Magnética (RM) de 1.5 T, con una capacidad de gradiente máximo de 33 mT/m (marca General Electric, Twin Speed), con una bobina vascular periférica arreglo en fase. La angiografía por RM con medio de contraste gadolinio se realizó con una secuencia de pulso eco de gradiente 3-D Time of Flight (TOF), SPGR. Ángulo de inclinación de 30, amplitud de banda variable, ZIP 512, campo visión: FOV 40-48, relación señal-ruido: SNR (%) 100, con Fluoro Trigger. Frecuencia 256, fase 160, excitación 1.0, fase FOV 0.80. Codificación de fase de derecha a izquierda, grosor corte de 90 mm y 32 adquisiciones. La angiografía se realizó en plano oblicuo-coronal. El tiempo de adquisición promedio fue de 21 segundos y el campo medio de visión de 44 cm (varió entre 40-48 cm). El acceso venoso se logró colocando un catéter intravenoso periférico 21 Gauge en la fosa antecubital o antebrazo. Se obtuvieron tres imágenes localizadoras sagitales, coroneales y transversales. Se adquirió una imagen oblicua coronal con las arterias reforzadas en imágenes transversas como guía para la selección de un ángulo oblicuo adecuado. Esta adquisición se usó como máscaras para sustracción. Las secuencias se repitieron antes (máscaras) y después de inyección de gadopentato de dimeglumina, en apnea. Antes de realizar la angiografía y posterior a la administración de medio de contraste (gadolinio) se detectó en tiempo real (Fluoro Trigger) la máxima intensidad de señal en aorta infrarrenal e inmediatamente se realizó la angiografía por RM. Con esta secuencia dinámica, se obtuvieron imágenes paracoronales secuenciales a través de la aorta abdominal. Se tomó además angiografía venosa para compensar el tiempo, en caso de pacientes con circulación lenta y retardada. Se infundió un bolo de gadopentetato de dimeglumina (0.2 mmol por kg de peso corporal) intravenosamente a una velocidad de infusión de 5 ml/seg, con un inyector compatible con equipo de resonancia magnética de 1.5 T, marca Medrad, Spectris. Segundos antes de la imagen, esta inyección fue seguida inmediatamente de infusión continua de 5 ml/seg de solución salina normal para completar la liberación de la dosis total del material de contraste y para mantener permeable la vena. La posición de la mesa se desplazó en 3 o 4 ocasiones,

dependiendo de la altura de los pacientes, para el registro de los vasos desde la aorta infrarrenal, hasta los vasos distales de las piernas.

2. **La angiografía por sustracción digital**, de los mismos pacientes, se realizó en un equipo de angiografía: modelo Angiostar, Siemens, Berlín, Alemania, después de la angiografía por RM. El protocolo angiográfico estándar pélvico consistió de punción de la arteria femoral común (derecha o izquierda); colocación de un catéter cola de cochino 5 Fr en la aorta distal justo encima de la bifurcación (para el examen de las dos piernas). Posteriormente para estudios de angiografía selectiva se realizó después de la inserción de un catéter tipo cobra 5 Fr. El medio de contraste hidrosoluble no iónico utilizado fue Iopamiron 370; el cual se aplicó con un inyector Medrad Mark V plus, a una velocidad de 15 ml/seg a 500 psi, con una dosis de 30 ml para la angiografía a nivel de la aorta abdominal y a una velocidad de 12 ml/seg a 200 psi, con una dosis de 25 ml, una vez selectivo en la arteria femoral. La velocidad de adquisición de todas las angiografías por sustracción digital consistieron de seis cuadros por segundo por 19 segundos. El tamaño de matriz del intensificador de imagen digital fue de 1,024 x 1,024. El angiograma por sustracción digital se obtuvo en proyección posteroanterior. Se obtuvieron vistas oblicuas, lateral en piernas cuando se vio tortuosidad severa de las arterias ocluidas. Al final del estudio se retiró catéter cobra, se extrajo el introductor vascular en la ingle y se comprimió durante 10 a 15 minutos.

