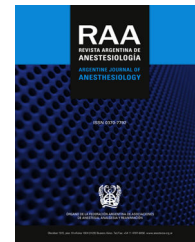


# REVISTA ARGENTINA DE ANESTESIOLOGÍA

www.elsevier.es/raa



## ARTÍCULO ORIGINAL

# Evaluación ecocardiográfica intraoperatoria de la función del ventrículo derecho y su correlación con la evolución postoperatoria



María Carolina Cabrera Schulmeyer<sup>a,\*</sup> y Manuela Iweins<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Profesora Auxiliar de Anestesiología, Departamento de Anestesia, Hospital de la Fuerza Aérea de Chile (FACH), Universidad de Valparaíso, Santiago, Chile

<sup>b</sup> Médico becado de Anestesiología, Departamento de Anestesia, Hospital de la Fuerza Aérea de Chile (FACH), Universidad de Valparaíso, sede Hospital de la Fuerza Aérea, Santiago, Chile

Recibido el 24 de enero de 2017; aceptado el 13 de septiembre de 2017

Disponible en Internet el 21 de octubre de 2017

### PALABRAS CLAVE

Ventrículo derecho;  
Ecocardiografía;  
Doppler tisular

### Resumen

**Introducción:** La disfunción del ventrículo derecho (VD) tiene mal pronóstico. La evaluación intraoperatoria de este con ecocardiografía es difícil debido a su compleja anatomía. El doppler tisular es una herramienta ecocardiográfica que mide las velocidades miocárdicas regionales.

**Objetivo:** Estudiar la función sistólica del VD con doppler tisular midiendo la onda  $s'$  y correlacionarla con el tiempo de estadía en la unidad de cuidados intensivos y el de hospitalización después de cirugía no cardíaca. Secundariamente, evaluar la incidencia de complicaciones cardiovasculares.

**Material y métodos:** La velocidad sistólica ( $s'$ ) del VD se obtuvo desde el borde libre del anillo tricuspídeo, alineándolo en paralelo.

**Resultados:** Se estudiaron 73 pacientes, de los que un 53% eran varones, con una edad media de  $63 \pm 11$  años. La velocidad sistólica del VD ( $s'$ ) se midió con facilidad en todos los pacientes. Valores de  $s'$  inferiores a 11,3 cm/s se consideraron anormales y se correlacionaron con un mayor tiempo de hospitalización ( $p < 0,05$ ). No se logró demostrar diferencias en la incidencia de complicaciones cardiovasculares.

**Discusión:** Se demostró que la evaluación de la velocidad de la onda  $s'$  es un buen predictor de la duración de la estancia en la unidad de cuidados intensivos ( $p < 0,05$ ) y la duración de la hospitalización ( $p < 0,01$ ). Tener un factor clínico de la función del VD que sea fácil de obtener y no invasivo puede ser útil para identificar a los pacientes que, debido a su mala función del VD, puedan tener un riesgo aumentado.

© 2017 Federación Argentina de Asociaciones, Anestesia, Analgesia y Reanimación. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [maria.cabrera@uv.cl](mailto:maria.cabrera@uv.cl) (M.C. Cabrera Schulmeyer).

**KEYWORDS**

Right ventricle;  
Echocardiography;  
Tissue Doppler

**Postoperative outcomes and echocardiographic right ventricular function****Abstract**

**Background:** It is demonstrated that the dysfunction of the right ventricle (RV) has bad prognosis. Intraoperative assessment of the RV function by echocardiography is difficult, because of its complex anatomy. Tissue Doppler imaging is a new ultrasound tool that measures regional myocardial velocities in systole.

**Objective:** The purpose of this study was to evaluate the correlation of intraoperative RV s' velocity with length of intensive care unit, hospital stays and severe cardiovascular complications after a non-cardiac surgery.

**Material and methods:** Systolic velocity (s') was obtained from the lateral tricuspid annular site.

**Results:** Seventy-three patients (ASA II 24%, ASA III 46% and ASA IV 16%), 53% male,  $65 \pm 11$  years were studied. RV s' velocity was measured easily in all patients. RV s' lower than 11.3 cm/s was considered abnormal and it correlated with longer hospitalization ( $P < .05$ ). There were no statistically differences in cardiovascular complications.

