

# ECOESTRÉS DIASTÓLICO, ¿CÓMO LO APLICO EN MI DÍA A DÍA?

## DIASTOLIC STRESS ECHOCARDIOGRAPHY, HOW TO APPLY IT DAILY?

PABLO M. MERLO<sup>1</sup>, SEBASTIÁN GARCÍA-ZAMORA<sup>2</sup>, SERGIO KOBAL<sup>3</sup>, JORGE A. LOWENSTEIN<sup>4</sup>

### RESUMEN

La valoración de la función diastólica durante el ejercicio ha adquirido una relevancia clínica significativa en los últimos años, particularmente en el escenario de la insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada, donde la valoración de las presiones de llenado en reposo no refleja la realidad clínica de los pacientes. La disfunción diastólica puede deberse a una alteración de la relajación y/o de la distensibilidad del ventrículo izquierdo. En estado normal la mayor parte del llenado diastólico ocurre durante la diástole temprana; a medida que la disfunción diastólica progresa la mayor anomalía ocurre en la relajación miocárdica, y posteriormente se produce el incremento en las presiones de llenado del ventrículo izquierdo. El ecocardiograma Doppler es la herramienta más útil para evaluar la función diastólica en la práctica asistencial. Más recientemente se han desarrollado técnicas complementarias que permiten una caracterización adicional de los distintos factores que afectan la función diastólica. Dentro de estas, el análisis de la deformación miocárdica con la técnica de speckle tracking (strain miocárdico) tanto longitudinal como el circunferencial ha ganado terreno en múltiples escenarios de la patología cardiovascular. El ecoestrés con ejercicio se ha convertido de este modo en una herramienta indispensable para valorar la presencia de disfunción diastólica en pacientes con disnea de origen no claro, especialmente ante la sospecha de insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada. Su empleo sistemático, y el aporte de las nuevas técnicas ecocardiográficas, indudablemente permitirá en los próximos años ampliar nuestros conocimientos respecto de esta compleja patología.

**Palabras clave:** insuficiencia cardíaca, diástole, ecocardiografía.

### ABSTRACT

Assessment of diastolic function during exercise has acquired significant clinical relevance in recent years, particularly in the setting of heart failure with preserved ejection fraction, where assessment of resting filling pressures does not reflect the clinical reality of the patients. Diastolic dysfunction may be due to impaired relaxation and/or compliance of the left ventricle. In the normal state, most diastolic filling occurs during early diastole; as diastolic dysfunction progresses, the greatest abnormality occurs in myocardial relaxation, and subsequently there is an increase in left ventricular filling pressures. Doppler echocardiogram is the most useful tool to assess diastolic function in healthcare practice. More recently, complementary techniques have been developed that allow further characterization of the different factors that affect diastolic function. Within these, the analysis of myocardial deformation with both longitudinal and circumferential speckle tracking technique (myocardial strain) has gained ground in multiple scenarios of cardiovascular pathology. Exercise stress echocardiography has thus become an indispensable tool to assess the presence of diastolic dysfunction in patients with dyspnea of unclear origin, especially when heart failure with preserved ejection fraction is suspected. Its systematic use, and the contribution of new echocardiographic techniques, will undoubtedly allow us to expand our knowledge on this complex pathology in the coming years.

**Keywords:** heart failure, diastole, echocardiography.

REVISTA CONAREC 2019;34(152):261-266 | [HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2019152/0261-0266](https://doi.org/10.32407/RCON/2019152/0261-0266)

## INTRODUCCIÓN

La valoración de la función diastólica durante el ejercicio no es una práctica difundida en los laboratorios de ecocardiografía. Sin embargo, en los últimos tiempos ha adquirido una relevancia clínica significativa, en particular en el escenario de la insuficiencia cardíaca (IC) con fracción de eyección preservada, donde la valoración de las presiones de llenado en reposo no reflejan la realidad clínica de los pacientes. Esto se ve potenciado debido a que

el diagnóstico invasivo mediante cateterismo se encuentra escasamente disponible fuera del área de investigación<sup>1</sup>.

La disfunción diastólica (DD) puede deberse a una alteración de la relajación y/o de la distensibilidad del ventrículo izquierdo, y las causas de esta alteración pueden ser divididas de la siguiente forma<sup>1-3</sup>:

- Factores intrínsecos del cardiomiocito.
- Factores dentro de la matriz extracelular que rodea los cardiomiocitos.
- Factores que activan la producción de neurohormonas o sustancias paracrinas.

Aún resta mucho por comprender sobre la interrelación de estos factores en la producción de la disnea de esfuerzo y los síntomas de IC. Sin embargo, esto resulta vital para lograr intervenciones terapéuticas que puedan redundar en beneficios pronósticos y en mejoría sintomática de los pacientes afectados<sup>4,5</sup>.

Debe recordarse asimismo que en algunos pacientes la DD se origina en la constricción extracardíaca (pericárdica o del ventrículo derecho); sin embargo, abordar esto excede el propósito de la presente revisión<sup>6</sup>.

