

### La RM en el diagnóstico por la imagen de la patología vascular arterial

Desde que la RM apareció, a principio de los ochenta, como una técnica de diagnóstico por imagen con una orientación en un principio neurorradiológica, concretamente destinada al estudio del sistema nervioso central (SNC), la ampliación de sus indicaciones tanto en el campo de la patología como en el de otros territorios anatómicos no ha cesado de incrementarse, principalmente debido a que se trata de una técnica con una filosofía de constante desarrollo y mejora de sus posibilidades. Así, el avance en los imanes, en los ordenadores y por lo tanto de los programas informáticos, con diseño de nuevas bobinas con mejor adaptación a la superficie corporal ha comportado la mejora de su señal de resonancia.

En el campo de la Angiología se ha sumado, por un lado, su sensibilidad natural para detectar flujo vascular, lo que le permite estudiar las grandes estructuras vasculares sin precisar el uso de contraste, al desarrollo de secuencias vasculares propiamente dichas, las secuencias Angio-RM.

Ello posibilita el estudio combinado tanto del parénquima cerebral o de cualquier estructura anatómica empleando secuencias convencionales (RM), las que ya de por sí muestran datos diagnósticos importantes en cuanto a las diferentes patologías vasculares, así como de las propias estructuras vasculares, arteriales y venosas empleando técnicas Angio-RM, secuencias que posteriormente pasaremos brevemente a describir. Es de reseñar que, en condiciones normales, en las secuencias convencionales las estructuras arteriales muestran el típico signo del «Vacío de señal».

La RM es muy sensible a los movimientos de los núcleos de H, fenómeno que se aprovecha para generar imágenes, diferenciando voxels con movimiento de núcleos en su seno (móviles) de los que no lo presentan (estacionarios).

En la ARM se aprovechan las diferencias entre los núcleos estacionarios y los móviles, por absorción selectiva de los pulsos de radiofrecuencia o bien sea en el desfase por el hecho de desplazarse bajo gradientes magnéticos. Existen 2 técnicas que explotan cada una de estas diferencias: las técnicas time of flight (TOF) y las técnicas contraste de fase (PC).

Las secuencias TOF se basan en la detección de núcleos de H móviles que entran en un plano o volumen saturado. La entrada de núcleos insaturados produce un aumento de señal en ellos en relación a los núcleos estacionarios, que sometidos a pulsos de radiofrecuencia con TR cortos adquieren una relajación longitudinal que disminuye progresivamente, obteniéndose una señal de resonancia muy inferior a la de los núcleos móviles no saturados.

La obtención de imágenes PC diferencia los spins estacionarios de los móviles mediante la utilización de gradientes magnéticos. El desfase entre los spins móviles y los estacionarios es proporcional a la velocidad con que se mueven, obteniéndose información del flujo al adecuarse la adquisición a la velocidad sanguínea del territorio que se desee estudiar (1).

Para cubrir una determinada región anatómica se puede optar por dos métodos: adecuando un volumen determinado (TOF o PC 3D) o bien dividirlo en cortes consecutivos con adquisición independiente, adecuando el grosor de corte (TOF o PC 2D).

Cada una de estas Técnicas y métodos de adquisición presenta una serie de ventajas e inconvenientes, inherentes a las mismas, que hacen imprescindible su conocimiento con el fin de evitarlas o aprovecharlas al planificar cada exploración, que incluso vendrá determinada por el tipo de patología a estudiar.

Las secuencias PC ofrecen la posibilidad de realizarse con sincronización cardíaca (Cine PC), permitiendo

información respecto la elasticidad del vaso y conocer su dirección de flujo, con vistas a determinar su normal dirección o bien inversiones o vías de compensación colateral (2). El estudio de vasos arteriales o venosos se puede realizar, bien adecuando la velocidad en las secuencias PC, o bien con utilización de pulsos de saturación en las secuencias TOF, con lo que conseguiremos anular el flujo que proceda de una determinada dirección.

Posteriormente se posprocesan los volúmenes obtenidos, mediante un proceso matemático denominado MIP (Máxima intensidad de proyección), que permite aislar segmentos vasculares y obtener vistas en diferentes ángulos de rotación.