**Discussion:** This study shows that intraoperative RV s' velocity was a good predictor of length of intensive care unit stay ( $P < .05$ ) and length of hospitalization ( $P < .01$ ). Having a clinical predictor that is easily obtainable, non-invasive and readily available can be useful, so a non-invasive assessment of RV function can be important to identify potential higher risk patients with bad RV function undergoing non-cardiac surgery.

© 2017 Federación Argentina de Asociaciones, Anestesia, Analgesia y Reanimación. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducción**

En la actualidad existe escasa información sobre la función del ventrículo derecho (VD) en el intraoperatorio de una cirugía no cardíaca. Se reconoce esta falencia y en la literatura al VD se le denomina «el ventrículo olvidado»<sup>1,2</sup>. Se sabe que la disfunción del VD es un importante factor de mal pronóstico si se asocia a falla del ventrículo izquierdo<sup>3</sup>. El estudio del VD no es simple de realizar, ya que, en contraste con el ventrículo izquierdo, el VD no tiene una forma geométrica que permita su estudio con un modelo matemático. Se ha intentado su estudio midiendo su fracción de eyección, pero esta tiene mala correlación con la clínica<sup>4</sup>. Una técnica ecocardiográfica relativamente nueva y disponible para ser realizada durante el intraoperatorio es el doppler tisular. Este procedimiento se basa en la medición de las frecuencias ecográficas de alta amplitud y de baja velocidad, al contrario de las mediciones que se realizan con doppler tradicional, donde se miden velocidades de baja amplitud, pero de alta velocidad. El estudio del VD con doppler tisular puede ser una herramienta de alta utilidad, ya que es menos dependiente del operador y permite estimar el flujo intramiocárdico sistólico (s').

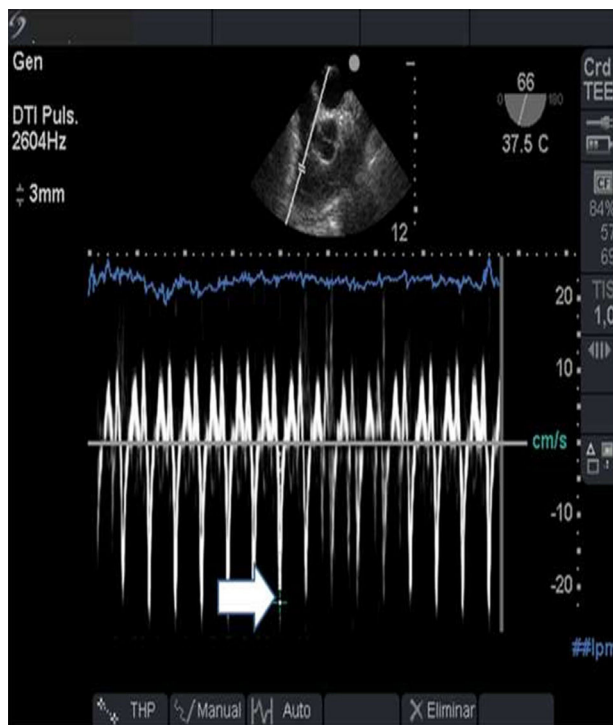
Para esto se diseña un protocolo de investigación basado en la medición de la onda s' durante el intraoperatorio de cirugía no cardíaca y se correlaciona con la evolución postoperatoria de cada paciente, los días totales de hospitalización y la incidencia de complicaciones cardiovasculares graves.

**Material y método**

Luego de la aceptación por el comité de ética (acta n.º 122001) y la firma del consentimiento informado de cada

paciente ingresaron al estudio pacientes sometidos a cirugía no cardíaca entre febrero del 2012 y enero del 2013. Los pacientes a estudiar fueron aquellos que requirieron de monitorización con ecocardiografía intraoperatoria (pacientes ASA II, III y IV), a saber: cardiopatas coronarios, valvulopatías severas, portadores de hipertensión pulmonar, de mala fracción de eyección del ventrículo izquierdo (< 40%) y miocardiopatía dilatada. Se excluyeron los pacientes en ritmo distinto al sinusal, portadores de insuficiencia tricuspídea moderada a severa y enfermedad esofágica severa o cirugía reciente esofagogástrica. A su ingreso en el quirófano todos los pacientes fueron monitorizados de manera no invasiva con presión arterial, oximetría de pulso y electrocardiograma de 5 derivaciones. También se les instaló monitorización invasiva de presión arterial antes de la inducción anestésica. Remifentanilo y sevoflurano fueron los fármacos anestésicos utilizados. Para la relajación muscular se utilizó un bloqueante neuromuscular no despolarizante elegido de acuerdo con la duración de la cirugía. Todos los pacientes fueron intubados por vía orotraqueal y se les colocó un catéter venoso central. Luego de esto se instaló la sonda de monitorización transesofágica multiplanar SonoSite MicroMaxx. Se realizó un examen ecocardiográfico basal y la primera medición con doppler titular de s'.

