

# Capacidad del Cateterismo Cardíaco para detectar la fracción de Eyección Efectiva en Pacientes Prequirúrgicos del Servicio de Cirugía Cardiotorácica en el 2012

Francisco Calderón Villa (1), Milton Merizalde Torres (2), Sergio Poveda Granja (3)

1. Hospital Carlos Andrade Marín, Universidad San Francisco de Quito - Médico Posgradista B6 de Cirugía Cardiotorácica
2. Hospital Carlos Andrade Marín - Médico Residente Asistencial de Cirugía Cardiotorácica
3. Hospital Carlos Andrade Marín - Médico Tratante del Servicio de Cirugía Cardiotorácica

Correspondencia:

Francisco Calderón V. – wolf\_plate@hotmail.com

Recibido: 17/09/2013

Aceptado: 26/11/2013

## RESUMEN

La insuficiencia cardíaca es una patología de creciente incidencia; para su manejo se suele evaluar la funcionalidad miocárdica mediante estudios de imagen de donde se obtiene la fracción de eyección, que es uno de los parámetros que sirven para clasificarla, en conservada o no. Existe controversia acerca del punto de corte y del estudio con mayor sensibilidad en nuestro medio. Comparamos la capacidad del cateterismo cardíaco para determinar valores de fracción de eyección conservados (más de 50% para nuestro estudio) contra el ecocardiograma, en los pacientes a quienes se los prepara para cirugía cardíaca en el servicio de Cardiotorácica del Hospital Carlos Andrade Marín en el año 2012. Encontramos buen poder para determinar valores preservados, pero pobre para aquellos datos menores de 50%.

**Palabras clave:** insuficiencia cardíaca, fracción de eyección, ecocardiograma, cateterismo cardíaco.

## SUMMARY

The incidence of heart failure is increasing during the last years, in order to asses myocardial function imaging studies have become the main diagnostic tool to obtain important parameters for this condition such as the ejection fraction. Currently there is controversy regarding wich study has more sensitivity and what is the real cutoff point. We compared the ability of cardiac catheterization to determine preserved ejection fraction (more than 50% in our study) versus echocardiography in patients who are prepared for cardiac surgery in the Cardiothoracic Service of Carlos Andrade Marín Hospital in 2012. We found adequate statistical power to determine preserved fraction values, but poor for those less than 50%.

**Keywords:** heart failure, ejection fraction, echocardiography, cardiac catheterization.

Tabla 1. Clasificación funcional (CF) de la IC de la New York Heart Association (NYHA).

| CF  | Descripción   |
|-----|---|
| I   | Sin limitación a la actividad física. El ejercicio físico normal no causa fatiga, palpitaciones o disnea.   |
| II  | Ligera limitación de la actividad física, sin síntomas en reposo; la actividad física normal causa fatiga, palpitaciones o disnea.                        |
| III | Acusada limitación de la actividad física, sin síntomas en reposo; cualquier actividad física provoca la aparición de síntomas.                           |
| IV  | Incapacidad de realizar actividad física; los síntomas de la insuficiencia cardíaca están presentes incluso en reposo y aumentan con cualquier actividad. |

## INTRODUCCIÓN

La insuficiencia cardíaca (IC) se define como la incapacidad del corazón de mantener un gasto adecuado para las necesidades tisulares; se considera un problema de salud pública ya que su incidencia va en aumento (2% en la población general), por la mayor sobrevida de las cardiopatías, siendo responsable de la mayoría de ingresos y reingresos hospitalarios en adultos mayores.(1,2). (10 al 30 % de la población mayor a 70 años la padece).

La presentación más frecuente consiste en disnea, retención de líquidos y evidencia de daño morfológico y/o funcional del miocardio (Tabla1). Las causas más importantes son: coronariopatía, sobrecargas de presión y/o volumen, cardiomiopatías, arritmias, corpulmonale, estados hipermetabólicos o de exceso de flujo.

