

Recomendaciones para la evaluación de la función diastólica del ventrículo izquierdo: enfoque actualizado

Laura Fernández Fernández
Iñaki Lahuerta Martínez

Correspondencia

Laura Fernández Fernández
email: laura@ecografiacardiaca.com

Sección de Cardiología no invasiva. Hospital Universitario Araba. Vitoria-Gasteiz. España

Palabras clave

- ▷ Disfunción diastólica
- ▷ Insuficiencia cardíaca
- ▷ Ecocardiografía

Keywords

- ▷ Diastolic dysfunction
- ▷ Heart failure
- ▷ Echocardiographic study

RESUMEN

La evaluación ecocardiográfica de la función diastólica y de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo es un aspecto fundamental en pacientes que se presentan con disnea o síntomas de insuficiencia cardíaca. La utilización de todos los parámetros recomendados es extensa, y las nuevas guías apuestan por un nuevo algoritmo diagnóstico. En este artículo se ha concretado las mediciones que siempre hay que realizar y se muestra la estrategia de su utilización, que es aplicable a la mayoría de las patologías. También se comenta la utilización de otros parámetros menos frecuentemente usados, pero que han demostrado utilidad en patologías concretas.

ABSTRACT

Echocardiographic evaluation of diastolic function and left ventricular filling pressure is a fundamental aspect in patients which present dyspnea or symptoms of heart failure. The use of all recommended parameters is extensive, and the new guidelines are based on a new diagnostic algorithm. In this article, we have specified the measurements that must always be performed and the strategy of its use, which is applicable to most of the pathologies. It is also commented the application of other parameters less frequently used but which are useful in specific pathologies.

Presentación

La presencia de disfunción diastólica juega un papel muy importante en la caracterización y el pronóstico de la mayoría de las cardiopatías, siendo muy relevante en las miocardiopatías, cardiopatía isquémica, enfermedades valvulares y cardiopatía hipertensiva.

Por disfunción diastólica (DD) se entiende aquella condición en la que, para mantener el gasto cardíaco normal, las presiones de llenado se encuentran aumentadas. El corazón no puede alcanzar un adecuado volumen minuto con las presiones de llenado ventricular habituales pese a la presencia de función sistólica normal, siendo necesario entonces incrementarlas para mantenerlo, con lo que se eleva también la presión de la aurícula izquierda con congestión

venosa pulmonar e hipertensión venosa pulmonar. La manifestación clínica típica de la DD es la insuficiencia cardíaca.

El diagnóstico de insuficiencia cardíaca desde la publicación de las últimas guías de la sociedad europea⁽¹⁾ exige cumplir los criterios siguientes (**Tabla 1**):

1. La presencia de signos o síntomas de insuficiencia cardíaca.
2. Fracción de eyección global normal o casi normal (50%) del ventrículo izquierdo.
3. Niveles elevados de péptidos natriuréticos.
4. Al menos uno de los criterios adicionales: cambios estructurales en el corazón, disfunción diastólica

Se hablará también las de alteraciones estructurales en el corazón cuando el volumen indexado de la aurícula izquierda sea superior a 34 ml/m² o la masa

Tipo de insuficiencia cardíaca	Insuficiencia cardíaca con FEVI reducida	Insuficiencia cardíaca con FEVI menor al 50%	Insuficiencia cardíaca con FEVI preservada
1	Síntomas ± Signos	Síntomas ± Signos	Síntomas ± Signos
2	FEVI < 40%	FEVI 40-49%	FEVI ≥ 50%
3	-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Niveles elevados de péptidos natriuréticos 2. Al menos uno de estos criterios adicionales: <ol style="list-style-type: none"> a) Cambios estructurales en el corazón (hipertrofia del VI y/o aumento de tamaño de la AI) b) Disfunción diastólica 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Niveles elevados de péptidos natriuréticos 2. Al menos uno de estos criterios adicionales: <ol style="list-style-type: none"> a) Cambios estructurales en el corazón (hipertrofia del VI y/o aumento de tamaño de la AI) b) Disfunción diastólica

FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; VI: ventrículo izquierdo; AI: aurícula izquierda

Tabla 1. Criterios para la definición de insuficiencia cardíaca

ventricular izquierda indexada tenga un valor $\geq 115 \text{ g/m}^2$ para hombres y $\geq 95 \text{ g/m}^2$ para mujeres.

