

Archivos de Cardiología de México

Volumen 74
Volume

Suplemento 2
Supplement

Abril-Junio 2004
April-June

Artículo:

Cuantificación del flujo coronario por imágenes en pacientes con cardiopatía isquémica

Derechos reservados, Copyright © 2004
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

Otras secciones de este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

Others sections in this web site:

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Cuantificación del flujo coronario por imágenes en pacientes con cardiopatía isquémica

Erick Alexánderson*

Resumen

La cuantificación del flujo sanguíneo miocárdico se ha convertido en uno de los principales retos de la cardiología actual. Dentro de las técnicas nucleares, la tomografía por emisión de fotón único (SPECT) con Tl-201 o Tc-99m-Sestamibi, es una de las más empleadas, principalmente por su disponibilidad. Este método involucra un análisis semicuantitativo del flujo sanguíneo miocárdico regional. La tomografía por emisión de positrones (PET) con ¹³N-amonía es considerada como el método no invasivo de mayor precisión para la cuantificación del flujo miocárdico y la reserva de flujo coronario. La medición objetiva de estos valores de flujo nos permite detectar la presencia de enfermedad coronaria incipiente, lo cual es de gran valor para pacientes con coronarias sin lesiones por angiografía, pero con factores de riesgo cardiovascular (diabetes, hipertensión, dislipidemia, tabaquismo). La medición cuantitativa del flujo sanguíneo miocárdico mediante PET con ¹³N-amonía nos permite establecer la repercusión de lesiones coronarias, aunque éstas no se asocien a estenosis angiográficamente significativas.

Summary

CORONARY BLOOD FLOW QUANTIFICATION BY IMAGING TECHNIQUES IN PATIENTS WITH CORONARY ARTERY DISEASE

Myocardial blood flow quantification has become a challenge in current cardiology practice. Among nuclear techniques, single-photon emission computed tomography (SPECT) with Tl-201 or Tc-99m-Sestamibi is one of the most widely used, predominantly because of its availability. This method involves a semiquantitative analysis for regional myocardial blood flow. Positron emission tomography (PET) with ¹³N-ammonia is considered the most accurate non-invasive method for the quantification of myocardial blood flow and coronary flow reserve. The objective measurement of this flow values allow us to detect incipient coronary artery disease, which entails great value for patients without coronary lesions by angiography, but with cardiovascular risk factors (diabetes, hypertension, dislipidemia, smoking). Measurement of myocardial perfusion with ¹³N-ammonia PET help us to assess the physiologic significance of coronary lesions, even though, these are not associated to significant stenosis by angiography.

Palabras clave: Flujo sanguíneo. PET. SPECT.

Key words: Blood flow. PET. SPECT.

La evaluación de la perfusión miocárdica es de gran relevancia en pacientes con cardiopatía isquémica, en los cuales nos permite determinar no sólo el grado de isquemia miocárdica, sino también la medición cuantitativa del flujo sanguíneo regional y de la reserva de flujo coronario, pudiendo establecer el

impacto funcional de las lesiones coronarias y del flujo colateral, con lo cual podemos realizar una estratificación pronóstica precisa en estos pacientes.

La reserva de flujo coronario representa la capacidad del lecho vascular de aumentar el flujo ante diversos estímulos (dipiridamol, adenosina).

* Departamento de Medicina Nuclear, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", México D.F. Unidad PET-Ciclotrón, Facultad de Medicina, UNAM, México, D.F.

Correspondencia: Dr. Erick Alexánderson Rosas. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez". Departamento de Medicina Nuclear. Juan Badiano No. 1, Col. Sección XVI, Tlalpan 14080 México, D.F. Tel 5272-2886 Fax 5 272-2678 E-mail: alexanderick@yahoo.com

La medición de la reserva de flujo es de gran relevancia aun en pacientes con coronarias angiográficamente normales, en los cuales puede existir disminución de la reserva de flujo asociada a la presencia de factores de riesgo coronario, tales como: tabaquismo, dislipidemia, diabetes mellitus e hipertensión arterial o patologías como miocardiopatía hipertrófica y miocardiopatía dilatada.¹ Se ha descrito que la reserva de flujo coronario se altera en etapas muy tempranas dentro de la historia natural de la cardiopatía isquémica.