1. Staff del Servicio de Cardiodiagnóstico, Investigaciones Médicas. Director del Curso de Ecocardiografía Crítica, Transtorácica & Transesofágica (ASARUC-UBA). Director del Curso Anual de Ecocardiografía de Estrés (SAC)
2. Staff del Servicio de Cardiodiagnóstico, Investigaciones Médicas
3. Division of Cardiology, Soroka University Medical Center and Joyce and Irving Goldman Medical School, Ben Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel
4. Ex Director del Consejo de Ecocardiografía y del Curso Anual de Ecocardiografía de Estrés (SAC); Ex Presidente de ECOSIAC; Jefe del Servicio de Cardiodiagnóstico, Investigaciones Médicas, Ciudad Autónoma de Buenos Aires

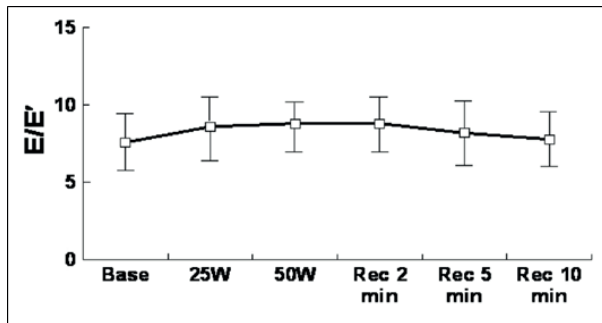
✉ **Correspondencia:** Pablo M. Merlo. *Investigaciones Médicas, Viamonte 1872, C1056ABB CABA, Rep. Argentina.pabloomer@gmail.com*

## NOCIONES BÁSICAS DE “DIASTOLOGÍA”

En estado normal la mayor parte del llenado diastólico ocurre durante la diástole temprana. Esto se comprueba en el ecocardiograma al observar el patrón transmitral en el cual se inscribe una onda E (que co-

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Recibido: 12/09/2019 | Aceptado: 03/11/2019



**Figura 1.** Comportamiento normal esperado de la relación E/e' durante el ejercicio. Modificado de Ha et al<sup>18</sup>.

rresponde al llenado diastólico temprano) mayor que la onda A (la cual representa la sístole auricular). Durante los estadios precoces de DD la mayor anomalía ocurre en la relajación miocárdica, al tiempo que las presiones de llenado del ventrículo izquierdo permanecen normales. La traducción ecocardiográfica de este fenómeno es una reducción de la velocidad de la onda E (debido a un cruce más bajo de presiones entre el ventrículo izquierdo y la aurícula izquierda), y una prolongación en el tiempo de desaceleración de dicha onda debido al retardo en la relajación, lo cual produce una igualación retardada de las presiones en ambas cámaras. Paralelamente la velocidad de la onda A se incrementa para completar el necesario llenado ventricular con una contracción auricular compensatoria<sup>7-10</sup>. En este esquema de herramientas basadas en el Doppler debemos recordar que son múltiples los factores que afectan la velocidad de la onda E transmitral. Sin embargo, desde un punto de vista práctico, el factor predominante es la presión de la aurícula izquierda (AI). En cambio, la velocidad de desaceleración de la onda E pone de manifiesto la complacencia (*compliance*) del ventrículo izquierdo (VI). De esta manera, una pendiente menor de 150 milisegundos expresa un incremento de la rigidez ventricular izquierda<sup>11,12</sup>. Con respecto a la onda e' (e prima) registrada con Doppler tisular a nivel del anillo mitral septal y/o lateral, la misma expresa la velocidad de la relajación ventricular, y por tanto tiende a disminuir con la edad, pero manteniéndose en valores superiores a los 7 centímetros por segundo (cm/s) a nivel septal y 10 cm/s a nivel lateral del anillo<sup>12</sup>. De la relación entre la onda E transmitral y la onda e' tisular surge nuestra herramienta ecocardiográfica fundamental en la valoración no invasiva de las presiones de llenado del VI, la relación E/e'. Los puntos de corte en reposo más aceptados para esta relación son: E/e' <8 como normal, valores >15 como categóricamente anormal y entre 8 y 15 se encuentra la "zona gris" de valores indeterminados. Sin embargo, los parámetros derivados del Doppler cardíaco en reposo tienen de manera aislada una sensibilidad y especificidad limitadas en la evaluación de las presiones de llenado.

Como puede observarse, no disponemos hasta la fecha de ningún parámetro en reposo que nos permita discriminar adecuadamente los individuos con DD de aquellos sin ella. Por tanto, resulta crucial integrar la mayor cantidad de información posible para una adecuada caracterización de los pacientes estudiados. En este sentido, parámetros estructurales del VI, el volumen de la AI y la velocidad de regurgitación tricuspídea son elementos claves; a ello debe sumarse la geometría ventricular (diámetros, espesores) y la valoración de la función sistólica del VI tanto en su función de cámara (valorada mediante la fracción de eyección) como la función de fibra miocárdica (evaluada

**Tabla 1.** Parámetros registrados durante un estudio de ecoestrés diastólico convencional en nuestro laboratorio de ecocardiografía, utilizando camilla supina.

