



## COMENTARIO DE ARTÍCULOS

## Relación existente entre Ecocardiografía y Variables Hemodinámicas en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) Cardiorrácicos.

**Artículo original:** Tavazzi G, Dammassa V, Corradi F, Klersy C, Patel B, Barradas Pires A, Vazir A, Price S. Correlation Between Echocardiographic and Hemodynamic Variables in Cardiothoracic Intensive Care Unit. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2020;34(5):1263-1269 ([Pubmed](#))

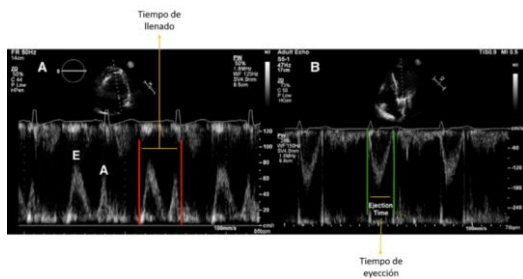
López Herrero R, Sánchez Quirós B, Lorenzo López M, del Rey de Cabo C

Hospital Clínico Universitario de Valladolid

### Resumen

La disfunción del ventrículo izquierdo y la inestabilidad cardiovascular subsiguiente es una de las principales causas de morbimortalidad en los pacientes ingresados en las UCI. La monitorización hemodinámica permite obtener información sobre el estado cardiovascular ayudándonos a obtener un diagnóstico adecuado y a guiar la terapia de los pacientes ingresados en dichas unidades. En este estudio los autores pretendían demostrar la existencia de una asociación entre parámetros hemodinámicos y los ecocardiográficos para la evaluación hemodinámica en los pacientes ingresados en UCI.

### Introducción



La disfunción del ventrículo izquierdo y la inestabilidad cardiovascular subsiguiente es una de las principales causas de morbimortalidad en los pacientes ingresados en las UCI. La monitorización hemodinámica permite obtener información sobre el estado cardiovascular ayudándonos a obtener un diagnóstico adecuado y a guiar la terapia de los pacientes ingresados en dichas unidades. En este estudio los autores pretendían demostrar la existencia de una asociación entre parámetros hemodinámicos y los ecocardiográficos para la evaluación

hemodinámica en los pacientes ingresados en UCI.

### Material y métodos

Se trata de un estudio observacional y prospectivo de seis meses de duración, en el que se obtuvieron datos de los pacientes adultos ingresados en UCI cardiorrácica del Royal Brompton Hospital que precisasen la realización de una ecocardiografía.

Los investigadores realizaron tres grupos: ingreso en UCI por insuficiencia respiratoria, insuficiencia cardíaca y seguimiento postoperatorio en sometidos a cirugía valvular aórtica. Se excluyeron a los diagnosticados de cor pulmonale agudo, cardiopatía congénita y valvulopatías mitrales.

En el estudio se evaluó la asociación entre MAPSE, TRIV y FEVI con PAM y las mediciones hemodinámicas obtenidas mediante ecocardiografía (VS, GC, IC).

La evaluación ecocardiográfica fue realizada por dos evaluadores independientes, que no conocían la situación clínica de los pacientes. Estos evaluadores siguieron los estándares de las guías de la Sociedad Europea de Ecocardiografía. En primer lugar, se realizó una ecografía transtorácica (ETT), y si la calidad de las imágenes era insuficiente, se utilizó ecografía transesofágica (ETE).

Los datos hemodinámicos se obtuvieron a partir de evaluaciones ecocardiográficas. La medición del volumen sistólico se realizó multiplicando el área de la sección transversal del tracto de salida del ventrículo izquierdo (VI) en el plano paraesternal eje largo por la integral velocidad tiempo del VI en el plano cuatro cámaras (3). El GC se calculó multiplicando la frecuencia cardiaca por el VS y luego fue indexado por la superficie del área corporal para obtener el IC (4). El tiempo de eyección del VI se midió como el intervalo entre el inicio del flujo aórtico y el inicio del artefacto de cierre de la válvula aórtica. El tiempo de llenado del VI se midió desde el inicio de la protodiastole (onda E) hasta el final del periodo telediastólico (onda A) o como la duración total de la onda E cuando los pacientes estaban en fibrilación auricular. MAPSE fue medido por Doppler pulsado en modo M en las cuatro porciones del anillo mitral (septal, lateral, inferior y anterior). La FEVI se obtuvo utilizando la metodología biplano de Simpson. Para calcular el intervalo entre el cierre de la válvula aórtica y la apertura de la válvula mitral (tiempo de relajación isovolumétrica) se utilizó el Doppler pulsado, considerándose un valor normal inferior a 12 seg/min (imagen 1)