Dentro de las técnicas más comúnmente empleadas para la evaluación de la perfusión miocárdica, se encuentran la tomografía por emisión de fotón único (SPECT) con Tl-201 o Tc-99m-Sestamibi, y la tomografía por emisión de positrones.

Papel de la tomografía por emisión de fotón único en la evaluación del flujo sanguíneo miocárdico

El estudio de la perfusión miocárdica mediante SPECT requiere el empleo de radiotrazadores cuya acumulación miocárdica esté en relación directa con la perfusión. Dentro de éstos, se encuentra el Tl-201, cuya acumulación inicial es proporcional al flujo sanguíneo miocárdico regional, sin embargo, debido a su continuo re-cambio a través de la bomba de Na/K-ATPasa es capaz de redistribuirse en las horas posteriores a su aplicación (imágenes tardías).

También se puede emplear Tc-99m-Sestamibi, cuya acumulación inicial es similar a la del Tl-201, posteriormente se une al aparato mitocondrial, con mínima redistribución, además debido a que su vida media es más corta que la del Tl-201, nos permite administrar dosis mayores. Los protocolos empleados incluyen una fase de reposo y una de esfuerzo (físico o farmacológico). La evaluación de la perfusión miocárdica mediante SPECT emplea una escala semicuantitativa en relación a la captación del radiotrazador en diferentes regiones de interés.² Se ha reportado una sensibilidad del 89-90% y una especificidad del 81-82% para la detección de enfermedad arterial coronaria angiográficamente significativa (> 50% de estenosis).³ La variabilidad inter e intra observador puede afectar los resultados del análisis semicuantitativo, disminuyendo la precisión de este método. Sin embargo, hay que recordar que el SPECT es una técnica de alta disponibilidad y bajo costo, en comparación con otras, como el PET.

Utilidad de la tomografía por emisión de positrones para la medición del flujo sanguíneo miocárdico

La angiografía coronaria cuantitativa se ha considerado como el estándar de oro dentro de las técnicas empleadas para la medición del flujo coronario, sin embargo actualmente se han estudiado otros métodos no invasivos con precisión similar a la de la angiografía coronaria, dentro de los cuales destaca la tomografía por emisión de positrones (PET).

Mediante PET podemos obtener medidas de perfusión tisular en mL/min/g de tejido miocárdico *in vivo* a través de la relación entre la cinética miocárdica del radiotrazador empleado y la concentración arterial del mismo.¹ La precisión de estas mediciones no invasivas, depende de algunos factores, tales como: el empleo de un radiotrazador con cinética de retención o eliminación relacionada directamente con el flujo sanguíneo miocárdico, tanto en condiciones fisiológicas como patológicas; y medición precisa tanto de la actividad miocárdica y arterial del radiotrazador con resolución temporal adecuada, de tal forma que nos permita definir correctamente la cinética del radiotrazador.

El PET cuenta con una alta resolución espacial (4-6 mm) y corrección de atenuación, permitiéndonos medir la concentración miocárdica del radiotrazador a intervalos frecuentes de tiempo.

Dentro de los radiotrazadores empleados para medir flujo sanguíneo en PET, uno de los más usados es la ¹³N-amonia, el cual se destaca por una vida media larga (10 minutos), elevada fracción de extracción (80-100%) y características energéticas (1.19Mev).¹ Este radiotrazador atraviesa las membranas celulares por difusión pasiva y es retenido en el tejido miocárdico por su incorporación como glutamina.