Mediciones durante el ecoestrés diastólico.			
Reposo	Baja carga (25-50 W)	Máximo esfuerzo	Posesfuerzo
Onda E mitral	Onda E	Onda E	Onda E
Onda e' mitral	Onda e'	Onda e'	Onda e'
Vel. tricuspídea	Vel. tricuspídea	Vel. tricuspídea	Vel. tricuspídea
Líneas B pulmonares		Líneas B pulmonares	
Strain longitudinal		Strain longitudinal	
Relación E/e'	IRFD		Relación E/e'

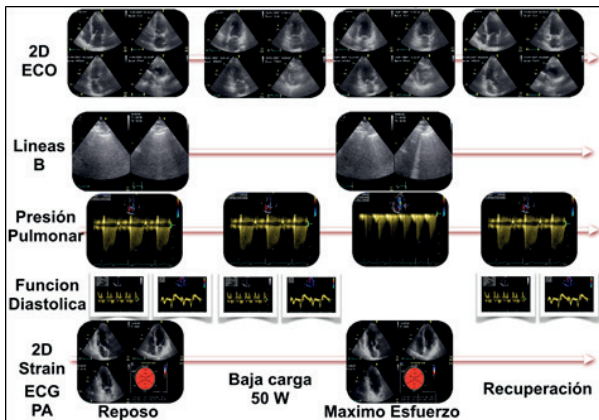
W: watt. Vel.: velocidad. IRFD: delta de la e' de baja carga menos reposo, multiplicado por la e' de reposo.

mediante la deformación miocárdica o *strain*). De todo lo expuesto se comprende que antes de realizar una prueba de ecoestrés diastólico es imprescindible realizar un ecocardiograma Doppler completo, a fin de valorar todas estas variables, lo cual luego se integrará con los resultados obtenidos durante y luego del esfuerzo físico.

## EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN DIASTÓLICA MEDIANTE ECOESTRÉS DE EJERCICIO

El patrón de llenado del VI registrado con Doppler pulsado y tisular sufre modificaciones características durante el ejercicio que son claramente evaluables a pesar del incremento de la frecuencia cardíaca y los cambios en la poscarga ventricular (presión arterial sistólica). Estas modificaciones fueron descritas hace más de 10 años en los trabajos pioneros del doctor Oh<sup>12</sup>, y consisten en el incremento de las velocidades de llenado ventricular (onda E) y el aumento en paralelo de las velocidades de relajación ventricular (onda e' con Doppler tisular). Así, en sujetos normales durante el ejercicio es posible registrar las siguientes variables fisiológicas:

- Incremento de la velocidad de relajación ventricular manifestada por un 20 a 30% de aumento de la onda e' tanto a nivel septal como lateral. Si bien algunos expertos proponen realizar un registro simultáneo en ambos sectores y promediar su valor, en nuestra experiencia resulta más práctico utilizar solo la velocidad septal. Esta aproximación se basa en el hecho de que la velocidad septal ha sido la más validada en los estudios comparativos entre hemodinamia invasiva y ecocardiografía.
- Incremento de la velocidad de la onda E transmitral y eventualmente una inversión de la relación E/A de reposo.
- El mantenimiento o incluso el descenso de la relación E/e' durante todas las etapas del ejercicio y en particular durante la recuperación inmediata (**Figura 1**).
- Incremento de la velocidad de regurgitación tricuspídea sin superar los 3,5 metros por segundo, en especial durante la etapa de baja carga (hasta 50 watts).
- Incremento del diámetro del anillo de la válvula mitral. Esta medición es infrecuente en la práctica, pero resulta un elemento importante en los mecanismos que permiten mantener las presiones de llenado del VI normales.
- Aumento del volumen de fin de diástole del VI como manifestación de reserva de precarga por mecanismo de Frank-Starling, presente en los corazones normales durante el ejercicio.



**Figura 2.** Representación esquemática del protocolo de ecoestrés ejercicio y set de mediciones de función diastólica obtenidas en nuestro laboratorio de ecoestrés, y el momento del estudio en que dichos parámetros son valorados. ECG: electrocardiograma.

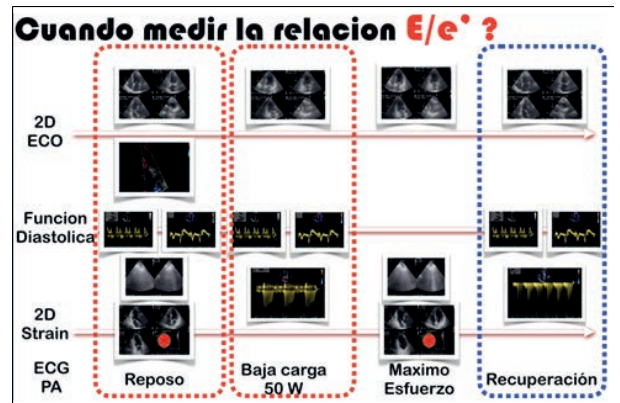
Los cambios descriptos pueden ser evaluados durante el ecoestrés con ejercicio, en especial utilizando una camilla supina, y representan los parámetros fundamentales para analizar el comportamiento diastólico frente al esfuerzo<sup>13-18</sup>. Entre los elementos mencionados, el mantenimiento y/o disminución de la relación  $E/e'$  durante el ejercicio y el comportamiento de la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP) son los elementos centrales de la evaluación. La relación  $E/e'$  es factible de ser medida en más del 90% de los pacientes en baja carga (se considera esto 25-50 watts) y en el posesfuerzo inmediato, mientras que la PSAP solo es posible evaluarla en máximo esfuerzo en alrededor del 60% de los pacientes.

