

Resonancia Magnética (RM) en el diagnóstico de la patología vascular renal

Patricia
Fernández-Llama

Servicio
de Nefrología
Fundación Puigvert
Universidad Autónoma
de Barcelona

Resumen

La nefropatía vascular o patología vascular renal incluye la afectación de vasos renales de distintos tamaños. Así, en función del tamaño del vaso afecto se diferencia entre afectación microvascular o macrovascular. Esta última se refiere a la lesión de la arteria renal principal o alguna de sus ramas. El diagnóstico preciso de la nefropatía macrovascular es importante ya que se trata de una entidad potencialmente tratable. Se han desarrollado diversas pruebas no invasivas para el diagnóstico de esta patología en la que se incluyen pruebas de funcionalismo renal, de perfusión renal y pruebas de imagen. Entre las pruebas de imagen la angioresonancia magnética se ha establecido en los últimos años como una técnica segura y fiable para la detección y cuantificación de la estenosis de la arteria renal.

Palabras clave: Estenosis arteria renal. Hipertensión renovascular. Nefropatía isquémica.

Summary

Renal vascular pathology includes the lesion of the renal vascular network. Lesion of the small-sized vessels is called microvascular disease which is different, to some extent, to lesion of the renal artery or principal branches called macrovascular nephropathy. The diagnosis of this process is very important due to the potential treatment of the disease. There are several non-invasive procedures to diagnose macrovascular nephropathy including: renal functionalism tests, renal perfusion tests and imaging techniques. Recently, angiomagnetic resonance has become a valuable and safe procedure for the detection and quantification of renal artery stenosis.

Key words: Renal artery stenosis. Renovascular hypertension. Ischemic nephropathy.

Introducción

El riñón es un órgano ampliamente vascularizado y es precisamente de esta vascularización de la que depende que realice adecuadamente sus funciones

fisiológicas¹. El riñón está irrigado por la arteria renal que procede de la aorta abdominal. La arteria renal se subdivide en varias ramas que cuando penetran en el parénquima renal reciben el nombre de arterias interlobares. Las arterias interlobares cuando llegan a la zona de la corteza renal se dividen dando lugar a las arterias arqueadas o arcuatas que a lo largo de su recorrido por la unión corticomedular originan varias arterias interlobulares que ascienden por la cortical y se ramifican en múltiples arteriolas aferentes. Cada arteriola aferente irriga el ovillo capilar de un glomérulo. Los capilares glomerulares se reúnen a su vez en un vaso único denominado arteriola eferente que abandona el glomérulo. Esta arteriola se ramifica en múltiples capilares peritubulares. De la red de capilares peritubulares se desarrolla el sistema venoso que confluye en la vena renal. La integridad de todo el árbol vascular renal es fundamental para mantener el funcionalismo renal.

La lesión vascular renal puede por tanto, afectar a los distintos segmentos vasculares previamente comentados. Clásicamente se ha considerado que la enfermedad vasculorenal es la afectación de los vasos renales de gran calibre es decir la arteria renal y sus ramas principales. En la actualidad se considera que la nefropatía vascular o patología renal vascular incluye la afectación de vasos renales de distintos tamaños. Así, se puede diferenciar entre la afectación macrovascular y microvascular para referirnos a la lesión de la arteria renal o alguna de sus ramas principales y a la lesión de los vasos renales intraparenquimatosos respectivamente. Las manifestaciones clínicas de la nefropatía macrovascular y microvascular presentan algunos datos comunes como son la existencia de hipertensión arterial e insuficiencia renal. La insuficiencia renal aparece en el caso de estenosis bilateral o estenosis unilateral en riñón único. Hay que puntualizar que la hipertensión que acompaña a la afectación macrovascular tiene ciertas peculiaridades. Se trata de una hipertensión dependiente de una hiperestimulación del sistema

Correspondencia:
Patricia Fernández-Llama
Hipertensión arterial
Servicio Nefrología
Fundación Puigvert
Cartagena, 340-350
08025 Barcelona
E-mail:
pfernandezllama@fundacio-
puigvert.es

renina angiotensina, secundaria a la disminución de la perfusión renal por la disminución del calibre de la arteria renal.