Es aconsejable la lectura detallada de las particiones para evitar los errores inherentes a las imágenes de colapso, asimismo de éstas obtenemos información ocasional respecto a caracterización de placas, etc., en el caso de que muestren hemorragia intraplaca sea aguda o crónica, aunque es de destacar que la RM no detecta el Calcio, ni por lo tanto las calcificaciones arteriales. También de éstas se obtienen las mediciones del calibre de la luz arterial para el cálculo del porcentaje de estenosis. Nosotros recomendamos la utilización del método de máxima reducción de calibre (3).

Ciertamente que la aún escasa experiencia, las dificultades técnicas, el elevado coste de los equipos, el aprendizaje y comprensión de éstas por parte de los clínicos, asociado a una menor resolución espacial respecto las técnicas angiográficas convencionales, dificultan su implantación. Sin embargo, las cada día más amplias series que aparecen en la literatura con cifras de correlación con los métodos de diagnóstico vascular establecidos, unido a que se trata de una exploración que se efectúa en pacientes ambulatorios y sin precisar preparación, que no emplea radiaciones ionizantes, que es incruenta, reproducible, repetible y relativamente independiente del operador, permiten enfocar el futuro con optimismo.

Sin embargo, es de destacar que para obtenerse el máximo de utilidad a este conjunto de técnicas es imprescindible la estrecha colaboración entre el angiólogo y el radiólogo, con determinación de las cuestiones clínicas a contestar y de la información que el primero quiera obtener, consiguiéndose una mejor planificación y rentabilización de la exploración.

Por la duración de las exploraciones, el sector vascular a valorar debe de concretarse al máximo, con lo que

obtendremos más datos, así como más confort para el paciente.

Llegados a este punto, conviene recordar que la colaboración del enfermo es fundamental en aras de evitar o minificar los artefactos por movimiento que degradan la calidad de las imágenes.

Cabe recordar brevemente que estas técnicas sólo presentan las limitaciones o contraindicaciones inherentes a los campos magnéticos, como son los pacientes portadores de marcapasos, estimuladores neurales, prótesis endococleares, algún tipo de prótesis cardíaca y clips vasculares de material no RM compatible. En los trabajadores metalúrgicos se debe de descartar la presencia de virutas metálicas en los ojos. La claustrofobia es un problema relativamente frecuente.

#### APLICACIONES E INDICACIONES CLÍNICAS

Descrita su nomenclatura, revisaremos brevemente sus posibilidades diagnósticas e indicaciones. Es ya en la actualidad una técnica alternativa a la angiografía convencional en el estudio de los principales vasos tanto arteriales como venosos, en los casos de pacientes alérgicos al contraste iodado, en pacientes de riesgo o por dificultades de acceso vascular.

En la patología vascular tóraco-abdominal, las secuencias RM convencionales, por sus características intrínsecas como técnicas, las hacen un método de diagnóstico vascular ideal. Así, su capacidad multiplanar permite realizar cortes tomográficos en cualquier plano del espacio, lo que la faculta para estudiar territorios anatómicos complejos.

Tiene un mayor contraste entre los tejidos blandos que otras técnicas y puede utilizar diferentes secuencias con aporte de información histoquímica variada. Recordar que dado que no usa radiaciones ionizantes se puede emplear en repetidas ocasiones como control posquirúrgico, en poblaciones pediátricas o bien durante el embarazo.

La RM, en estos últimos años, ha demostrado su consistencia en la valoración de la patología congénita de la aorta en cualquiera de sus segmentos, con demostración de anillos vasculares, coartaciones o doble arco (4). Asimismo, es un excelente método para el diagnóstico y estudio de patología aneurismática, permitiendo su medición, control evolutivo, extensión torácica o abdominal, afectación de troncos supraaórticos o bien de ramas viscerales.

Permite la diferenciación entre aneurisma o pared

aórtica de procesos patológicos de vecindad, como un absceso, un quiste o bien una neoformación con capacidad para discriminar su invasión. De la misma forma puede determinar sangrado o hematoma periaórtico, o bien sospecharse enfermedad inflamatoria por engrosamiento de la pared arterial, aparición de bandas concéntricas y alteración de la señal de la grasa periarterial (5).

Frecuentemente los aneurismas de aorta presentan un flujo turbulento tan caótico en su seno, con importante latido transmitido y fenómeno de «aliasing», que las secuencias Angio-RM no obtienen imágenes satisfactorias. En estos casos está en fase de ensayo, al parecer con resultados satisfactorios, la utilización de secuencias vasculares ultrarrápidas con altas dosis de contraste paramagnético.