## PROTOCOLO DE ECOESTRÉS DIASTÓLICO

Clásicamente el ecocardiograma Doppler ha sido la piedra angular para evaluar la función diastólica. En los últimos 10 años se han desarrollado nuevas técnicas más allá del Doppler tisular que permiten una caracterización adicional de los distintos factores que afectan la función diastólica. Dentro de estos, el análisis de la deformación miocárdica con la técnica de *speckle tracking*, es decir el *strain* miocárdico, tanto longitudinal como el circunferencial ha ganado terreno en múltiples escenarios de la patología cardiovascular. Más recientemente, el *strain* auricular izquierdo ha comenzado a posicionarse como un elemento que permite complementar la valoración de la función diastólica. Sin embargo, aún no es un elemento que se ha incorporado a la práctica diaria, y permanece más ligado al terreno de la investigación. En nuestro laboratorio, la valoración de la función diastólica durante el ejercicio es una práctica rutinaria y no se reserva para los individuos en quienes el estudio se solicita por disnea de causa no aclarada o por síntomas de IC. El motivo es que su determinación tiene valor pronóstico en poblaciones con y sin isquemia inducible, como se verá más adelante.

## IMPORTANCIA DEL ESTUDIO ECOCARDIOGRÁFICO COMPLETO PREVIO AL ESFUERZO

A todo paciente al que se le efectuará un ecoestrés se le debe realizar una breve anamnesis dirigida para conocer los síntomas que generaron el estudio, y posteriormente un ecocardiograma de reposo completo. Esto



**Figura 3.** Esquema del momento más recomendado para la determinación de las relaciones  $E/e'$  durante un estudio de ecoestrés diastólico. ECG: electrocardiograma.

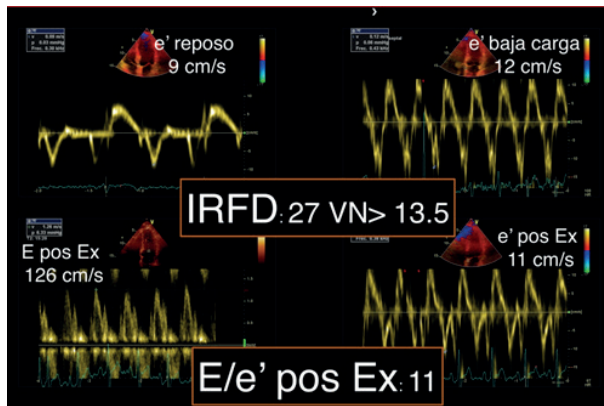
permite planificar una “hoja de ruta” del estudio con esfuerzo, ya que si bien existen determinaciones que son constantes, otros parámetros a registrar durante el apremio se modifican según la patología o sospecha clínica. Tal es el caso, por ejemplo, de individuos con estenosis aórtica o mitral moderadas, donde puede desearse conocer los gradientes transvalvulares en el máximo esfuerzo, o ante la existencia de disfunción ventricular derecha basal, donde resulta fundamental evaluar el comportamiento de esta cámara ante el apremio físico.

Los parámetros basales que se registran de rutina son: los diámetros y espesores parietales, el volumen auricular y ventricular izquierdo, el tamaño de las cavidades derechas; el “set diastólico” de reposo, que incluye velocidades de flujo transmitral y tisulares, venas pulmonares y regurgitación tricuspídea. Además, siempre se valora la excursión del anillo tricuspídeo (TAPSE, por sus siglas en inglés), la fracción de eyección por Simpson biplano (automática o manual) y el *strain* longitudinal global. Asimismo, se utiliza un protocolo acotado de 4 sitios para la evaluación de líneas B pulmonares. Una vez finalizado el análisis ecocardiográfico de reposo, se inicia el ejercicio desde los 25 watts hasta la máxima capacidad del individuo, sin interrumpir el esfuerzo por haber alcanzado una determinada frecuencia cardíaca o un tiempo de ejercicio. A lo largo de toda la prueba, y al finalizar la misma, se registran distintos parámetros ecocardiográficos, algunos constantes y otros variables según los hallazgos previos y la sospecha clínica. La **Tabla 1** y la **Figura 2** resumen las variables fundamentales a registrar en toda prueba de esfuerzo.

Como se mencionó previamente, el parámetro central –pero no el único– es la relación  $E/e'$ , la cual en condiciones normales no debería incrementarse. Los momentos más recomendados para realizar la medición de estos parámetros son el reposo, baja carga y durante la recuperación (**Figura 3**)<sup>14,15</sup>. Durante el máximo esfuerzo no suele ser factible realizar mediciones confiables, ya que la taquicardia genera fusión de las ondas E y A del flujo transmitral.

