

Fórmula para corregir la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo en pacientes con insuficiencia valvular mitral

Formula to Correct Left Ventricular Ejection Fraction in Patients with Mitral Valve Regurgitation

HUGO VILLARROEL ÁBREGO¹, RAÚL GARILLO², HILDA PERALTA-ROSADO³, ELAINE NÚÑEZ⁴, JUAN CARLOS GONZÁLEZ SUERO⁵

RESUMEN

La fracción de expulsión del ventrículo izquierdo es una medición clave para la valoración de su función sistólica. En caso de insuficiencia valvular mitral, parte del volumen eyectado se regurgita hacia el atrio izquierdo, el volumen anterógrado es menor que el supuesto y la fracción de expulsión se mantiene en un valor que no representa adecuadamente el estado inotrópico. Esto no permite que ciertos pacientes con falla cardíaca puedan ser correctamente clasificados y tratados, en especial en cuanto se refiere a la indicación de dispositivos (terapia de resincronización, implante de desfibriladores). Tomando como base el cálculo de la fracción regurgitante se propone una sencilla fórmula para hacer una “corrección” de la fracción de expulsión en este tipo de casos y se puso a prueba en un grupo de pacientes ambulatorios citados consecutivamente. Se confirma que en un 54% de pacientes se ven modificados su pronóstico, su tratamiento o ambos al aplicarse la fórmula propuesta.

Palabras clave: Fracción de expulsión - Insuficiencia mitral - Fracción regurgitante

ABSTRACT

Left ventricular ejection fraction is a key measurement for the assessment of systolic function. In case of mitral valve insufficiency, part of the ejected volume regurgitates to the left atrium, the anterograde volume is less than expected, and the ejection fraction maintains a value that does not adequately represent the inotropic state. This does not allow certain patients with heart failure to be correctly classified and treated, especially regarding the indication of devices (resynchronization therapy and defibrillator implant). Based on the calculation of the regurgitant fraction, we propose a simple formula to make a “correction” of the ejection fraction in this type of cases. The corrected ejection fraction was tested in a group of consecutive outpatients. The study confirmed that 54% of patients have their prognosis and/or treatment modified when applying the proposed formula.

Key words: Ejection fraction - Mitral regurgitation - Regurgitant fraction

Abreviaturas

DAI	Desfibriladores automáticos	PISA	Área del hemisferio de isovelocidad proximal
EROA	Área de orificio regurgitante	TRC	Terapia de resincronización cardíaca
FEVI	Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo	VL	Volumen latido
FEVI_{CORR}	FE “corregida”	VL_{VM}	Volumen latido mitral
VfSVI	Fin de sístole	VL_R	Volumen latido regurgitante
FR	Fracción regurgitante	VfDVI	Volúmenes ventriculares izquierdos de fin de diástole
ITV IM	Integral tiempo-velocidad del jet insuficiencia mitral		

REV ARGENT CARDIOL 2019;87:229-233. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v87.i3.15163>

Recibido: 30-11-2018 - Aceptado: 15-02-2019

Dirección para separatas: Dr. Hugo Villarroel-Ábrego. Plaza Villavicencio segundo nivel, San Salvador, El Salvador, Centroamérica - e-mail: h_villarroel@yahoo.com

¹ Médico cardiólogo ecocardiografista, Facultad de Medicina, Universidad Salvadoreña “Alberto Masferrer” (USAM), Hospital de Diagnóstico Escalón, San Salvador, El Salvador.

² Médico cardiólogo universitario. Profesor adjunto de fisiología, Facultad de Ciencias Médicas, Pontificia Universidad Católica Argentina. Buenos Aires, República Argentina.

³ Médica cardióloga ecocardiografista, FACC; Clínica de Mérida-Electrodiagnóstico del Sureste y del Hospital General Dr. Agustín O’Horan, Mérida, Yucatán, México.

⁴ Médico electrofisióloga, Centros de Diagnóstico y Medicina Avanzada y de Conferencias Médicas y Telemedicina (CEDIMAT), Santo Domingo, República Dominicana.

⁵ Médico cardiólogo ecocardiografista, Coordinador Fellowship Ecocardiografía Hospital Regional Universitario Presidente Estrella Ureña, Santiago de los Caballeros, República Dominicana.