Las disecciones aórticas son eficazmente estudiadas mediante la RM, que muestra ventajas sobre otras técnicas, como son el CT, la angiografía o bien la ecografía transesofágica, dependiendo exclusivamente de la colaboración del enfermo y de la gravedad de su cuadro clínico. De esta forma, jugando con diferentes métodos de adquisición estáticos o con cine, podemos determinar el inicio del despegamiento intimal, su extensión, la afectación de troncos supraaórticos o ramas viscerales, la doble luz y la posible trombosis de la falsa, aunque ocasionalmente puede ser dificultoso diferenciar entre flujo lento y trombosis (6).

Se emplea en el control posquirúrgico de permeabilidad protésica para evaluar estenosis residual y en la detección de complicaciones, como pseudoaneurismas anastomóticos.

Progresivamente, el uso combinado de las imágenes RM asociado a las técnicas ARM se va consolidando como método de estudio en los pacientes con isquemia cerebro-vascular, dado que, mediante una misma exploración, podemos localizar la extensión, territorio y número de las lesiones isquémicas del parénquima y detectar la presencia del vaso arterial estenótico o obstruido, así como de otras lesiones concomitantes o variantes anatómicas que puedan comprometer la revascularización del territorio vascular afectado.

Asimismo, empleando secuencias Cine PC, en caso de obstrucciones carotídeas o estenosis críticas, podemos evaluar las diferentes direcciones de flujo en los segmentos arteriales que componen el polígono de Willis o bien de la arteria oftálmica, con vistas a determinar su funcionalismo y participación de la revascularización

del lecho distal (7). Esta secuencia es también útil en el síndrome del robo de la subclavia, evidenciándose la inversión del flujo de la A. vertebral, aunque también es cierto que puede ser dificultoso visualizar adecuadamente con Angio-RM el origen de los troncos supraaórticos, especialmente las arterias subclavias, que obligan a realizar diferentes adquisiciones perpendiculares a la dirección del vaso para que la intensidad de señal sea máxima.

Ante la sospecha de una disección carotídea o vertebral, la exploración por IRM-ARM probablemente sea de elección, dado que no tan sólo demuestra la indentación de la luz arterial sino que directamente demuestra el hematoma mural, la doble luz, la obstrucción del vaso o bien su repermeabilización (8).

El estudio de las bifurcaciones carotídeas es una de las más frecuentes aplicaciones de la ARM, donde diversas series comparativas publicadas en la literatura han demostrado unos resultados altamente comparativos respecto la ultrasonografía Doppler e incluso la angiografía convencional o digital. Aunque dependiendo del tipo de secuencia empleada la Angio-RM puede tener una tendencia a sobreestimar el grado de estenosis de leve a moderada, siendo infrecuente que esta tendencia ocasione cambios en la indicación quirúrgica. El uso combinado de los resultados mediante Angio-RM y duplex Scan, en un estudio realizado en colaboración con el S. de Angiología y C. Vascular del Hospital del Mar (Barcelona 1992-1994) obtuvimos cifras de sensibilidad, especificidad y valor predictivo de 90,2 %, 95,4 % y 93,4 %, respectivamente, para estenosis superiores al 70 %. Por lo que, al igual que otros autores, postulamos que si la ARM coincide con el duplex Scan, está justificada la endarterectomía carotídea sin precisarse angiografía previa (9, 10).

Se la considera una buena técnica para el control posquirúrgico de las endarterectomías carotídeas.

Para el estudio de la arteria renal se emplea la técnica PC 3D, con buenos resultados para la detección de estenosis en la arteria antes de su bifurcación, aunque está descrita la posibilidad de que vasos polares de escaso calibre pasen desapercibidos o, más importante, aneurismas de sus ramas intrarrenales (11).

En la exploración arterial periférica se utiliza la combinación de secuencias TOF 2D con Cine PC, presentando excelentes resultados, especialmente en las obstrucciones y menos en las estenosis focales, que pueden ser sobreestimadas, con una satisfactoria visualización de

los troncos distales. Los vasos pélvicos, si están severamente elongados, pueden ser de difícil valoración (12).

La RM está considerada como el método de elección para el estudio de la región poplítea. Permite diferenciar aneurismas de otras masas que afectan la rodilla e identificación de los vasos de llegada y salida. En este territorio, por su doble vertiente de examen anatómico y funcional, es diagnóstica en los casos de sospecha de atrapamiento de la A. poplítea, realizándose adquisiciones en posición neutra, con flexión dorsal del pie y con flexión plantar contrarresistencia, demostrándose la rectificación de la arteria, su compresión extrínseca y su posible obliteración (13).

