

La importancia de la ecocardiografía volumétrica de estrés: la reserva contráctil en el laboratorio de Eco Estrés

The Importance of Volumetric Stress Echocardiography: the Contractile Reserve in the Stress Echo Lab

LAURO CORTIGIANI

VOLÚMENES VENTRICULARES IZQUIERDOS: ¿DEMASIADO TEDIOSOS PARA MEDIRLOS?

Las mediciones cuantitativas del volumen de fin de diástole (VFD) y del volumen de fin de sístole (VFS) del ventrículo izquierdo (VI) no se realizan de forma rutinaria en muchos laboratorios de imágenes, ya que consumen mucho tiempo y no son tan reproducibles, por la degradación de la imagen durante el estrés. La fracción de eyección (FE) generalmente se estima con precisión a simple vista, pero la medición de los volúmenes del VI requiere una evaluación cuantitativa, con la delineación manual del borde endocárdico de la planimetría del VI. (1) Sin embargo, atendibles razones fisiopatológicas, y las innovaciones tecnológicas recientes hacen que tales mediciones sean más simples y confiables.

RESERVA CONTRÁCTIL DEL VI: LA JUSTIFICACIÓN FISIOPATOLÓGICA

La reserva contráctil del VI se puede evaluar como el aumento de la FE, dependiente de la carga, desde el reposo hasta el pico del estrés; o como la cuantificación de la deformación longitudinal global, independiente de la geometría, que, sin embargo, está limitada por la frecuencia cardíaca alta durante el estrés. Según Marwick (2022), “quizás la mejor manera de integrar el papel de la carga en la evaluación de la función del VI es garantizar que la medición de la presión arterial se incluya en los estudios de imágenes que podrían usarse clínicamente para estimar la contractilidad”. (2) La Elastancia (también conocida como Fuerza) hace eso (3, 4). Se puede obtener información similar con otros índices que evalúan la reserva contráctil global, independientemente de la función regional, desde el volumen sistólico hasta el gasto y el poder cardíacos. Hay más información en la evaluación del compor-

tamiento global del VI que el que se puede detectar simplemente a partir de las anomalías regionales del movimiento de la pared. Desde una perspectiva fisiopatológica, esto no es sorprendente. La perfusión de la capa subendocárdica está relacionada con la anomalía en el engrosamiento y el movimiento regional de la pared; una escara, necrosis o daño de la capa subepicárdica no generan cambios en el movimiento parietal. La capa subendocárdica desarrolla presión intracavitaria y presión arterial sistólica (PAS), y la capa subepicárdica tiene un efecto anti remodelado y reductor de volumen. Por lo tanto, el daño miocárdico o la isquemia pueden no percibirse como una anomalía del movimiento de la pared regional, y detectarse en cambio como disminución de la reserva contráctil, ya que un miocardio enfermo desarrolla menos fuerza (PAS/VFS). Con el daño subendocárdico se desarrolla una PAS más baja; el daño subepicárdico se asocia con un VFS mayor para cada nivel de PAS. Esto es cierto incluso en reposo, y sabemos desde hace 50 años que, para cada nivel de FE, mayor VFS y menor PAS en reposo corresponden a un peor pronóstico. Lo mismo sucede durante el estrés.

RESERVA CONTRÁCTIL DEL VI: EL IMPULSO TECNOLÓGICO

VFD, VFS y FE son parte del conjunto de datos mínimo recomendado durante el Eco Estrés para la detección de enfermedad arterial coronaria y más allá de ella. Sin embargo, el análisis suele ser cualitativo, sin mediciones. Como resultado, se han identificado patrones mayoritariamente cualitativos, con la respuesta normal caracterizada por un aumento del VFD y una disminución del VFS durante el estrés, con un aumento de la FE. La identificación del contorno endocárdico del ventrículo izquierdo puede ser más fácil, rápida y precisa con agentes potenciadores de ultrasonido, ecocar-

diografía tridimensional en tiempo real e inteligencia artificial. Ha llegado el momento del cálculo automático, preciso, reproducible y sin clics de los volúmenes del VI. No más cálculos planimétricos aburridos, lentos e imprecisos. Sin un esfuerzo tedioso, tenemos cálculos en tiempo real del VFD (índice de reserva de precarga), VFS (índice de reserva contráctil) y gasto cardíaco (índice de reserva cardíaca). La reducción de la reserva contráctil es una condición común, puede ocurrir en ausencia de anomalías regionales del movimiento de la pared y reconoce 3 fenotipos hemodinámicos diferentes: insuficiencia cronotrópica (reducción de la reserva de frecuencia cardíaca evaluada con electrocardiograma de 1 derivación), insuficiencia de precarga (falta de aumento en el VFD en etapas intermedias de estrés), e insuficiencia inotrópica (aplanamiento de la generación de fuerza, con falta de reducción del VFS). Este parámetro es universal (no requiere tecnología patentada), omnívoro (importante para todos los pacientes, desde síndromes coronarios crónicos hasta insuficiencia cardíaca) y ecuménico (aplicado a todos los tipos de estrés, desde ejercicio hasta dobutamina y vasodilatadores, obviamente con diferentes puntos de corte específicos del estrés). (5, 6)

