

## Archivos de Cardiología de México

Volumen **74**  
Volume

Suplemento **1**  
Supplement

Enero-Marzo **2004**  
January-March

*Artículo:*

Utilidad de las técnicas nucleares en el estudio de la viabilidad miocárdica

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](#)

## *Utilidad de las técnicas nucleares en el estudio de la viabilidad miocárdica*

Erick Alexanderson\*,\*\*

### Resumen

La evaluación de viabilidad miocárdica es de gran relevancia tanto diagnóstica como pronóstica en pacientes con cardiopatía isquémica. El reconocimiento de viabilidad miocárdica en pacientes con cardiopatía isquémica crónica y disfunción ventricular es de gran valor pronóstico, ayudándonos a definir el grupo de pacientes que potencialmente podrá beneficiarse de un procedimiento de revascularización coronaria. La revascularización de segmentos disfuncionales (asinérgicos) pero viables en pacientes con cardiopatía isquémica crónica se ha asociado a un incremento en la sobrevida. También a una mejoría en la función tanto global como regional del ventrículo izquierdo, así como de la clase funcional. En la actualidad existen diversos métodos de imagen que evalúan la presencia de viabilidad miocárdica, dentro de los cuales se destacan las técnicas de cardiología nuclear. El SPECT con TI-201 (esfuerzo-redistribución-reinyección) es una de las técnicas más empleadas por su disponibilidad y costo, así como por su correlación con el PET con 18-FDG, el cual es considerado el estándar de oro dentro de las técnicas de imagen empleadas para la detección de viabilidad miocárdica. Por lo tanto, de encontrarse disponible, el PET debe emplearse, sobre todo en pacientes con cardiopatía isquémica y disfunción ventricular moderada a severa.

**Palabras clave:** Viabilidad miocárdica. PET. SPECT.  
**Key words:** Myocardial viability. PET. SPECT.

### Summary

USEFULNESS OF NUCLEAR CARDIOLOGY TECHNIQUES  
IN THE ASSESSMENT OF MYOCARDIAL VIABILITY

The assessment of myocardial viability in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction is of great diagnostic and prognostic value. The identification of myocardial viability, in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction is useful in risk stratification, for it allows the prediction of a group of patients that may benefit the most from a revascularization procedure. The revascularization of dysfunctional (asinergic) segments showing viability in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction has been associated to improved survival and New York Heart Association (NYHA) class. An improvement in global as well as in regional left ventricular function has also been described. Currently, several non-invasive imaging techniques have been used to assess myocardial viability, among them, nuclear cardiology methods are the most employed. TI-201 SPECT imaging (stress-redistribution-reinjection) is one of the most commonly used, because of its availability, cost, and correlation with 18-FDG PET studies, which is considered the gold standard among imaging techniques for the detection of myocardial viability. Therefore, if PET is available, it should be used in patients with coronary artery disease and moderate to severe left ventricular dysfunction.



\* Departamento de Medicina Nuclear, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", México D.F.

\*\* Unidad PET-Ciclotrón, Facultad de Medicina, UNAM, México, D.F.

La detección de viabilidad miocárdica es de gran relevancia dentro de la estratificación pronóstica de pacientes con cardiopatía isquémica y disfunción ventricular. Nos permite establecer el grupo de pacientes que potencialmente pueden beneficiarse de un procedimiento de revascularización.<sup>1</sup>

La mejoría tanto de la función ventricular global como de la clase funcional postrevascularización es considerada como el estándar de oro para viabilidad miocárdica.

### Generalidades

El miocardio viable puede ser tejido hibernante o aturdido. El miocardio hibernante corresponde a un área disfuncional que representa la disminución de la función contráctil secundaria a una disminución persistente en el flujo sanguíneo o en la reserva de perfusión, pero con miocitos viables, cuya función contráctil mejora posterior a un procedimiento de revascularización.<sup>2</sup>

El aturdimiento involucra la recuperación retardada de la función contráctil posterior a un período de isquemia. Aunque, también presenta depresión de la función miocárdica, el flujo coronario en reposo se encuentra dentro de valores normales.<sup>3</sup>

El tejido miocárdico hibernante representa regiones en riesgo de infarto y que pueden contribuir de manera relevante al desarrollo o a la exacerbación de la insuficiencia cardíaca.

