

## Ecocardiografía para el intensivista. Disfunción diastólica

**Dr. Raúl Carrillo Esper,\* Dr. Rogelio Sánchez García†**

### FUNCIÓN DIASTÓLICA

La insuficiencia cardiaca es una de las condiciones clínicas más frecuentes en los adultos y su prevalencia se incrementa con la edad. Hasta 40% de los casos de falla cardiaca se asocian a disfunción diastólica, y conservan en niveles adecuados la fracción de eyeccción.

A corto plazo, la mortalidad es inferior en aquellos pacientes que conservan en niveles normales la fracción de eyeccción, pero a largo plazo la mortalidad es igual a la de aquellos pacientes con fracción de expulsión disminuida.<sup>1</sup>

Por primera vez, Kitabatake, en 1982, introdujo el registro Doppler pulsado de las velocidades de flujo transmitral para valorar el llenado diastólico del ventrículo izquierdo.

La función diastólica normal, permite que durante el reposo y el ejercicio no se incremente la presión diastólica en el ventrículo izquierdo, y es importante recordar que 2/3 partes del consumo de energía cardiaca se llevan a cabo en esta fase del ciclo.

La relajación ventricular genera un gradiente de presión entre la aurícula y el ventrículo izquierdo, lo que da lugar al llenado rápido o precoz. La alteración en la relajación disminuye el gradiente de presión entre las dos cavidades, pero aumenta las presiones de llenado.

La contracción auricular favorece el llenado final de la diástole ventricular, y en un corazón sin alteraciones contribuye con aproximadamente 25% del volumen telediastólico, pero en un miocardio poco distensible, su contribución es mu-

cho mayor, por lo que en pacientes con fibrilación auricular, y disfunción diastólica, la falla cardiaca es más evidente.<sup>2</sup>

Por estos motivos, la valoración de la función diastólica en los pacientes ingresados en las Unidades de Terapia Intensiva es de gran relevancia, dado que las arritmias, y la disfunción miocárdica inducida por la respuesta inflamatoria que presentan muchas de las patologías, en especial la sepsis, pueden generar disfunción de la fase diastólica del ciclo cardiaco y llevar al enfermo a insuficiencia cardiaca con fracción de expulsión conservada.

La evaluación de la función diastólica puede llevarse a cabo por varios métodos, entre los que se encuentran el cateterismo cardiaco, resonancia magnética, ventriculografía isotópica, pero el que sin duda se ha convertido en la herramienta principal y disponible en nuestro medio es la ecocardiografía Doppler.<sup>3,4</sup>

La ecocardiografía Doppler es un método no invasivo que posee muchas ventajas para su uso en los pacientes críticamente enfermos, entre las que destacan su rapidez, seguridad y disponibilidad a la cabecera del paciente.

Por medio de la ecocardiografía, se puede evaluar la función diastólica a través de varios métodos, flujo transmitral, flujo de venas pulmonares, y Doppler tisular.

Mediante Doppler pulsado, es posible obtener el flujo de llenado transmitral a nivel de los extremos de las valvas de la válvula mitral. En el trazo obtenido, es posible identificar varios componentes: Onda E, o llenado diastólico precoz, onda A, contracción auricular, TD, tiempo de desaceleración de la onda E, TRIVI, tiempo de relajación isovolumétrica, que es el tiempo transcurrido entre el cierre de la válvula aórtica y la apertura de la válvula mitral (*figura 1*).

\* Academia Nacional de Medicina. Academia Mexicana de Cirugía. Jefe de UTI Fundación Clínica Médica Sur.

† Residente de segundo año de la Especialidad de Medicina del Enfermo en Estado Crítico.

El patrón de llenado observado en un corazón normal consiste en una onda E prominente, con aceleración rápida, y con desaceleración gradual. Su amplitud está determinada por la rápida relajación. La onda A es de menor proporción debido al bajo volumen auricular al final de la fase de llenado temprano, así que la relación E/A es mayor a 1, el TD oscila entre 160 y 240 ms, y el TRIV entre 70 y 90 ms (*figura 2*).