En el resto del artículo nos centraremos en la nefropatía macrovascular, revisando brevemente aspectos etiológicos y clínicos y, mas profundamente, las distintas pruebas diagnósticas con especial atención en la RM. La etiología que se asocia mas frecuentemente a esta nefropatía es la enfermedad ateromatosa que condiciona mas del 80% de las lesiones de la arteria renal². La displasia fibromuscular, sin embargo, afecta a menos de un 10% de los pacientes. Existen diversos datos clínicos que pueden hacer sospechar la existencia de una afectación macrovascular renal como es la presencia de hipertensión arterial a una edad temprana, la instauración brusca de hipertensión en individuos mayores de 55 años, la presencia de hipertensión maligna, acelerada o refractaria, la hipertensión acompañada de hipokalemia, y sobretudo la presencia de hipertensión asociada a una asimetría en el tamaño de ambos riñones³. Hay que sospechar también la existencia de nefropatía macrovascular, ante la presencia de una insuficiencia renal de origen incierto en un paciente con factores de riesgo vascular o la existencia de un deterioro de función renal con el uso de fármacos inhibidores del sistema renina angiotensina³. También hay que sospechar esta patología en pacientes con hipertensión arterial y/o insuficiencia renal que coexiste con cardiopatía isquémica y/o enfermedad vascular periférica y/o alteración carotídea y/o presencia de soplo abdominal³. El enfermo tipo es por tanto, el paciente con enfermedad ateromatosa diseminada.

Diagnóstico de la Nefropatía macrovascular

La importancia de un diagnóstico preciso de esta patología radica en dos aspectos fundamentales. En primer lugar en las posibilidades terapéuticas de la estenosis ya sea mediante angioplastia renal, con o sin la colocación de una prótesis endovascular, o mediante cirugía derivativa. En segundo lugar en la posibilidad de evitar una atrofia del riñón con estenosis. La estenosis de la arteria renal produce una isquemia renal que además de estimular el sistema renina angiotensina favoreciendo el aumento de presión arterial, conduce a largo plazo a una atrofia progresiva del riñón estenótico. El tratamiento de la lesión macrovascular renal va por tanto dirigido a mejorar el control de la presión arterial y a preservar la función renal⁴⁻⁵.

La prueba diagnóstica por excelencia de la lesión de la arteria renal es la arteriografía⁶. Esta prueba tiene la ventaja de que además de confirmar el diagnóstico permite, en la mayoría de los casos, tratar la lesión. La arteriografía tiene sin embargo, serios inconvenientes al tratarse de una prueba invasiva que precisa del uso de contraste potencialmente nefrotóxico⁷. De ahí, que se hayan desarrollado otras pruebas diagnósticas no invasivas con el fin limitar y seleccionar al máximo los pacientes que precisen de una arteriografía. En la actualidad, se disponen de numerosas pruebas no invasivas para el diagnóstico de la estenosis de arteria renal que se pueden clasificar de la siguiente forma^{6,8}:

- Estudios fisiológicos para determinar la activación del sistema renina angiotensina que incluiría la determinación de la actividad renina plasmática periférica, determinación de la estimulación de la actividad renina plasmática post-captopril y la determinación de la actividad de la renina en la vena renal.
- Estudios funcionales para determinar el grado de funcionalismo renal que incluiría la determinación de la urea y creatinina en plasma, la determinación de la proteinuria y el análisis de un sedimento de orina y el estudio del filtrado glomerular mediante técnicas isotópicas por ejemplo con el radiotrazador ⁵¹Cr-DTPA
- Estudios de perfusión renal para determinar diferencias en el flujo sanguíneo renal que incluiría renograma basal y postcaptopril utilizando como radioisótopo el Tc-MAG y el estudio nuclear con Tc-DTPA para estimar el flujo fraccional de cada riñón
- Estudios vasculares para evaluar las arterias renales que incluiría ecografía doppler renal, la angiotomografía computarizada o angioTC y la angioresonancia magnética o angioRM.

Todas estas pruebas tienen su justificación fisiopatológica así como, sus ventajas e inconvenientes a la hora de la interpretación. En el resto del artículo nos centraremos en la utilidad y fiabilidad de la angioresonancia para el diagnóstico de la estenosis de la arteria renal.