## EVALUACIÓN DE LA RESERVA DIASTÓLICA MEDIANTE ECOESTRÉS CON EJERCICIO

Los conceptos de reserva diastólica y disfunción diastólica han sido utilizados con diferentes definiciones en los estudios de investigación publicados hasta la fecha. En nuestro laboratorio consideramos la reser-



**Figura 4.** Evaluación del índice de reserva funcional diastólica (IRFD); en la figura se observa un incremento adecuado de la onda e' a baja carga, y un comportamiento diastólico normal durante el esfuerzo (Ex).

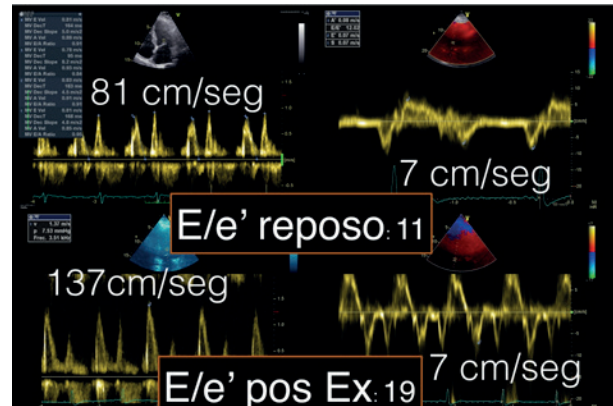
va diastólica como la diferencia de cambio (delta) de la velocidad de la onda e' septal desde el reposo a la baja carga (25-50 watts), en consonancia con lo publicado por Ha et al.<sup>18</sup>, y se denomina a esta relación "Índice de reserva funcional diastólica" (delta de la e' de baja carga menos reposo, multiplicado por la e' de reposo [IRFD] o DFRI por sus siglas en inglés). En condiciones normales, la onda e' debe aumentar un 20 a 30% desde el reposo hasta las primeras etapas del ejercicio, es decir un incremento de 2,5 a 3 cm/s (**Figura 4**). La gran ventaja del uso del índice IRFD es que toma en cuenta el valor basal de la onda; el punto de corte publicado como normal es un valor  $\geq 13,5^{16-18}$ .

A modo de ejemplo, un paciente que en reposo tiene una onda e' septal de 7 cm/s debe incrementar la misma por lo menos 2 cm/s para alcanzar un IRFD normal. En otras palabras, al partir de una onda e' de reposo 7, la misma debería alcanzar o superar un valor de 9 cm/s entre los 25 y 50 watts (es decir presentar un delta por lo menos 2 cm/s) para que el IRFD sea normal ( $\geq 13,5$ ). En este caso el IRFD obtenido sería de 14. Como puede apreciarse, cuanto más baja sea la onda e' en reposo más deberá aumentar para alcanzar un valor de IRFD normal. Se ha demostrado que los pacientes con un IRFD anormal tienen una menor capacidad de ejercicio. Sin embargo, desde el punto de vista pronóstico la valoración de la relación E/e' en el pos-esfuerzo inmediato es la variable que guarda mayor relación con eventos adversos tanto en la miocardiopatía coronaria como no coronaria. Respecto a la celeridad para registrar estos parámetros, la relación E/e' puede ser el último parámetro en determinarse, ya que se ha demostrado que demora entre 5 y 10 minutos una vez finalizado el ejercicio en alcanzar los valores de reposo. Con respecto a los valores diagnósticos de DD, actualmente se tiende a priorizar la especificidad del diagnóstico. Por ello se ha establecido como valores anormales una relación E/e' en el pos-esfuerzo de:

- >15 si se utiliza solo la onda e' septal (**Figura 5**).
- >13.5 si se utiliza el promedio entre e' septal y lateral
- >12 si se utiliza solo la e' lateral

## IMPACTO PRONÓSTICO DE LA DISFUNCIÓN DIASTÓLICA EN EJERCICIO

La implicancia pronóstica de una relación E/e' anormal ha sido evaluada en numerosos trabajos; Marwick et al.<sup>16</sup> demostraron en 41 pacien-



**Figura 5.** Disfunción diastólica con ejercicio. Se aprecia cómo en reposo el patrón transmitral es compatible con "retardo en la relajación", con un valor de E/e' en la "zona gris". Y que frente al esfuerzo, el patrón transmitral se vuelve pseudonormal y la relación supera ampliamente el punto de 15 cm/s. Ex: esfuerzo.

tes con una media de seguimiento de 13 meses que la DD en el pos-esfuerzo (definida como una relación E/e' >14) tenía valor pronóstico independiente de la presencia de isquemia inducible. De hecho, aquellos pacientes sin isquemia inducible pero con DD en ejercicio tuvieron en este estudio una tasa de eventos similar en el seguimiento que los pacientes con isquemia. Por otra parte, no todos los pacientes con isquemia desarrollan DD manifiesta por una relación E/e' elevada; sin embargo, la presencia de DD tiene valor pronóstico adicional sobre la isquemia inducible. Así, la tasa de eventos es similar entre los pacientes con isquemia mayor o menor (discriminados según índice de motilidad parietal sea mayor o menor de 1,4) cuando existe DD asociada<sup>20-24</sup>. En años recientes, varios trabajos han confirmado estas observaciones. Fitzgerald estudió 2201 pacientes que fueron sometidos a ecoestrés: el 2,9% de esta población tuvo un ecoestrés diastólico positivo definido por una relación E/e' >12, mientras que el 14,2% tenía una relación E/e' elevada en reposo. Este grupo tuvo una tasa de eventos en el seguimiento menor al grupo de pacientes con ecoestrés diastólico positivo, generando la hipótesis que desde el punto de vista pronóstico el incremento de la relación E/e' durante el ejercicio es más importante que el valor de reposo<sup>19</sup>.