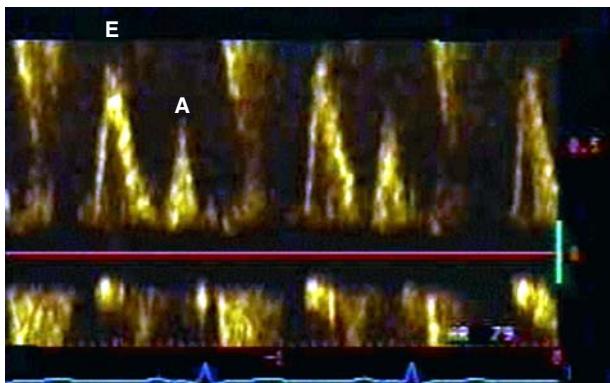
El patrón de relajación anormal, observado en pacientes de edad avanzada, cardiomiopatía hipertrófica e isquemia, se caracteriza por una relación E/A

menor a 1, un DT mayor de 240 ms, y un TRIV mayor a 90 ms (*figura 3*).

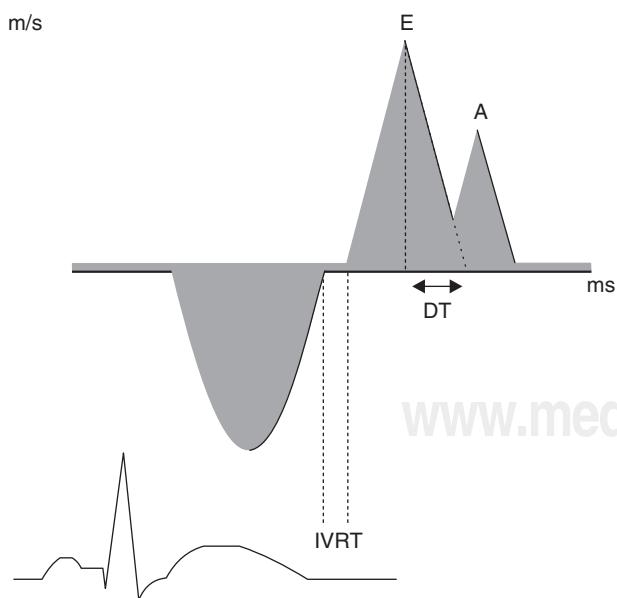
El patrón de llenado pseudonormal, observado en miocardiopatía dilatada, hipertrófica en fases avanzadas, se caracteriza por relación E/A entre 1 y 1.5, DT entre 160 y 200 ms, TRIV menor de 70 ms (*figura 4*).

El patrón de llenado restrictivo se caracteriza por una relación E/A mayor de 1.5, TD menor de 160 ms, y TRIV menor de 70 ms. Este patrón es común observarlo en pacientes con síntomas congestivos avanzados y se asocia a un incremento importante de la mortalidad (*figura 5*).

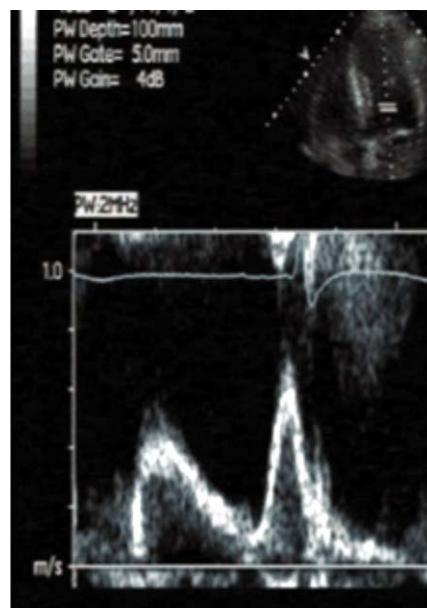
La imagen del flujo de las venas pulmonares tiene tres componentes principales, la onda S, onda D y onda AR.