Esta medición se realizó en el borde libre del anillo tricuspídeo. El tamaño de la muestra se fijó en 3 mm y la ventana para su medición fue seleccionada según la calidad para lograr la alineación paralela entre el anillo tricuspídeo y el pulso del doppler tisular (fig. 1). El valor de referencia considerado como normal para s' de acuerdo con la literatura fue de  $11,3 \pm 2,1$  cm/s<sup>5</sup>. Así, se dividió a los pacientes en 2 grupos: el grupo N, con valores de s' de VD normales, y el grupo A, con valores anormales de s', menores de 11,3 cm/s. Se analizaron los días que permaneció el paciente en una



**Figura 1** Doppler tisular de ventrículo derecho a nivel del borde libre del anillo tricuspídeo. La onda s' aparece marcada con la flecha blanca.

unidad de complejidad alta o intermedia, dividiéndolos en 2 grupos de pacientes: aquellos con función del VD normal y aquellos con función anormal.

Además se evaluó la incidencia de complicaciones cardiovasculares graves, como arritmias, edema agudo de pulmón (definido por clínica, radiografía de tórax y alteración de péptido natriurético auricular) e isquemia miocárdica (definida por angor, curva enzimática positiva y alteración de las troponinas). También se evaluó cualquier otro tipo de complicación grave con que evolucionara el paciente durante su hospitalización, como neurológica, respiratoria y/o renal. Finalmente se consignaron los casos de muerte.

### Análisis estadístico

Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó una potencia del 80% y un alfa de 0,05, para encontrar una diferencia de un 20% en la estadía en unidades de mayor complejidad, entre pacientes con función del VD normal y anormal. Para esto se debió estudiar un mínimo de 19 enfermos por grupo. Pero, dada la gran cantidad de pacientes estudiados, el total por grupo fue muy superior. Los datos fueron almacenados en una planilla Excel y analizados con el sistema STATA 10.0. Para las variables continuas con distribución normal se utilizó comparación con t de Student y para las variables con distribución no normal se utilizó el test de Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney). Se definió como estadísticamente significativo un valor de  $p < 0,05$ .

**Tabla 1** Características demográficas de los pacientes

	Grupo N (n = 45)	Grupo A (n = 28)	p
Edad (años), media $\pm$ DE	63 $\pm$ 8	65 $\pm$ 9	0,82
Peso (kg), media $\pm$ DE	69 $\pm$ 12	67 $\pm$ 11	0,77
Talla (m), media $\pm$ DE	1,65 $\pm$ 11	1,63 $\pm$ 10	0,65
Género (H/M), n	23/22	16/12	0,62
ASA II, n (%)	10 (23)	7 (25)	0,81
ASA III, n (%)	20 (45)	13 (47)	0,82
ASA IV, n (%)	6 (15)	5 (17)	0,75
Enfermedades previas, n (%)			
Coronaria	19 (42)	10 (38)	0,61
HTA	36 (81)	21 (76)	0,72
DM tipo 2	34 (76)	22 (81)	0,65
Estenosis aórtica	2 (5)	2 (7)	0,61
Insuficiencia mitral	1 (2)	1 (3)	0,75
Hipertensión pulmonar	0 (0)	1 (1)	0,05
Baja FEVI (< 40%)	11 (26)	10 (35)	0,5
Tipo de cirugía, n (%)			
Traumatológica	5 (11)	4 (14)	0,76
Abdominal	24 (54)	12 (46)	0,81
Vascular	1 (5)	1 (7)	0,76
Urológica	2 (7)	1 (5)	0,61

DE: desviación estándar; DM: diabetes mellitus; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; H: hombre; HTA: hipertensión arterial; M: mujer.