**Tabla 2. Estadíos Clínicos de la IC según la ACC/AHA**

| E | Descripción  |
|---|--|
| A | Alto riesgo de insuficiencia cardíaca. Anomalia estructural o funcional no identificada, asintomático.                 |
| B | Enfermedad cardíaca estructural desarrollada claramente en relación con insuficiencia cardíaca, asintomática.          |
| C | Insuficiencia cardíaca sintomática asociada a enfermedad estructural subyacente.                                       |
| D | Enfermedad cardíaca estructural avanzada y síntomas de insuficiencia cardíaca en reposo a pesar de tratamiento óptimo. |

El manejo inicia desde el diagnóstico, en la atención primaria, con la realización de la historia clínica, (3) el electrocardiograma y la radiografía de tórax no tienen valores predictivos que permitan confirmar o descartar su presencia, pero sí orientan en el diagnóstico diferencial y en el pronóstico. (4). Los péptidos natriuréticos se usan como criterios de ingreso y alta hospitalaria.(5, 6, 7, 8). Una vez referido a la especialidad, los objetivos terapéuticos son: mejorar la sintomatología, aumentar la sobrevida y evitar la progresión de la enfermedad y la remodelación cardíaca.(9, 10)

Para estudiar la funcionalidad del ventrículo izquierdo se usan estudios de imagen (no invasivos) como: el ecocardiograma, la resonancia magnética, la angiotomografía computarizada, la tomografía por emisión de positrones o de fotones y el cateterismo cardíaco (invasivo), sin que hasta el momento se defina el gold estándar. No se han descrito grandes diferencias entre la sensibilidad de cada estudio, por lo que la elección radica en las características del paciente tomando en cuenta el grado de agresividad, seguridad y conveniencia del método de estudio pues en el sentido práctico, no todos están disponibles.

Una vez estudiado el paciente, se puede localizar entre los estadíos A y D (tabla 2) tomando en cuenta algunos parámetros, como los volúmenes telesistólico, telediastólico, volumen latido y la fracción de eyección per se. Los volúmenes son medidos directamente al definir el contorno del endocardio en sístole y diástole respectivamente,(11, 12, 13), su diferencia es el volumen de sangre expulsada por cada sístole, o sea el volumen latido. La fracción de eyección (FE) se calcula a partir de los tres valores previos, consiste en encontrar la proporción de sangre expulsada en relación al total contenido, es decir, el volumen latido sobre el volumen telediastólico:(14).

$$FE = (VTD - VTS) / VTD$$

FE: fracción eyección  
 VTD: volumen telediastólico  
 VTS: volumen telesistólico

Previamente se clasificaba a la IC en sistólica (FE bajo lo normal) y diastólica (FE normal), (15,16), sin embargo, se ha determinado que la disfunción sistólica conlleva cierto grado de disfunción diastólica y viceversa (17) por lo que se ha convenido clasificar en aquella con FE conservada y no.(18)

La sensibilidad de los estudios de imagen para identificar la fracción de eyección y por lo tanto clasificar al paciente, no se ha determinado con exactitud; comparamos la capacidad del cateterismo para identificar pacientes con FE conservada versus el ecocardiograma.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

De los pacientes intervenidos de cirugía cardíaca en el año 2012 en el Servicio de Cirugía Cardiorráca se tomaron los valores de fracción de eyección reportadas del ecocardiograma y el cateterismo, siempre y cuando no haya un tiempo de más de tres meses entre ellos y medidos sin eventos de reagudización de la Insuficiencia Cardíaca. Formulamos una tabla de 2 x 2 tomando como positivo la FE más de 50%, calculamos sensibilidad, especificidad y valores predictivos.

**Criterios de inclusión:** pacientes intervenidos en cirugía cardíaca en el 2012 que tengan datos de cateterismo cardíaco y ecocardiograma reportados en el sistema AS 400.

**Criterios de exclusión:** pacientes que carezcan de datos de cateterismo o ecocardiograma o con diferencia entre ellos de más de tres meses o con reagudización durante el examen.