INTRODUCCIÓN

La fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI) es un cálculo muy empleado para la valoración de la función ventricular sistólica y estratificación de riesgo, con valor predictivo para pronóstico de sobrevida. (1) Por ello se han fijado valores de corte de FEVI para la clasificación de pacientes con insuficiencia cardíaca, (1, 2) diagnóstico de cardiotoxicidad (3) y para toma de decisiones en cuanto al implante de dispositivos: desfibriladores automáticos (DAI) y terapia de resincronización cardíaca (TRC). (4) A pesar de su relevancia, la FEVI depende marcadamente de las condiciones de precarga y poscarga del ventrículo izquierdo (5) y no es una medida de contractilidad, pero su fácil aplicación en la práctica clínica la ha vuelto una herramienta de uso corriente.

En la insuficiencia valvular mitral, una fracción del volumen latido (VL) es regurgitado al atrio izquierdo durante la sístole ventricular. Por ello el VL efectivo es inferior al medido al restar los volúmenes de fin de diástole y fin de sístole por métodos de Simpson o área-longitud. Debido a que la impedancia de la válvula mitral incompetente y del atrio izquierdo será siempre muy inferior a la de la válvula aórtica, una FEVI normal no refleja con exactitud la ya indirectamente valorada función sistólica del ventrículo izquierdo: aun con una pobre reserva contráctil, el vaciamiento del ventrículo es factible, porque lo hace hacia una cámara de mucho menor presión, aunque exista grave elevación de presiones de llenado atrial. La presencia de regurgitaciones mitrales moderadas a graves, muy frecuentes en pacientes con insuficiencia cardíaca (6), suelen enmascarar un deterioro significativamente mayor de la función de bomba (Figura 1). Está claramente descrita en la bibliografía la manera de calcular el volumen que regurgita hacia el atrio en cada sístole y cómo calcular la fracción regurgitante (FR), expresada en porcentaje. (7-10) Resulta intuitivo restar a la unidad (1,0) el valor de la FR de la insuficiencia mitral para saber qué magnitud porcentual debe sustraerse del volumen eyectado total. Si se multiplica la FEVI por ese valor, se obtendría una FEVI corregida, o anterógrada. (11) Inspirado en estos conceptos, se ha utilizado el siguiente método para corregir la FEVI en pacientes con insuficiencia mitral, mediante el empleo de la ecocardiografía.

MATERIAL Y METODOS

Para calcular la FE “corregida” ($FEVI_{CORR}$) se requiere calcular el volumen latido regurgitante (VL_R) por medio de la ecuación de continuidad o a través del método de convergencia de flujo, midiendo el área del hemisferio de isovelocidad proximal (PISA). Este último fue el método seleccionado por los investigadores. El cálculo requiere del área de orificio regurgitante (EROA) y del valor de la integral tiempo-velocidad del *jet* insuficiencia mitral (ITV IM):

$$VL_R = [EROA (cm^2) \times ITV IM (cm)]$$

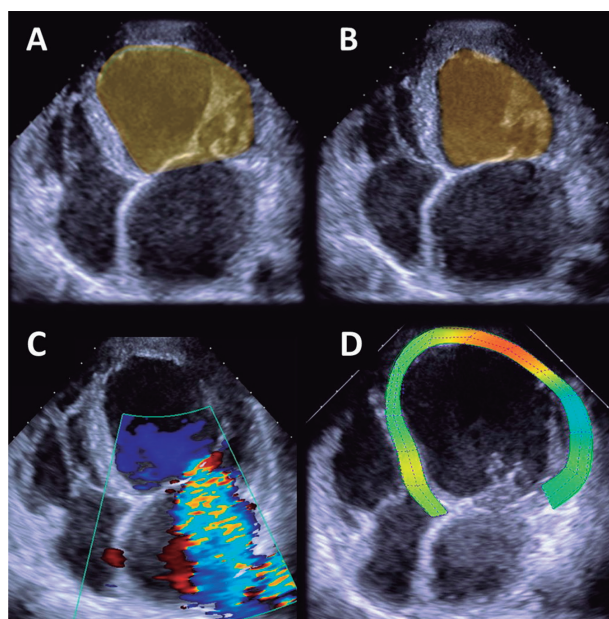


Fig. 1. A. Vista apical de 4 cámaras, telediástole. Dilatación grave de cámaras izquierdas. B. Vista apical de 4 cámaras, telesístole. C. Mesosístole, *jet* de moderada a grave insuficiencia mitral, con invasión de venas pulmonares. FEVI: 52%. EROA (área efectiva del orificio regurgitante) 0,32 cm², fracción regurgitante del 34,39%; La FEVI corregida desciende hasta el 34,1%. Una FEVI técnicamente en rango de “preservada” enmascara una grave disfunción sistólica, confirmada con un *strain* longitudinal global de -12% (D).