### Resultados

Ingresaron a estudio 76 pacientes, en 3 de los cuales no se pudo encontrar una ventana ecocardiográfica satisfactoria para alinear de forma paralela el haz del doppler tisular y obtener valores de s' confiables.

Los pacientes se distribuyeron en 2 grupos: el grupo N (función VD normal) estuvo formado por 48 enfermos y el grupo A (función VD anormal) por 25 pacientes. Ambos grupos fueron comparables desde el punto de vista estadístico (tabla 1). El promedio de estadía de alta complejidad del grupo N fue de 4,3 días (rango 2-6), comparado con el grupo A, que permaneció en promedio 8,1 días (rango 4-12) ( $p < 0,05$ ).

En cuanto a los días de hospitalización totales, en el grupo N fue de 5,3 y en el grupo A de 9,2 ( $p < 0,01$ ). Desde el punto de vista de las complicaciones cardiovasculares, estas tuvieron una discreta tendencia a ser mayores en el grupo A, pero no alcanzaron significación estadística al compararlas con el grupo N (tabla 2).

En cada grupo se registró un caso de insuficiencia renal aguda, que revirtió a su condición basal. Y no hubo muertes perioperatorias.

### Discusión

En este estudio se demostró que los pacientes que tenían la función ventricular derecha disminuida presentaron una mayor estadía en unidades de complejidad alta e intermedia y un mayor tiempo de hospitalización.

**Tabla 2** Complicaciones postoperatorias

	Grupo N (n = 45)	Grupo A (n = 28)	p
<i>Cardiovasculares, n</i>			
IAM, n	0	0	ns
EPA, n	1	1	ns
Arritmias, n	2	3	ns
IRA, n	1	1	ns
Muerte, n	0	0	ns

EPA: edema pulmonar agudo; IAM: infarto agudo de miocardio; IRA: insuficiencia renal aguda; ns: no significativo.  
p < 0,05.

El estudio del VD es más complejo y menos exacto que el del ventrículo izquierdo. Si bien el grupo con función anormal del VD presentó una mayor incidencia de complicaciones cardiovasculares graves, estas no alcanzaron significación estadística.

Como se mencionó, debido a su forma y a su dependencia de volumen el estudio del VD es más complejo al compararlo con el izquierdo<sup>6,7</sup>. La ecocardiografía es la técnica más utilizada para el estudio del VD, pero también tiene sus limitantes, que incluyen la mala visualización de la pared libre y sus constantes cambios de forma. Por ejemplo, se ha demostrado que con el uso de doppler tisular es posible obtener una evaluación bastante exacta de lo que ocurre con el VD luego de un infarto agudo de miocardio. Se ha demostrado que velocidades sistólicas menores a 8,2 cm/s se correlacionaron con una falla ventricular derecha tras un infarto agudo de miocardio<sup>8</sup>. También se ha demostrado que en la evolución de una miocardiopatía dilatada y en la hipertensión pulmonar la tendencia a la disminución de las velocidades de doppler tisular del VD se asocian con un peor pronóstico<sup>9</sup>. Michaux et al.<sup>10</sup> publicaron en el 2006 un interesante estudio respecto a la función del VD en pacientes en ventilación mecánica y paralizados y demostraron un cambio significativo en los valores de las velocidades del VD, cuyos límites inferiores se situaron en valores por debajo de 10 cm/s para s'; en este caso la incidencia de complicaciones aumentaba en un valor cercano al 50% de los enfermos. En el campo del intraoperatorio, prácticamente no existe literatura en relación con el estudio de VD y doppler tisular.

En el año 2003, Alam et al.<sup>11</sup> publicaron una serie de 35 pacientes sometidos a cirugía de revascularización miocárdica, demostrando que las velocidades sistólicas de doppler tisular empeoraron al primer mes de la cirugía y solo tendieron a mejorar al finalizar el primer año posterior a la revascularización. Las velocidades sistólicas fueron de 11,8 cm/s (preoperatorio), 8,7 cm/s (primer mes postoperatorio) y 9,7 cm/s (primer año postoperatorio). Con esto concluyeron que alrededor de un tercio de los pacientes mantuvieron un deterioro de su función ventricular derecha a pesar de la revascularización. De Simone et al. publicaron en el 2005<sup>12</sup> un estudio donde compararon la función ventricular derecha durante cirugía cardíaca utilizando técnica de termodilución volumétrica versus la medición de doppler tisular del VD con ecocardiografía transesofágica tridimensional. Los autores fueron capaces de demostrar en 25 pacientes una alta correlación entre ambas técnicas con esta información.