Resonancia magnética

Las señales de la RM se producen por ciertos núcleos atómicos cuando se excitan mediante radiofrecuencia en presencia de un campo magnético⁹. Después de ser excitados los núcleos vuelven a su estado de equilibrio en un periodo de tiempo defi-

nido como T1 y T2 denominados tiempos de relajación. El contraste de las imágenes obtenidas por RM depende de distintas propiedades del tejido que se va a estudiar incluyendo la densidad de agua en movimiento y los tiempos de relajación nuclear T1 y T2. El uso de un contraste paramagnético como el gadolinio por inyección endovenosa ha permitido mejorar las imágenes vasculares e implantar la técnica denominada angi resonancia magnética (angioRM) para el estudio de las patologías vasculares. Este procedimiento se puede aplicar a distintos territorios vasculares entre ellos, el de la arteria renal. La angio RM se ha establecido en la actualidad como una técnica segura y fiable para la detección y cuantificación de la estenosis de la arteria renal¹⁰⁻¹². Este procedimiento está especialmente indicado en pacientes con insuficiencia renal o pacientes con predisposición a la nefrotoxicidad por contraste yodado⁷. Otra ventaja de esta técnica es que no se produce exposición a radiaciones ionizantes

Información Morfológica de la AngioRM Convencional

La angioRM ofrece información sobre la existencia o no de una estenosis vascular. Además, permite localizar el lugar y el grado de estenosis vascular. En la patología de la arteria renal se diferencia entre estenosis localizadas en el ostium renal, en la zona proximal de la salida de la arteria o en la porción distal. Esta clasificación tiene implicaciones pronósticas y terapéuticas. Así, la estenosis a nivel del ostium renal tiene una mayor frecuencia de recidiva tras la angioplastia que la estenosis proximal^{8,5}. Por otro lado, la estenosis localizada a nivel de la arteria renal distal con frecuencia precisa de intervención quirúrgica. Otra información importante que aporta la angioRM de este territorio es que permite conocer el estado del árbol vascular. En concreto, de la aorta y de las arterias ilíacas. No hay que olvidar que la mayoría de los pacientes con esta patología presentan una enfermedad ateromatosa diseminada y por lo tanto, no es raro que estos territorios estén también afectados. Esta información es de gran utilidad antes de la práctica de la arteriografía porque puede poner de manifiesto la presencia de estenosis en la arteria ilíaca que precise también de una angioplastia. Puede incluso contraindicar el abordaje femoral de la arteriografía si se observa una ateromatosis extensa, por el riesgo de precipitar procesos ateroembólicos.

La angioRM de arterias renales tiene, sin embargo, algunas limitaciones que es importante precisar. Así, por ejemplo se ha observado que esta técnica es mucho menos efectiva para visualización la porción

distal de la arteria renal o para detectar arterias renales accesorias. Esto se debe, entre otras cosas, a que la imagen que se obtiene por angioRM proviene del flujo de sangre a diferencia de la arteriografía que muestra la imagen de la luz del vaso. La visualización de los vasos en la angioRM depende de las diferencias físicas entre los protones en movimiento y en reposo y, la intensidad de la señal refleja la velocidad del flujo más que los protones que están en reposo^{13,14}. Como el aumento de la velocidad de flujo sanguíneo en la zona del vaso estenosado puede producir velocidades de flujo superiores a la capacidad de codificación de las imágenes, esto se podría visualizar en la angioRM como una pérdida de señal dando el aspecto de una estenosis de mayor grado. Por estos motivos, es difícil de correlacionar las características y longitud de la pérdida de señal en un vaso, con el grado de estenosis observado en la arteriografía¹⁵. De forma práctica se ha establecido que si hay una pequeña área (menor de 5mm) de ausencia de señal, la disminución de diámetro del vaso es probablemente del 60-70%. Si la zona de pérdida de señal es mayor de 5mm el grado de estenosis supera el 75%. Cuando el área de ausencia de señal es mayor sugiere la existencia de una estenosis severa con una reducción de diámetro del 95%. La ausencia de señal en la angioRM sería sugestiva de oclusión completa o una estenosis muy severa (99%). También podría ser debido a la existencia de una arteria renal ectópica o con un origen anómalo y que el plano de la imagen no se corresponde con el curso de la arteria¹⁶. Aunque los primeros trabajos indicaban una alta sensibilidad (99%) y especificidad (96%) de la angioRM, comparada con la arteriografía, para el diagnóstico de la estenosis de arteria renal, estudios posteriores no han confirmado estos datos^{17,18}. Se han publicado resultados ambiguos con el uso de la angioM que han cuestionado el papel de esta técnica para el estudio de la arteria renal. Las principales deficiencias que se han atribuido a esta técnica son la resolución espacial limitada (1mm comparada con la arteriografía que es de 300 μ m), la variabilidad interobservador, la limitación de la cobertura anatómica, así como, la imposibilidad de definir el sitio de la estenosis después de la colocación de una prótesis endovascular "stent"¹⁹. En la actualidad el desarrollo tecnológico de los aparatos de RM, así como las técnicas utilizadas han mejorado de forma importante la capacidad de visualización de las arterias renales y por tanto mejorado la sensibilidad y especificidad de la prueba²⁰⁻²³. Es importante apuntar que esta prueba tiene un número limitado de falsos negativos y que la detección de una arteria renal normal por angioRM se considera una arteria sin estenosis.