El modelo cinético más empleado para ¹³N-amonia, es el de 3 compartimentos (vascular, extravascular, metabólico), en el cual la variable K_i corresponde al transporte del radiotrazador del espacio vascular al extravascular, lo cual representa un estimado del flujo miocárdico.⁴

La medición cuantitativa del flujo miocárdico se obtiene a través de imágenes dinámicas mediante las cuales se generan curvas tiempo-actividad del miocardio y del pool sanguíneo.

Bol y cols⁵ demostraron que las mediciones de flujo a través de PET con ¹³N-amonia correlacionan linealmente con las obtenidas mediante la técnica

de microesferas marcadas radioactivamente, la cual es considerada como el estándar de oro para la medición de la perfusión miocárdica.

Porenta y cols⁶ reportaron que el atrapamiento metabólico de ¹³N-amonia está disminuido en aproximadamente un 10% en las paredes posterolateral y lateral del ventrículo izquierdo en humanos, lo cual debe recordarse durante la interpretación de los estudios de perfusión miocárdica con este radiotrazador.

El PET con ¹³N-amonia nos permite la cuantificación regional del flujo sanguíneo miocárdico, brindándonos información funcional mediante la cual podemos definir la extensión de la enfermedad ateroesclerosa, aún en ausencia de lesiones coronarias por angiografía.

Schelbert y cols⁷ demostraron que esta técnica tiene una sensibilidad del 97% y especificidad del 100% para la detección de enfermedad arterial coronaria.

Mediante las imágenes de perfusión con PET se logra realizar una caracterización más precisa de la isquemia inducida por esfuerzo farmacológico en comparación con los estudios de tomografía por emisión de fotón único (SPECT) con Tl-201.⁸ El valor promedio de la reserva de flujo coronario (flujo de esfuerzo/flujo de reposo) en voluntarios sanos medida mediante PET es de 1.9 ± 0.8 .⁹ La disminución de la reserva de flujo coronario es un indicador temprano de ateroesclerosis y disfunción endotelial, sobre todo en pacientes con múltiples factores de riesgo coronario, tales como diabetes, dislipidemia, tabaquismo e hipertensión.

El estudio CASS¹⁰ (coronary artery surgery study) mostró que el 50% de mujeres y el 17% de hombres con dolor precordial referidos a angiografía coronaria no tenían enfermedad arterial coronaria significativa por angiografía. Se ha sugerido que la presencia de disfunción endotelial puede explicar el desarrollo de isquemia miocárdica durante las pruebas de esfuerzo.

El flujo coronario en reposo generalmente se mantiene dentro de valores normales cuando existen lesiones coronarias menores al 80%. Gould y cols¹¹ demostraron que la reserva de flujo coronario disminuye en pacientes con 40-50% de estenosis.

Beanlands y cols¹² encontraron que en un grupo de pacientes con enfermedad arterial coronaria, la severidad de la repercusión funcional de la enfermedad coronaria, medida a través de la reserva de flujo coronario muestra una relación significativa con la severidad de las lesiones anatómicas, sin embargo, encontraron variabilidad, predominantemente en estenosis leves a moderadas.

Existen diversos factores dinámicos tanto de las arterias epicárdicas como de los vasos de resistencia coronarios que influyen sobre los valores de la reserva de flujo coronario.

En conclusión, la evaluación del flujo sanguíneo miocárdico mediante técnicas de imagen, tales como el SPECT y el PET es de gran relevancia dentro del protocolo de estudio de pacientes con cardiopatía isquémica. El SPECT con Tl-201 o Tc-99m-Sestamibi es una técnica de alta disponibilidad, sin embargo su precisión es menor, en comparación con el PET, debido a que generalmente involucra un análisis semicuantitativo. El PET con ¹³N-amonia es una técnica no invasiva con alta sensibilidad y especificidad para la medición cuantitativa del flujo coronario, con lo cual podemos establecer la repercusión fisiológica de la enfermedad arterial coronaria a lo largo de su historia natural. A través de la reserva de flujo coronario, podemos detectar tempranamente alteraciones la reactividad vascular, que pueden ser secundarias a la presencia de disfunción endotelial, como marcador de ateroesclerosis incipiente, lo cual es de gran relevancia, sobre todo para pacientes con factores de riesgo coronario.