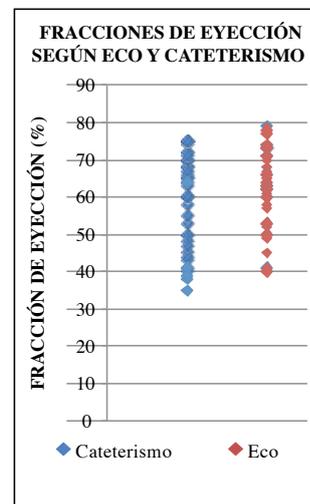
**RESULTADOS**

De un total de 46 pacientes, el ecocardiograma detectó valores de FE normales en 39, de estos el cateterismo encontró 32 y 7 no fueron detectados, 7 pacientes se reportaron con FE bajo la normalidad según el eco, 4 también en el cateterismo,el cual no detectó a 7 (Tabla 3, Figura 3). De estos datos se calcula sensibilidad de 82%, especificidad 57%, valor predictivo positivo 0.91, valor predictivo negativo 0.36. Likelihood ratio positivo 1.9, likelihood ratio negativo 0.31.

|             |       | ECOCARDIOGRAMA |      |    |
|-------------|-------|----------------|------|----|
|             |       | >50%           | <50% | T  |
| CATETERISMO | > 50% | 32             | 3    | 35 |
|             | < 50% | 7              | 4    | 11 |
|             | T     | 39             | 7    | 46 |

El cateterismo encontró valores de FE entre 75 y 35, la media fue de 60,28 ±10.51, rango de 40. El ecocardiograma halló FE entre 79 y 40, con una media de 61.45 ±8.48, rango de 39 (Figura1, 2). Los cuartiles se distribuyen de manera muy similar en ambos grupos.

De los 39 pacientes con FE conservada por ECO 24 pertenecían a clase funcional II y 15 a clase funcional III de la NYHA. De los 35 identificados por angiografía, 23 pertenecían a clase funcional II y 12 a la clase funcional III de la NYHA.



**Figura 1. Distribución por grupos de FE según cateterismo y eco.**

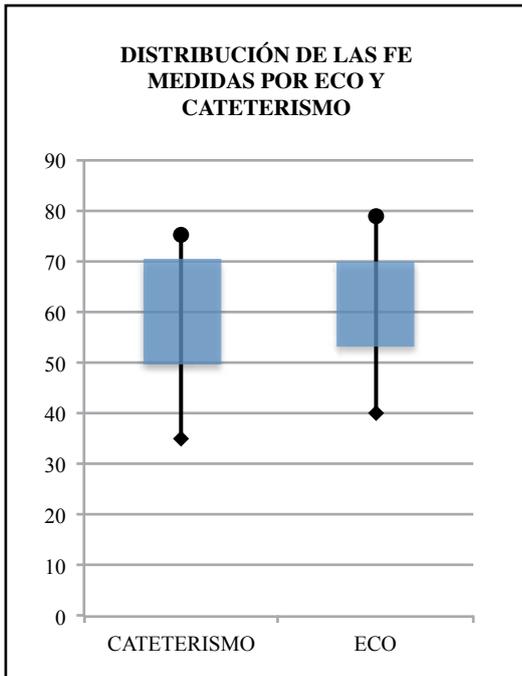


Figura 2. Diagrama de cajas para distribución de datos de FE por cateterismo y ECO. El rectángulo azul representa los datos a  $\pm 1$  DE de la media.

