

## Detección de onda de contracción postsistólica positiva por Doppler tisular como indicador de enfermedad arterial coronaria

Alma E Meraza Maciel,\* Rocío Aceves Millán,\* Carlos Ixcamparij Rosales,\* Alejandro Rodríguez Morales,\* Arnoldo Santos Jiménez Valverde,\*\* Ricardo Gutiérrez Leal\*\*

### RESUMEN

**Objetivo:** determinar la asociación entre la onda de contracción positiva postsistólica y la isquemia miocárdica en pacientes con angina crónica.

**Métodos:** se seleccionaron 21 pacientes, quienes se sometieron a mediciones por ecografía Doppler tisular en los segmentos basales y medios de la cara anterior, lateral, inferior y el tabique, obtenidos en las vistas de dos y cuatro cámaras (ocho puntos por paciente) en reposo. También se realizó ecocardiografía transtorácica estándar. Los pacientes se sometieron a medicina nuclear (talio 201), ecocardiograma con dobutamina y angiografía coronaria.

**Resultados:** se analizaron 168 segmentos del ventrículo izquierdo. En 85% de los casos se encontró la onda de contracción positiva postsistólica con duración de 80 a 240 msec. En estos casos se confirmó la isquemia miocárdica mediante estudios no invasivos, y enfermedad coronaria por angiografía. La onda de contracción positiva postsistólica pronosticó la enfermedad coronaria significativa, con sensibilidad de 81 y especificidad de 31%.

**Conclusiones:** la onda de contracción positiva postsistólica detectada por Doppler tisular es un indicador útil de enfermedad coronaria en pacientes con movilidad ventricular normal y dolor torácico.

**Palabras clave:** contracción postsistólica positiva, enfermedad coronaria, Doppler, miocardio isquémico.

### ABSTRACT

**Objective:** We sought to examine the diagnostic value of positive CPPS for detecting coronary artery disease (CAD) in patients with chest pain and apparently normal left ventricular contraction.

**Methods:** A total of 21 patients underwent spectral Doppler tissue imaging measurements at the annular and mid left ventricular levels in the apical 4- and 2-chamber views (8 points/patient) at rest in addition to standard echocardiography. Subsequently, patients underwent thallium-201 myocardial perfusion or echo dobutamine and coronary angiography.

**Results:** We analyzed 168 segments of left ventricle, in 85% of cases we found a positive myocardial velocity during isovolumetric relaxation phase with duration between 80-120 msec. In these cases we confirmed ischemia and coronary artery disease. Presence of positive CPPS predicted CAD with sensitivity of 81% and specificity of 31%.

**Conclusion:** Positive CPPS detected by spectral tissue Doppler imaging is a useful indicator of CAD in patients with apparently normal left ventricular contraction and chest pain.

**Key words:** Postsystolic positive contraction (CPPS), coronary artery disease, chest pain, left ventricular contraction.

\* Departamento de Ecocardiografía.

\*\* Departamento de Hemodinamia.

Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, ISSSTE.

Correspondencia: Dr. Rocío Aceves Millán. Servicio de Ecocardiografía, Edificio B, 3<sup>er</sup> piso. Centro Médico Nacional 20 de Noviembre. Correo electrónico: rocioacevesmillan@yahoo.es  
Recibido: agosto, 2008. Aceptado: mayo, 2009.

Este artículo debe citarse como: Meraza MAE, Aceves MR, Ixcamparij RC, Rodríguez MA y col. Detección de onda de contracción postsistólica positiva por Doppler tisular como indicador de enfermedad arterial coronaria. Rev Esp Med Quir 2009;14(4):179-84.

La versión completa de este artículo también está disponible en: [www.nietoeditores.com.mx](http://www.nietoeditores.com.mx)

La enfermedad arterial coronaria representa una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en nuestra sociedad, además, se ha incrementado sustancialmente en las últimas décadas. Para su diagnóstico se han utilizado diversas herramientas, como la prueba de esfuerzo; sin embargo, una cantidad considerable de pacientes con dolor torácico en estudio muestra estados mórbidos asociados que les impiden realizar algún esfuerzo físico.