Referencias

- TAMAKI N, RUDDY T, DEKEMP R, BEANLANDS R: *Myocardial Perfusion*. In: Wahl R, Buchanan J. Principles and Practice of Positron Emission Tomography. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2002; 320-33.
- ALEXÁNDERSON E: *Cardiología Nuclear*. En: Guadalajara JF. Cardiología. México, D.F. Ed. Méndez. 2000: 403-22.
- CULLOM SJ: *Principles of Cardiac SPECT*. In: DePuey EG, Berman DS, Garcia EV. Cardiac SPECT Imaging. New York. Raven Press. 1995: 1-19.
- HUTCHINS GD, SCHWAIGER M, ROSENSPIRE KC, KRIVOKAPICH J, SCHELBERT HR, KUHL DE: *Non-invasive quantification of regional blood flow in the human heart using ¹³N ammonia and dy-*

- namic PET imaging.* J Am Coll Cardiol 1990; 15: 1031-42.
5. BOL A, MELIN JA, VANOVERSCHELDE JL, BAUDHUIN T, VOGELAERS D, DE PAUW M, MICHEL C, LUXEN A, LABAR D, COGNEAU M, ROBERT A, HEYNDRICKX GR, WIJNS W: *Direct comparison of ¹³N ammonia and ¹⁵O water estimates of perfusion with quantification of regional myocardial blood flow by microspheres.* Circulation 1993; 87: 512-25.
 6. PORENTA G, KUHLE W, CZERNIN J, RATIB O, BRUNKEN RC, PHELPS ME, SCHELBERT HR: *Semiquantitative assessment of myocardial blood flow and viability using polar map displays of cardiac PET images.* J Nucl Med 1992; 33: 1623-31.
 7. SCHELBERT H, WISENBERG G, PHELPS ME, GOULD KL, HENZE E, HOFFMAN EJ, GOMES A, KUHL DE: *Noninvasive assessment of coronary stenoses by myocardial imaging during pharmacologic coronary vasodilation, VI: detection of coronary artery disease in man with intravenous ¹³NH₃ and positron computed tomography.* Am J Cardiol 1982; 49: 1197-1207.
 8. TAMAKI N, YONEKURA Y, SENDA M, YAMASHITA K, KOIDE H, SAJI H, HASHIMOTO T, FUDO T, KAMBARA H, KAWAI C, BAN T: *Value and limitation of stress thallium-201 single photon emission computed tomography: comparison with nitrogen-13 ammonia positron tomography.* J Nucl Med 1988; 29: 1181-8.
 9. MUZIK O, BEANLANDS RSB, WOLFE E, HUTCHINS GD, SCHWAIGER M: *Automated region definition for cardiac nitrogen-13-ammonia PET imaging.* J Nucl Med 1993; 34: 336-44.
 10. DAVIS KB, CHAITMAN B, RYAN T: *Comparison of 15-year survival for men and women after initial medical or surgical treatment for coronary artery disease: a CASS registry study.* J Am Coll Cardiol 1995; 25: 1000-9.
 11. GOULD K, KIRKEEIDE RL, BUCHI M: *Coronary flow reserve as a physiologic measure of stenosis severity.* J Am Coll Cardiol 1990; 15: 459-74.
 12. BEANLANDS RSB, MUZIK O, MELON P, SUTOR R, SAWADA S, MULLER D, BONDIE D, HUTCHINS GD, SCHWAIGER M: *Noninvasive quantification of regional myocardial flow reserve in patients with coronary atherosclerosis using nitrogen-13 ammonia positron emission tomography. Determination of extent of altered vascular reactivity.* J Am Coll Cardiol 1995; 26: 1465-75.