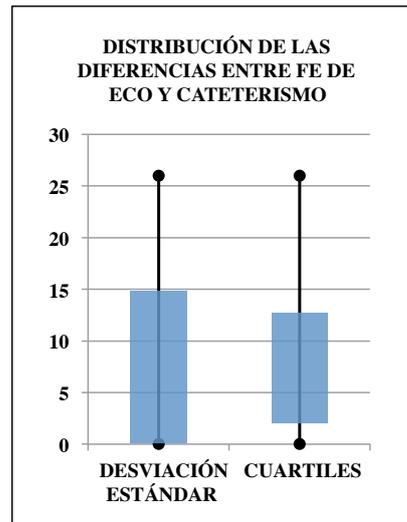


Figura 5. Diagrama de cajas para distribución de las diferencias entre FE de cateterismo y eco, el rectángulo celeste muestra  $\pm 1$  DE y 1er y 3er cuartil.

Tabla 3. Puntos de corte a través de los cuales se construyó la curva de sensibilidad versus especificidad. PC: punto de corte, S: sensibilidad, E: especificidad, VPP: valor predictivo positivo, VPN: valor predictivo negativo, LR+: likelihood ratio positivo, LR -: likelihood negativo.

| PC  | $\geq 35$ | $\geq 40$ | $\geq 45$ | $\geq 50$ | $\geq 55$ | $\geq 60$ | $\geq 65$ | $\geq 70$ |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| S   | 100       | 100       | 89        | 82        | 79        | 69        | 56        | 35        |
| E   | 0         | 42        | 57        | 57        | 57        | 57        | 100       | 100       |
| VPP | 1         | 0.9       | 0.92      | 0.91      | 0.91      | 0.9       | 1         | 1         |
| VPN | 1         | 1         | 0.5       | 0.36      | 0.33      | 0.25      | 0.33      | 0.21      |
| LR+ | 1         | 1.72      | 2.06      | 1.9       | 1.83      | 1.6       | -         | -         |
| LR- | -         | 0         | 0.19      | 0.31      | 0.36      | 0.57      | 0.44      | 0.65      |

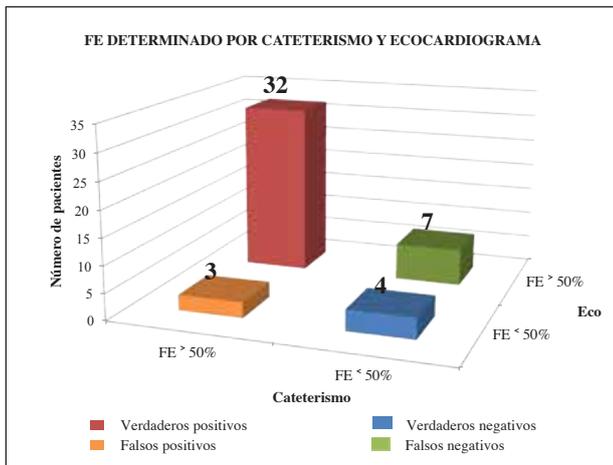


Figura 3. Diagrama de barras del cuadro de contingencia.

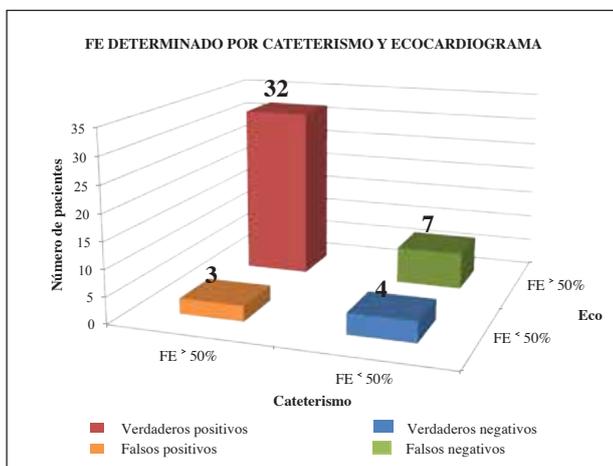


Figura 4. Diagrama de puntos para distribución de las diferencias entre FE encontradas por cateterismo y eco.

En dos casos no hubo diferencias entre las FE entre los dos métodos. En los demás casos la media de las diferencias fue de  $7.47 \pm 7.38$  (Figura 6). El valor máximo fue 26 y el mínimo 0. La mayoría de datos se distribuyen bajo los 10 puntos de diferencia formando una distribución bastante heterogénea (Figura 4, 5).