Estudios previos a la ecografía Doppler tisular reportan que la motilidad retardada del ventrículo izquierdo, mediante sustracción digital, se asocia con enfermedad

coronaria crónica; sin embargo, éstos se realizaron de manera retrospectiva y en pacientes con anomalías de la motilidad segmentaria.<sup>1</sup>

Las velocidades determinadas con ecografía Doppler tisular, derivadas de la data madre, que es el TVI (*tissue velocity image*), se han correlacionado con el acortamiento sistólico, medido con sonomicrometría, y confirman que dichas velocidades reflejan la motilidad miocárdica regional. La detección del tiempo exacto de las velocidades por ecografía Doppler tisular, en relación con las diferentes fases del ciclo cardiaco, se logra con vigilancia electrocardiográfica simultánea y con las ondas de presión en la válvula aórtica y mitral. En los ventrículos no isquémicos el periodo de contracción isovolumétrica está dominado por una espiga positiva de corta duración, la cual representa el acortamiento longitudinal antes de la eyección ventricular, esto al considerar que 60% del acortamiento se realiza longitudinalmente. Al inicio de la eyección las velocidades miocárdicas se aceleran rápidamente y la velocidad máxima se extiende durante la sístole temprana.<sup>2,3</sup>

Durante la relajación isovolumétrica existe un patrón opuesto al observado durante la contracción, con una espiga de velocidad negativa de corta duración, posterior al inicio del llenado ventricular. Quizá los efectos de torsión contribuyen con las velocidades durante las fases de contracción y relajación isovolumétricas.<sup>4</sup>

El mayor cambio observado durante la isquemia moderada es un descenso en el pico de eyección temprana, la cual se ha relacionado con el descenso del acortamiento sistólico, determinado por sonomicrometría. La capacidad de la eyección ventricular, como marcador cuantitativo de la función regional, se confirmó en ventrículos no isquémicos, con diferentes condiciones de carga, estados inotrópicos y durante la isquemia moderada.<sup>5</sup>

Durante la isquemia severa, la sonomicrometría ha mostrado alargamiento sistólico en la fase de contracción isovolumétrica, la cual indica discinesia. Contrario a esto, las velocidades tempranas por Doppler permanecen positivas; por tanto, no necesariamente reflejan el empeoramiento de la función miocárdica. El mecanismo de las velocidades positivas tempranas en el miocardio discinético no está claro, pero puede representar la

motilidad cardiaca transrotacional resultante de las contracciones miocárdicas en otros segmentos.<sup>3,5</sup>

De igual forma, durante la isquemia severa persisten las velocidades positivas en la fase de relajación isovolumétrica y en algunos casos continúan después del periodo diastólico temprano. Estos hallazgos sugieren que la mayor duración de dichas velocidades podría representar un marcador de discinesia, con la demostración de velocidades de contracción negativas durante la fase de contracción isovolumétrica.<sup>6</sup>

Con la ecografía Doppler tisular se ha observado que el acortamiento postsistólico del ventrículo izquierdo, que ocurre después del cierre de la válvula aórtica durante una fase de contracción isovolumétrica prolongada o específicamente durante la fase preisistólica, se asocia con isquemia miocárdica.<sup>2</sup> Voigt y colaboradores utilizaron el *Strain Rate* en búsqueda de contracción postsistólica durante el ecocardiograma bajo estrés, con dobutamina como marcador de isquemia en pacientes con sospecha de enfermedad coronaria, así como imágenes Doppler tisular espectrales codificadas en color; sin embargo, estas técnicas requieren un programa complejo y costoso, que no siempre está disponible.<sup>3</sup> La velocidad positiva durante la fase de relajación isovolumétrica, detectada mediante Doppler pulsado tisular, corresponde al acortamiento postsistólico detectado mediante *Strain Rate*, el cual se asocia con isquemia miocárdica en pacientes sometidos a reto farmacológico o, bien, durante síndromes coronarios agudos.<sup>6</sup>

La función diastólica del ventrículo izquierdo suele modificarse antes que la función sistólica, sobre todo en pacientes con enfermedad coronaria crónica. Kondo y colaboradores reportaron que la relajación ventricular se encuentra alterada aun en pacientes con enfermedad coronaria crónica, sin alteraciones de la contractilidad ventricular.<sup>1</sup>

La contracción postsistólica positiva puede ocurrir aun en pacientes con hipertrofia ventricular izquierda significativa y bloqueo de rama izquierda del haz de His, sin enfermedad coronaria, e incluso en individuos sanos.

Pocos estudios reportan la utilidad de la onda de contracción positiva postsistólica (CPPS) en pacientes con sospecha de enfermedad coronaria; por tanto, este estudio contribuye con información para determinar

el valor clínico en la detección de la onda contráctil del tejido miocárdico, que hace sospechar enfermedad coronaria.

El objetivo de este estudio es determinar la asociación entre la onda de contracción positiva postsistólica y la isquemia miocárdica en pacientes con angina crónica estable.