Existen otras limitaciones generales para la realización de una RM como es que el paciente sufra de claustrofobia o que sea portador de un marcapasos o de un implante metálico. Estas contraindicaciones no son absolutas y se deben evaluar los casos individualmente. Así, una prótesis a nivel del hombro no afectaría a la señal de la zona vascular renal.

Información Funcional de la AngioRM Convencional

La angio RM convencional además de ofrecer la información morfológica del estado del árbol vascular renal puede aportar otros datos que pueden ser útiles para la valoración global del funcionalismo renal como son los siguientes¹⁰:

- *Diferenciación corticomedular*: en la secuencia T1 la corteza renal es más brillante que la médula. La pérdida de esta diferenciación corticomedular es un marcador no específico de disfunción renal que puede ser secundaria a cualquier patología incluyendo la isquemia renal por estenosis. Después de la administración de gadolinio la diferenciación corticomedular disminuye por la reducción del flujo sanguíneo que es mayor en la corteza que en la médula.
- *Simetría en la longitud y grosor del parénquima renal*: en condiciones normales la longitud de los riñones oscila entre 11 y 13 cm, la presencia de una estenosis renal significativa conduce a una atrofia renal progresiva con una disminución del tamaño del riñón.
- *Dilatación postestenótica*: una dilatación superior a un 20% se observa con frecuencia en las estenosis severas de arterias renales. Cuando la luz de la arteria se estrecha, el flujo sanguíneo se acelera para mantener el mismo volumen a través de la sección del área estenosada. Este flujo eyectivo acelerado impacta sobre la pared distal de la arteria pudiendo producir eventualmente una dilatación de la pared en esa zona.
- *Simetría en la excreción de gadolinio*: la toma de imágenes progresivas tras la administración de contraste permite investigar la función excretora renal. Una asimetría en la intensidad de la señal en los sistemas colectores es un buen indicador de la existencia de una disfunción renal unilateral. En el riñón isquémico el filtrado glomerular se mantiene gracias a una hiperestimulación del sistema renina angiotensina que a nivel tubular condiciona una mayor reabsorción renal de sodio y agua produciendo una hiperconcentración de gadolinio en el lado isquémico.

Futuro de la angioRM

El desarrollo de nuevas tecnologías esta permitiendo la aparición de nuevos aparatos de RM así como, de nuevas técnicas mucho más precisas para el estudio de aspectos morfológicos y funcionales del árbol vascular. Las principales técnicas que se aplican son las de contraste de fase y la denominada "time of flight". Estas técnicas han permitido mejorar notablemente la calidad de la imagen al poder obtenerse las imágenes durante los periodos de apnea y así disminuir los artefactos por el movimiento. Las imágenes se pueden procesar posteriormente con la utilización de programas informáticos, cada vez más sofisticados, que permitir realizar distintas proyecciones de las imágenes. Se puede también obtener información hemodinámica para determinar el flujo sanguíneo en distintas zonas de la arteria. Esto último tiene especial interés porque permitiría estudiar zonas vasculares que tiene prótesis endovasculares y que la imagen morfológica saldría alterada por la prótesis metálica. Por otro lado, las nuevas tecnologías podrían aportar un mapa de los territorios vasculares mayores, incluyendo además una evaluación de la función y perfusión cardiaca^{10,24}.

Hoy en día, la angiRM se ha establecido como la prueba diagnóstica no invasiva de elección para la evaluación de la nefropatía vascular.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado, en parte, con la ayuda del Fondo de Investigación Sanitaria (FIS-21547 de PFL), Sociedad Española de Nefrología (2003-PFL) y de la Fundació La Marató TV3 (TV-0210, PFL).

Bibliografía

1. Dworkin LD, Brenner BM. The renal circulations, chap. 6, En: *The kidney*, 5 ed. edited by Brenner BM, Philadelphia: WB. Saunders Company, 1996;247-85.
2. Safian RD, Textor SC. Renal-artery stenosis. *N Engl J Med* 2001;344:431-42.
3. Zoccali C, Mallamaci F, Finocchiaro P. Atherosclerotic renal artery stenosis: epidemiology, cardiovascular outcomes, and clinical prediction rules. *J Am Soc Nephrol* 2002;13 Suppl 3:S179-S183.
4. Joye JD, Zarghamee S, St Goar FG. Renal artery stenosis and ischemic nephropathy. *J Interv Cardiol* 2001;14: 451-45.