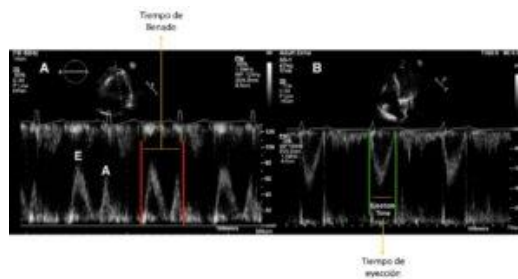


Imagen 1: medición del tiempo isovolumétrico total mediante ETT. A: llenado transmitral con Doppler pulsado en vista cuatro cámaras. El tiempo de llenado (líneas rojas) se midió desde el inicio de la protodiastole (onda E) hasta el periodo telediastólico (onda A) y se calculó el tiempo de llenado, midiendo el intervalo RR en el electrocardiograma. B: eyección aórtica periodo muestreado con Doppler pulsado. El tiempo de eyección se midió desde el inicio del flujo aórtico hasta el artefacto de cierre aórtico (línea verde). Modificado de Tavazzi G, Dammassa V, Corradi F, Klersy C, Patel B, Barradas Pires A, Vazir A, Price S. Correlation Between Echocardiographic and Hemodynamic Variables in Cardiothoracic Intensive Care Unit. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2020;34(5):1263-1269.

## Resultados

Se analizaron los datos de 117 pacientes, de los cuales el 60,6% eran varones. Cincuenta y siete pacientes ingresaron por insuficiencia respiratoria (28 de los cuales estaban con ECMO), treinta y cinco por insuficiencia cardiocirculatoria y veinticinco para seguimiento postoperatorio de sustitución valvular aórtica.

La FEVI media fue del 43% ( $\pm 10,3\%$ ) y el diámetro diastólico medio del VI fue 4,85 ( $\pm 1$ ) cm. Siete pacientes presentaban fibrilación auricular (5,9%), quince, bloqueo de rama izquierda (12,8%) y seis, bloqueo de rama derecha (5,1%). Noventa y cinco pacientes (81%) fueron dados de alta con vida (79% ingreso por origen respiratorio, 80% ingreso por insuficiencia cardiovascular y 88% postoperados de cirugía valvular aórtica).

El tiempo de relajación isovolumétrica demostró una asociación inversa

significativa con PAM, VS, GC y IC. MAPSE mostró una asociación positiva significativa con PAM, VS, GC e IC. La FEVI no se correlacionó con ninguno de los parámetros hemodinámicos y no se encontró ninguna modificación del efecto ajustando el motivo de ingreso (Tabla 1).

En el análisis multivariable se confirmó la asociación entre el tiempo de relajación isovolumétrica y los parámetros hemodinámicos para VS, GC, PAM e IC, existiendo la mayor correlación entre el TRIV y la PAM.

La mortalidad a los 30 días fue del 18,8%. Los valores obtenidos TRIV y de MAPSE se asociaron con mayor mortalidad, mientras que la FEVI no se asoció con la mortalidad. Aunque el GC y el VS también se asociaron con la mortalidad, la PAM y el IC exhibieron correlaciones más fuertes.