## NUEVAS HERRAMIENTAS EN EL ECOESTRÉS DIASTÓLICO

Más recientemente han surgido nuevos parámetros francamente vinculados a la DD inducida con ejercicio. Entre ellos, en nuestro laboratorio hemos incorporado las *líneas B pulmonares* y el *Strain longitudinal global* al estudio rutinario de los pacientes debido a su practicidad en la determinación, y la información adicional que brindan.

### LÍNEAS B PULMONARES

Se trata de artefactos ecográficos observables tanto con el transductor sectorial cardiológico como con el convexo; su aparición revela el acúmulo de líquido extravascular en los septos interlobares. Si bien no son exclusivos de la congestión hemodinámica, su aparición durante el ejercicio es de gran valor diagnóstico y pronóstico. Estas líneas se definen de acuerdo a 7 criterios, 3 constantes y 4 inconstantes:



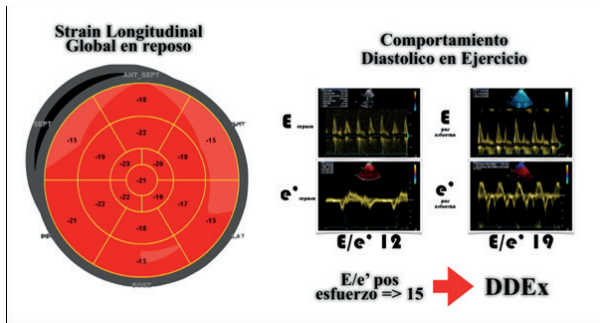


Figura 6. Valor del Strain longitudinal global en la disfunción diastólica en ejercicio (DDEx).

#### Criterios constantes diagnósticos de líneas B:

- Artificio vertical con forma de línea o "cometa".
- Se originan de la línea pleural.
- Se mueven en sincronía con el pulmón (*lung sliding*)

#### Criterios inconstantes:

- La línea B es bien definida (como señal laser).
- Se extiende en toda la pantalla sin disminuir la intensidad de la señal.
- Borran las líneas A.
- Son hiperecoicas.

Más de 2 líneas B por espacio intercostal se denominan "cometas pulmonares", mientras que 1 o 2 líneas B pueden ser fisiológicas en algunas localizaciones, como por ejemplo a nivel anterior o basal.

En nuestro laboratorio utilizamos un esquema de cuatro sitios a nivel del 3er espacio intercostal, de forma bilateral sobre líneas axilar anterior y media, en reposo y máximo esfuerzo. De acuerdo a la sumatoria de líneas B de los cuatro sitios se puede valorar el grado de congestión pulmonar desarrollado de la siguiente manera:

- 2 a 4 líneas se considera congestión leve
- 5 o más líneas congestión moderada
- más de 10 líneas, congestión severa.

#### STRAIN LONGITUDINAL GLOBAL

El análisis de la deformación miocárdica por técnica de *speckle tracking* ha ganado un lugar de privilegio en distintos escenarios del estudio de la patología cardiovascular, especialmente en contexto de las miocardiopatías. De forma interesante, a pesar de que es considerado un parámetro de función sistólica, su análisis también provee información sobre el estado del componente elástico y de la matriz extracelular, elementos fundamentales en la función diastólica tanto para la relajación miocárdica como en la *compliance* ventricular. Diversos estudios recientes han observado una estrecha vinculación entre el valor del *strain* longitudinal global en reposo y el comportamiento diastólico en ejercicio. En nuestra experiencia en más de 500 pacientes consecutivos, un *strain* longitudinal global con valores  $E/e' < -16\%$  se asoció significativamente a la presencia de una relación  $E/e'$  septal  $> 15$  con el apremio (Figura 6).

#### Sistema de Score Diagnóstico en la Insuficiencia Cardíaca con Fracción de Eyección Preservada (ICFEYP)

##### Funcional Morfológico Biomarcador (RS) Biomarcador (FA)

	Mayor	Menor	RS	FA
Septal $e' < 7$ cm/seg o Lateral $e' < 10$ cm/seg	0	0	NT-proBNP $> 220$ pg/ml	NT-proBNP $> 660$ pg/ml
Promedio $E/e' > 15$	0	0	BNP $> 80$ pg/ml	BNP $> 240$ pg/ml
Val IT $> 2,8$ mts (PSAP $> 35$ mmHg)	0	0		
VIAI $> 34$ ml/m <sup>2</sup>	0	VIAI 29 - 34 ml/m <sup>2</sup>		
IMVI $\geq 149/122$ g/m <sup>2</sup> (V/M)	0	IMVI $\geq 115/95$ g/m <sup>2</sup> (V/M)		
EPR $> 0,42$	0	EPR $> 0,42$		
		Espeoror VI $\geq 12$ mm		

