

Valoración de la función ventricular derecha mediante ecocardiografía de contraste en pacientes con infarto agudo de miocardio

Gabriela Borrayo, Guillermo Careaga, Carlos J. Muro, Alonzo Autrey, Pascual Pérez, Raúl Yáñez, Gerardo Espínola y Rubén Argüero

Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios. Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI. Instituto Mexicano del Seguro Social. México DF. México.

Objetivo. Evaluar el valor diagnóstico del tamaño, la motilidad y la fracción de eyección del ventrículo derecho (FEVD) con ecocardiografía de contraste (EC).

Métodos. Incluimos a pacientes consecutivos con el primer acontecimiento de infarto agudo de miocardio inferior con o sin extensión eléctrica al ventrículo derecho. Usamos solución de poligelina al 3,5% para la EC y se comparó con la angiografía de equilibrio con radionúclidos (AER).

Resultados. Estudiamos con EC a 44 pacientes, 38 varones y 6 mujeres, con una edad promedio de $60,8 \pm 10,6$ años. Para el tamaño anormal del ventrículo derecho (más de 25 mm) encontramos una sensibilidad del $79 \pm 4\%$ y especificidad del $87 \pm 3\%$, los valores predictivos positivo y negativo fueron del 92 ± 3 y el $68 \pm 4\%$, respectivamente, y el cociente de probabilidad fue de 6. Para la motilidad alterada del ventrículo derecho la sensibilidad fue del $70 \pm 5\%$ y la especificidad del $94 \pm 2\%$, los valores predictivos positivo y negativo fueron del 95 ± 2 y el $67 \pm 5\%$, respectivamente, y el cociente de probabilidad fue de 11,6. Para la fracción de eyección del ventrículo derecho (FEVD) menor del 30% con EC, la sensibilidad fue del $69 \pm 3\%$ y la especificidad del $97 \pm 2\%$, mientras que los valores predictivos positivo y negativo fueron del 90 ± 2 y el $88 \pm 4\%$, respectivamente, con un cociente de probabilidad de 6,9.

Conclusión. En los pacientes con infarto agudo de miocardio inferior la EC con el método de área longitud es una técnica válida y reproducible para evaluar la función ventricular derecha, es simple de realizar, segura y se puede hacer en la cabecera del paciente.

Palabras clave: *Ecocardiografía de contraste. Infarto de miocardio. Función ventricular derecha.*

Assessment of Right Ventricular Function Using Contrast Echocardiography in Patients with Myocardial Infarction

Objective. To evaluate right ventricular size, motility, and ejection fraction (RVEF) by contrast echocardiography.

Methods. We studied consecutive patients admitted to the coronary intensive care unit with acute inferior myocardial infarction, without prior infarction and with or without right ventricle involvement, according to accepted electrocardiographic findings. Polygelin, 3.5% solution, was used for contrast echocardiography. The reference standard was equilibrium radionuclide angiography.

Results. We studied 44 patients using contrast echocardiography, average patient age 60.8 ± 10.6 years, 38 men and 6 women. Abnormal right ventricular size (more than 25 mm) yielded a sensitivity of 79%, specificity of 87%, positive and negative predictive values of 92 and 68%, respectively, and a likelihood ratio of 6. Abnormal right ventricular motility had a sensitivity of 70%, specificity of 94%, positive and negative predictive values of 95 and 67%, respectively, and a likelihood ratio of 11.6. Right ventricular ejection fraction $< 30\%$ with contrast echocardiography had a sensitivity of 69%, specificity of 97%, positive and negative predictive values of 90 and 88% respectively, and a likelihood ratio of 6.9.

Conclusion. In patients with acute inferior myocardial infarction, contrast echocardiography with the area-length method is a valid and reproducible technique for evaluating right ventricular ejection fraction, which is easy to perform and can be done at the patient's bedside.

Key words: *Contrast echocardiography. Myocardial infarction. Right ventricular function.*

Full English text available at: www.revespcardiol.org

Correspondencia: Dra. G. Borrayo.
Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios. Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI. Instituto Mexicano del Seguro Social. Avda. Cuauhtémoc, 330, Colonia Doctores. Delegación Cuauhtémoc. 06720 México DF. México.
Correo electrónico: gborrayos@hotmail.com.mx

Recibido el 19 de noviembre de 2001.
Aceptado para su publicación el 23 de septiembre de 2002.