Resultados

Los pacientes fueron valorados por segmento tanto por angiografía por sustracción digital como por la angioresonancia (*Cuadro 1*), por dos radiólogos en forma simultánea en resonancia magnética y dos en radiología intervencionista con los siguientes criterios:

1. Análisis cuantitativo:
 - a. Grado (porcentaje de estenosis).
 - b. Longitud de estenosis.
2. Análisis cualitativo:
 - a. Segmentos permeables:
 - Normal (N).
 - Enfermedad mínima. (EM).
 - Estenosis focal (EF).
 - Enfermedad difusa: múltiple, más de tres, hemodinámicamente significativa. (ED).
 - b. Segmentos no permeables: Oclusión (O).

La sensibilidad en la detección de las estenosis arteriales de los segmentos evaluados por angioresonancia comparada con la angiografía por sustracción digital es variable en el presente estudio y va de 77.7 al 100%; no fue posible calcular su especificidad en todos los segmentos por la falta de valores y en los que fue posible estimarse varía del 50 al

Cuadro 1. Distribución de hallazgos por segmento evaluado por angioresonancia y angiografía por sustracción digital.

No. Pac.		Segmentos evaluados																									
		AORTA		IL. COM		IL. EXT.		FEM. COM		FEM.SUP.				FEM. PROF.				POPLÍTEA		T.T.PER.		TIB. ANT.		TIB. POS.		PERON	
		RM	A	RM	A	RM	A	RM	A	RM	A	RM	A	RM	A	RM	A	RM	A	RM	A	RM	A	RM	A	RM	A
1	D	EF	EF	EF	EF	EM	EM	EF	EM	EF	ED	EM	EF	EF	EF	EM	EM	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED
	I			EF	EM	EM	EM	EM	EM	EF	ED	EM	EF	ED	ED	ED	ED	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
2	D	EM	EM	EM	EM	EF	EF	EM	EM	EM	EM	EF	EF	ED	ED	EF	EF	N	N	EF	EF	EF	EF	O	O	O	O
	I			EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	ED	EF	EF	EF	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
3	D	EF	EF	EF	EF	EF	EF	EF	EF	ED	ED	EM	EM	ED	ED	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	I			EF	EF	EF	EF	EM	EM	EF	EF	EF	EM	ED	ED	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
4	D	AN	AN	AN	AN	EM	EM	N	N	EM	N	EM	EM	EM	EM	EM	EM	ED	ED	O	O	O	O	O	O	O	O
	I			AN	AN	EM	EM	N	N	EM	N	EM	EM	N	N	EM	EF	ED	ED	O	O	O	O	O	O	O	O
5	D	N	N	N	N	N	N	EF	EF	EF	EF	ED	ED	ED	ED	O	O	O	O	ED	ED	O	O	O	O	O	O
	I			EF	EF	EM	EM	EF	EF	N	N	ED	ED	O	ED	EM	EM	ED	ED	ED	ED	ED	ED	O	O	O	O
6	D	EM	EM	EF	EF	EF	EF	N	N	ED	ED	EM	EM	O	O	O	O	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED
	I			EF	EF	EF	EF	N	N	ED	ED	EM	EM	O	ED	O	O	ED	EF	ED	EF	ED	EF	ED	ED	ED	ED
7	D	EM	EM	N	N	N	EM	N	N	N	N	EM	EM	EM	EM	O	ED	O	O	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	EF
	I			EF	EF	N	EM	N	N	EF	EF	EM	EM	EM	EM	ED	ED	ED	ED	EF	ED	EF	ED	ED	ED	ED	ED
8	D	EF	EF	O	O	O	O	EM	EM	EF	EF	ED	ED	ED	ED	ED	ED	EF	EF	EM	EM	EM	EM	ED	ED	ED	ED
	I			O	O	O	O	EM	EM	EF	EF	ED	ED	ED	ED	ED	ED	EM	EM	EM	EF	ED	EF	ED	ED	ED	ED
9	D	EM	EM	EF	EF	N	EM	EM	EM	EF	EF	ED	EF	EM	EM	EM	EF	EM	EM	ED	ED	O	O	O	O	O	O
	I			N	N	N	EM	EM	EM	EM	EM	ED	ED	EM	EM	EM	EM	EM	EM	ED	ED	O	O	O	O	O	O
10	D	EM	EM	EM	N	EM	EM	EM	EM	ED	ED	EM	EM	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	O	O	O	O	O	O
	I			N	N	N	N	N	N	ED	ED	EM	EM	ED	ED	ED	ED	ED	ED	O	O	O	O	O	O	O	O