**Criterio Mayor = 2 puntos**

**=> 5 puntos: ICFEYP**

**Criterio Menor = 1 punto**

**2 a 4 puntos: EED o Cath**

Figura 7. Puntaje diagnóstico propuesto para el diagnóstico de insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada. RS: ritmo sinusal. FA: fibrilación auricular. IT: insuficiencia tricúspida. PSAP: presión sistólica arteria pulmonar. SLG: strain longitudinal global. VIAI: volumen indexado aurícula izquierda. IMVI: índice masa ventricular izquierda. V: varón. M: mujer. EPR: espesor parietal relativo. BNP: péptido natriurético cerebral. EED: estudio estrés diastólico. Cath: cateterismo derecho. Modificado de Pieske et al<sup>25</sup>.

## ROL DEL ECOESTRÉS DIASTÓLICO EN LOS PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDÍACA CON FRACCIÓN DE EYECCIÓN PRESERVADA

Se ha publicado recientemente un consenso<sup>25</sup> diagnóstico de IC con fracción de eyección preservada (ICFEYP). En él se plantea que para llegar al diagnóstico de ICFEYP es necesaria la presencia de diversos factores: un contexto clínico adecuado, biomarcadores elevados, alteración estructural cardíaca y un comportamiento diastólico anormal. En este consenso se ha planteado incorporar nuevos criterios diagnósticos (Figura 7), como un *strain* longitudinal global (SLG) disminuido para ayudar al diagnóstico. El punto de corte sugerido en ese documento fue un valor  $< 16\%$ . En nuestra experiencia puede resultar en un cambio paradigmático ya que, como ha ocurrido con otras entidades, el SLG es superior a la fracción de eyección para caracterizar la contractilidad intrínseca del VI, que es además el principal determinante de la función diastólica.

La relación  $E/e'$  es la principal herramienta de medición en el Eco estrés diastólico; es posible que en los próximos años los puntos de corte antes señalados cambien, ya que hasta el momento se ha privilegiado la especificidad diagnóstica por sobre la sensibilidad. De acuerdo a nuestra experiencia, estos valores son demasiado elevados y observables en una minoría de pacientes. El aporte de nuevas investigaciones seguramente ayudará a mejorar el rédito diagnóstico de estas técnicas.

#### PUNTOS CLAVES PARA RECORDAR

- El ecoestrés con ejercicio brinda mucha información más allá de diagnóstico y pronóstico de la cardiopatía isquémica.
- Es una herramienta muy valiosa para demostrar DD en pacientes con disnea de origen no claro, especialmente en pacientes con sospecha o diagnóstico de IC con fracción de eyección conservada.

- El ecoestrés con ejercicio brinda valiosa información de la reserva diastólica y de las presiones de llenado del VI.
- Son múltiples los parámetros que sugieren un comportamiento diastólico anormal; la integración de estos permitirá arribar a un diagnóstico más preciso.
- La prueba se puede realizar en cinta deslizante, pero es más apropiado en camilla supina.
- La demostración de DD tiene profundas implicancias en el pronóstico del paciente, inclusive en el contexto de isquemia miocárdica.

## CONCLUSIÓN

El ecoestrés con ejercicio es una herramienta de gran valor diagnóstico, ya que brinda información respecto de la presencia de isquemia miocárdica, la respuesta diastólica al esfuerzo y el comportamiento valvular ante el apremio desarrollado, entre los principales. Su versa-

tilidad y dinamismo son cruciales, al tiempo que brinda información continua al operador a medida que se desarrolla la prueba.