## PACIENTES Y MÉTODO

Se seleccionaron pacientes que acudieron al Servicio de Cardiología del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre (ISSSTE) con angina crónica estable en estudio. A todos se les explicó detalladamente el protocolo de estudio y firmaron la carta de consentimiento informado. Se registraron las variables de edad, género, hipertensión arterial sistémica, diabetes mellitus, dislipidemia, hiperuricemia, onda de contracción positiva postsistólica (CPPS) con ecocardiografía tisular, isquemia miocárdica por segmentos con medicina nuclear o eco-dobutamina.

El estudio ecocardiográfico se realizó con equipo Phillips Sonos 7500® y transductor S3 de 1 a 3 MHz. El paciente se colocó en posición decúbito lateral izquierdo para la obtención de proyecciones de la vista paraesternal (eje largo, eje corto) y la vista apical de las dos y cuatro cámaras, incluida la vista subcostal.

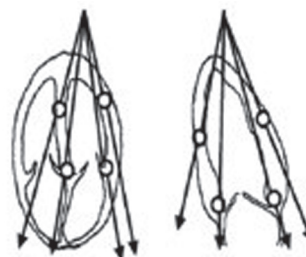
Se determinó la velocidad por Doppler tisular en ocho segmentos: septal basal, septal medial, lateral basal, lateral medial, inferior basal, inferior medial, anterior basal y anterior medial (figuras 1 y 2).

### Criterios de inclusión

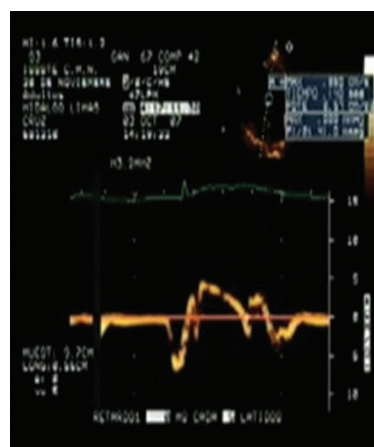
Pacientes adultos de uno y otro sexo con angina de pecho en estudio, y quienes tuvieran pruebas inductoras previas o posteriores de isquemia coronaria (medicina nuclear y eco-dobutamina)

### Criterios de exclusión

Se excluyeron los pacientes con infarto de miocardio, angioplastia o cirugía de revascularización, fibrilación-flutter auricular, portadores de marcapaso definitivo o temporal, enfermedad valvular significativa, bloqueo de la rama izquierda del haz de His, cardiomiopatía restrictiva, hipertrofia ventricular izquierda mayor a 12



**Figura 1.** Método para la obtención de la onda de contracción positiva postsistólica en las dos y cuatro cámaras, en los segmentos basal y medio.



**Figura 2.** Espectro Doppler pulsado tisular que ejemplifica la aparición de la onda de contracción positiva postsistólica.

mm (tabique o pared posterior), hipertensión pulmonar (regurgitación tricuspídea > 2.5 m/s) o insuficiencia cardíaca congestiva.

### Criterios de eliminación

Pacientes quienes durante el estudio tuvieran desequilibrio hemodinámico.

### Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS 15.0 de Windows. El análisis univariado se realizó con medidas de tendencia central y de dispersión, y los resultados se mostraron mediante cuadros y figuras. El análisis bivariado se efectuó con Rho de Spearman. El RR, la sensibilidad, especificidad, valor pronóstico positivo y valor pronóstico negativo se realizaron con

tablas 2x2. Se determinó la significancia estadística con  $p < 0.05$ .

### Aspectos éticos

El estudio se realizó con base en los lineamientos establecidos por la declaración de Helsinki y su revisión del año 2002 en Tokio, Japón; así como los lineamientos establecidos del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre (ISSSTE) en materia de investigación clínica.

## RESULTADOS

Se registraron 21 pacientes con promedio de edad de  $61 \pm 10.5$  años, en quienes se analizaron 168 regiones del ventrículo izquierdo. La mayoría de los pacientes fueron hombres (70%), con hipertensión arterial sistémica y diabetes tipo 2 (70%), dislipidemia (60%) e hiperuricemia (14%) [cuadro 1].

**Cuadro 1.** Factores de riesgo de enfermedad coronaria

	% (n)
<b>Género</b>	
Masculino	70 (13)
Femenino	30 (8)
Hipertensión arterial sistémica	70 (13)
Diabetes mellitus	70 (13)
Dislipidemia	60 (12)
Hiperuricemia	14 (3)

Las arterias coronarias con mayores lesiones significativas (>50%) fueron la descendente anterior y la coronaria derecha (cuadro 2). Las regiones del ventrículo izquierdo con mayor isquemia se muestran en el cuadro 3. Las ondas de contracción positivas postsistólicas estuvieron dentro del límite de 80 a 240 mseg.