Para calcular el volumen latido mitral (VL_{VM}) se requiere calcular el área del anillo mitral y la integral tiempo-velocidad de los jets diastólicos a nivel del anillo mitral (ITV VM).

$$VL_{VM} = \pi (\text{radio del anillo mitral en mesodiástole})^2 \times ITV VM$$

Cálculo de la FR:

Fórmula fracción regurgitante (FR):

$$FR = VL_R / VL_{VM}$$

Luego se corrige la FEVI:

$$FEVI_{CORR} = FEVI \times (1 - FR)$$

El objetivo de la presente investigación es aplicar la corrección de FEVI en una serie de pacientes consecutivos y confirmar que, en ciertos casos, el ajuste del valor de FEVI podría llevar a un cambio del enfoque diagnóstico y aun terapéutico:

- que la FEVI corregida reclasifique al paciente en una categoría distinta de disfunción sistólica;
- que reducciones de FEVI a menos del 40%, permita el diagnóstico de insuficiencia cardíaca con FEVI reducida;
- que la FEVI reducida por debajo del 35% (disfunción sistólica grave), plantee la indicación de terapias no consideradas hasta ese momento (DAI, TRC, etc.).

Criterios de inclusión

- Ritmo sinusal al momento de hacer el estudio ecocardiográfico.
- Imágenes bidimensionales o tridimensionales de alta calidad de los planos valvulares y el ventrículo izquierdos.
- Registros Doppler pulsado nítidos de flujos trans-mitral y transaórtico en el plano anular mitral y el tracto de salida del ventrículo izquierdo, así como del *jet* de insuficiencia mitral con Doppler continuo.
- Un hemisferio de isovelocidad proximal medible y simétrico.

Criterios de exclusión

- Estenosis mitral.
- Ritmo diferente al sinusal durante el ecocardiograma.
- Insuficiencia aórtica más allá de regurgitación mínima, con vena contracta mayor de 3 mm, o EROA mayor de 0,1 cm².
- Cortocircuitos intracardíacos o extracardíacos (se permitirá reclutamiento si solo se trata de foramen oval permeable).
- Pacientes con dispositivos: marcapasos, cardio-desfibriladores implantables o resincronizadores, dispositivos de asistencia ventricular (se exceptúan los casos en que, estando implantado un dispositivo, toda la data ecocardiográfica se haya colectado en ritmo sinusal, con marcapaso completamente inhibido).

Se utilizaron equipos Acuson SC2000 (Siemens), Vivid 7 (GE Healthcare), Vivid 3 Pro (GE Healthcare), Epic 7c (Philips).

En caso de detectarse insuficiencia valvular mitral y cumplidos los criterios de inclusión, se siguieron los procedimientos descritos a continuación:

Medir FEVI según procedimientos ampliamente detallados en la bibliografía: (9, 10) Volúmenes ventriculares izquierdos de fin de diástole (VfDVI), fin de sístole (VfSVI), y VL; se calculará así la FEVI, por planimetría área-longitud en dos planos (apical de 2 y 4 cámaras) o por ecocardiografía tridimensional.

Corrección de la FEVI. Requiere de los siguientes datos (Figura 2):

- Área del anillo mitral en mesodiástole en proyección apical de 4 cámaras. ITV VM en el anillo. PISA del *jet* de insuficiencia mitral.
- Registrar la velocidad de *aliasing* (Nyquist). Medir la ITV IM. EROA de insuficiencia mitral.
- Calcular VL_R. Calcular VL_{VM}. Calcular FR.

Consideraciones éticas

Todos los procedimientos ecocardiográficos fueron almacenados en formato de fotografía o video digital, con un mínimo de tres ciclos. Todas las mediciones fueron hechas *offline* y promediadas. Para emplear, procesar y eventualmente publicar la información colectada se solicitó consentimiento informado a todos los pacientes, según los requerimientos de los respectivos comités de ética.

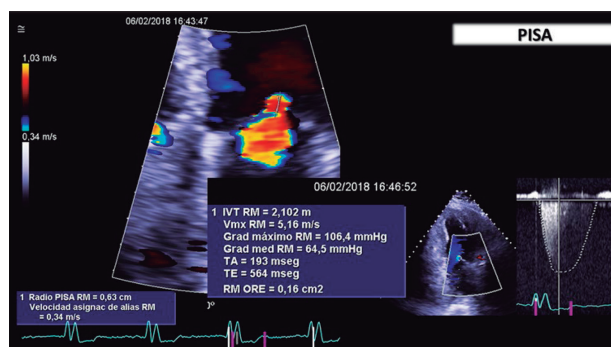


Fig. 2. Mediciones para el cálculo de la fracción regurgitante en insuficiencia mitral por el método PISA. RM: Regurgitación mitral. IVT RM: Integral tiempo-velocidad del jet de insuficiencia mitral. RM ORE: Orificio efectivo regurgitante de la insuficiencia mitral. Ver más explicaciones en el texto

Se incluyeron prospectivamente 52 pacientes consecutivos y ambulatorios, con insuficiencia valvular mitral, atendidos entre los meses de noviembre del 2017 y marzo del 2018, en los laboratorios de ecocardiografía de Villavicencio Plaza (San Salvador, El Salvador) e ISSSTE de Mérida (Yucatán, México).

