

CONTRIBUCIONES ORIGINALES

EL CENTELLEOGRAMA RENAL SECUENCIAL, EL RENOGRAMA COMPUTADO Y EL ESTUDIO DE LA PERFUSION RENAL EN EL DIAGNOSTICO ETIOLOGICO DE LA HIPERTENSION ARTERIAL *

FELIPE GORDON-BARABEJZYK †

El renograma es un método de estudio de la función renal. Desde que fue introducido a la clínica demostró su utilidad en la valoración del paciente con hipertensión arterial.

Las deficiencias que tenía el método se han visto superadas en los últimos años gracias a la introducción de nuevos radiofármacos y de equipos electrónicos más sensibles y versátiles, que permiten obtener información computada.

Se presenta la experiencia obtenida con la valoración de 472 pacientes con hipertensión arterial, mediante el análisis computado de las diferentes fases del renograma y su correlación con el centelleograma renal secuencial y el estudio de la perfusión renal. Once por ciento de ellos sufrían hipertensión arterial de origen prerrenal; hubo en ellos 5 por ciento de falsas negativas. En 35 por ciento se encontró causa intrarrenal y en 14 por ciento, origen postrenal y mixto. En el 40 por ciento restante la hipertensión obedeció a otras causas.

Por la rapidez de su ejecución, sencillez e inocuidad, estos métodos están indicados para la valoración rutinaria del paciente con hipertensión arterial o como estudios de control después del tratamiento.

Desde que en 1956 fue introducido el renograma al empleo en la clínica, demostró su utilidad para el estudio de la función renal y se estableció como método de filtro en la valoración de pacientes con hipertensión arterial, a pesar de que por entonces únicamente proporcionaba información en escala cualitativa. Posteriormente, cuando ya se dispuso de la cámara de centelleo, surgió la posibilidad de obtener imágenes en secuencia, que aportan mayor información diagnóstica.

Las deficiencias originales del renograma se han visto superadas en los últimos años gracias a dos factores. Primero, la obtención de nuevos y mejores radiofármacos y después, la avanzada tecnología electrónica disponible en los equipos actuales, que permite obtener información computada de las diferentes fases del renograma y de la distribución espacial y en el tiempo del radiofármaco, exclusivamente en los riñones y las vías urinarias.

La información funcional que proveen estos métodos se complementa con el estudio de la perfusión renal, también conocido como "angiografía renal radioisotópica". Mediante esta técnica, es posible seguir, hasta en fracciones de segundo, el paso de un bolo

* Trabajo de ingreso a la Academia Nacional de Medicina, presentado en la sesión ordinaria del 31 de agosto de 1977.

† Académico numerario. Hospital General, Centro Médico Nacional. Instituto Mexicano del Seguro Social.

de material radiactivo por la aorta abdominal y la manera como los riñones se perfunden. Al mismo tiempo, la información obtenida también puede ser computada, con lo que se obtienen datos cuantitativos de la perfusión renal por separado.

En la actualidad, los estudios antes mencionados, practicados en conjunto, permiten obtener información precisa acerca de las posibles causas de la hipertensión arterial, cuando éstas son de tipo prerrenal, intrarrenal, postrenal o mixtas. Además, orientan hacia el diagnóstico de la hipertensión arterial provocada por otra causa, aparte de las ya mencionadas.

El motivo de este trabajo es presentar la experiencia obtenida en la valoración de pacientes con hipertensión arterial mediante el análisis computado de las diferentes fases del renograma y su correlación con el centelleograma renal secuencial y el estudio de la perfusión renal.

Material y métodos

El trabajo se realizó en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital General del Centro Médico Nacional del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Se revisaron los estudios practicados a 472 pacientes, con edades entre 6 y 71 años, que acudieron al Servicio entre febrero de 1976 y febrero de 1977. Estos pacientes fueron referidos por los médicos a cargo de la clínica de hipertensión del hospital o por otros hospitales del Centro Médico Nacional. Los diagnósticos finales se obtuvieron de la revisión del expediente clínico respectivo. El equipo electrónico utilizado consistió en una cámara de centelleo con cristal detector de 33.75 cm. de diámetro, acoplada a un procesador de datos computado digital PDP 11, con almacenamiento de datos en disco, o una cámara de centelleo similar, acoplada a un procesador de datos de 100 canales, con sistema de grabación en cinta de

video. La información provista por ambos equipos electrónicos se obtuvo en fotografía Polaroid en blanco y negro.