| Variables evaluadas      | R (5)<br>IC al 95% | p valor |
|--------------------------|--------------------|---------|
| <b>PRESIÓN ARTERIAL</b>  |                    |         |
| MEDIA                    |                    |         |
| MAPSE                    | 43 (27-57)         | <0,001  |
| TRIV                     | -67 (-73 a -56)    | <0,001  |
| FEVI                     | -04 (-22 a 14)     | 0,711   |
| <b>VOLUMEN SISTÓLICO</b> |                    |         |
| MAPSE                    | 44 (28-58)         | <0,001  |
| TRIV                     | -38 (-52 a -21)    | <0,001  |
| FEVI                     | 08 (-10 a 26)      | 0,421   |
| <b>GASTO CARDIACO</b>    |                    |         |
| MAPSE                    | 34 (16-49)         | <0,001  |
| TRIV                     | -44 (-58 a -28)    | <0,001  |
| FEVI                     | 06 (-12 a 24)      | 0,520   |
| <b>INDICE CARDIACO</b>   |                    |         |
| MAPSE                    | 36 (19 a 51)       | <0,001  |
| TRIV                     | -51 (-64 a -37)    | <0,001  |
| FEVI                     | 0,4 (17-18)        | 0,9     |

Tabla 1: Correlación parcial de los valores ecocardiográficos y las variables hemodinámicas. Modificado de Tavazzi G, Dammasa V, Corradi F, Klersy C, Patel B, Barradas Pires A, Vazir A, Price S. Correlation Between Echocardiographic and Hemodynamic Variables in Cardiothoracic Intensive Care Unit. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2020;34(5):1263-1269.

## Discusión

La ecocardiografía es una herramienta muy útil en el diagnóstico y la monitorización hemodinámica del paciente crítico. Gracias a su uso somos capaces de establecer el diagnóstico y

fisiopatología del shock y de guiar la respuesta terapéutica.

La ecografía dirigida en el paciente crítico o “Focused Cardiac Ultrasound” (5) se usa para realizar un diagnóstico rápido y sencillo que nos oriente sobre el mecanismo fisiopatológico de la inestabilidad hemodinámica que presentan los ingresados en las UCI. No se trata de efectuar una evaluación ecocardiográfica completa sino de obtener una serie de datos que nos orienten a obtener un diagnóstico y a establecer un tratamiento lo más precozmente posible. Por este motivo se necesitan estudios que sean capaces de investigar la asociación entre los parámetros ecocardiográficos y los índices hemodinámicos en poblaciones formadas por pacientes cardiorrespiratorios ingresados en UCI.

Una gran parte de los ingresados en UCI que presentan shock tienen disfunción sistólica del VI (6). La FEVI es un método que se ha utilizado hasta la fecha ampliamente para evaluar la función sistólica de los ingresados en unidades intensivas con patología cardiorrespiratorios (7). Esta medición puede estar alterada por una serie de sesgos observados frecuentemente en UCI, que incluyen taquicardia, asincronía y alteraciones volumétricas. Además, sabemos que la FEVI no es un índice de disfunción precoz del VI. En este estudio no se ha demostrado asociación entre la FEVI y los parámetros hemodinámicos para evaluar la función cardiovascular de los ingresados en UCI. Además, los valores de FEVI no estaban asociados con la mortalidad. A pesar de los datos obtenidos, consideramos que sí que debemos seguir utilizando la FEVI para evaluar la función cardiovascular de los ingresados en UCI, ya que el estudio presenta limitaciones y sería necesario ampliarlo para poder establecer dicha afirmación con certeza.

MAPSE es un marcador ecocardiográfico que se obtiene en modo M y se relaciona con la función ventricular izquierda (8). Se trata de un marcador fácil de obtener y de interpretar, incluso para el observador no entrenado (9) y puede obtenerse fácilmente en pacientes con ventanas acústicas deficientes (10) que suelen ser la mayoría de los ingresados en UCI. MAPSE es un factor pronóstico de mortalidad en enfermos cardiovasculares (11) y podría ser útil para evaluar la función cardiovascular en pacientes críticos, ya que existen diferentes estudios que han demostrado que podría ser un sustituto de la FEVI para evaluar la función ventricular (12). Un valor de MAPSE disminuido está asociado a situaciones que producen una disminución de la función ventricular tales como el infarto agudo de miocardio, insuficiencia cardiaca, fibrilación auricular y la edad avanzada (28). Un valor de MAPSE > 10 mm se relaciona con una fracción de eyección normal ( $FE \geq 55\%$ ) y un valor <8 mm se relaciona con una fracción de eyección reducida ( $FE < 50\%$ ). En este estudio se demuestra la asociación entre MAPSE y los diferentes valores hemodinámicos (PAM, GC, IC y VS), así como con la mortalidad a los 30 días (peores valores de MAPSE se asociaron con una mayor mortalidad). MAPSE y TRIV mostraron una fuerte asociación con la mortalidad a los 30 días, así como la PAM.