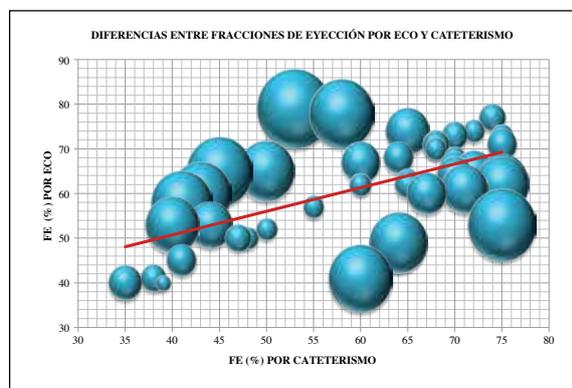


Figura 6. Diagrama de burbujas de las diferencias de FE entre ECO y cateterismo, cada burbuja simboliza un paciente, el centro de la misma es el entrecruzamiento de los valores de FE dependiendo de los ejes, el diámetro es la diferencia entre FE encontrada entre ambos métodos, una burbuja más grande representa mayor diferencia y viceversa.

La curva de sensibilidad versus especificidad está lejos de la línea de no discriminación, sin embargo, describe un trayecto tortuoso (Tabla 3, Figura 8).

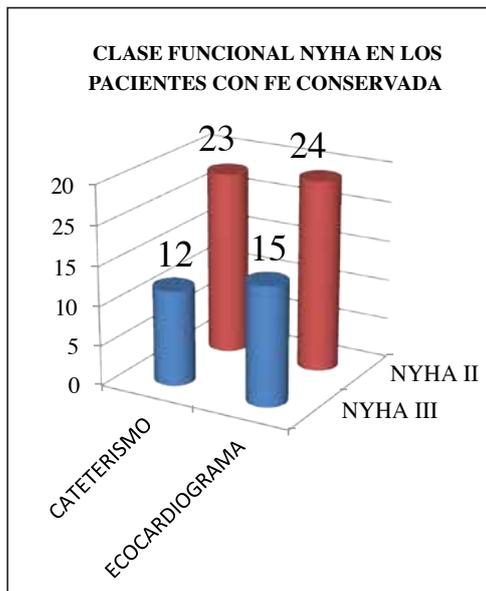


Figura 7. Diagrama de barras de la distribución de la CF en los pacientes con FE conservada según cada método.

Las CF tuvieron distribuciones similares. El cateterismo encontró 23 casos con CF II y 12 con CF III, el ECO 24 casos de CF II y 15 con CF III (Figura 7).

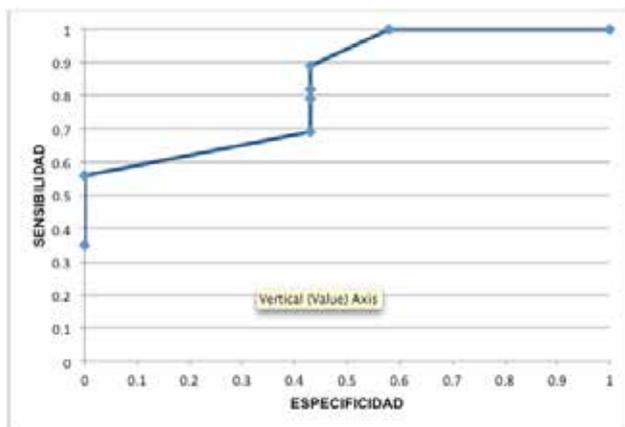


Figura 8. Curva de sensibilidad versus especificidad.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Comparados como grupos, los datos encontrados en el cateterismo cardíaco y en la ecocardiografía son bastante similares, la diferencia entre las medias es de 1.17 puntos y entre la desviación estándar (DE) de cada grupo es de 1.89. En los gráficos de distribución de datos tanto para cuartiles como con DE se aprecia diferencias entre máximos y mínimos pero con rangos parecidos (1 punto de diferencia). En los diagramas de cajones notamos que aunque los extremos difieren en casi 5 puntos, las distribuciones centrales son casi idénticas. Analizados como grupos no hay mayor diferencia entre los datos.