La evaluación de la función diastólica y de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo es muy importante en la práctica clínica, ya que permite distinguir este síndrome de otras enfermedades (tales como enfermedades pulmonares que se presentan con disnea), permite evaluar el diagnóstico e identificar la enfermedad cardíaca subyacente y su tratamiento óptimo.

La ecocardiografía Doppler es el método más útil para la evaluación de la función diastólica. Existe una lista de parámetros que permiten una aproximación válida al diagnóstico de disfunción diastólica. La calidad de la señal Doppler, así como sus limitaciones para cada parámetro cobran mucha importancia y deben examinarse cuidadosamente. Desde la parte técnica se intentará siempre que los registros para este estudio sean de la mejor calidad posible, pues si la señal Doppler recogida es subóptima no debería utilizarse para formular conclusiones sobre la función diastólica del ventrículo izquierdo.

Metodología de la ecocardiografía bidimensional y Doppler para la evaluación de la función diastólica del ventrículo izquierdo⁽²⁾

- **Velocidad máxima de la onda E (cm/s).** Colocar un Doppler pulsado (PW) en la vista apical de cuatro cámaras. Las imágenes de flujo color ayudarán al alineamiento óptimo del haz ultrasónico. Se interpone un volumen de muestra de 1 a 3 mm entre los extremos de las valvas de la válvula mitral. Para mejorar el registro y obtener así un perfil bien definido se puede jugar con los valores del filtro de pared (100-200 MHz) y de la ganancia espectral. Se recogerá el valor máximo de la velocidad del flujo mitral (onda E) en la diástole temprana (después de la onda T en el ECG), marcando el borde externo del espectro descrito (Figura 1).
- **Velocidad máxima de la onda A (cm/s).** Colocar un Doppler pulsado (PW) en la vista apical de cuatro cámaras. Las imágenes de flujo color ayudarán al alineamiento óptimo del haz ultrasónico. Se interpone un volumen de muestra de 1 a 3 mm entre los extremos de las valvas de la válvula mitral. Para mejorar el registro y obtener así un perfil bien definido se puede jugar con los valores del filtro de pared (100-200 MHz) y de la ganancia espectral. Se recogerá el valor máximo de la velocidad del flujo mitral (onda A) en la diástole tardía (después de la onda P en el ECG), marcando el borde externo del espectro descrito (Figura 1).

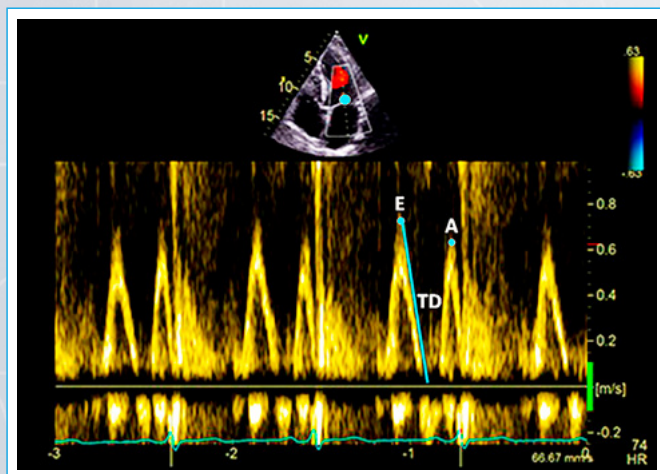


Figura 1. Patrón de flujo mitral adquirido con Doppler pulsado. Velocidad máxima de la onda E, velocidad máxima de la onda A, tiempo de desaceleración (TD)