D: corresponde al segmento del lado derecho. I: corresponde al segmento del lado izquierdo. A: se refiere al resultado de la evaluación del segmento por angiografía por sustracción digital. RM: se refiere al resultado de la evaluación del segmento por angioresonancia. IL: iliaca, COM: común, EXT: externa, SUP: superficial, PROF: profunda, FEM: femoral, T. T. PER: tronco tibioperoneo, TIB: tibial, ANT: anterior, POS: posterior, PERON: peronea, N: normal, EM: enfermedad mínima, EF: estenosis focal, ED: enfermedad difusa, O: oclusión, AN: aneurisma aorta.

100%; el valor predictivo positivo va del 50 al 100% y tampoco se pudo estimar en todos los segmentos el valor predictivo negativo; en los que sí se pudo estimar su variabilidad va de 33 a 100 % (Cuadro 2).

Para poder estimar de forma general la sensibilidad y la especificidad de la angioresonancia en comparación con la angiografía por sustracción digital, se sumaron los resultados de todos los segmentos y se muestran en el *cuadro 3*.

La sensibilidad de la angioresonancia de forma global fue de 93%, con una especificidad de 57.57%; el valor predictivo positivo fue de 92.2% y el valor predictivo negativo de 61.29%.

Para comparar el grado de estenosis observado en la angiografía por sustracción digital y en la angioresonancia, se utilizó la prueba U de Mann Whitney, con un valor de 14

142.000 y un valor de p a dos colas de 0.872, esto significa que no existe diferencia significativa en las observaciones por una u otra prueba diagnóstica (*Figura 1*).

El valor de la prueba t al comparar los promedios del porcentaje de estenosis para la angioresonancia (media 58.9) y de la angiografía (57.6) fue de 0.263, con un valor de p de 0.793, lo cual significa que no hay diferencia significativa entre los porcentajes promedio de estenosis entre las dos pruebas diagnósticas (*Figura 2*).

Para estimar la correlación que existe entre las dos pruebas se realizó la prueba de correlación de Pearson, teniendo un valor de r de 0.980, con una significancia de 0.001, lo cual indica que hay una correlación positiva casi perfecta entre las pruebas (*Figura 3*).

Otro dato analizado fue la longitud de la estenosis, por lo que también se compararon los promedios de las mediciones entre las dos pruebas diagnósticas, y se obtuvo un promedio de 10.06 mm para la angioresonancia y de 10.38 mm en la angiografía, lo cual no es significativo.

Al igual que con los porcentajes de estenosis, se realizó una prueba de correlación de Pearson para observar la correlación de la longitud del segmento estenosado (*Figura 4*).

Cuadro 2. Sensibilidad y especificidad de la angioresonancia para cada uno de los segmentos arteriales evaluados.

Segmento arterial	Sensibilidad	Especificidad	Valor predictivo positivo	Valor predictivo negativo
Aorta abdominal	100	100	100	100
A. iliaca común	100	67	87.5	100
Iliaca externa	77.7	100	100	33.3
Femoral común	100	87.5	92.3	100
Femoral superficial	87.5	50	50	50
Femoral profunda	88.8	NA	88.8	NA
Tibial anterior	100	100	89.4	100
Tibial posterior	89.5	NA	94.4	NA
Poplíteo	93.8	50	88.23	66.6
Tronco tibioperoneo	95	NA	100	NA
Peronea	100	NA	90	NA

Cuadro 3. Consolidado de resultados en la medición de segmentos estenóticos para cada una de las pruebas diagnósticas.