INTRODUCCIÓN

La forma compleja y cambiante del ventrículo derecho dificulta valorar su funcionamiento mediante un modelo geométrico simple como es posible con el ventrículo izquierdo. Se han empleado diferentes téc-

ABREVIATURAS

AER: angiografía de equilibrio con radionúclidos.
EC: ecocardiografía de contraste.
FEVD: fracción de eyección del ventrículo derecho.
FVD: función ventricular derecha.

nicas para estos fines, inicialmente la angiografía convencional, luego la medicina nuclear, la ecocardiografía y recientemente la resonancia magnética (RM), sin tener hasta el momento un estándar de oro. Se acepta que los estudios de medicina nuclear, específicamente la angiografía de equilibrio con radionúclidos, evade en cierta medida la complejidad de la cavidad, aunque tiene la desventaja de emitir radiación a los pacientes y no siempre se tiene disponibilidad en su uso. La ecocardiografía, en sus diferentes formas, ha buscado el mejor método para estudiar el funcionamiento del ventrículo derecho. Existen actualmente 4 métodos que tratan de imitar un modelo geométrico (plano simple, Simpson, área longitud y estructura en forma de curva), los cuales se han comparado con estudios angiográficos, de medicina nuclear y seguimiento hemodinámico¹. Se considera que tiene mayor aplicación práctica el método de área longitud y algunos estudios con RM lo han recomendado².

En la bibliografía se han descrito una sensibilidad del 68% y una especificidad del 82% comparando la ecocardiografía bidimensional y la angiografía convencional³. También se ha comparado la ecocardiografía bidimensional con la angiografía con radionúclidos de primer paso para estimar la fracción de eyección del ventrículo derecho (FEVD), comunicándose una correlación entre 0,74 y 0,78⁴.

El estudio de primer paso y la angiografía de equilibrio con radionúclidos (AER) han establecido la presencia de infarto ventricular derecho con repercusión hemodinámica⁵.

La función ventricular derecha (FVD) es importante en el curso clínico de algunas enfermedades, como es el caso de pacientes con infarto agudo de miocardio y daño del ventrículo derecho, en quienes evaluarlo funcionalmente en diferentes momentos es crucial, debido a su implicación pronóstica⁶ y terapéutica.

El propósito de este estudio fue evaluar el valor diagnóstico de la FVD con los parámetros de tamaño, motilidad y FEVD en pacientes con infarto agudo de miocardio inferior con o sin extensión eléctrica al ventrículo derecho mediante ecocardiografía de contraste (EC).

MÉTODOS

Se estudió a pacientes consecutivos que ingresaron en la Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional

Siglo XXI con infarto agudo de miocardio inferior con o sin extensión eléctrica al ventrículo derecho. Los criterios de inclusión fueron:

– Pacientes con infarto agudo de miocardio, tomando como base dos de los siguientes criterios: *a)* dolor precordial opresivo de duración ≥ 30 min; *b)* elevación del segmento ST ≥ 1 mm en por lo menos dos derivaciones contiguas de la región inferior; para el diagnóstico de extensión eléctrica al ventrículo derecho se consideró la elevación del segmento ST > 1 mm en V3 y/o V4 derechas, y *c)* elevación enzimática de creatinofosfocinasa al doble de su valor normal o superior.

– Aceptación del paciente.

No se incluyó a pacientes con infarto de miocardio previo, historia de neumopatía crónica grave que hubiese precisado hospitalización u oxigenoterapia, cardiopatías congénitas o valvulares previas, cardiomiopatías, pericarditis constrictiva o hipertensión arterial pulmonar.

Se tomó como patrón de referencia la AER para comparar con EC de acuerdo con la opinión de un grupo experto del mismo hospital. A todos los pacientes se les realizaron ambos estudios con un promedio de 4 h (rango: 1-12 h) entre uno y otro. Los estudios se llevaron a cabo e interpretaron de forma ciega e independiente. Se valoraron el tamaño, la motilidad y la FEVD para evaluar la FVD.