RESULTADOS

De los 52 pacientes analizados, 27 eran de sexo femenino (51,9%), con promedio de edad de 72,5 + 15,8 años (rango: 34-99 años). Un total de 25 pacientes (49,1%) tenían una FEVI sin corregir igual o mayor del 53%, considerada como normal; de los restantes 27 pacientes con FEVI no corregida subnormal, 14 tenían una FEVI menor del 35% (26,9%). El método PISA no pudo emplearse en tan solo tres pacientes (5%-8%) por limitantes técnicas, por lo que se procedió, en esos casos, a emplear el método basado en la ecuación de continuidad. Un 57,7% de los casos tenía una insuficiencia mitral leve (EROA < 0,3 cm² y FR < 30%, n = 32) y se detectó insuficiencia grave en ocho pacientes (15,4%).

En 28 de pacientes (54%) el resultado de la corrección de la FEVI llevó a un cambio en su clasificación clínica o perspectivas de tratamiento (Figura 3); esto ocurrió aun en casos de insuficiencia mitral leve (17 casos, 32,7%). Nuevos casos de disfunción ventricular leve (FEVI 40%-52,99%): 13 = 25% de pacientes. Nuevos casos de diagnóstico de insuficiencia cardíaca con FEVI reducida (<40%): 12 = 23,1% de pacientes. Nuevos casos de insuficiencia cardíaca con disfunción sistólica grave (FEVI < 35%, subgrupo de la categoría anterior): 11 = 21,1% de pacientes.

DISCUSIÓN

La FEVI puede ser normal aun en caso de pacientes con importante daño miocárdico y por eso se ha preconizado la búsqueda de marcadores más sensibles de contractilidad, como la ecocardiografía *strain*; un

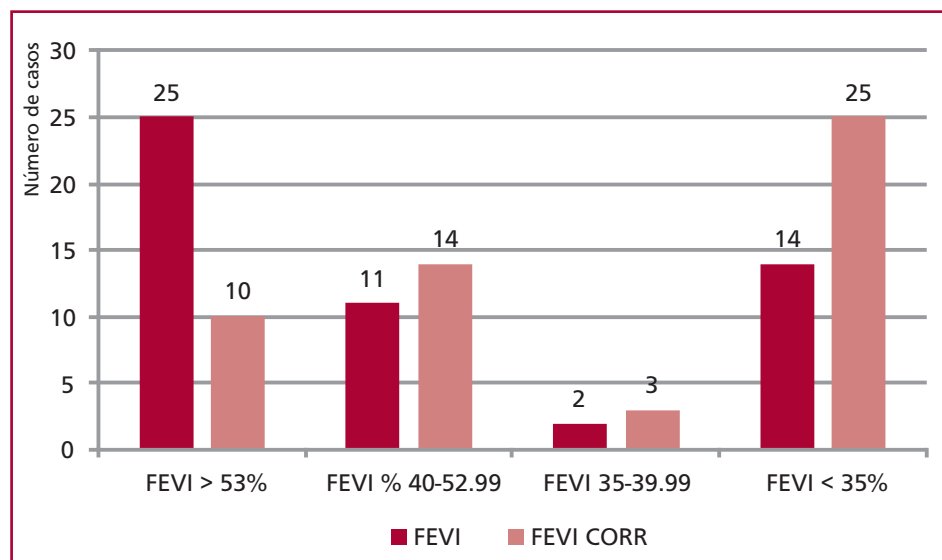


Fig. 3. Cambio en la distribución de pacientes según valor de la FEVI después de la aplicación de la fórmula descrita.

ejemplo cotidiano de esto es la valoración de pacientes con cardiotoxicidad asociada a quimioterapia anticancerosa, (3) en quienes la FEVI se deteriora solo cuando existe daño miocárdico avanzado. Ya ha sido comunicada la discordancia entre los valores de FEVI y *strain* en un mismo paciente, en un mismo estudio; una de las explicaciones posibles para este *mismatch* podría ser la presencia de isquemia, sobrecarga crónica de presión o de volumen del ventrículo izquierdo, o importante insuficiencia valvular mitral. (12)

Después de una cuidadosa revisión de bibliografía se han encontrado algunos reportes en los que han sugerido soluciones para ajustar el valor de FEVI en presencia de insuficiencia mitral; (11, 13, 14) nuestro grupo ha generado una fórmula simple y operativa que resume y simplifica estas propuestas.