Se ha demostrado que aproximadamente de un 45% a un 50% de pacientes con infarto previo presentan la presencia de zonas de miocardio hibernante alternando con áreas de tejido cicatrizal.<sup>4</sup>

Se han descrito diversas características histopatológicas asociadas a la presencia de miocardio hibernante, tales como pérdida de sarcómeros sin alteración significativa en el volumen celular, zonas perinucleares ricas en glucógeno, cambios nucleares caracterizados por la presencia de hemocromatina de distribución homogénea en el nucleoplasma, pérdida sustancial de retículo sarcoplásmico.<sup>3,5</sup>

Los cambios histopatológicos previamente descritos son sugerentes de un proceso de dediferenciación celular como consecuencia del cambio de un estado activo de contractilidad a un estado no contráctil.

### Relevancia de la búsqueda de viabilidad miocárdica

Se ha demostrado que la detección de miocardio hibernante en pacientes con cardiopatía isquémica

tiene una gran trascendencia clínica. El empleo de tratamiento médico en pacientes con disfunción ventricular y miocardio hibernante se ha asociado a una elevada tasa de morbi-mortalidad (15-60%), mientras que la realización de revascularización se asocia a una mejora en la función sistólica del ventrículo izquierdo, tanto global como regional, así como a una disminución en la incidencia de eventos cardíacos y una prolongación en la expectativa de vida.<sup>6</sup>

La presencia de miocardio hibernante debe sospecharse en todos aquellos pacientes con cardiopatía isquémica y disfunción ventricular izquierda de cualquier grado, ya que se ha descrito que la presencia y severidad de disfunción ventricular no se correlaciona de manera precisa con la extensión y severidad de la enfermedad coronaria.

El estudio realizado por Bounous y cols<sup>7</sup> sugiere que un importante número de pacientes con depresión severa de la función sistólica pero con una cantidad sustancial de tejido viable se benefician de un proceso de revascularización coronaria, haciendo innecesario la realización de un trasplante cardíaco, mejorando su calidad de vida y disminuyendo de manera importante los costos de hospitalización asociados.

La incidencia y el grado de recuperación funcional posterior a la revascularización coronaria depende de varios factores, dentro de los cuales se encuentran la severidad de la disfunción ventricular, la técnica empleada para la protección miocárdica transoperatoria, la presencia o ausencia de infarto perioperatorio y la elección de la técnica de revascularización empleada.<sup>3,8</sup>

El resultado de los procedimientos de revascularización depende tanto de la presencia como de la cantidad de tejido miocárdico hibernante en relación al área disfuncional.

Dentro de los efectos benéficos de los procedimientos de revascularización en pacientes con viabilidad miocárdica demostrada se encuentran: un incremento en la FE en reposo, la prevención de isquemia, prevención del fenómeno de remodelación ventricular, prevención de arritmias cardíacas y mejoría en la función diastólica.<sup>1</sup>

A lo largo de las últimas décadas se han descrito diversas técnicas de imagen empleadas para el reconocimiento de viabilidad miocárdica en pacientes con cardiopatía isquémica, mediante la detección de tejido miocárdico previamente hipocinético que se contrae con estímulos inotró-

picos o la demostración de persistencia de actividad metabólica dentro de estas regiones de miocardio disfuncional.

### Métodos de evaluación de viabilidad miocárdica: SPECT y PET

#### 1. Tomografía por emisión de fotón único (SPECT)

Dentro de los radiotrazadores empleados con tomografía por emisión de fotón único (Por sus siglas en inglés: SPECT), el más usado para la detección de viabilidad miocárdica se encuentra el Tl-201, el cual es un análogo del potasio que cruza la membrana celular por transporte activo, su captación depende de la integridad de la membrana celular y del aparato metabólico y es proporcional al flujo sanguíneo miocárdico y traduce la presencia de miocitos viables.<sup>1</sup>

En pacientes con estenosis coronaria se observa redistribución del radiotrazador en tejidos miocárdicos con baja captación inicial posterior a un estímulo inotrópico o a una reinyección del mismo. El intercambio continuo entre el tallo intracelular y circulante explica la compensación y desaparición de los defectos iniciales causados por hipoperfusión transitoria. Con una captación óptima por arriba del 40% la probabilidad de recuperación de la función miocárdica se incrementa paralelamente con el porcentaje de radiotrazador captado.<sup>9</sup>

Bonow R y cols<sup>10</sup> demostraron que el protocolo esfuerzo-redistribución-reinyección tiene una concordancia de 88% con los resultados obtenidos mediante PET, siendo una técnica de alta disponibilidad, por lo cual en la actualidad, es una de las más empleadas para la detección de viabilidad miocárdica en nuestro país.