- **Relación E/A.** Partiendo de la adquisición técnica descrita en los puntos anteriores, se obtendrá este parámetro como resultado del cociente entre de las velocidades mitrales E y A.
- **Tiempo de desaceleración (ms).** A partir de la imagen tomada previamente, se medirá el intervalo de tiempo desde el pico de la onda E (velocidad máxima), a lo largo de la pendiente que describe la onda en el llenado ventricular hasta la línea de base cero de velocidad (véase la Figura 1).
- **Duración de la onda A en el llenado mitral (ms).** A partir de la imagen tomada previamente, se medirá el tiempo en el intervalo que transcurre desde el comienzo hasta el fin de la onda A en la línea de base cero (Figura 2). Para mejorar el registro y obtener así un perfil bien definido es posible incrementar la velocidad de barrido a 100 mm/s y jugar con los valores del filtro de pared (100-200 MHz) y de la ganancia espectral.

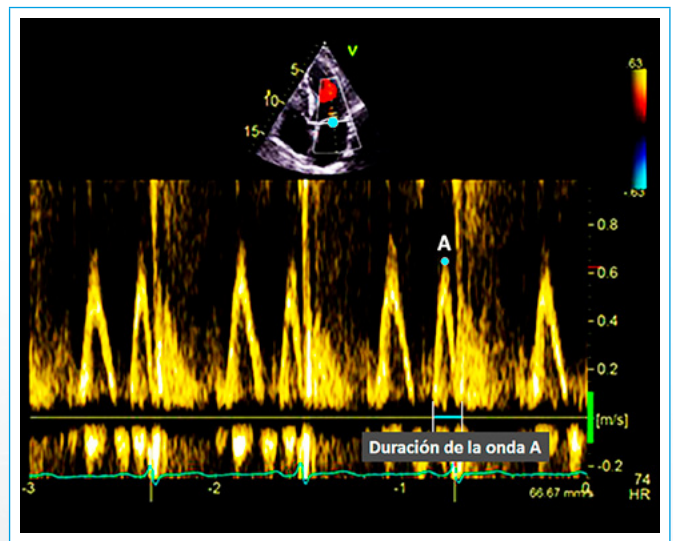


Figura 2. Patrón de flujo mitral adquirido con Doppler pulsado. Duración de la onda A sobre la línea base cero

- **Velocidad de la onda e' del anillo mitral por Doppler tisular (TDI e').** En la vista apical de cuatro cámaras se colocará el volumen de muestra (5-10 mm para cubrir el movimiento del anillo mitral en sístole y diástole) en los lugares de inserción septal y lateral de las valvas mitrales, y se obtiene la velocidad e' septal y e' lateral. Debe prestarse atención a los parámetros de ganancia de Doppler espectral, ya que las velocidades anulares tienen una alta amplitud de señal. La mayoría de los equipos disponen de parámetros Doppler predeterminados para una escala de velocidad adecuada y parámetros de filtro de pared preconfigurados para la visualización de las velocidades anulares. Se recogerá la velocidad pico en la diástole temprana sobre el borde externo de la onda espectral (Figura 3). También puede obtenerse la imagen del Doppler tisular color de un plano apical de cuatro cámaras, y luego, en la estación de trabajo obtener de esa imagen las velocidades del anillo mitral y lateral.
- **E/e' mitral.** Con los datos obtenidos de las velocidades E y e' (calculada como el valor medio de las ondas e' septal y e' lateral) se calculará el cociente entre ambas ondas.
- **Volumen máximo indexado de la aurícula izquierda (ml/superficie corporal).** A partir de las imágenes tomadas en las vistas apicales de cuatro y dos cámaras, en el final de la sístole ventricular, inmediatamente anterior a la apertura de la válvula mitral, se puede calcular el volumen máximo de la aurícula izquierda. Se utilizará el método de discos o el método de área longitud corregido por la superficie corporal. No debe incluirse el área debajo del anillo valvular mitral, la orejuela auricular y las venas pulmonares (Figura 4).