Angioresonancia	Angiografía		Total
	Positivo	Negativo	
Positivo	165	14	179
Negativo	12	19	31
	177	33	210

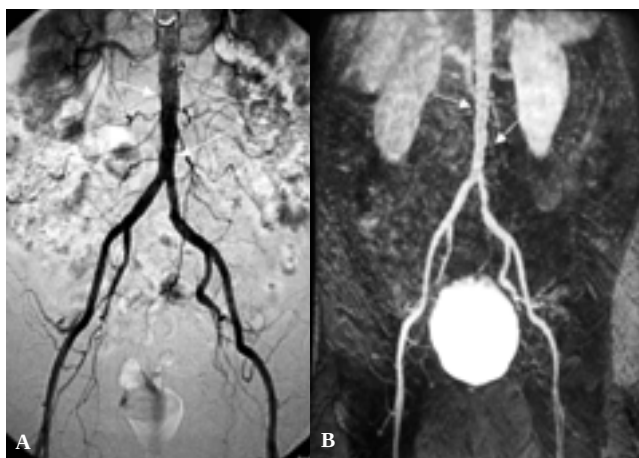


Figura 1. Enfermedad aterosclerótica en paciente de 68 años. (A) Angiografía por sustracción digital anteroposterior de pelvis que muestra enfermedad aterosclerótica (múltiples placas) con estenosis menor del 50%, que se reproducen en estudio de angio-RM con gadolinio (B).

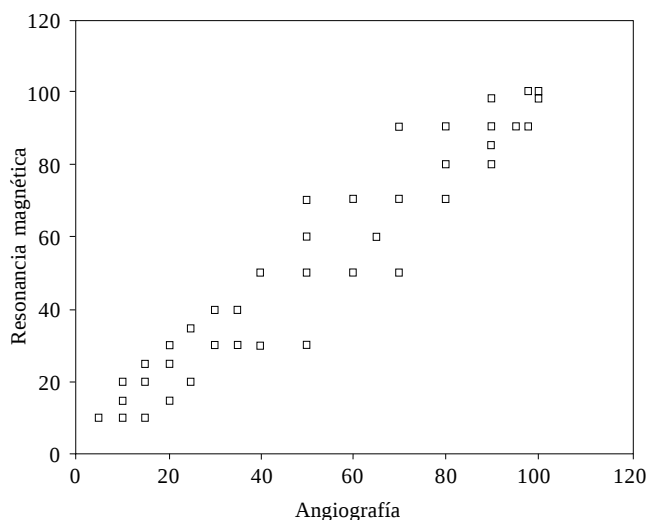


Figura 2. Correlación entre las pruebas para los porcentajes de estenosis.

Discusión

En este estudio se compararon la angioresonancia magnética con aplicación de gadolinio contra la angiografía por sustracción digital, que es el estándar de oro en la evaluación de la aterosclerosis de los miembros inferiores en pacientes con diagnóstico de insuficiencia arterial crónica. Como está reportado desde que aparecieron hace 10 años las primeras publicaciones sobre la angio-RM, los avances en los equipos, las técnicas empleadas y la utilización de contrastes han hecho de la angio-RM una técnica alternativa real a la DSA en la valoración de la enfermedad arterial vascular periférica. En la actualidad existen muchos artículos que comparan la angio-RM con la DSA, con resultados muy parecidos en cuanto al diagnóstico de las lesiones arteriales ocluyentes, sobre todo si las lesiones corresponden a estenosis hemodinámicamente

significativas. La posibilidad de sobreestimar lesiones estenóticas inferiores al 50% con la angio-RM, nos podría inducir en ciertos casos a planificar tratamientos de lesiones que no son hemodinámicamente significativas. Este problema resulta obvio si se tiene en cuenta que estas lesiones son tratadas de forma endovascular, mediante angioplastia o colocación de prótesis, por lo que se realiza siempre un estudio arterial en el mismo acto, pero previamente al tratamiento endovascular.