Para obtener el centelleograma renal secuencial, con el paciente sentado, se obtuvieron imágenes en proyección posterior cada dos minutos durante 20 minutos a partir de la administración endovenosa de 4 microcuries por Kg. de peso para el adulto y de 5 a 10 microcuries por Kg. de peso en niños, de acuerdo con su edad, de orto-yodo-hipurato (Hipurán®) marcado con ¹³¹yodo.

En forma simultánea con la inyección, la información se almacenó en la cinta de video o en la memoria del disco para su análisis posterior y la obtención del renograma computado.

Para realizar el estudio de la perfusión renal, con el paciente colocado en la misma posición, se administró por vía endovenosa, un bolo de un mililitro con 10 a 15 milicuries de ^{99m}Tc-pertecneciato. También en forma simultánea con la inyección, se grabó la información para su análisis posterior, mientras que directamente de las imágenes obtenibles en la cámara de centelleo se obtuvieron fotografías con tiempo de exposición de dos segundos entre cada una, a partir del momento de la inyección.

Resultados

El cuadro 1 muestra que de los 472 pacientes estudiados, 11 por ciento tuvo hipertensión arterial de causa prerrenal. En este grupo hubo tres casos de falsas negativas (5 por ciento), al interpretarse como normales los resultados obtenidos. En la arteriografía renal selectiva correspondiente se encontró daño vascular en el polo de uno de los riñones. Treinta y cinco por ciento de los pacientes tuvo hipertensión de origen intrarrenal y 14 por ciento hipertensión de causa postrenal y mixta. En estos grupos hubo excelente correlación entre los hallazgos y el diagnóstico final. El 40 por ciento restante correspondió a otras causas.

Discusión

Oeser y Billion, en 1952,¹ fueron los primeros en introducir medios de contraste utilizados en radiología, como el Urokon® marcado con ¹³¹I, en el estudio de la función renal, pero fueron Taplin y Winter, en 1956, quienes adoptaron el yodopiracet (Diodrast®) marcado con ¹³¹I y el uso de los detectores externos. Este método, al que se llamó renograma, se diseñó inicialmente para estudiar la función renal por separado.^{2,3}

Sin embargo, el uso de estos radiofármacos no era del todo satisfactorio, debido a que parcialmente eran

Cuadro 1 Causas de hipertensión arterial en 472 pacientes

	Número de casos	%
Prerrenal	52	11
Intrarrenal	165	35
Postrenal y mixtas	65	14
Otras causas	190	40
Arteriosclerosis		
Obesidad		
Diabetes		
Factor emocional		
Aldosteronismo		
Síndrome de Cushing		

excretados por el hígado, lo que distorsionaba el trazo del riñón derecho. En 1960, Tubis mejoró la información que se obtenía con el renograma al introducir el orto-yodo-hipurato marcado con ^{131}I (Hipurán®), el cual únicamente es excretado por los riñones.⁴ Durante los primeros años de su utilización, el método aún tenía deficiencias producidas por problemas de colimación de los equipos electrónicos disponibles, con los que únicamente se podían obtener curvas con información cualitativa, hechos que restaban exactitud al método y hacían dudar de su utilidad diagnóstica.