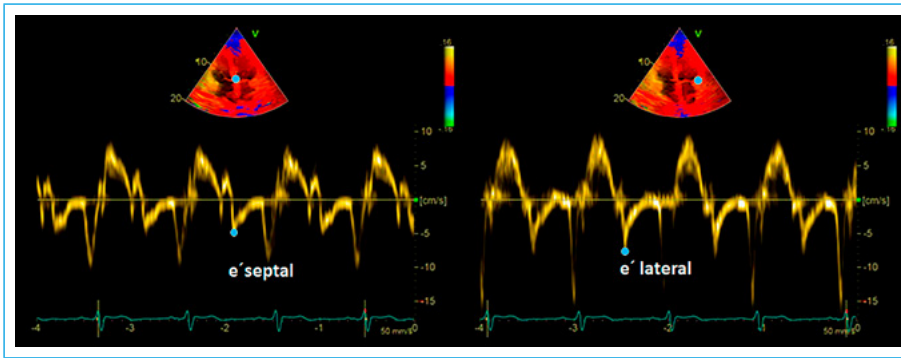


Figura 3. Registro de las velocidades e' septal (izquierda) y e' lateral (derecha) por Doppler tisular

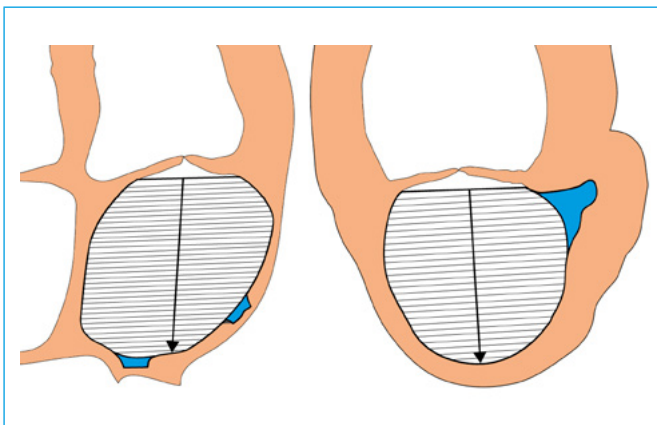


Figura 4. Representación del trazado para el cálculo del volumen auricular en los planos apical de cuatro y dos cámaras

- **Onda S de las venas pulmonares (cm/s).** Colocar un Doppler pulsado (PW) en la vista apical de cuatro cámaras. Las imágenes de flujo color ayudarán al alineamiento óptimo del haz ultrasónico. Se interpone un volumen de muestra (1 a 3 mm) a 1-2 cm de profundidad en la vena pulmonar superior derecha o izquierda. Para mejorar el registro y obtener así un perfil bien definido se aplicará unos valores de filtro de pared (100-200 MHz) y se bajará la ganancia espectral. Se recogerá el valor máximo de la velocidad de la onda S en la diástole temprana, marcando el borde externo del espectro resultante (Figura 5).

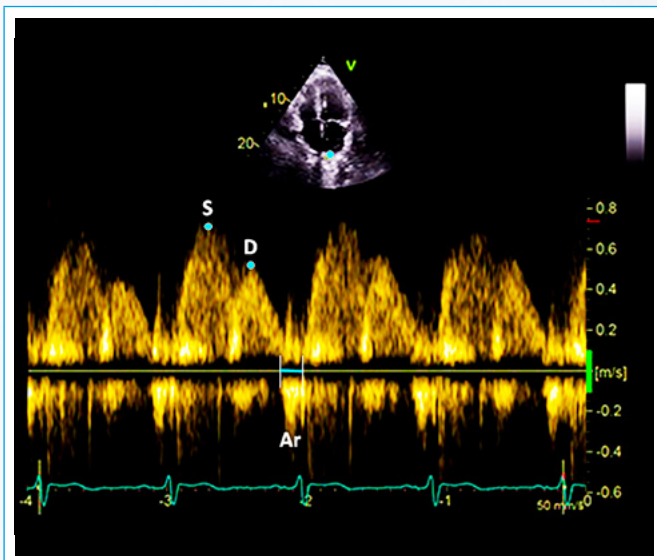


Figura 2. Registro del flujo de las venas pulmonares. Onda S, onda D, onda A reversa (Ar)

- **Onda D de las venas pulmonares (cm/s).** A partir de la técnica descrita para obtener la gráfica de las venas pulmonares, se recogerá el valor máximo de la velocidad de la onda D en la diástole temprana, después de la apertura de la válvula mitral, marcando el borde externo de la gráfica espectral (Figura 5).
- **Onda A de las venas pulmonares (cm/s).** A partir de la técnica descrita para obtener la gráfica de venas pulmonares y conociendo los artefactos generados por el movimiento de la pared de la aurícula izquierda, se recogerá el intervalo de tiempo desde el comienzo hasta el final de la onda A reversa en la línea de base cero (Figura 5).