La disfunción diastólica es un proceso complejo, el cual ha sido relegado durante años, principalmente debido a las dificultades para su estudio. La disponibilidad del ecoestrés con ejercicio ha permitido mejorar la aproximación diagnóstica a esta entidad, y caracterizar los síntomas de muchos pacientes con disnea de origen no claro, especialmente ante la sospecha de insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada. El advenimiento de nuevas técnicas ecocardiográficas, especialmente del *strain* miocárdico, permite una caracterización tisular precisa, valorando la función ventricular más allá de su función de cámara, lo cual aumenta el rédito diagnóstico en el estudio de esta patología. Por todo lo expuesto, el ecoestrés diastólico junto al análisis de la deformación miocárdica deben ser parte fundamental de todo laboratorio de ecocardiografía, ya que brindan información con implicancias diagnósticas y pronósticas en la toma de decisiones de los pacientes asistidos diariamente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Brutsaert DL. Cardiac dysfunction in heart failure: the cardiologist's love affair with time. *Prog Cardiovasc Dis* 2006;49(3):157-81.
2. Brutsaert DL, Sys SU. Relaxation and diastole of the heart. *Physiol Rev* 1989;69(4):1228-315.
3. Brutsaert DL, Rademakers FE, Sys SU. Triple control of relaxation: implications in cardiac disease. *Circulation* 1984;69(1):190-6.
4. Gillebert TC, Leite-Moreira AF, De Hert SG. Relaxation-systolic pressure relation. A load-independent assessment of left ventricular contractility. *Circulation* 1997;95(3):745-52.
5. Leite-Moreira AF, Correia-Pinto J. Load as an acute determinant of end-diastolic pressure-volume relation. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2001;280(1):H51-9.
6. Belenkie I, Sas R, Mitchell J, et al. Opening the pericardium during pulmonary artery constriction improves cardiac function. *J Appl Physiol* 2004;96(3):917-22.
7. Kass DA, Bronzwaer JG, Paulus WJ. What mechanisms underlie diastolic dysfunction in heart failure? *Circ Res* 2004;94(12):1533-42.
8. Zile MR, Brutsaert DL. New concepts in diastolic dysfunction and diastolic heart failure. Part II: causal mechanisms and treatment. *Circulation* 2002;105(12):1503-8.
9. Angeja BG, Grossman W. Evaluation and management of diastolic heart failure. *Circulation* 2003;107(5):659-63.
10. Lew WY, Rasmussen CM. Influence of nonuniformity on rate of left ventricular pressure fall in the dog. *Am J Physiol* 1989;256(1 Pt 2):H222-32.
11. Leite-Moreira AF, Gillebert TC. Myocardial relaxation in regionally stunned left ventricle. *Am J Physiol* 1996;270(2 Pt 2):H509-17.
12. Oh JK, Appleton CP, Hatle LK, et al. The noninvasive assessment of left ventricular diastolic function with two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10(3):246-70.
13. Talreja DR, Nishimura RA, Oh JK. Estimation of left ventricular filling pressure with exercise by Doppler echocardiography in patients with normal systolic function: a simultaneous echocardiographic-cardiac catheterization study. *J Am Soc Echocardiogr* 2007;20(5):477-9.
14. Gharacholou SM, Scott CG, Takahashi PY, Nkomo VT, McCully RB, Fine NM, et al. Left ventricular diastolic function and long-term outcomes in patients with normal exercise echocardiographic findings. *Am J Cardiol* 2013;112(2):200-7.
15. Ha J, Choi D, Park S, Choi E, Shim C, Kim J, et al. Left ventricular diastolic functional reserve during exercise in patients with impaired myocardial relaxation at rest. *Heart* 2009;95(5):399-404.
16. Burgess M, Jenkins C, Sharman J, Marwick T. Diastolic Stress Echocardiography: Hemodynamic Validation and Clinical Significance of Estimation of Ventricular Filling Pressure With Exercise. *J Am Coll Cardiol* 2006;47(9):1891-900.
17. Quantitation of the diastolic stress test: filling pressure vs. diastolic reserve [Internet]. *Scholars.latrobe.edu.au*. 2019. Available from: <https://scholars.latrobe.edu.au/display/publication236113>.
18. Ha J, Oh J, Pellikka P, Ommen S, Stussy V, Bailey K, et al. Diastolic stress echocardiography: A novel noninvasive diagnostic test for diastolic dysfunction using supine bicycle exercise Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18(1):63-8.
19. Fitzgerald BT, Presneill JJ, Scalia IG, Hawkins CL, Celermajer Y, Scalia W, et al. The Prognostic Value of the Diastolic Stress Test in Patients Undergoing Treadmill Stress Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2019;32(10):1298-306.
20. Holland DJ, Prasad SB, Marwick TH. Prognostic implications of left ventricular filling pressure with exercise. *Circ Cardiovasc Imaging* 2010;3(2):149-56.
21. Bianco C, Farjo P, Ghaffar Y, Sengupta P. Myocardial Mechanics in Patients With Normal LVEF and Diastolic Dysfunction. *JACC Cardiovasc Imaging* 2019;13(1 Part 2):258-71.
22. Martínez-Legazpi P, Bermejo J, Benito Y, Yotti R, Pérez del Villar C, González-Mansilla A et al. Contribution of the Diastolic Vortex Ring to Left Ventricular Filling. *J Am Coll Cardiol* 2014;64(16):1711-21.
23. Kosmala W, Marwick T. Asymptomatic Left Ventricular Diastolic Dysfunction. Predicting Progression to Symptomatic Heart Failure. *JACC Cardiovasc Imaging* 2020;13(1 Pt 2):215-27.
24. Ha J, Andersen O, Smiseth O. Diastolic Stress Test: Invasive and Noninvasive Testing. 2020;13(1 Pt 2):272-82.
25. Pieske B, Tschöpe C, de Boer RA, Fraser AG, Anker SD, Donal E, et al. How to diagnose heart failure with preserved ejection fraction: the HFA-PEFF diagnostic algorithm: a consensus recommendation from the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2019;40(40):3297-317.
26. Lancellotti P, Pellikka P, Budts W, Chaudhry F, Donal E, Dulgheru R, et al. The clinical use of stress echocardiography in non-ischaemic heart disease: recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2016;17(11):1191-229.
27. Reddy YNV, Carter RE, Obokata M, Redfield MM, Borlaug BA. A Simple, Evidence-Based Approach to Help Guide Diagnosis of Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *Circulation* 2018;138(9):861-70.
28. Nagueh S, Smiseth O, Appleton C, Byrd B, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2016;29(4):277-314.