En anestesiología no existen estudios durante cirugía no cardíaca que correlacionen la función del VD y la morbi-mortalidad postoperatoria, por lo que es muy interesante contar con un índice que permita agregarse a la información con que se cuenta en estos pacientes complejos. Y se podrían realizar cambios en la conducta, por ejemplo, si hay mala tolerancia a la sobrecarga de volumen, también debieran evitarse los fármacos que aumenten la resistencia vascular pulmonar y utilizar inotrópicos de manera precoz y, eventualmente, modificar así el pronóstico postoperatorio.

Las principales limitantes de este estudio están en relación con el bajo tamaño muestral, y es por esto que el objetivo primario fue analizar el tiempo de hospitalización en unidades de mayor complejidad y no se basó este cálculo en la incidencia de complicaciones postoperatorias, ya que para obtener resultados positivos en cuanto a morbi-mortalidad postoperatoria se hubiese requerido contar con un tamaño muestral muy superior. También es importante considerar que se trata de un estudio que tiene sesgos importantes, ya que todos los pacientes tenían enfermedad cardiovascular moderada a severa preoperatoria y, por lo tanto, lo más probable es que se tratara de pacientes que ya tenían alteraciones de su función ventricular tanto izquierda como derecha.

En conclusión, el doppler tisular es una herramienta útil para discriminar entre VD que funcionan de manera normal o anormal. Y esta función sí se correlaciona con la necesidad de mantener en unidades de alta complejidad a los pacientes. Todavía queda, profundizar y comprender aún mejor la fisiología y la fisiopatología del VD y sus implicancias en la clínica diaria, que será tema de futuras investigaciones por parte de nuestro grupo.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, Murphy DJ. Right ventricular function in cardiovascular disease. I. Anatomy, physiology, aging, and functional assessment of the right ventricle. *Circulation*. 2008;117:1436-48.

2. Haddad F, Doyle R, Murphy DJ, Hunt SA. Right ventricular function in cardiovascular disease. II. Pathophysiology, clinical importance, and management of right ventricular failure. *Circulation*. 2008;117:1717–31.
3. Santamore WP, Dell'Italia LJ. Ventricular interdependence: Significant left ventricular contributions to right ventricular systolic function. *Prog Cardiovasc Dis*. 1998;40:298–308.
4. Hoffman D, Sisto D, Frater RW, Nikolic SD. Left-to-right ventricular interaction with a non contracting right ventricle. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1994;107:1496–502.
5. David JS, Tousignant CP, Bowry R. Tricuspid annular velocity in patients undergoing cardiac operation using TEE. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006;19:329–34.
6. Haddad F, Couture P, Tousignant C, Denault A. The right ventricle in cardiac surgery, a perioperative perspective: I. Anatomy, physiology, and assessment. *Anesth Analg*. 2009;108:407–21.
7. Haddad F, Couture P, Tousignant C, Denault A. The right ventricle in cardiac surgery, a perioperative perspective: II. Pathophysiology, clinical importance, and management. *Anesth Analg*. 2009;108:422–33.
8. Dokainish H, Abbey H, Gin K, Ramanathan K, Lee PK, Jue J. Usefulness of tissue Doppler imaging in the diagnosis and prognosis of acute right ventricular infarction with inferior wall acute left ventricular infarction. *Am J Cardiol*. 2005;95:1039–42.
9. McLaughlin VV, McGoon MD. Pulmonary arterial hypertension. *Circulation*. 2006;114:1417–31.
10. Michaux I, Filipovic M, Skarvan K, Schneider S, Seeberger M. Accuracy of tissue Doppler estimation of the right atrial pressure in anesthetized, paralyzed and mechanically ventilated patients. *Am J Cardiol*. 2006;97:1654–6.
11. Alam M, Wardell J, Anderson E, Samed BA, Nordlander R. Right ventricular function in patients with first myocardial infarction: Assessment by tricuspid annular motion and tricuspid annular velocity. *Am Heart J*. 2003;146:520–6.
12. De Simone R, Wolf I, Mottl-Link S, Böttiger B, Rauch H, Meinzer H, et al. Intraoperative assessment of right ventricular volume and function. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2005;27:988–93.