- **Relación S/D.** Este dato se obtiene del cociente de la onda de velocidad S entre la onda de velocidad D anteriormente descritas.
- **Velocidad sistólica de la regurgitación tricuspídea.** Colocar un Doppler continuo alineado con el flujo de regurgitación tricuspídea en una vista paraesternal derecha o bien en una apical de cuatro cámaras. Se recogerá el pico de velocidad máxima durante la sístole en el extremo final de la onda en el espectro (Figura 6).

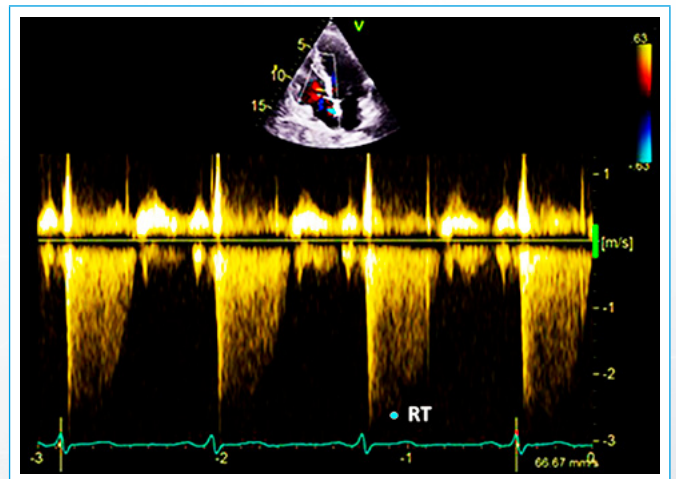


Figura 6. Registro del flujo de la regurgitación tricuspídea por Doppler continuo

- **Maniobra de Valsalva.** Consiste en la espiración forzada con la boca y la nariz cerradas, que produce un proceso hemodinámico complejo. La precarga del ventrículo izquierdo se ve reducida durante la fase de esfuerzo, y se observan cambios en el flujo mitral que permiten distinguir a los pacientes sanos de aquéllos con patrón de llenado del ventrículo izquierdo pseudo-normalizado. El paciente debe generar incrementos suficientes en la presión intratorácica y el técnico ecografista debe mantener, durante la maniobra, el volumen de muestra en su localización adecuada (entre las puntas de las valvas mitrales). Un descenso de 20 cm/s en la velocidad pico E mitral se considera como un esfuerzo adecuado en pacientes sin restricción en el llenado.
- **Velocidad de propagación en flujo modo-M color (cm/s).** La adquisición de las imágenes se realiza en la vista apical de cuatro cámaras, utilizando imágenes de flujo color con un sector cromático estrecho, ajustando la ganancia para evitar el ruido. La línea de registro del modo-M se coloca en el centro de la columna de flujo que entra en el ventrículo izquierdo, desde la válvula mitral hacia el ápex. La línea basal del flujo de color se desplaza, para disminuir el límite de Nyquist de tal manera que el *jet* central de mayor velocidad se vea de color azul. La velocidad de propagación de flujo se mide como la pendiente de la línea sobre la primera velocidad de *aliasing* durante el llenado temprano, medido entre el plano de la válvula mitral y un punto 4 cm distal, dentro de la cavidad del ventrículo izquierdo (Figura 7).