CONCLUSIONES

Un porcentaje significativo de pacientes atendidos de manera consecutiva, con insuficiencia mitral, tiene FEVI corregida que los reclasifica en categorías distintas de disfunción sistólica e insuficiencia cardíaca, previamente no diagnosticadas. Se plantean las siguientes recomendaciones:

Si hay disfunción ventricular leve, aun grados también leves de insuficiencia mitral pueden reclasificar al paciente.

La insuficiencia mitral moderada ($FR > 30\%$) debe ser criterio para corregir la FEVI en todos los casos: se anticiparía una reducción de FEVI muy significativa.

La fórmula debería ser incorporada a los paquetes de cálculos automatizados de las diferentes marcas de ecógrafos, con lo que se evita el trabajo de cálculos *offline*.

Declaración de conflictos de interés

El doctor Raúl Garillo es *Education and training Consultant Medtronic Latin America*.

Los demás autores no tienen conflictos de interés.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bui AL, Horwich TB, Fonarow GC. Epidemiology and risk profile of heart failure. *Nat Rev Cardiol* 2011;8:30-41. <http://doi.org/bwnx4v>.
2. Paulus WJ, van Ballegoij JJ. Treatment of Heart Failure with Normal Ejection Fraction. An Inconvenient Truth! *J Am Coll Cardiol* 2010;55:526-37. <http://doi.org/ddhv6z>.
3. Yu AF, Ky B. Roadmap for biomarkers of cancer therapy cardiotoxicity. *Heart*. 2016;102:425-30. <http://doi.org/f8bzd5>.
4. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, et al; ESC Scientific Document Group. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J* 2016;37:2129-200. <http://doi.org/gbv2k3>.
5. Méronil JP, Ennezat PV, Guimard A, Masquet-Gourgone C, Aumont MC, Gourgoneet R. Left ventricular performance is closely related to the physical properties of the arterial system: Landmark clinical investigations in the 1970s and 1980s. *Arch Cardiovasc Dis* 2014;107:554-62. <http://doi.org/f6s69n>.
6. Varadarajan P, Sharma S, Heywood T, Pai RG. High prevalence of Clinically Silent Severe Mitral Regurgitation in Patients with Heart Failure: Role for Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19:1458-61. <http://doi.org/dhdxhb>.
7. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka P, et al. 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;18:1440-63. <http://doi.org/b92m9w>.
8. García-Fernández MA, Gómez de Diego JJ. Cuantificación en Ecocardiografía. Momento Médico, Srl. Salerno, Italia, 2011.
9. Asgar AW, Mack MJ, Stone GW. Secondary Mitral Regurgitation in Heart Failure Pathophysiology, Prognosis and Therapeutic

- Considerations. *J Am Coll Cardiol* 2015;65:1231-48. <http://doi.org/b9h9>.
10. Zoghbi WA, Adams D, Bonow RO Enriquez-Sarano M, Foster E, Grayburn PA, et al. Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr* 2017;30:303-71.
11. Enciso R, Summerson C, Aguilar JA Badui E, Lepe L. Cuantificación de la insuficiencia mitral con el método del flujo convergente proximal por eco Doppler-color. *Rev Mex Cardiol* 1997;8:52-60.
12. Gaasch WH, Meyer TE. Left ventricular response to mitral regurgitation. *Circulation* 2008;118:2298-303. <http://doi.org/ckqh9j>.
13. Villarroel-Ábrego H, Garillo R, González-Suero JC, Nuñez Ayala E. Correlación entre fracción expulsiva del ventrículo izquierdo y strain longitudinal global en pacientes con hipertensión arterial. *Insuf Card* 2018;13:57-6.
14. Abd-El-Aziz TA, Abd-El-Fatah HF, Khalil TS, Mansour KS, Abd-El-Hamid AF, Abd-El-Barry KH. Study of the value of Corrected Ejection Fraction in the Evaluation of Left ventricular Function in Patients with Mitral or Aortic Regurgitation. *Angiology* 51:555-64. <http://doi.org/b3ff54>.
15. Witkowski TG, Thomas JD, Delgado V, van Rijnsoever E, Ng ACT, Hoke U et al. Changes in Left Ventricular Function After Mitral Valve Repair for Severe Organic Mitral Regurgitation. *Ann Thorac Surg* 2012; 93:754-60. <http://doi.org/fzgw9d>.