Angiografía de equilibrio con radionúclidos

La AER se realizó al marcar eritrocitos con material radiactivo con la administración de pirofosfato estañoso y 35 min después tecnecio 99m (20 millicuries-mCi) por vía intravenosa. Al lograrse el equilibrio intravascular en la emisión de radiactividad, a los 15 min se adquirieron las imágenes en las proyecciones oblicua izquierda anterior, lateral izquierda y anteroposterior. En la primera proyección se hizo una inclinación caudal de aproximadamente 10° para lograr la adecuada separación de cavidades. Las imágenes fueron adquiridas en una gammacámara (Elscont Apex Cardial) mediante el módulo «Elscont Gated». Cada ciclo cardíaco se dividió en 24 cuadros y se almacenó en una matriz de 64 × 64 píxeles para ser procesada de forma automática, semiautomática y manual en un *software* de uso médico, con el cual se creó una curva de volumen, con cálculo de la primera derivada para obtener los intervalos tanto en sístole como en diástole y calcular la fracción de eyección de ambos ventrículos (fig. 1), así como la motilidad regional de las paredes⁷. Para valorar el tamaño del ventrículo derecho se hizo en forma cualitativa si existía o no alteración.

Ecocardiografía convencional

Antes o después del estudio de medicina nuclear (< 12 h de diferencia) se llevó a cabo un estudio de ecocardiografía transtorácica bidimensional en un equi-

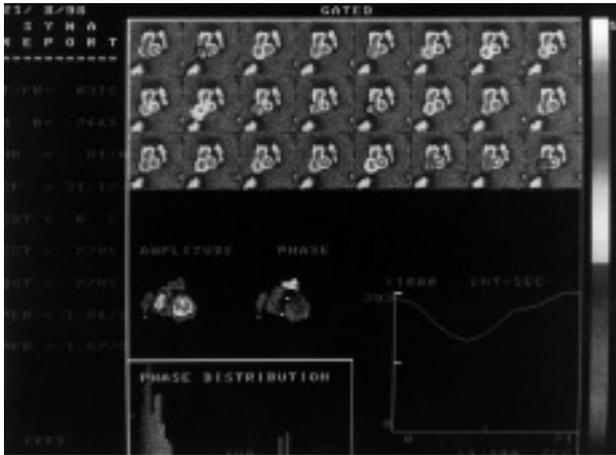


Fig. 1. Angiografía de equilibrio con radionúclidos. Obsérvense en una proyección oblicua anterior izquierda las imágenes adquiridas con el cálculo de la fracción de eyección del ventrículo derecho.

po marca Toshiba, modelo Sonolayer SSA-270, con un transductor de 2,5 MHz. Con el paciente en decúbito lateral izquierdo en los planos del eje paraesternal izquierdo longitudinal y transversal se evaluaron el tamaño y la motilidad de ambos ventrículos. El plano del eje apical de 4 cámaras se usó para valorar también la motilidad de los ventrículos y calcular áreas de los ventrículos derecho e izquierdo. En posición de decúbito dorsal con las rodillas flexionadas a la altura subxifoidea en el plano del eje subcostal para el tracto de salida del ventrículo derecho, se midió su longitud tanto en sístole como en diástole y se calculó la FEVD con el método de área longitud (fig. 2).

Ecocardiograma de contraste

Después del estudio convencional se realizó un estudio de contraste. Para calcular la FEVD en el plano del eje apical de 4 cámaras se trazaron las áreas del ventrículo derecho en sístole y diástole (fig. 3), una vez introducida una solución de poligelina al 3,5% sonicada manualmente con la técnica de Tei⁸ por un acceso venoso, y se midió la longitud del tracto de salida (fig. 4). Con el cociente de la diferencia de volúmenes y el volumen diastólico se calculó el porcentaje de la FEVD correspondiente en cada caso. Se consideró una imagen adecuada de contraste cuando la escala de grises fue mayor de 70 píxeles en un programa de diseño gráfico (Corel 8; fig. 3).