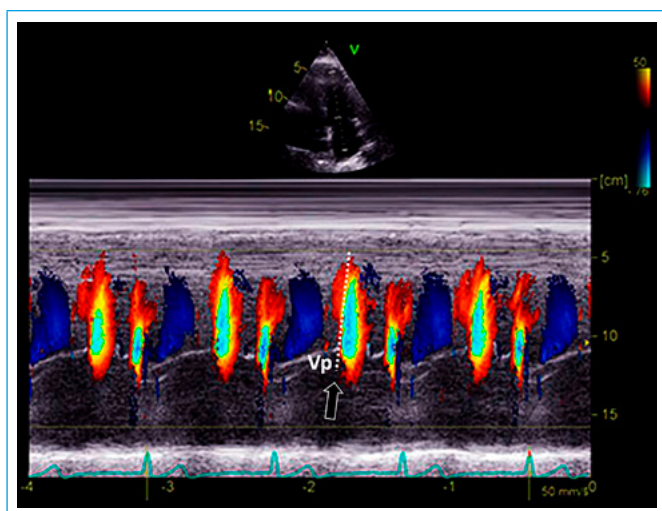


Figura 7. Imagen en modo-M color de la velocidad de propagación (Vp)

- **Tiempo de relajación isovolumétrica.** En una vista apical longitudinal o apical de cinco cámaras, se colocará un volumen de muestra Doppler continuo en el tracto de salida del ventrículo izquierdo, de tal manera que la señal recogida muestre simultáneamente el final de la eyección aórtica y el inicio del llenado mitral. La velocidad de barrido debería ser de 100 mm/s (Figura 8).

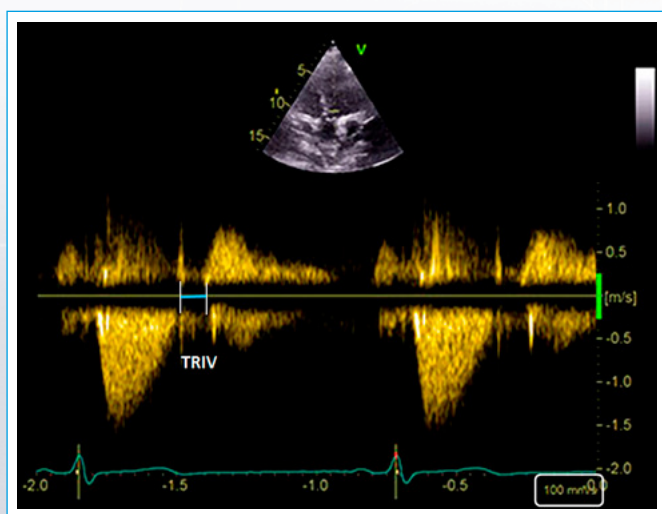


Figura 8. Registro de Doppler continuo para obtener el tiempo de relajación isovolumétrica (TRIV)

- **TE-e'.** Para calcular este parámetro se necesitan los registros Doppler de llenado del ventrículo izquierdo, Doppler tisular septal y lateral del anillo mitral, y una buena señal de ECG. Entonces se medirá el intervalo de tiempo desde el pico de la onda R en el ECG hasta el comienzo de la velocidad de la onda E mitral (TE), y se le restará el intervalo de tiempo entre el complejo QRS del ECG y el inicio de la velocidad e'. La velocidad de barrido debería ser de 100 mm/s.

Algoritmos ecocardiográficos para el diagnóstico de la disfunción diastólica

Aunque existen numerosas herramientas para el estudio de la DD, la diferenciación entre función diastólica normal y anormal sigue siendo complicada. Por esta razón y con el fin de simplificar su evaluación, las actuales recomen-

daciones han establecido con claridad dos estrategias diferentes para el diagnóstico de la DD, que dependen de si la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) es normal o está reducida:

1. Cuando la FEVI es normal las variables clave recomendadas para el diagnóstico de disfunción diastólica, por tanto, que hay que **medir siempre**, incluyen velocidades del flujo mitral, velocidad e' del anillo mitral, relación E/e', velocidad máxima de la regurgitación tricuspídea y volumen máximo indexado de la aurícula izquierda. En la Figura 9 se muestra el algoritmo propuesto, indicando que el diagnóstico ecocardiográfico de DD exige que al menos tres de los cuatro parámetros considerados sean positivos. Cuando se obtiene uno o ninguno de los valores considerados, se puede afirmar que no hay disfunción diastólica. Como muestra el algoritmo, el hallazgo de dos parámetros positivos no permite descartar la presencia o ausencia de DD.