Recientemente, también se ha empleado como radiotrazador al Tecnecio-Sestamibi, el cual se caracteriza por tener una mínima redistribución con ausencia de captación por el miocardio necrótico.<sup>3</sup> La captación del mismo depende tanto de la perfusión miocárdica como de la función mitocondrial. Se ha reportado una correlación inversa entre la captación y el grado de fibrosis intersticial.

La viabilidad miocárdica está caracterizada por reconocimiento de tejido isquémico o zonas de necrosis no transmural.<sup>3</sup>

Cuocolo A y cols<sup>11</sup> encontraron una correlación lineal entre el número de segmentos disfuncionales viables detectados por MIBIS-

PECT y la mejoría en la FE posterior a revascularización en pacientes con disfunción ventricular isquémica.

#### 2. Tomografía por emisión de positrones

La tomografía por emisión de positrones (PET) es considerada como el estándar de oro, dentro de las técnicas de imagen no invasivas, para la detección de viabilidad miocárdica. Esta técnica emplea radionúclidos emisores de positrones, los cuales se obtienen mediante un ciclotrón (acelerador de partículas). El radionúclido más frecuentemente empleado es <sup>18</sup>F mediante el cual se produce <sup>18</sup>F 2-deoxy-2 fluoro D glucosa (<sup>18</sup>FDG). Su vida media es de 109.8 minutos, la energía media del positrón es de 0.25MeV y la máxima es de 0.64MeV.

La FDG al igual que la glucosa entra al miocito mediante el sistema de transportadores sarcolémicos Glut 1 y Glut 4 y es fosforilada a FDG-6 fosfato por la hexokinasa en una reacción unidireccional, ya que en el miocardio no existe la fosfatasa encargada de su conversión, por lo que su captación se relaciona con la presencia de metabolismo cardíaco y viabilidad.<sup>6</sup>

A nivel cardíaco la captación de glucosa y el metabolismo están determinados por diversos factores tales como disponibilidad del sustrato energético, niveles de insulina y catecolaminas, así como el estado prandial.

En el estado postabsortivo la principal fuente de energía son los ácidos grasos, sin embargo desde hace más de dos décadas se ha reconocido que el miocardio en estado de hibernación presenta predominantemente un metabolismo anaerobio de la glucosa, mostrando un incremento en la utilización periférica de glucosa exógena, lo cual es evaluado por el PET mediante el empleo del análogo de glucosa FDG. La presencia de actividad metabólica normal o incrementada y flujo disminuido caracterizan al patrón discordante (mismatch), que se considera indicador de viabilidad en PET. Así mismo, la evidencia de actividad metabólica y flujo disminuidos traducen un patrón concordante, el cual se relaciona con la presencia de miocardio necrótico.

Diversos estudios prospectivos<sup>3,12</sup> reportan que en aquellos pacientes en los que se detectó miocardio hibernante por medio del PET con <sup>18</sup>FDG el empleo de tratamiento médico se asoció de manera estadísticamente significativa con un incremento en las tasas de morbi-mortalidad por causas cardíacas.

Marwick TH y cols<sup>4</sup> demostró que la magnitud de la mejoría en la sintomatología y en la capacidad de ejercicio es proporcional a la masa de miocardio revascularizada que se demostró previamente como viable a través del PET.

El PET con 18-FDG tiene una sensibilidad del 95% y especificidad del 80% para la predicción de recuperación de la función ventricular regional postrevascularización.<sup>8</sup>

También podemos estudiar el flujo sanguíneo miocárdico mediante PET. La perfusión miocárdica puede cuantificarse en mililitros por minuto por gramo de tejido. Dentro de los radiotrazadores empleados en imagen PET,<sup>13</sup> N-amonia es considerado como el mejor, debido a su vida media larga (10 minutos), elevada fracción de extracción y características energéticas (1.19Mev). La cuantificación del flujo sanguíneo miocárdico se puede realizar empleando el modelo de 3 compartimentos (vascular, extravascular, metabólico).