Preparación del contraste

Se prepararon 10 soluciones que normalmente se usan en el tratamiento de pacientes hospitalizados para valorar cuál de ellas era mejor como contraste ecocardiográfico, valorando la homogeneidad de las microburbujas, su distribución y su duración en suspensión en un microscopio marca Reichert Polivar a 100 aumentos después de ser agitadas manualmente en dos jeringas de 5

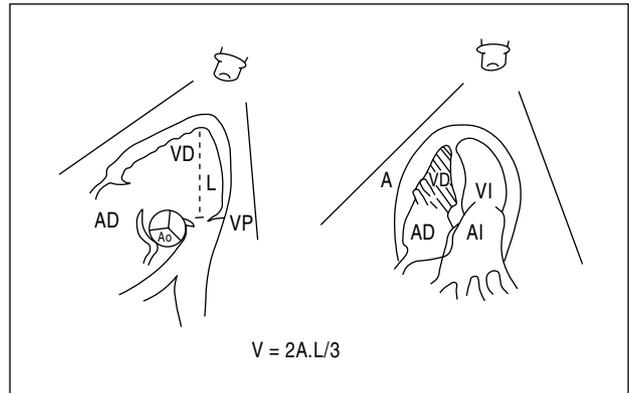


Fig. 2. Cálculo del volumen ventricular derecho con el método de área longitud. En una representación esquemática se muestra a la izquierda la proyección subxifoidea de la longitud (L) del tracto de salida del ventrículo derecho, midiendo desde la región apical a la válvula pulmonar (VP) y a la derecha en la proyección apical de 4 cámaras el área (A) del ventrículo derecho (VD). AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda; AO: válvula aórtica; VI: ventrículo izquierdo.

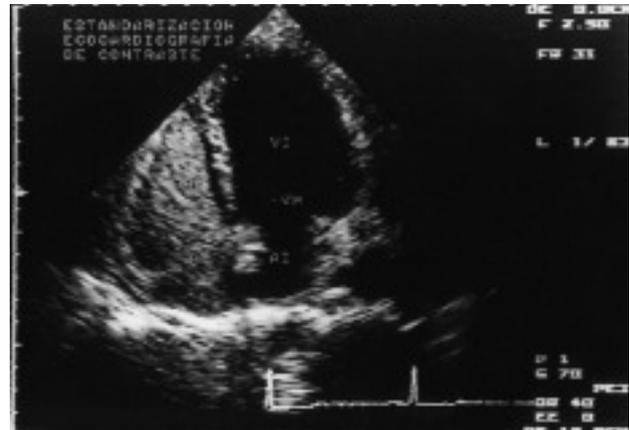


Fig. 3. Obsérvese en una proyección apical de 4 cámaras la adecuada delimitación del ventrículo derecho con el contraste ecocardiográfico, lo cual facilita medir su área en las diferentes fases del ciclo cardíaco. AI: aurícula izquierda; VI: ventrículo izquierdo; VM: válvula mitral.



Fig. 4. En la proyección subxifoidea se observa el tracto de salida del ventrículo derecho desde la región apical hasta la válvula pulmonar. AO: válvula aórtica; TAP: tronco de la arteria pulmonar; VD: ventrículo derecho; VT: válvula tricúspide.

ml mediante la técnica de Tei⁸. Las soluciones sometidas a prueba fueron: a) solución de poligelina al 3,5%; b) solución Hartman; c) solución glucosilada al 50%; d) solución glucosilada al 10%; e) albúmina humana; f) vasco-ray; g) manitol al 20%; h) optiray; i) solución glucosilada al 5%, y j) solución de cloruro de sodio al 0,9%. Encontramos que la solución de poligelina al 3,5% tuvo una distribución más homogénea, así como mayor duración en suspensión. Después observamos que la solución de poligelina al 3,5% y la solución de albúmina humana tenían mejor visualización ecocardiográfica y menor reverberancia, por lo que se decidió usar la poligelina al 3,5% como contraste ecocardiográfico.

Análisis estadístico

Las variables cuantitativas se expresan como media \pm desviación estándar y las cualitativas en proporciones. La concordancia intra e interobservador se valoró con el índice Kappa. Se determinó un punto de corte de la FEVD con curva COR para usarlo como límite entre la alteración importante de la FVD. Se calcularon la sensibilidad (a/a + c), especificidad (d/d + b), valores predictivos positivo (a/a+b) y negativo (d/d+c) con intervalo de confianza (IC) del 95% y cociente de probabilidad. También se evaluó la correlación de la FEVD con la EC y la AER. Se usó el paquete estadístico SPSS versión 10.