Al analizar caso por caso vemos que las diferencias son más amplias, de cualquier forma, este estudio analiza las variables cualitativamente, por lo que solamente las diferencias que crucen el 50% se toman en cuenta independientemente de su amplitud. De los datos del cateterismo, 9% son falsos positivos y 63% son falsos negativos, sin embargo, las diferencias cuantitativas no son tan amplias, hay en cambio datos bastante discordantes apreciables en el diagrama de

burbujas que por no cruzar el umbral del 50% no son falsos.

La sensibilidad encontrada es de 82%, de los pacientes con FE mayor al 50% encontrado por cateterismo 91% son verdaderos positivos y 9% son falsos positivos. La sensibilidad de 100% se alcanza al modificar el punto de corte de la FE de 40%. Un paciente con FE de más de 50% tiene 1.9 veces más probabilidad de encontrarse con un resultado similar en el cateterismo que con un falso negativo.

De los pacientes con cateterismo negativo (FE < 50%), 36% son verdaderos negativos y 63% representan falsos negativos. Los pacientes con resultados negativos tienen un 0.31 probabilidad de obtener el mismo resultado en el ecocardiograma. La especificidad de 100% se alcanza con el punto de corte de FE de 65%.

El índice de Youden demuestra que es más efectivo con FE mayor a 65%, sensibilidad de 56%, especificidad de 100%. En la curva de sensibilidad versus especificidad vemos que hay una depresión de la misma, producto de una caída de sensibilidad pero especificidad constante, esto se explica porque la muestra de negativos es muy pequeña en relación a los positivos por lo que los cambios en el punto de corte provocan cambios en la sensibilidad bajo el 40% de FE.

La clase funcional según NYHA de los pacientes con FE conservada es muy similar entre los dos métodos, el cateterismo detectó 23 con CF II y 12 con CF III de NYHA y el ECO 24 con CF II y 15 con CF III de la NYHA.

### CONCLUSIONES

- Comparados los grupos de cateterismo y ecocardiograma los datos son bastante similares, se muestra una tendencia del cateterismo a encontrar FE menores a las verdaderas, sin embargo, las medias y las DE son muy parecidas.
- En el análisis de las diferencias entre FE encontrada para cada paciente hay datos muy variables, desde 0 hasta 26, en promedio hay una diferencia cercana a 7 puntos entre los dos métodos que no es nada despreciable, en cierta forma contradiciendo la uniformidad de los datos comparados por grupos.
- El cateterismo tiene una capacidad bastante buena para identificar las FE conservadas, los falsos positivos son pocos, es confiable con FE sobre 50%. Es más efectivo si la FE de punto de corte es de más de 65%.
- No tiene buena especificidad, existen un alto número de falsos negativos, no es confiable para descartar FE conservada. Sin embargo, la muestra no es suficiente para confirmar los datos de especificidad, es muy pequeña en comparación a la de sensibilidad.
- Las desventajas del cateterismo son su invasividad, el uso de contraste y disponibilidad, el ECO es no invasivo y mucho más barato.
- No hay diferencias notables entre las clases funcionales de los pacientes con FE conservada medido por ambos métodos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Muzzarelli S, Leibundgut G, Maeder M, Rickli H, Handschin R, Gutmann M, Jeker U, Buser P, Pfisterer M. Predictors of early readmission or death in elderly patients with heart failure. *Am Heart J*, 2010; 160:308-14
2. Givens J, Tjia J, Zhou C, Emanuel E. Racial and ethnic differences in hospice use among patients with heart failure. *Arch Intern Med*, 2010; 170(5):427-432
3. Lado M, Soto F, Piñero M. Insuficiencia cardíaca en Urgencias de atención primaria. *Cad Aten Primaria*, 2011; 18:56-58
4. Galindo G, Cruz I, Real J, Galván L, Monsó C, Santafé P. Pacientes con el diagnóstico de insuficiencia cardíaca en atención primaria: envejecimiento, comorbilidad y polifarmacia. *Aten Primaria*, 2011; 43(2):61-68
5. Acree L, Porter C, Godard M. The relation between physiological markers of cardiovascular health and quality of life in heart failure. *Journal of Exercise Physiology*, 2012; 15:6