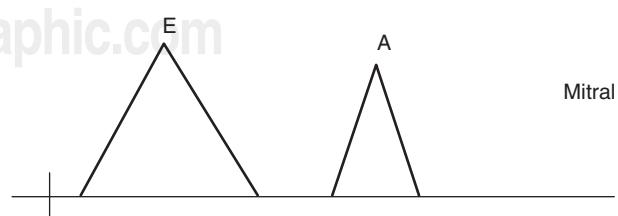
**Figura 1.** Imagen ecocardiográfica donde se muestran las ondas E/A del flujo transmital.



**Figura 2.** Se observa función diastólica normal con ondas E/A normales.



**Figura 3.** Se observa patrón de relajación anormal con relación ondas E/A menor a 1.

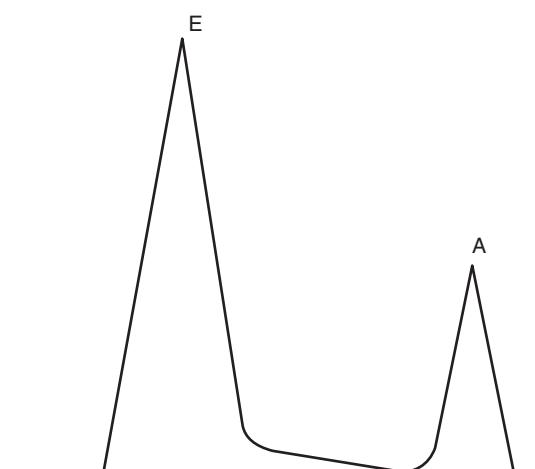


**Figura 4.** Patrón de llenado pseudonormal con relación E/A entre 1 y 1.5

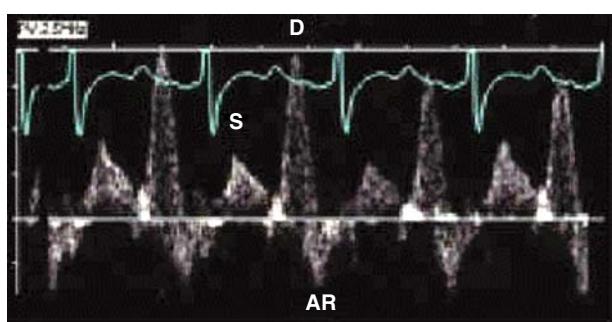
La onda S representa el llenado auricular durante la sístole ventricular, la onda D representa una segunda fase de llenado durante la diástole ventricular y la onda AR representa el flujo inverso hacia las venas pulmonares durante la contracción auricular<sup>8</sup> (figura 6).

Por lo tanto, al no existir válvulas que impidan el retroceso del flujo desde la aurícula izquierda a las venas pulmonares, la relación entre la amplitud y la duración de la onda A de llenado del ventrículo izquierdo y la onda AR en las venas pulmonares dependerá de la distensibilidad del ventrículo izquierdo.

En el patrón de alteración de la relajación, el flujo de las venas pulmonares se caracterizará por una presión venosa sistólica mucho mayor que la presión venosa diastólica; en el patrón de llenado pseudonormal la onda AR será mayor de 35 cm/s y la presión venosa sistólica será menor que la presión venosa diastólica (figura 7).



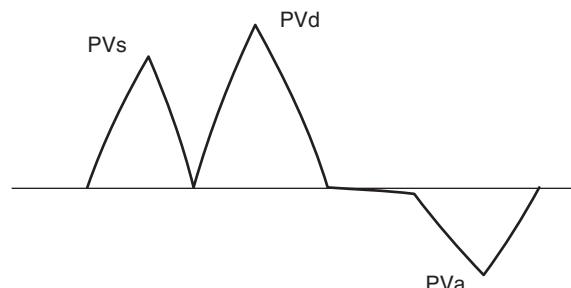
**Figura 5.** Patrón de llenado restrictivo, con relación ondas E/A mayor de 1.5



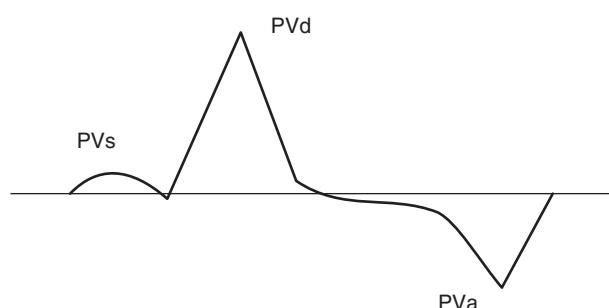
**Figura 6.** Flujo de venas pulmonares donde se identifican las ondas S, D, y AR características.