La angio-RM se está comparando con la DSA como referencia estándar en ausencia de una técnica más precisa, sin em-



Figura 3. Oclusión de la poplítea izquierda en una paciente de 79 años. (A) Imagen por angiografía con sustracción digital que muestra la oclusión (flecha superior), con circulación colateral (flecha inferior). (B) La imagen se obtuvo por angio-RM con gadolinio, se observa la oclusión así como contaminación venosa (flecha superior).

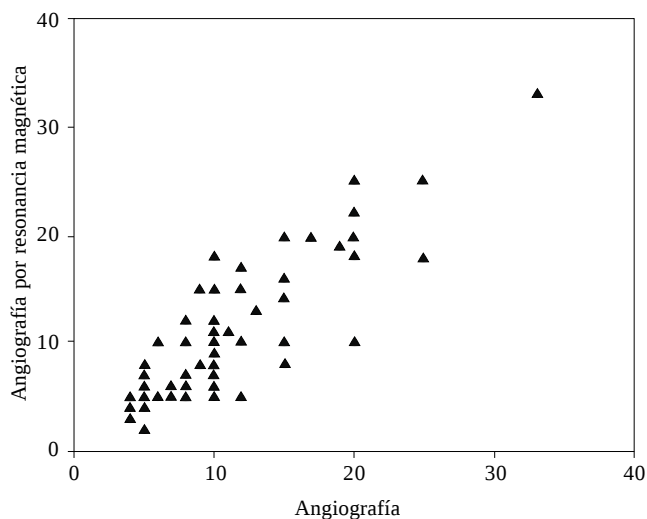


Figura 4. Correlación entre las pruebas para la longitud de la estenosis.

bargo, hay que considerar también las limitaciones de la DSA. En las lesiones arteriales no concéntricas existen limitaciones provocadas por la proyección realizada en la DSA, muchas veces en un único plano. Asimismo, hay vasos de salida distal permeables que no son visualizados en la DSA, incluso selectiva, por problemas de artefactos de movimiento y de salida y dilución del contraste; sin embargo, como se demuestra en algunas publicaciones, estos vasos pueden ser vistos con la angio-RM, modificando así la actitud terapéutica.

La cuestión es si la angio-RM está en condiciones de sustituir totalmente a la DSA en el diagnóstico de la patología arterial periférica y con ésta planificar una intervención quirúrgica. En el momento actual, con los equipos de última generación y con una optimización de la técnica disponible, la angio-RM es la técnica adecuada para el estudio arterial de los miembros inferiores, que en la mayoría de los casos evita la realización de DSA. Se consigue utilizar una técnica no invasiva, que no necesita la radiación ionizante y el uso de contrastes nefrotóxicos.

La angio-RM tiene la ventaja de ofrecer toda la información de tejidos y órganos (vascular y no vascular), esto es de especial interés en algunas patologías ocluyentes de miembros inferiores, como el atrapamiento poplíteo producido por una variante anatómica en la localización de la arteria poplíteica que provoca compresión muscular de la misma. Nos permite tanto el estudio de la luz arterial como de la causa del atrapamiento al recurrir a las imágenes de origen. Permite visualizar modelos tridimensionales, desde cualquier ángulo, para ver mejor una estenosis o un vaso específico.

La sensibilidad de la angioresonancia es similar a la reportada en la literatura, por ejemplo por Bezooijen y cols.¹⁶

Con las innovaciones recientes, con adecuados protocolos y en un buen número de pacientes, se espera que en el futuro la angio-RM iguale o supere en nuestro hospital a lo reportado en la literatura en beneficio de nuestros derechohabientes y militares con insuficiencia arterial crónica. Además, se podrán realizar estudios comparativos de angio-RM versus angiografía con CO₂ en pacientes nefrópatas, diabéticos, o con reacciones adversas a medios de contraste yodados que padezcan de insuficiencia renal crónica, que no puedan someterse al estudio de angiografía por sustracción digital con contrastes yodados.