Dentro de las limitaciones del PET se encuentran el costo y la disponibilidad de la técnica. En algunos centros, en los que no se cuenta con una cámara PET se emplean gammacámaras de coincidencia con colimadores de alta energía y en las cuales se pueden obtener imágenes con 18-FDG. Sin embargo, se requieren tiempos largos de adquisición y tienen me-

nor resolución, lográndose detectar un menor número de cuentas por microcurie en comparación con las cámaras PET. Dentro de las ventajas de emplear una gammacámara de coincidencia se encuentran su alta disponibilidad y bajo costo en comparación con el PET.<sup>6</sup> El SPECT con 18-FDG ha demostrado correlacionar con estudios PET y SPECT con Tl-201 para la detección de viabilidad miocárdica. Burt y cols<sup>13</sup> estudiaron 20 pacientes mediante PET con 18-FDG, SPECT con 18-FDG y SPECT con Tl-201, encontrando que de 137 segmentos que habían sido clasificados como no viables por SPECT con Tl-201, 59 y 52 segmentos fueron clasificados como viables por PET y SPECT con 18-FDG, respectivamente.

En conclusión, la evaluación de viabilidad miocárdica mediante técnicas de cardiología nuclear debe formar parte del protocolo de estudio de pacientes con cardiopatía isquémica y disfunción ventricular, en los cuales puede obtenerse un gran beneficio mediante un proceso de revascularización, si se demuestra la presencia de viabilidad miocárdica previamente, por alguna de estas técnicas, predominante por PET, la cual ha demostrado tener una gran precisión diagnóstica y pronóstica en este grupo de pacientes.

## Referencias

1. STILLMAN AE, WILKE N, JEROSCH-HEROLD M: *Myocardial Viability*. Radiol Clin North Am 1999; 37(2): 361-78.
2. RAHIMTOOLA SH: *The hibernating myocardium*. Am Heart J 1989; 117: 211-21.
3. WIJNS W, VATNER S, CAMICI P: *Hibernating Myocardium*. N Engl J Med 1998; 339(3): 173-81.
4. MARWICK TH: *The Viable Myocardium: Epidemiology, detection and clinical implications*. Lancet 1998; 351: 815-19.
5. BORGERS M, THONÉ F, WOUTERS L, AUSMA J, SHIVALKAR G, FLAMENG W: *Structural correlates of regional myocardial dysfunction in patients with critical coronary artery stenosis: chronic hibernation?* Cardiovasc Pathol 1993; 2: 237-45.
6. FITZGERALD J, PARKER A, DANIAS P: *F-18 fluoro deoxyglucose SPECT for assessment of myocardial viability*. J Nucl Cardiol 2000; 7(4): 382-7.
7. BOUNOUS EP, MARK DB, POLLOCK BG: *Surgical survival benefits for coronary disease patients with left ventricular dysfunction*. Circulation 1998; 78: 151-57.
8. BAX JJ, WIJNS W, CORNEL JH, VISSER FC, BOERSMA E, FIORETTI PM: *Accuracy of currently available techniques for prediction of functional recovery after revascularization in patients with left ventricular dysfunction due to chronic coronary artery disease: comparison of pooled data*. J Am Coll Cardiol 1997; 30: 1451-60.
9. PERRONE-FILARDI P, CHIARIELLO M: *The Identification of Myocardial Hibernation in Patients with Ischemic Heart Failure by Echocardiography and Radionuclide Studies*. Prog Cardiovasc Dis 2001; 43(5): 419-32.
10. BONOW RO, DILSIZIAN V, CUOCOLO A, BACHARACH SL: *Identification of viable myocardium in patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction. Comparison of thallium scintigraphy with reinjection and PET imaging with 18-F-fluorodeoxyglucose*. Circulation 1991; 83(1): 26-37.

11. CUOCOLO A, ACAMPA W, NICOLAI E: *Quantitative thallium-201 and technetium-99m sestamibi tomography at rest in detection of myocardial viability in patients with chronic ischemic left ventricular dysfunction.* J Nucl Cardiol 2000; 7: 8-15.
12. EITZMAN D, AL -AOUAR ZR, KANTER HL: *Clinical outcome of patients with advanced coronary artery disease after viability studies with positron emission tomography.* J Am Coll Cardiol 1992; 20: 559-65.
13. BURT RW, PERKINS OW, OPPENHEIM BE: *Direct comparison of fluorine-18-FDG SPECT, fluorine-18-FDG PET and rest thallium-201 SPECT for detection of myocardial viability.* J Nucl Med 1995; 36: 176-9.