La correlación de Spearman fue de 70% ( $p < 0.02$ ) y el riesgo (RR) de que una región de tejido miocárdico con onda de contracción positiva postsistólica mostrara isquemia fue 14 veces mayor que alguna área de tejido sin dicha onda ( $p < 0.01$ ).

La determinación de la onda de contracción positiva postsistólica para detectar isquemia miocárdica mostró sensibilidad de 81%, especificidad de 31%, valor predictivo positivo de 90% y negativo de 50% (cuadro 4).

**Cuadro 2.** Arterias coronarias con lesiones mayores de 50%

Coronaria	% (n)
Descendente anterior	48 (10)
Circunfleja	19 (3)
Coronaria derecha	39 (8)

**Cuadro 3.** Presencia de onda de contracción positiva postsistólica por regiones

Región	% (n)
Septal basal	19 (32)
Septal medial	52 (87)
Lateral basal	52 (87)
Lateral medial	66 (110)
Inferior basal	38 (64)
Inferior medial	90 (151)
Anterior basal	66 (110)
Anterior medial	80 (134)

**Cuadro 4.** Distribución 2x2 de 168 segmentos analizados con onda de contracción positiva postsistólica e isquemia miocárdica determinada por medicina nuclear (sensibilidad 81%; especificidad 31%; valor predictivo positivo 90%; valor predictivo negativo 50%)

	Onda de contracción positiva postsistólica		n
	Positivo	Negativo	
Isquemia			
Positivo	109	11	120
Negativo	24	24	48
Total	133	35	168

## DISCUSIÓN

El protocolo de estudio de pacientes con angina de pecho cuenta con diferentes herramientas para establecer el diagnóstico preciso de isquemia miocárdica; sin embargo, los estados mórbidos concomitantes pueden limitar la aplicación de éstas, las cuales se consideran el estándar de referencia, sobre todo la medicina nuclear y el ecocardiograma de esfuerzo.<sup>5,7</sup> La determinación de la onda de contracción positiva postsistólica fue útil para detectar isquemia miocárdica, pues mostró sensibilidad y valor predictivo

positivo importantes (81 y 90%, respectivamente); además, tuvo asociación importante y significativa con los resultados de isquemia miocárdica determinados por medicina nuclear y ecocardiograma de esfuerzo farmacológico con dobutamina ( $r_s = 0.70$ ,  $p < 0.02$ ).

Estudios en pacientes con síndrome coronario agudo, sometidos a reto farmacológico, reportaron ondas de contracción positivas durante la fase de relajación isovolumétrica, lo que confirma la isquemia miocárdica.<sup>2,3,8-11</sup> Estos autores indican que la disminución del aporte de oxígeno en la célula miocárdica, secundaria a la isquemia, ocasiona que la onda de contracción tisular se prolongue durante la fase isovolumétrica del ciclo cardíaco, y que aparezca una onda adicional en las ondas observadas durante el ecocardiograma tisular.<sup>12-14</sup> Es lógico esperar que en pacientes con isquemia crónica, la velocidad de contracción del miocito afectado disminuya y aparezca una onda de onda de contracción positiva al final de la sístole (CPPS).<sup>15,16</sup> En este estudio observamos dicha onda contráctil en las regiones de miocardio con isquemia, de tal manera que su presencia, durante la evaluación con ecografía tisular, tiene hasta 14 veces más probabilidades de cursar con disminución del flujo sanguíneo y del aporte de oxígeno a la célula miocárdica ( $p < 0.01$ ) [cuadro 4].

Con la información obtenida en este estudio fue imposible distinguir las regiones con isquemia miocárdica en relación con las lesiones coronarias, debido a que todos los pacientes tuvieron lesiones significativas en la arteria descendente anterior, circunfleja y coronaria derecha. Tampoco pudo determinarse la asociación del grado de isquemia miocárdica con la velocidad de la onda de contracción positiva postsistólica. Estas situaciones deben determinarse en estudios correlativos posteriores.

La determinación de la onda de contracción positiva postsistólica con ecocardiograma tisular es una herramienta útil para evaluar a los pacientes con angina de pecho; además, puede compararse con estudios actuales en la práctica cardiológica cotidiana (medicina nuclear, eco-dobutamina) y efectuarla en pacientes con estados mórbidos asociados, que les impidan realizar esfuerzos físicos. Este examen representa una ventaja sobre los métodos diagnósticos convencionales para detectar isquemia del miocardio.