Para el control posquirúrgico de la permeabilidad de injertos arteriales existe el problema del área de degradación de la señal que producen los clips vasculares, aconsejándose la limitación, en lo posible, de su utilización en la vecindad de las anastomosis.

Es de gran utilidad en el estudio de neoformaciones óseas, de partes blandas o masas adenopáticas para la valoración de la distorsión, englobamiento o bien obstrucción del paquete vasculo-nervioso de vecindad, sea cual sea el territorio anatómico afectado.

En *conclusión* la IRM-ARM se está incorporando progresivamente al arsenal de diagnóstico por la imagen que disponen los angiólogos, aunque se precisan series más amplias de las diferentes patologías vasculares para adquirir experiencia y perfilar los protocolos de exploración encaminados a obtener la máxima información clínica.

DR. JOSEP LLUIS DOLZ JORDI  
Centre Diagnòstic Pedralbes, Barcelona

## BIBLIOGRAFIA

- GILI, J.; CAPDEVILA, A. y cols.: Resonancia Magnética. Centre Diagnòstic Pedralbes, 1992; 50-56.
- HUSTON, J.; EHMAN, R.: Comparison of Time of Flight and Phase Contrast MR Neuroangiographic Techniques. *Radiographics*, 1993; 13:5-19.
- FOX, A. J.: How to Measure Carotid Stenosis. *Radiology*, 1993; 186:316-318.
- BUSTO, M.; DOLZ, J. LL.; CAPDEVILA, A.; CASTAÑÓN, G.; MULET, J.: Drenaje venoso pulmonar anómalo del lóbulo superior derecho asociado a doble arco aórtico: IRM-ARM. *Radiología*, 1995 «aceptado en prensa».
- TENNANT, W. G.; HARTNELL, G. G.; BAIRD, R. N.; HORROCKS, M.: Inflammatory Aortic Aneurysms: Characteristics Appearance on Magnetic Resonance Imaging. *Eur. J. Vasc. Surg.*, 1992; 6:399-402.
- LAISSY, J. P.; BLANC, F.; SOYER, P. et als.: Thoracic Aortic Dissection: Diagnosis with Transthoracic Echocardiography versus MR imaging. *Radiology*, 1995; 194:331-336.
- CROSBY, D. L.; TURSKI, P. A.; DAVIS, W. L.: Magnetic Resonance Angiography and stroke. *Neuroimaging Clinics of North America*, 1992; 2(3):509-531.
- DOLZ, J. LL.; BEGUÉ, R.; VILANOVA, J. C.; ALDOMÀ, J.; DELGADO, E.; BAQUERO, M.; CAPDEVILA, A.; GILI, J.: Patología carotídea en Angiografía por Resonancia Magnética. *Radiología*, 1995; 37(7): 453-468.
- CAIROLS, M. A.; COTILLAS, J.; MIRALLES, M.; DOLZ, J. LL.; CAPDEVILA, A.: Accuracy of duplex scanning, arteriography and magnetic resonance angiography for carotid imaging in surgical patients. En: Greenhalgh, Ed. *Vascular Imaging for Surgeons*. Londres: *Saunders*, 1995; 107-119.
- POLAK, J. F.; KALINA, P.; DONALDSON, Mc; O'LEARY, D. H.; WHITTEMORE, A. D.; MANNICK, J. A.: Carotid Endarterectomy: Preoperative Evaluation of Candidates with Combined Doppler Sonography and MR Angiography. *Radiology*, 1993; 186:333-338.
- KAUFMAN, J. A.; PRINCE, M. R.; YUCEL E. K.: Magnetic Resonance Angiography of the Renal and Visceral arteries. En: E Kent Yucel, Ed. *Magnetic Resonance Angiography: a practical approach*. McGraw, 1995; 161-170.
- STEINBERG, F. L.: Peripheral MRA ready for wide clinical use. *MR*, 1994; Winter. Miller Freeman inc.
- DI CESARE, E.; MARSILI, L.; MARINO, G.; MASCIOCCHI, C.; MORETTINI, G.; SPARTERA, C.; LUPATTELLI, L.; PASSARIELLO R.: Stress MR Imaging for Evaluation of Popliteal Artery Entrapment. *JMRI*; 4:617-622.