Ante los resultados obtenidos, es importante conocer en qué casos es suficiente la valoración hemodinámica ecocardiografía y cuando es indispensable hacer monitorización hemodinámica invasiva. Tanto la ecocardiografía como los métodos de valoración hemodinámica invasivos tienen ventajas e inconvenientes y no siempre está claro cuando utilizar un método u otro para la evaluación del paciente crítico. Lo ideal sería emplear métodos no invasivos que nos aporten

una información similar a los invasivos, pero que produzcan menor cantidad de complicaciones.

Hasta la fecha, el método más empleado para realizar una monitorización hemodinámica invasiva en UCI es el catéter de Swan-Ganz. Esta monitorización nos permite conocer el gasto cardiaco, precarga/poscarga y la saturación venosa mixta de oxígeno (cuyos valores no se pueden obtener con la valoración ecocardiografía) de manera continua, siendo especialmente útil en pacientes que presenten un estado de shock, fracaso multiorgánico, postoperados de cirugía cardiaca... Actualmente está disminuyendo mucho la utilización de métodos invasivos para la monitorización hemodinámica, ya que el beneficio clínico es similar a otros métodos no invasivos y las complicaciones son superiores. Consideramos que en la mayoría de los pacientes críticos es suficiente la valoración hemodinámica con la ecocardiografía, ya sea ETT o ETE. En algunas situaciones, como un síndrome de bajo gasto y/o un paciente que presente hipertensión pulmonar se considera importante realizar una monitorización invasiva. Es indispensable valorar la situación clínica y los antecedentes del paciente para decidir si es adecuado implantar o no un catéter de Swan-Ganz. Además, es importante que el facultativo que ejecute la técnica tenga experiencia en la inserción y el manejo de ésta.

La utilización de la ecocardiografía en UCI es cada vez mayor, ya que se trata de un método no invasivo (ETT) o mínimamente invasivo (ETE) que permite obtener información visual y no numérica del estado cardiaco y hemodinámico del paciente. Además, gracias a diferentes fórmulas, podemos conocer el valor del gasto cardiaco, de la presión en la arteria pulmonar, volumen sistólico, entre otros. La

información visual obtenida mediante ecocardiografía ayuda en la mayor parte de los casos a comprender mejor el mecanismo fisiopatológico que está causando la enfermedad subyacente. La ecocardiografía ofrece una serie de datos que no se pueden conseguir utilizando otras técnicas invasivas, destacando la capacidad de valorar la aorta torácica, diagnosticar complicaciones posteriores a la cirugía cardiaca (taponamiento cardiaco, fugas peri protésicas...), complicaciones post IAM, endocarditis y analizar la contractilidad cardiaca de manera directa y visual. Por todos estos motivos, consideramos que la ecocardiografía en sus dos modalidades debería tenerse en cuenta en los pacientes ingresados en las Unidades de Cuidados intensivos ya que aporta gran cantidad de información diagnóstica, es útil para valorar la respuesta a un tratamiento y se realiza a pie de cama. Una desventaja de esta técnica es la curva de aprendizaje, se trata de un método continuo y en el caso de realizar una ETE se requiere sedación del paciente. Es probable que en un futuro cercano la ecocardiografía desplace a técnicas invasivas en el manejo hemodinámico del paciente crítico.

### Conclusión principal

En este estudio se concluye, teniendo en cuenta sus limitaciones (población de estudio heterogénea, tamaño muestral limitado, registro de datos único en el momento del ingreso, mediciones de parámetros hemodinámicos mediante ecocardiografía), que MAPSE y el TRIV son dos parámetros ecocardiográficos asociados con VS, IC, GC y PAM en pacientes cardiorácicos críticos, mientras que la FEVI no mostró correlación con estos parámetros. Por todos los datos obtenidos consideramos que la mejor técnica ecocardiografía para evaluar la función sistólica en pacientes críticos

sería MAPSE que ha demostrado ser factible, reproducible y capaz de reflejar la función ventricular en estos enfermos (13).