6. Porapakham P, Zimmet H, Billah B, Krum H. B-type natriuretic peptide-guided heart failure. *Therapy Arch Intern Med*, 2010; 170(6):507-514
7. Krupička J, Janota T, Kasalová Z, Hradec J. Natriuretic peptides – Physiology, Pathophysiology and Clinical Use in heart failure. *Physiol Res*, 2009; 58:171-177
8. Di Somma S, Magrini L, Pittoni V, Marino R, Mastrantuono A, Ferri E. Hospital percentage BNP reduction is highly predictive for adverse events in patients admitted for acute heart failure: the Italian RED Study. *Critical Care*, 2010; 14:116
9. Mann D. Management of heart failure patients with reduced ejection fraction. *Braunwald's Heart Disease*. Elsevier, 2012; 28(9):549-568
10. Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, Mc Murray J, Ponikowski P, Poole-Wilson P, Strömberg A, van Veldhuisen D, Atar D, Hoes A, Keren A, Mebazaa A, Nieminen M, Giuliani S, Swedberg K. Guía de práctica clínica de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) para el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardiaca aguda y crónica (2008). *Rev Esp Cardiol*, 2008; 61(12):1329
11. Lang R, Bierig M, Devereux R, Flachskampf F, Foster E, Pellikka P, Picard M, Roman M, Seward J, Shanewise J, Solomon S, Spencer K, St John Sutton M, Stewart W. Recomendaciones para la Cuantificación de las Cavidades: Informe del Comité de Guías y Estándares de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y del Grupo Redactor de la Cuantificación de las Cavidades, desarrollado conjuntamente con la Asociación Europea de Ecocardiografía, rama de la Sociedad Europea de Cardiología. *J Am Soc Echocardiogr*, 2005; 18:1440-1463
12. Scali M, Basso M, Gandolfo A, Bombardini T, Bellotti P, Sicari R, Real Time 3D echocardiography (RT3D) for assessment of ventricular and vascular function in hypertensive and heart failure patients. *Cardiovascular Ultrasound*, 2012; 10:27
13. Hansegård J, Urheim S, Lunde K, Malm S, Rabben S, Semi-automated quantification of left ventricular volumes and ejection fraction by real-time three-dimensional echocardiography. *Cardiovascular Ultrasound*, 2009; 7:18
14. Foley T, Mankad S, Anavekar N, Bonnicksen C, Morris M, Miller T, Araoz P. Measuring left ventricular ejection fraction – Techniques and potential pitfalls. *Eur Cardiology*, 2012; 8(2):108–14
15. Heckman G, McKelvie R, Heckman G, McKelvie R. Diagnosis and management of heart failure with preserved ejection fraction in older adults, 2009; 94(12):2-8
16. Blanche C, Fumeaux T, Polikar R, Heart failure with normal ejection fraction (HFNEF): is it worth considering?. *SWISSMEDWKLY*, 2010; 139(5-6):66–72
17. Borbély A, Papp Z, Édes I, Paulus W. Molecular determinants of heart failure with normal left ventricular ejection fraction. *Pharmacological Reports*, 2009; 61:139–145
18. Tinoco E, Lagoeiro A. Insuficiencia Cardiaca con fracción de eyección normal – nuevos criterios diagnósticos y avances fisiopatológicos. *Arq Bras Cardiol*, 2009; 93(2):177-184