RESULTADOS

Se estudió a 44 pacientes con AER y EC, 38 varones (86%) y 6 mujeres (14%), con una media de edad

TABLA 1. Datos generales de los pacientes con infarto agudo de miocardio inferior con o sin extensión eléctrica al ventrículo derecho estudiados con ecocardiografía de contraste y angiografía de equilibrio con radionúclidos

Variable	Frecuencia
Edad (años) \pm DE	60,8 \pm 10,6
Sexo (masculino)	38/44 (86%)
Factores de riesgo	
Diabetes mellitus	13/44 (30%)
Hipertensión arterial sistémica	25/44 (57%)
Tabaquismo	33/44 (75%)
Dislipemia	9/44 (21%)
Datos clínicos	
Infarto ventricular derecho	24/44 (55%)
Ingurgitación yugular	17/44 (39%)
Estertores pulmonares	3/44 (7%)
Hepatomegalia	5/44 (11%)
Datos ecocardiográficos	
FEVI (%) \pm DE	48,8 \pm 6,8
FEVD (%) \pm DE	38,6 \pm 9,6
Derrame pericárdico	18/44 (41%)
Movimiento septal paradójico	6/44 (14%)
Fosa oval permeable	7/44 (16%)

DE: desviación estándar; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; FEVD: fracción de eyección del ventrículo derecho.

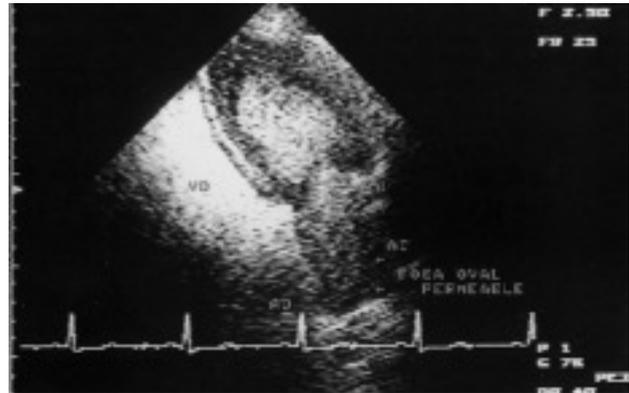


Fig. 5. Obsérvese que al introducir el contraste a las cavidades derechas existe paso de éste a las cavidades izquierdas a través de la fosa oval permeable. AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

de 60,8 \pm 10,6 años. El tiempo medio entre el infarto agudo de miocardio y la realización de los estudios fue de 3,8 \pm 1,7 días. Ambos estudios se realizaron el mismo día con menos de 12 h de diferencia.

En 24 pacientes (55%) observamos extensión eléctrica al ventrículo derecho. La fracción de eyección del ventrículo izquierdo fue del 48,8 \pm 6,8%, mientras que para el ventrículo derecho fue del 38,6 \pm 9,6%. En 18 pacientes (41%) observamos derrame pericárdico sin datos de taponamiento cardíaco (tabla 1).

En 7 casos (16%) corroboramos permeabilidad de la fosa oval que indirectamente refleja elevación de la presión de la aurícula y del ventrículo derecho (fig. 5).

La concordancia intra e interobservador de los estudios de ecocardiografía se valoró con el índice Kappa en 22 pacientes. Para el tamaño fueron de 0,84 y 0,84, respectivamente, y para la motilidad alterada del ventrículo derecho de 0,84 y 0,79. Para la FEVD fueron de 0,94 y 0,84, respectivamente. Para la mejoría de la visualización del endocardio el índice Kappa fue de 0,84 y 0,79, respectivamente. El mejor punto de corte para la FEVD con EC fue del 30% (fig. 6).

Ecocardiografía convencional

Para el tamaño anormal del ventrículo derecho (> 25 mm) encontramos una sensibilidad del 79 \pm 4% y una especificidad del 87 \pm 3%. Los valores predictivos positivo y negativo fueron del 92 \pm 3 y el 68 \pm 4%, respectivamente. El cociente de probabilidad fue de 6. Para la motilidad alterada del ventrículo derecho encontramos una sensibilidad del 70 \pm 5% y una especificidad del 94 \pm 2%, y los valores predictivos positivo y negativo fueron del 95 \pm 2% y el 67 \pm 5%, respectivamente. El cociente de probabilidad fue de 11,6 (tabla 2).