En el afán de obtener información cuantitativa de las diferentes fases del renograma, el problema se trató de resolver, por una parte, con la aplicación de diferentes métodos^{5,6} y por otra, con la introducción de la cámara de centelleo, que permitió obtener imágenes secuenciales de la distribución del radiofármaco en el tiempo y en el espacio, además de que logró ampliar el campo de acción del método al paciente pediátrico.⁷⁻⁹

Otro avance consistió en la posibilidad de seguir, hasta en fracciones de segundo, el paso de un bolo radiactivo por las estructuras vasculares principales de los riñones, con lo que se obtiene información de la perfusión renal.¹⁰

Con la introducción de equipos procesadores de datos, en los últimos años la información que proveen estos métodos se ha refinado. Con la grabación en cinta de video o en disco, se analiza selectivamente información de cada uno de los riñones, obteniéndose curvas muy depuradas de lo que ocurre con el orto-yodo-hipurato en la celdilla del túbulo renal proximal y con el pertecneio, en las estructuras vasculares principales.

Con el primero, la información que se obtiene se analiza contra el tiempo, de manera que la fase de concentración queda perfectamente separada de la fase de excreción.

Los tiempos de cada una de las fases, más el análisis del área bajo la curva de estos segmentos, determinan con bastante exactitud si el proceso patológico se halla en la arteria renal, en el parénquima del riñón o en las vías urinarias.^{11,12}

Con el segundo, también se logran curvas computadas de las fases arterial y venosa de la perfusión renal, al mismo tiempo que se obtiene información cuantitativa e integral de ambas fases.¹³

El perfeccionamiento de los métodos antes señalados también ha sido posible gracias a los avances en radiofarmacia. Desde la introducción del Hipurán® marcado con ^{131}I , éste se ha convertido en el radiofármaco de elección para practicar el renograma y el centelleograma renal secuencial, al aprovecharse su alto grado de pureza química y de marcaje, su

energía de 364 KeV y su vida media biológica intrarenal de diez minutos en casos normales, la cual se prolonga en forma proporcional al grado de lesión tubular renal.¹⁴

Así mismo, el $^{99\text{m}}\text{Tc}$ en forma de pertecneio, que se obtiene de la elución de un generador de ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ se fija transitoriamente a la albúmina del plasma y viaja unida a ésta por el torrente circulatorio; de ahí su utilidad para explorar los espacios vasculares y la perfusión de algunos órganos, entre ellos los riñones.¹⁵

La energía de 140 KeV del tecnecio y su vida media corta de seis horas, lo hacen el radionúclido de elección, ya que se pueden administrar cantidades grandes del mismo, con lo que se mejora la calidad de las imágenes obtenibles en la cámara de centelleo, al mismo tiempo que se acorta la duración del estudio. La dosis de radiación que proporcionan al paciente ambos radiofármacos es sumamente baja, del orden de milésimas de rad, por lo que el margen de seguridad en su manejo es muy amplio y su utilización puede ser considerada como inocua.^{16,17}

Todas las características antes mencionadas, más el alto grado de exactitud que tienen los métodos con radionúclidos para establecer la causa de la hipertensión arterial, han hecho que estos procedimientos se utilicen actualmente en forma rutinaria en la valoración de pacientes hipertensos.¹⁸ Al ser utilizados estos métodos en forma combinada, su exactitud es de hasta 95 por ciento en esta serie como en las de otros autores.^{19,20}

Por todo lo anterior, se concluye que el centelleograma renal secuencial, unido al renograma computado y al estudio de la perfusión renal, constituyen en la actualidad los métodos de elección que por sus características de ser sencillos, rápidos, exactos e inocuos, están indicados para valorar en forma rutinaria al paciente con hipertensión arterial, ya que ofrecen información sobre la posible etiología de la misma. Así mismo, están indicados para ser efectuados como estudios de control una vez que el paciente ha sido tratado, para seguir la evolución del padecimiento y conocer su respuesta al tratamiento.

El doctor Felipe Gordon Barabejzyk recibió el título de médico cirujano en 1963. Efectuó su residencia en gastroenterología y simultáneamente su adiestramiento en el manejo de isótopos radiactivos, en la ciudad de Santiago, Chile. Es jefe del servicio de Medicina Nuclear en el Hospital General del Centro Médico Nacional y profesor titular de postgrado de esta disciplina en el propio establecimiento. Ha escrito muy numerosas contribuciones científicas en este campo, dentro del cual es considerado como autoridad.

La Academia Nacional de Medicina lo admitió en su Departamento de Biología Médica el 12 de mayo de 1977.