### Bibliografía

1. Chockalingam A, Mehra A, Dorairajan S, Dellsperger KC. Acute left ventricular dysfunction in the critically ill. *Chest*. 2010 Jul;138(1):198-207. ([PubMed](#))
2. Cikes M, Solomon SD. Beyond ejection fraction: an integrative approach for assessment of cardiac structure and function in heart failure. *Eur Heart J*. 2016 Jun 1;37(21):1642-50 ([PubMed](#))
3. Lewis JF, Kuo LC, Nelson JG, Limacher MC, Quinones MA. Pulsed Doppler echocardiographic determination of stroke volume and cardiac output: clinical validation of two new methods using the apical window. *Circulation*. 1984 Sep;70(3):425-31 ([PubMed](#))
4. Armstrong WF, Ryan T. Evaluation of Systolic Function of the Left Ventricle. En: Ashley Fischer. Feigenbaum's echocardiography. Ed 7. Philadelphia, USA: Lippicott Williams & Wilkins; 2010. 123-158.
5. Neskovic AN, Edvardsen T, Galderisi M, Garbi M, Gullace G, Jurcut R, Dalen H, Hagendorff A, Lancellotti P; European Association of Cardiovascular Imaging Document Reviewers.; Popescu BA, Sicari R, Stefanidis A. Focus cardiac ultrasound: the European Association of Cardiovascular Imaging viewpoint. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014 Sep;15(9):956-60. ([PubMed](#))
6. Poelaert J, Declercq C, Vogelaers D, Colardyn F, Visser CA. Left ventricular systolic and diastolic function in septic shock. *Intensive Care Med*. 1997 May;23(5):553-60. ([PubMed](#))
7. Dittoe N, Stultz D, Schwartz BP, Hahn HS. Quantitative left ventricular systolic function: from chamber to myocardium. *Crit Care Med*. 2007 Aug;35(8 Suppl):S330-9 ([PubMed](#))
8. Hu K, Liu D, Herrmann S, Niemann M, Gaudron PD, Voelker W, Ertl G, Bijmens B, Weidemann F. Clinical implication of mitral annular plane systolic excursion for patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J*



- Cardiovasc Imaging. 2013 Mar;14(3):205-12.. ([PubMed](#))
9. Willenheimer R. Assessment of left ventricular dysfunction and remodeling by determination of atrioventricular plane displacement and simplified echocardiography. Scand Cardiovasc J Suppl. 1998;48:1-31.. ([PubMed](#))
  10. Hu K, Liu D, Herrmann S, Niemann M, Gaudron PD, Voelker W, Ertl G, Bijmens B, Weidemann F. Clinical implication of mitral annular plane systolic excursion for patients with cardiovascular disease. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2013 Mar;14(3):205-12.. ([PubMed](#))
  11. Brand B, Rydberg E, Ericsson G, Gudmundsson P, Willenheimer R. Prognostication and risk stratification by assessment of left atrioventricular plane displacement in patients with myocardial infarction. Int J Cardiol. 2002 Apr;83(1):35-41. ([PubMed](#))
  12. Alam M, Höglund C, Thorstrand C. Longitudinal systolic shortening of the left ventricle: an echocardiographic study in subjects with and without preserved global function. Clin Physiol. 1992 Jul;12(4):443-52.. ([PubMed](#))
  13. Tavazzi G, Kontogeorgis A, Bergsland NP, Price S. Resolution of Cardiogenic Shock Using Echocardiography-Guided Pacing Optimization in Intensive Care: A Case Series. Crit Care Med. 2016 Aug;44(8):e755-61.. ([PubMed](#))

---

**Correspondencia al autor**

*Rocío López Herrero*

[Rociolopezherrero@hotmail.com](mailto:Rociolopezherrero@hotmail.com)

*MIR Anestesiología y Reanimación. Hospital Clínico Universitario de Valladolid.*

*Carla del Rey de Cabo*

[carlareycabo@gmail.com](mailto:carlareycabo@gmail.com)

*Adjunta Anestesiología y Reanimación. Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

---

Aceptado para el blog en mayo de 2021