Ecocardiografía de contraste

En FEVD < 30% con EC mediante el método de

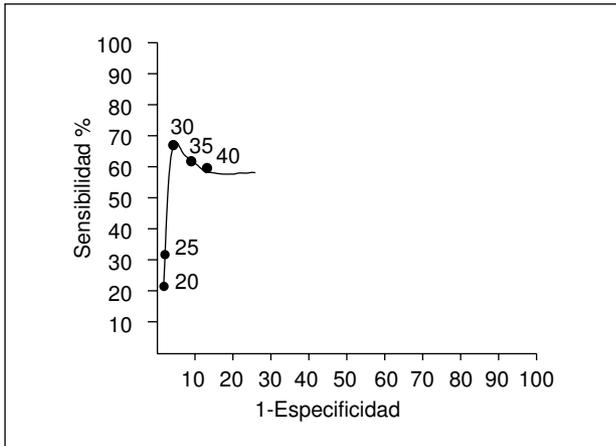


Fig. 6. Curva de características operativas para el receptor (COR) de la fracción de eyección del ventrículo derecho (FEVD) con ecocardiografía de contraste (EC) comparado con angiografía de equilibrio con radionúclidos.

área longitud encontramos una sensibilidad del $69 \pm 3\%$ y una especificidad del $97 \pm 2\%$, y los valores predictivos positivo y negativo fueron del $90 \pm 2\%$ y el $88 \pm 4\%$, respectivamente. El cociente de probabilidad fue de 6,9 (tabla 2). La correlación entre la EC y la angiografía de equilibrio para la FEVD fue de 0,529 (r de Spearman), con $p = 0,0001$.

Adicionalmente, la EC mejoró en forma semicuantitativa la visualización del endocardio ventricular derecho. Consideramos una escala de 0 cuando no existió mejoría, 1 si la mejoría fue subóptima y 2 si fue óptima. Se estudiaron 176 segmentos de 44 pacientes—segmento anterior (41 con escala 2 y 3 con escala 1), segmento lateral (39 con escala 2 y 5 con escala 1), segmento posterior (36 con escala 2 y 8 con escala 1) y el segmento del tracto de salida (34 con escala 2 y 10 escala 1)—. En total fueron 150 segmentos (85,2%) con visualización óptima del endocardio y 26 segmentos (14,8%) con visualización subóptima.

DISCUSIÓN

Evaluar el ventrículo derecho es un reto, debido a su morfología compleja y variante dependiendo del volumen. Sin embargo, su importancia clínica obliga a su in-

cansable estudio, por lo que cada vez existen técnicas nuevas que tratan de mejorar a sus antecesoras. Actualmente ya no son los moldes de silicona ni los estudios angiográficos con rayos X, puesto que su aportación ha sido superada. En los estudios de medicina nuclear la geometría ventricular influye poco^{4,9} y se puede considerar patrón de referencia debido a que se obtiene con ellos una curva de tiempo-actividad en sístole y diástole independientemente de la forma del ventrículo derecho, pero tienen algunas limitaciones técnicas que requieren de un estricto control de calidad y experiencia, del traslado de los pacientes a una sala especial y en un horario específico, aun en hospitales de tercer nivel, lo cual hace poco accesible este tipo de estudios. La ecocardiografía convencional, por su parte, se ha utilizado ampliamente para estudiar el ventrículo derecho, porque brinda accesibilidad y repetitividad, aunque tiene también limitaciones. La principal es que no se tiene un modelo geométrico como en el ventrículo izquierdo, por lo que se subestiman los volúmenes ventriculares al no considerar el tracto de salida como ocurre con los métodos de plano simple, el de Simpson y el de una estructura en forma de curva¹. Otra limitación es la dificultad de visualizar el endocardio y, en consecuencia, para trazar adecuadamente el área ventricular en las diferentes fases del ciclo cardíaco^{8,10}. En el presente estudio, al utilizar el contraste se mejoraron semicuantitativamente la visualización del endocardio y la delimitación de las tres porciones del ventrículo derecho (tracto de entrada, cuerpo y tracto de salida), lo cual facilitó la medición de áreas del ventrículo derecho en sístole y diástole, así como del tracto de salida, sin exclusión de pacientes por mala ventana acústica¹¹, y con una estimación real de los volúmenes ventriculares al utilizar el método basándose en el área longitud de una pirámide, que es el más aceptado y con mayor aplicación clínica¹, inicialmente utilizado por Ferlinz et al¹², Levine et al¹³ y Gibson et al¹⁰, aunque con la modificación de tomar el tracto de salida en toda su extensión en una imagen subcostal especial para ello (fig. 2). La visualización del endocardio del ventrículo derecho fue óptima en el 85,2% de los segmentos con la EC, lo cual elude en cierta medida el problema de mala ventana ecocardiográfica; aunque resultaría de mayor ayuda hacerlo cuantitativamente con segundo armónico y contraste, como se ha hecho con el ventrículo izquierdo¹⁴. El estudio de contraste nos permitió evaluar en todos los