Conclusiones

La sensibilidad de la angioresonancia en nuestro estudio es similar a la reportada para la angiografía por sustracción digital, por lo que se acepta la hipótesis de investigación ya que ésta resultó semejante con un valor de 93%.

La especificidad de la angioresonancia es menor que la reportada para la angiografía por sustracción digital, ya que ésta resultó menor con un valor de 57.6%.

Referencias

1. Tegos TJ, Kalodiki E, Sabetai MM, *et al.* The genesis of atherosclerosis and risk factors: A review. *Angiology* 2001; 52: 89-98.
2. Schwartz SI, Shires GI, Spencer FG: Principios de cirugía. McGraw-Hill Interamericana, 7ª Ed., 1999; 980-98.
3. Visser K, Hunink MG. Peripheral Arterial Disease: Gadolinium-enhanced MR Angiography versus Color-guided Duplex US-A Meta-analysis. *Radiology* 2000;216: 67-77.
4. Rutkow IM, Ernst CB. An analysis of vascular surgical manpower requirements and vascular surgical rates in the United States. *J Vasc Surg* 1986; 3: 74-83.
5. Waugh JR, Sacharias N. Arteriographic complications in the DSA era. *Radiology* 1992; 182: 243-46.
6. Prince MR. Gadolinium-enhanced MR aortography. *Radiology* 1994; 191: 155-64.
7. Gervás C, Barrera MC, Alustiza JM, Recondo JA. Resonancia magnética en Carreira JM, Maynar M. Diagnóstico y terapéutica endoluminal. Radiología intervencionista. Barcelona España: Ediciones Masson; 2002; 83-91.
8. Hoch JR, Tullis MJ, Kennell TW, *et al.* Use of magnetic resonance angiography for the preoperative evaluation of patients with infrainguinal arterial occlusive disease. *J Vasc Surg* 1996; 23: 792-801.
9. Spinosa DJ, Kaufmann JA, Hartwell GD. Gadolinium chelates in angiography and interventional radiology: a useful alternative to iodinated contrast media for angiography. *Radiology* 2002; 223:319-25.
10. Spinosa DJ, Matsumoto AH, Angle JF, *et al.* Renal insufficiency: usefulness of gadodiamide-enhanced renal angiography to supplement CO₂-enhanced renal angiography for diagnosis and percutaneous treatment. *Radiology* 1999; 210: 663-72.
11. Watanabe Y, Donke M, Okumura A, *et al.* Dynamic subtraction contrast-enhanced MR angiography: technique. clinical applications and pitfalls. *Radiographics* 2000; 20: 135-52.
12. Cambria RP, Yucel EK, Brewster DC, *et al.* The potential for lower extremity revascularization without contrast arteriography: experience with magnetic resonance angiography. *J Vasc Surg* 1993; 17: 1050-56.
13. Ruehm SG, Hany TF, Pfammatter T, *et al.* Pelvic and lower extremity arterial imaging diagnostic performance of three-dimensional contrast-enhanced MR angiography. *AJR* 2000; 174: 1127-35.
14. Huber A, Scheidler J, Wintersperger B, *et al.* Moving-table MR angiography of the peripheral runoff vessels: comparison of body coil and dedicated phased array coil systems. *AJR* 2003; 180: 1365-73.
15. Sueyoshi E, Sakamoto I, Matsuoka Y, *et al.* Aortoiliac and lower extremity arteries: comparison of three-dimensional dynamic contrast-enhanced subtraction MR angiography and conventional angiography. *Radiology* 1999; 210: 683-88.
16. Bezooijen R, van den Bosch HC, Tielbeek AV, *et al.* Peripheral arterial disease: sensitivity-encoded multiposition MR angiography compared with intraarterial angiography and conventional multiposition MR angiography. *Radiology* 2004; 231: 263-71.
17. Mitsuzaki K, Yamashita Y, Sakaguchi T, *et al.* Abdomen, pelvis, and extremities: diagnostic accuracy of dynamic contrast-enhanced turbo MR angiography compared with conventional angiography- initial experience. *Radiology* 2000; 216: 909-915.