5. Morganti A, Bencini C, Del Vecchio C, Strata M. Treatment of atherosclerotic renal artery stenosis. *J Am Soc Nephrol* 2002;13 Suppl 3:S187-S189.
6. Zucchelli PC. Hypertension and atherosclerotic renal artery stenosis: diagnostic approach. *J Am Soc Nephrol* 2002;13 Suppl 3:S184-S186.
7. Thomsen HS, Morcos SK. Contrast media and the kidney: European Society of Urogenital Radiology (ESUR) guidelines. *Br J Radiol* 2003;76:513-8.
8. Pickering TG, Blumenfeld JD, Laragh JH. Renovascular hypertension and ischemic nephropathy, chap. 47. En: *The kidney*, 5 ed. edited by Brenner BM, Philadelphia: W.B. Saunders Company 1996; 2106-25.
9. Gore J. Out of the shadows--MRI and the Nobel Prize. *N Engl J Med* 2003;349:2290-2.
10. Schoenberg SO, Rieger J, Johannson LO, Dietrich O, Bock M, Prince MR, Reiser MF. Diagnosis of renal artery stenosis with magnetic resonance angiography: update 2003. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18: 1252-6.
11. Nicholson T. Magnetic resonance angiography for the diagnosis of renal artery stenosis. *Clin Radiol* 2003; 58:257.
12. Reidy JF. New diagnostic techniques for imaging the renal arteries. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 2002; 11:635-9.
13. Loubeyre P, Trolliet P, Cahen R, Grozel F, Labeeuw M, Minh VA. MR angiography of renal artery stenosis: value of the combination of three-dimensional time-of-flight and three-dimensional phase-contrast MR angiography sequences. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 167:489-94.
14. Gedroyc WM, Neerhut P, Negus R, Palmer A, al Kutoubi A, Taube D, Hulme B. Magnetic resonance angiography of renal artery stenosis. *Clin Radiol* 1995;50:436-9.
15. Strotzer M, Fellner CM, Geissler A, Gmeinwieser J, Kohler SM, Kramer BK, Kromer EP. Noninvasive assessment of renal artery stenosis. A comparison of MR angiography, color Doppler sonography, and intraarterial angiography. *Acta Radiol* 1995;36:243-7.
16. Knesplova L, Krestin GP. Magnetic resonance in the assessment of renal function. *Eur Radiol* 1998;8:201-11.
17. Postma CT, Joosten FB, Rosenbusch G, Thien T. Magnetic resonance angiography has a high reliability in the detection of renal artery stenosis. *Am J Hypertens* 1997; 10:957-63.
18. Rieumont MJ, Kaufman JA, Geller SC, Yucel EK, Cambria RP, Fang LS, et al. Evaluation of renal artery stenosis with dynamic gadolinium-enhanced MR angiography. *AJR Am J Roentgenol* 1997;169:39-44.
19. Marcos HB, Choyke PL. Magnetic resonance angiography of the kidney. *Semin Nephrol* 2000;20:450-455.
20. Thornton J, O'Callaghan J, Walshe J, O'Brien E, Varghese JC, Lee MJ. Comparison of digital subtraction angiography with gadolinium-enhanced magnetic resonance angiography in the diagnosis of renal artery stenosis. *Eur Radiol* 1999;9:930-934.
21. Thornton MJ, Thornton F, O'Callaghan J, Varghese JC, O'Brien E, Walshe J, Lee MJ. Evaluation of dynamic gadolinium-enhanced breath-hold MR angiography in the diagnosis of renal artery stenosis. *AJR Am J Roentgenol* 1999;173:1279-1283.
22. 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.
23. Tan KT, van Beek EJ, Brown PW, van Delden OM, Tijssen J, Ramsay LE. Magnetic resonance angiography for the diagnosis of renal artery stenosis: a meta-analysis. *Clin Radiol* 2002;57:617-24.
24. Montet X, Ivancevic MK, Belenger J, Jorge-Costa M, Pochon S, Pechere A, Terrier F, Vallee JP. Noninvasive measurement of absolute renal perfusion by contrast medium-enhanced magnetic resonance imaging. *Invest Radiol* 2003;38:584-92.