En el patrón restrictivo se observa una onda AR prominente característica, y presión venosa sistólica muy disminuida con respecto a la presión venosa diastólica (figura 8).

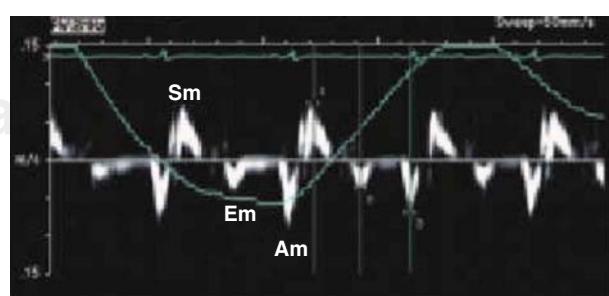
En el caso del Doppler tisular, el principio fundamental se basa en que el Doppler puede adaptarse para obtener la velocidad del movimiento del miocardio, aplicando el mismo principio físico empleado para analizar el flujo sanguíneo.



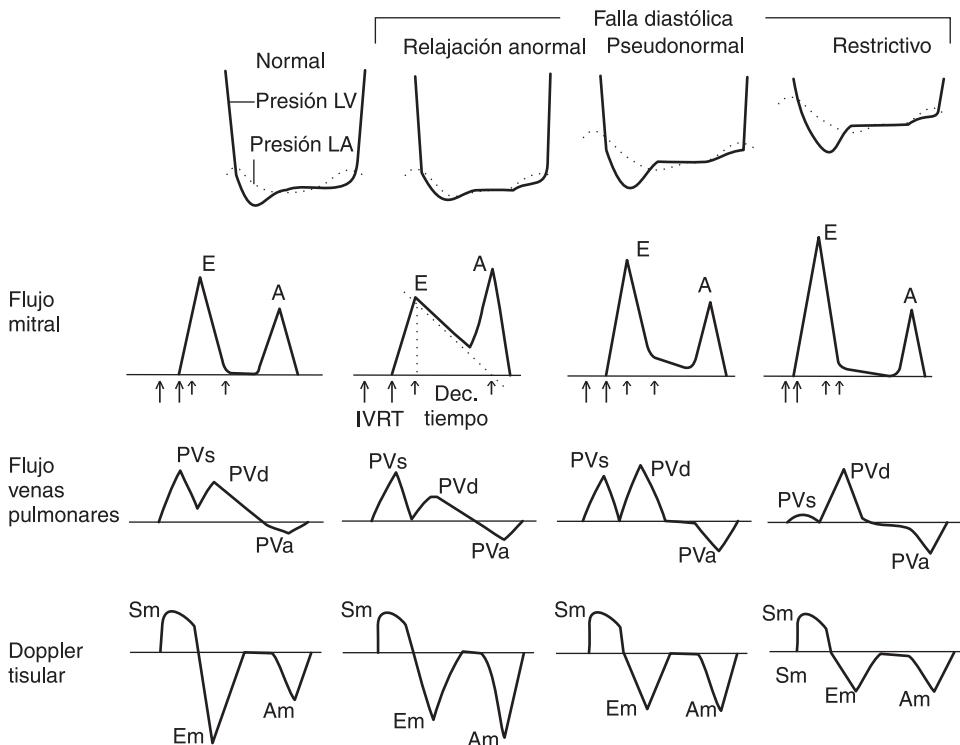
**Figura 7.** Imagen de flujo de venas pulmonares normal, se identifican las ondas S, D y A.



**Figura 8.** Flujo en las venas pulmonares con patrón restrictivo.



**Figura 9.** Doppler tisular, donde se observan las ondas Sm, Em, y Am características.



**Figura 10.** Clasificación de la función diastólica por flujo mitral de venas pulmonares y Doppler tisular.

En este modo ecocardiográfico es posible identificar tres ondas distintas, la onda Sm, o sistólica, onda Em, o diastólica durante el llenado temprano y onda Am durante la contracción auricular (*figura 9*).