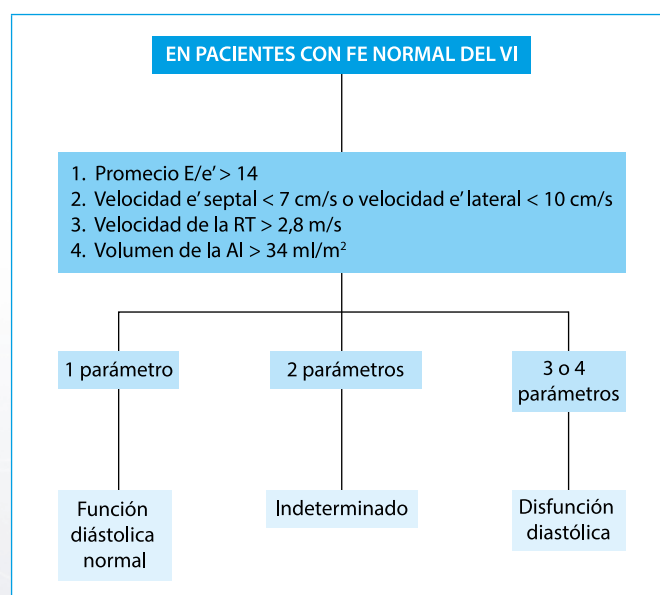


Figura 9. Algoritmo para el diagnóstico de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo en individuos con fracción de eyección normal

2. Cuando la FEVI está reducida siempre existe cierto grado de disfunción diastólica, por lo que el algoritmo propuesto va a permitir el diagnóstico del grado de disfunción diastólica y evaluar la presencia de aumento de presiones de llenado. Como se indica en la Figura 10, el primer paso es la valoración de la velocidad de las ondas del flujo mitral, que permite la diferenciación del grado I de DD, patrón conocido como de relajación anormal donde la presión auricular izquierda (PAI) es siempre normal o baja, y en el otro extremo el patrón restrictivo que se acompaña siempre de incremento de la PAI. Entre los pacientes con hallazgos entre estos dos extremos, se ha de cuantificar el cociente E/e', el volumen de AI y la velocidad del gradiente sistólico aurícula derecha-ventrículo derecho. En estos casos la presencia de dos parámetros que superen el punto de corte establecido permite establecer la existencia de grado II de DD y aumento de las presiones de llenado. En este algoritmo también se considera la posibilidad de que sólo se disponga de dos de los tres parámetros.

Es importante insistir en que esta estrategia representa un consenso entre expertos a la vista de la información científica disponible, pero estos algoritmos de actuación no están validados de forma prospectiva. Aunque la mayoría de los pacientes pueden estudiarse con esta metodología, en algunas patologías concretas se pueden estudiar otras medidas ecocardiográficas que han demostrado mejor correlación con la presencia de DD. Las recientes guías recogen de forma pormenorizada los parámetros y sus valores de corte que se debería valorar en distintas cardiopatías⁽¹⁾.