TABLA 2. Valor diagnóstico de la función ventricular derecha con la ecocardiografía de contraste en pacientes con infarto agudo de miocardio inferior con o sin extensión eléctrica al ventrículo derecho, comparado con angiografía de equilibrio de radionúclidos

Variable	Sensibilidad (%) (IC del 95%)	Especificidad (%) (IC del 95%)	VPP (%) (IC del 95%)	VPN (%) (IC del 95%)	CP
Tamaño > 25 mm del VD	79 ± 4	87 ± 3	92 ± 3	68 ± 4	6,0
Movilidad alterada	70 ± 5	94 ± 2	95 ± 2	67 ± 5	11,6
FEVD en EC < 30%	69 ± 3	97 ± 2	90 ± 2	88 ± 4	6,9

IC: intervalo de confianza; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; CP: cociente de probabilidad; VD: ventrículo derecho; FEVD: fracción de eyección del ventrículo derecho; EC: ecocardiografía con contraste.

pacientes incluidos los tres parámetros que consideramos adecuados para valorar la FVD (tamaño, motilidad y FEVD); además, existieron otros hallazgos importantes, como el movimiento del *septum* interventricular, que es relevante en la evaluación de la interdependencia ventricular, la presencia de derrame pericárdico y, sobre todo, la permeabilidad de la fosa oval, que indirectamente habla de una presión diastólica final elevada del ventrículo derecho (fig. 5). La sensibilidad y especificidad obtenidas para la FEVD superan las encontradas por Niederle et al³, no así las comunicadas por Dell'Italia et al¹⁵.

Recientemente se ha utilizado la ecocardiografía tridimensional¹ para valorar el ventrículo derecho, y podría llegar a ser en un futuro el estándar de oro.

A diferencia de lo que han realizado otros autores con EC¹⁶⁻¹⁸, en el presente estudio se determinó en un grupo de pacientes específico en los que la aplicación clínica es muy valiosa y se determinó su valor diagnóstico con el método de área longitud frente a la AER.

En pacientes con infarto agudo del miocardio inferior y afectación del ventrículo derecho es importante controlar su estado clínico y hemodinámico, el cual se modifica de acuerdo con las resistencias y el grado de afectación que tiene; como se ha observado experimentalmente, el ventrículo derecho sin afectación puede cambiar su contracción peristáltica a una sincronización contráctil, como el ventrículo izquierdo cuando se incrementa su poscarga^{19,20}, pero en presencia de daño existe aún un largo camino que recorrer.

La EC puede ayudar durante la primera semana del infarto, puesto que se puede valorar dinámicamente la función ventricular derecha sin necesidad de trasladar a los pacientes de la unidad de cuidados intensivos coronarios a una sala especial para realizarles un estudio de medicina nuclear, principalmente si requiere de ventilación mecánica, marcapasos transitorio y seguimiento hemodinámico.

El uso de esta técnica puede ser de utilidad en otras enfermedades en las que conocer la FVD es indispensable, como en cardiopatías congénitas que requieren abordaje quirúrgico.

CONCLUSIÓN

En pacientes con infarto agudo de miocardio inferior la EC con el método de área longitud es una técnica válida y reproducible para evaluar la FVD, es simple de realizar, segura y se puede llevar a cabo en la cabecera del paciente.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS): registro FP-0038/256, y a la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), becario 116517.

Al licenciado Mario Alberto Arévalo Pérez, que ha colaborado en la realización de los dibujos.