Para valorar la función diastólica, se ha determinado una relación directa entre la relajación ventricular y de la onda Em que tiene poca dependencia de la presión auricular. Este método ha demostrado ser útil para la diferenciación entre miocardiopatía restrictiva y pericarditis constrictiva.

De manera similar al modo M color, la onda Em, del Doppler tisular puede usarse en combinación con la onda E del Doppler pulsado transmital para estimar la presión auricular.

En el patrón de relajación anormal el Doppler tisular muestra una onda Em menor de 8 cm/s, en el patrón de llenado pseudonormal la onda Em es menor de 8 cm/s, y en el patrón de llenado restrictivo la onda Em es menor de 8 cm/s.<sup>4-9</sup>

#### CLASIFICACIÓN DE LA FUNCIÓN DIASTÓLICA EN ECOCARDIOGRAFÍA<sup>8</sup> (FIGURA 10)

La función diastólica, de acuerdo a lo comentado previamente, es posible clasificarla en los siguientes rubros:

Función sistólica normal

**Disfunción diastólica ligera:** con presiones de llenado normales en reposo y caracterizada por el patrón de relajación anormal.

**Disfunción diastólica moderada:** con elevación de las presiones de llenado ventricular y caracterizada por el patrón pseudonormalizado.

**Disfunción diastólica severa:** con notable elevación de las presiones de llenado ventricular y caracterizada ecocardiográficamente por el patrón restrictivo.

**Función diastólica indeterminada:** como en los casos de fibrilación auricular, donde no es posible observar la contribución auricular al llenado del ventrículo y valvulopatía mitral.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. García MJ. Diagnóstico y guía terapéutica de la insuficiencia cardiaca diastólica. *Rev Esp Cardiol* 2003;56:396-406.
2. Vasan RS, Larson MG, Benjamin EJ, Evans JC, Reiss CK, Levy D. Congestive heart failure in subjects with normal versus reduced left ventricular ejection fraction: prevalence and mortality in a population-based cohort. *J Am Coll Cardiol* 1999;33:1948-1955.
3. Cohn JN, Johnson G. Heart failure with normal ejection fraction. *Circulation* 1990;81:III48-11153.
4. Tylor D. Diastolic function the necessary basics. *J Diagn Med Sonogr* 2006;22:99-108.

5. Galderisi M. Diastolic dysfunction and diastolic heart failure: diagnostic, prognostic and therapeutic aspects. *Cardiovascular Ultrasound* 2005;3:9.
6. Martínez L, Almenar L. Técnicas de imagen en la insuficiencia cardiaca. *Rev Esp Cardiol Supl* 2006;6:27F-45F. descompensada. *Rev Esp Cardiol* 2004;57:45-52.
7. Evangelista A. Guías de práctica clínica en ecocardiografía. *Rev Esp Cardiol* 2000;53:663-683.
8. Paulus WJ, Tschope C, Sanderson JE, Rusconi C, Flachsckampf FA, Rademakers FE, Marino P, Smiseth OA, De Keulenaer G, Leite-Moreira AF, Borbe'ly A, E'des I, Handoko ML, Heymans S, Pezzali N, Pieske B, Dickstein K, Fraser AG, Brutsaert DL. How to diagnose diastolic heart failure: a consensus statement on the diagnosis of heart failure with normal left ventricular ejection fraction by the Heart Failure and Echocardiography Associations of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2007;28:2539-2550.
9. Carrillo R, Contreras N. Conceptos actuales en disfunción diastólica. *Rev Mex Crit Ter Int* 2008;22:163-173.

**Correspondencia:**

Dr. Raúl Carrillo Esper.  
Servicio de Terapia Intensiva,  
Fundación Clínica Médica Sur.  
Puente de Piedra Núm. 150,  
Col. Toriello Guerra.  
E-mail: seconcapcma@mail.medinet.net.mx