## CONCLUSIÓN

La detección de la onda de contracción positiva postsistólica es una herramienta útil, inocua, confiable y altamente reproducible, que puede utilizarse como método no invasivo y práctico en pacientes con sospecha de enfermedad coronaria (no requiere reto farmacológico o físico para detectar el padecimiento). Destaca su rentabilidad diagnóstica, principalmente en casos con padecimientos asociados (asincronía ventricular, sobre todo en pacientes con insuficiencia cardíaca y deterioro severo de la función sistólica), la cual se ha demostrado en estudios internacionales.

## REFERENCIAS

1. Kondo H, Masuyama T, Ishihara K, Mano T, et al. Digital subtraction high-frame-rate echocardiography in detecting delayed onset of regional left ventricular relaxation in ischemic heart disease. *Circulation* 1995;91:304-12.
2. Skulstad H, Edvardsen T, Urheim S, Rabben SI, et al. Postsystolic shortening in ischemic myocardium: active contraction or passive recoil? *Circulation* 2002;106:718-24.
3. Voigt JU, Exner B, Schmiedehausen K, Huchzermeyer C, et al. Strain-rate imaging during dobutamine stress echocardiography provides objective evidence of inducible ischemia. *Circulation* 2003;107:2120-6.
4. Iskander S, Iskandrian AE. Risk assessment using single-photon emission computed tomographic technetium-99m sestamibi imaging. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:57-62.
5. Song JK, Song JM, Kang DH, Haluska B, Marwick TH. Postsystolic thickening detected by Doppler myocardial imaging: a marker of viability or ischemia in patients with myocardial infarction. *Clin Cardiol* 2004;27:29-32.
6. Edvardsen T, Urheim S, Skulstad H, Steine K, et al. Quantification of left ventricular systolic function by tissue Doppler echocardiography: added value of measuring pre- and postejction velocities in ischemic myocardium. *Circulation* 2002;105:2071-7.
7. Toshinari Onishi, MD, Masaaki Uematsu, MD, et al. Positive isovolumic relaxation velocity detected by a spectral tissue Doppler mapping technique as an indicator of coronary artery disease: a prospective study. *J Am Soc Echocardiogr* 2007;20:158-64.
8. Kukulski T, Jamal F, Herbots L, D'hooge J, et al. Identification of acutely ischemic myocardium using ultrasonic strain measurements: a clinical study in patients undergoing coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:810-9.
9. Citro R, Galderisi M, Guarini P, Cicala S, et al. Left bundle branch block with and without coronary artery disease: which value for a tissue Doppler-derived postsystolic motion? *Ital Heart J* 2003;4:706-12.
10. Urheim S, Edvardsen T, Torp H, Angelsen B, Smiseth OA.

- Myocardial strain by Doppler echocardiography: validation of a new method to quantify regional myocardial function. *Circulation* 2000;102:1158-64.
11. Edvardsen T, Skulstad H, Aakhus S, Urheim S, Ihlen H. Regional myocardial systolic function during acute myocardial ischemia assessed by strain Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:726-30.
  12. Miyatake K, Yamagishi M, Tanaka N, Uematsu M, et al. New method for evaluating left ventricular wall motion by color-coded tissue Doppler imaging: in vitro and in vivo studies. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:717-24.
  13. Sutherland GR, Stewart MJ, Groundstroem KW, Moran CM, et al. Color Doppler myocardial imaging: a new technique for the assessment of myocardial function. *J Am Soc Echocardiogr* 1994;7:441-58.
  14. Uematsu M, Miyatake K, Tanaka N, Matsuda H, et al. Myocardial velocity gradient as a new indicator of regional left ventricular contraction: detection by a two-dimensional tissue Doppler imaging technique. *J Am Coll Cardiol* 1995;26:217-23.
  15. Gorcsan J, Strum DP, Mandarino WA, Gulati VK, Pinsky MR. Quantitative assessment of alterations in regional left ventricular contractility with color-coded tissue Doppler echocardiography: comparison with sonomicrometry and pressure-volume relations. *Circulation* 1997;95:2423-33.
  16. Derumeaux G, Ovize M, Loufoua J, Andre-Fouet X, et al. Doppler tissue imaging quantities regional wall motion during myocardial ischemia and reperfusion. *Circulation* 1998;97:1970-7.