REFERENCIAS

1. Oeser, H., y Billion, H.: *Funktionelle Strahlendiagnostik durch etikettierte Roentgenkontrastmittel*. Fortschr. Roentgenstr. 76:431, 1952.
2. Taplin, G. V.; Meredith, O. M.; Kade, H., y Winter, C. C.: *The radioisotope renogram*. J. Lab. Clin. Med. 48:886, 1956.
3. Noordyke, R. A.; Tubis, M., y Bland, W. H.: *Use of radio-iodinated hippuran for individual kidney function tests*. J. Lab. Clin. Med. 56:438, 1960.
4. Tubis, M.; Posnick, E., y Noordyke, R. A.: *Preparation and use of ¹³¹I labelled sodium iodohippurate in kidney function test*. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 103:497, 1960.
5. Dodge, E. A., y Lowe, A. K.: *Experimental approach to quantitative analysis of the renogram*. Aust. Paediat. J. 4: 274, 1968.
6. Meade, R. C.; Horgan, J. D., y Madden, J. A.: *Comparison of methods for renogram evaluation*. J. Nucl. Med. 10:40, 1969.
7. Rosenthal, L.; Greyson, N. D., y Martin, R.: *Serial radio-hippurate renal scintiphography*. Canad. Med. Assoc. J. 103:1266, 1970.
8. Blaufox, M. D., y Freeman, L. M.: *Radionuclide technics for evaluation of diseases of urinary tract in children*. Sem. Nuclear Med. 3:27, 1973.
9. Erd, W.; Gasser, G.; Hofer, R., y Niedoba, H.: *The gamma scintillation camera in urology*. Helvet. Chir. Acta 37: 435, 1970.
10. Freeman, L.; Meng, C. H.; Richter, M., y Blaufox, M. D.: *Patency of major renal vascular pathways demonstrated by rapid blood flow scintigraphy*. J. Urol. 105:473, 1971.
11. Wang, Y.: *Regional (compartmental) renogram for hypertension evaluation*. Amer. J. Roentgenol. Radium Ther. & Nucl. Med. 118:842, 1973.
12. Halko, A.; Burke, G.; Sorkin, A., y Eenstein, J.: *Computer-aided statistical analysis of scintillation camera. Hippuran ¹³¹I renogram*. J. Nucl. Med. 14:253, 1973.
13. Kinoshita, K.; Holman, B. L.; Zimmerman, R. E.; Adams, D. F.; Adelstein, S. J., y Hollenberg, N. K.: *Regional intrarenal perfusion in man. Assessment with scintillation camera*. J. Nucl. Med. 15:775, 1974.
14. Tubis, M., y Wolf, W. (Eds.): *Radiopharmacy*. En: *The hippuran renogram*. Nueva York, Wiley-Interscience. 1976, p. 756.
15. Gerlit, J. B.: *Some chemical properties of technetium*. En: *Proceedings of the International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy*. Nueva York, Naciones Unidas. 1956, vol. 7, p. 145.
16. Smith, E. M.; Brownell, G. L., y Ellet, W. H.: *Radiation dosimetry*. En: *Principles of nuclear medicine*. Wagner, H. N., Jr. (Ed.) Filadelfia, W. B. Saunders Co. 1968, p. 742.
17. *Method of calculation: A schema for absorbed-dose calculations for biologically distributed radionuclides*. Suplemento 1, MIRD, panfleto No. 1. J. Nucl. Med. 1968, p. 7.
18. Keane, J. M., y Schlegel, J. U.: *Use of scintillation camera system for screening of hypertensive patients*. J. Urol. 108: 12, 1972.
19. Farmelant, M. H.; Lipetz, C. A.; Bikerman, V., y Burrows, B. A.: *Radioisotopic renal function studies and surgical findings in 102 hypertensive patients*. Amer. J. Surg. 107:50, 1964.
20. Sandler, G., y Rickards, D. F.: *The diagnostic value of ¹³¹I-Hippuran renography in hypertension*. Angiology 17:31, 1966.