ECO ESTRÉS 2.0: OTRO LADRILLO EN LA PARED

La comunidad ecocardiográfica argentina está a la vanguardia de la innovación desde hace décadas. La anormalidad del movimiento de la pared regional es la piedra angular de la ecocardiografía de estrés, y se mejoró hace 20 años con la adición de la reserva de velocidad del flujo coronario en las arteria descendente anterior. Después de décadas de la experiencia pionera de 2003 del grupo de Jorge Lowenstein (7), la guía 2021 American College Cardiology/American Heart Association en pacientes INOCA recomienda (clase 2b) la determinación de la reserva de velocidad de flujo coronario de la descendente anterior con ecocardiografía Doppler transtorácica (8). Después de 20 años, el mismo grupo de Lowenstein identifica otro “cambiador de juego”, la reserva contráctil global del VI, más allá de la FE. La reserva de elastancia durante el ejercicio identifica los elementos problemáticos pasados por alto por las anomalías regionales del movimiento de la pared y la FE, permite una mejor caracterización del fenotipo del paciente y mejora la estratificación del riesgo. La cuarta ola de innovación mejora la versatilidad y el rendimiento del eco estrés: después de la anomalía del movimiento de la pared regional, la reserva de velocidad del flujo coronario, las líneas B, ahora la reserva contráctil del VI con eco de estrés volumétrico automatizado. Las imágenes

requeridas son las mismas que se adquieren y almacenan para el análisis del movimiento regional de la pared, y no hay aumento en el tiempo de análisis e imágenes con el enfoque automatizado. El Eco Estrés es capaz de capturar los muchos aspectos de la vulnerabilidad pronóstica del paciente contemporáneo y lo hace con una técnica dirigida por cardiólogos que viven una experiencia de imagen, con costos asequibles, sin radiación ionizante, con un impacto ambiental cercano a cero y con una versatilidad y sostenibilidad únicas. (9). Una vez más, el grupo de Jorge Lowenstein de Buenos Aires muestra a toda la comunidad científica que esta actualización conceptual y clínica puede tener lugar en un entorno ajetreado y con orientación clínica, y conceptos fisiopatológicos simples combinados con tecnología de punta pueden traer sorprendentes dividendos para el paciente (10). Con suerte, la adopción de este importante concepto por parte de la cardiología convencional llevará menos de 20 años.

Declaración de conflicto de intereses

El autor declara que no tiene conflicto de intereses.

(Véanse formularios de conflicto de intereses de los autores en la web/Material suplementario).

BIBLIOGRAFÍA

1. Pellikka PA, Arruda-Olson A, Chaudhry FA, Chen MH, Marshall JE, Porter TR, et al. Guidelines for Performance, Interpretation, and Application of SE in Ischemic Heart Disease: From the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2020;33:1-41. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2019.07.001>
2. Marwick T, Negishi K. Global LV systolic function: EF versus strain. American Society of Echocardiography's Comprehensive echocardiography. Editors: Lang RM, Goldstein SA, Kronzon I, Khandaria BK, Mor-Avi V. Elsevier, Philadelphia; 2022. Chapter 24, pp 146-9.
3. Ginzton LE, Laks MM, Brizendine M, Conant R, Mena I. Noninvasive measurement of the rest and exercise peak systolic pressure/ESV ratio: a sensitive two-dimensional echocardiographic indicator of LV function. *J Am Coll Cardiol* 1984;4:509-16. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(84\)80094-7](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(84)80094-7)
4. Bombardini T, Correia MJ, Cicerone C, Agricola E, Ripoli A, Picano E. Force-frequency relationship in the echocardiography laboratory: a noninvasive assessment of Bowditch treppe? *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:646-55. [https://doi.org/10.1016/S0894-7317\(03\)00221-9](https://doi.org/10.1016/S0894-7317(03)00221-9)
5. Cortigiani L, Huqi A, Ciampi Q, Bombardini T, Bovenzi F, Picano E. Integration of Wall Motion, Coronary Flow Velocity, and LV Contractile Reserve in a Single Test: Prognostic Value of Vasodilator SE in Patients with Diabetes. *J Am Soc Echocardiogr* 2018;31:692-701. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2017.11.019>
6. Cortigiani L, Sorbo S, Miccoli M, Scali MC, Simioniuc A, Morrone D, et al. Prognostic value of cardiac power output to LV mass in patients with LV dysfunction and dobutamine stress echo negative by wall motion criteria. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2017;18:153-8. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jew073>

7. Lowenstein J, Tiano C, Marquez G, Presti C, Quiroz C. Simultaneous analysis of wall motion and CFR of the left anterior descending coronary artery by transthoracic Doppler echocardiography during dipyridamole stress. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;17:735-44. [https://doi.org/10.1016/S0894-7317\(03\)00281-5](https://doi.org/10.1016/S0894-7317(03)00281-5)
8. Gulati M, Levy PD, Mukherjee D, Amsterdam EA, Bhatt DL, Birtcher KK, et al. AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR guideline for the evaluation and diagnosis of chest pain: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2021;78:e187-e285. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001029>
9. Picano E. Sustainability of medical imaging. *Education and debate. BMJ J* 2004;328:578-80. <https://doi.org/10.1136/bmj.328.7439.578>
10. Lowenstein J, Haber DM, Arbucci R, Merlo P, Martinex L, Gastaldello N, Saad AK, et al. Contractile reserve by left ventricular EF alone or considering elastance. Which is the best predictor of events after a stress echo without ischemia? *Rev Argent Cardiol* 2022;90:346-52 <https://doi.org/10.7775/rac.v90.i5.20502>