BIBLIOGRAFÍA

- Jiang L, Levine R, Weyman AE. Echocardiographic assessment of right ventricular volume and function. *Echocardiography* 1997;14:189-205.
- Helbing W, Bosch H, Maliepaard C, Rebergen S, Geest R, Hansen B, et al. Comparison of echocardiographic methods with magnetic resonance imaging for assessment of right ventricular function in children. *Am J Cardiol* 1995;76:589-94.
- Niederle P, Jezek V, Jezkova J, Michaljanic A. Three echocardiographic methods in right ventricular function evaluation. *Cardiology* 1991;78:334-9.
- Panidis I, Ren J, Kotler M, Mintz G, Iskandrian A, Ross J, et al. Two-dimensional echocardiographic estimation of right ventricular ejection fraction in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1983;2:911-8.
- Starling M, Dell'Italia L, Chaudhuri T, Boros B, O'Rourke R, Heyl B, et al. First transit and equilibrium radionuclide angiography in patients with inferior transmural myocardial infarction: criteria for the diagnosis of associated hemodynamically significant right ventricular infarction. *J Am Coll Cardiol* 1984;4:923-30.
- Zehender M, Kasper W, Kauder E, Schonthaler M, Geibel A, Olschewski M, et al. Right ventricular infarction as an independent predictor of prognosis after acute inferior myocardial infarction. *N Engl J Med* 1993;328:981-8.
- Ritchie JL, Bateman TM, Bonow RO, Crawford MH, Gibbons RJ, Hall RJ, et al. Guidelines for clinical use of cardiac radionuclide imaging. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:521-47.
- Tei C, Sakamaki T, Shah P. Myocardial contrast echocardiography: a reproducible technique of myocardial opacification for identifying regional perfusion defects. *Circulation* 1983;67:585-93.
- Holman L, Wynne J, Zielonka J, Idoine J. A simplified technique for measuring right ventricular ejection fraction using the equilibrium radionuclide angiogram and the slant-hole collimator. *Radiology* 1981;138:429-35.
- Gibson T, Miller S, Aretz T, Hardin N, Weyman AE. Method for estimating right ventricular volume by planes applicable to cross-sectional echocardiographic: correlation with angiographic formulas. *Am J Cardiol* 1985;55:1584-8.
- Espinosa RA, Yong R, Enciso R, Baduñ E. Evaluación de la fracción de expulsión del ventrículo derecho por ecocardiografía. *Arch Inst Mex* 1991;61:157-61.
- Ferlinz J, Gorlin R, Cohn P, Herman M. Right ventricular performance in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1975; 52:608-15.
- Levine R, Gibson T, Aretz T, Gillan L, Guyer D, King M. Echocardiographic measurement of right ventricular volume. *Circulation* 1984;69:497-505.
- Fernández J, García M, Moreno M, González M, Placer J, Allue C, et al. Utilidad de las nuevas técnicas de imagen, segundo armónico y contraste en la visualización del borde endocárdico. Análisis de la reproducibilidad en la valoración de la contracción segmentaria. *Rev Esp Cardiol* 2000;53:1459-66.
- Dell'Italia LJ, Satarling MR, Crawford MH, Boros BL, Chaudhuri TK, O'Rourke RA, et al. Right ventricular infarction: Identification by hemodynamic measurements before and after volume loading and correlation with noninvasive techniques. *J Am Coll Cardiol* 1984;4:931-9.
- Wann L, Stickels K, Bamrah V, Gross C. Digital processing of contrast echocardiograms: a new technique for measuring right ventricular ejection fraction. *Am J Cardiol* 1984;53: 1164-8.
- Lange P, Seiffert P, Pries F, Wassel A, Onnasch D, Hahne H. Value of image enhancement and injection of contrast medium for right ventricular volume determination by two-dimensional echocardiography in congenital heart disease. *Am J Cardiol* 1985;55: 152-7.
- Tokgozoglul SL, Caner B, Kabakci G, Kes S. Measurement of right ventricular ejection fraction by contrast echocardiography. *Int J Cardiol* 1997;59:71-4.
- Gines F, Grignola J. Sincronización de la contracción del ventrículo derecho frente a un aumento agudo de su poscarga «izquierdización» del comportamiento mecánico del ventrículo derecho. *Rev Esp Cardiol* 2001;54:973-80.
- Zarco P. El ventrículo derecho revisitado. *Rev Esp Cardiol* 2001; 54:938-40.