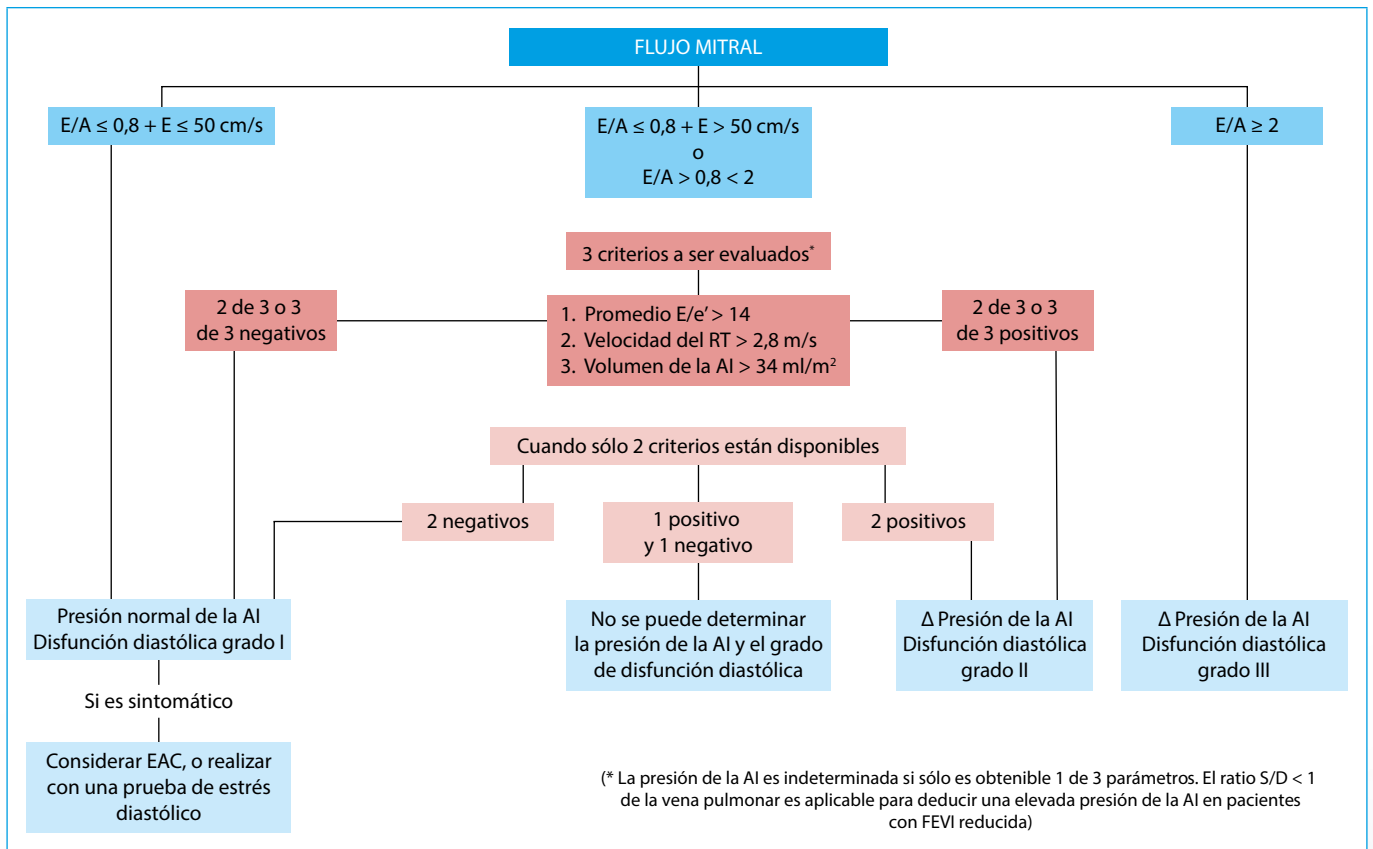


Figura 10. Algoritmo para la estimación de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo y clasificación de la función diastólica en pacientes con FEVI deprimida y pacientes con enfermedad miocárdica y FEVI normal después de considerar los datos clínicos y otros datos bidimensionales

Ideas para recordar

- La ecocardiografía Doppler es una herramienta imprescindible en el estudio de la insuficiencia cardíaca y la disnea, ya que permite establecer el diagnóstico y grado de disfunción diastólica, y evaluar la presencia de presiones de llenado elevadas.
- El estudio del flujo mitral, el cálculo de las velocidades del anillo mitral por Doppler tisular, el volumen de la aurícula izquierda y la velocidad sistólica del gradiente ventrículo derecho-aurícula derecha han de medirse de forma rutinaria en todos los pacientes que interese evaluar la DD.

Bibliografía

1. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, *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.
2. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, *et al.* 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: 2129-2200.