

Evaluación de la corrección angular de la integral velocidad tiempo en ecocardiografía. Estudio piloto

Diego Ugalde C.⁽¹⁾, Solange Brugere O.⁽²⁾, Angela Pino L.⁽²⁾

⁽¹⁾Unidad de Pacientes Críticos, HCUCH

⁽²⁾Unidad de Ecocardiografía, centro cardiovascular, HCUCH

SUMMARY

Background: Echocardiography has now a pivotal role as a tool for hemodynamic monitoring, particularly in the critically ill. However, the ideal acoustic window for relevant measurements such as the velocity time integral are not always available. We propose to evaluate if angular correction of this variable is accurate in comparison with standard technique. Patients and methods: Adult patients were evaluated in the echocardiography unit during Juny 2017, having velocity time integral measured with angulation and standard technique, with convenience sampling. Analysis included difference, means and correlation between basal results and maximal angulation, in Stata 12. Results: 25 patients were included, mean velocity time integral was 23,01cm and with a mean angulation of 32,56° the integral was 24,27cm, with 5,5% difference, statistically significant, linear correlation had a 0,932 coefficient with R-square of 0,7897. Bland-Altman analysis revealed mean difference -1,256cm and agreement limits of -5,219 to 2,707. Discussion: In this study the result of the velocity time integral with angular correction had a good correlation and acceptable precision compared with non-angled measurements, which could allow its use when the acoustic window is sub-optimal, however, these findings should be replicated in critically ill patients.

Fecha recepción: agosto 2019 | Fecha aceptación: noviembre 2019

INTRODUCCIÓN

La ecocardiografía realizada al costado del paciente, en especial en unidades de paciente crítico, se ha convertido en los últimos años en uno de los métodos esenciales para la evaluación hemodinámica y está recomendada en consensos internacionales para su aplicación en cuadros de *shock* dada su capacidad de permitir a los tratantes evaluaciones cualitativas y cuantitativas en tiempo

real y seguimiento de las terapias aplicadas⁽¹⁻⁴⁾. Su uso precoz ha sido asociado a menor mortalidad en pacientes con sepsis⁽⁵⁾ y su aprendizaje se incluye en diversos planes de enseñanza del área crítica en el mundo, incluyendo competencias precisas a adquirir^(6,7).

Una medición central usada en la estimación del volumen expulsivo y gasto cardíaco es la integral velocidad tiempo (IVT)⁽²⁻⁴⁾ que requiere para una

medición precisa una alineación paralela entre el haz de exploración y el flujo a evaluar⁽⁸⁾. La medición de IVT es relevante pues es fácil de comunicar y entender entre operadores, tiene adecuada precisión y un valor mínimo de cambio pequeño incluso entre exámenes realizados por diferentes operadores⁽⁹⁾, teniendo además buena correlación en medición de gasto cardíaco con otros métodos de uso clínico⁽¹⁰⁾ y siendo su medición factible incluso en posición prona⁽¹¹⁾.

Sin embargo, en pacientes críticos obtener ventanas adecuadas (adecuada calidad de imagen) para óptima angulación no siempre es factible, como está descrito en exclusiones de trabajos relacionados a IVT hasta 41% en series recientes^(9,12), lo que puede limitar la aplicación de usar IVT y las pruebas dinámicas asociadas a esta medición.

Sin embargo, la fórmula original usada en modelos experimentales⁽¹³⁾ y recientemente en algoritmos automáticos de cálculo de flujo⁽¹⁴⁾ consideran la corrección trigonométrica, dividiendo por coseno de la angulación del haz Doppler sobre el flujo sanguíneo para eliminar la subestimación que se produce, siendo la corrección angular un elemento incorporado en la interfaz de los equipos de ecografía.

Se plantea, por lo tanto, la hipótesis de que la medición de IVT con corrección angular en una ventana subóptima tendrá correlación cercana con el valor obtenido en una ventana ecocardiográfica ideal. Nuestro objetivo es evaluar la precisión y comparabilidad de la medición de IVT en pacientes adultos sometidos a ecocardiografía por lo que se diseñó este pequeño estudio piloto en el Laboratorio de Ecocardiografía para evaluar esta hipótesis.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se incluyeron pacientes adultos evaluados en el Laboratorio de Ecocardiografía de nuestro centro

durante junio de 2017. Fueron pacientes observados durante evaluaciones con alguno de los operadores participantes y con una buena ventana apical que permitió visualizar endocardio y estructuras basales en 5 cámaras, incluyendo tracto de salida de ventrículo izquierdo. Se midió IVT de tracto de salida de ventrículo izquierdo en visión estándar y en dos visiones intencionadamente desplazadas, usando corrección angular integrada en el equipo y los ecógrafos Philips iE33, Vivid 7 dimension y Vivid pro. Se realizó muestreo por conveniencia durante el período descrito. Se obtuvo aprobación por el Comité de Ética local N° 075 memo 953 para la utilización de los datos.

Utilizando los valores más angulados contra el basal, se realizó estadística en Stata 12 acorde al tipo de variable: para IVT promedio se aplicó prueba t, se evaluó su correlación lineal y complementó con prueba de Pearson. Se realizó un análisis de Bland-Altman entre el valor de IVT en ventana tradicional y el valor de IVT en ventana angulada con corrección. Se estudió con correlación lineal si existe asociación entre el ángulo de incidencia y la variación porcentual del valor de IVT en relación al IVT basal.

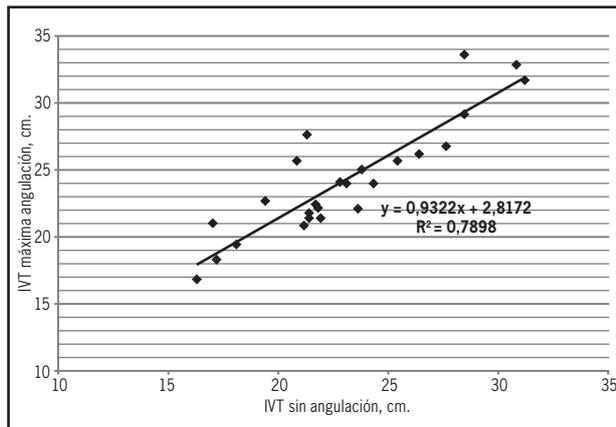
RESULTADOS

25 pacientes adultos (demografía en Tabla 1) evaluados por 3 operadores en el mes de junio de 2017 en el Laboratorio de Ecocardiografía de nuestro

Tabla 1. Demografía del grupo estudiado

Variable	Promedio + DE
Edad (años)	51.4 + 21.45
Talla (m)	1.65 + 0.086
Peso (kg)	72.28 + 18.25
	Proporción [IC 95%]
Sexo femenino	56% [35.08-76.91]

Figura 1.
Correlación lineal entre IVT basal y angulado



Se muestra la correlación entre IVT sin angulación en eje X e IVT corregido en eje Y cada punto es un paciente con ambas mediciones, escala en centímetros.

centro fueron incluidos: 56% de sexo femenino, edad promedio 51,4 años. El IVT promedio sin angulación fue de 23,01cm y la máxima angulación promedio fue de 32,56° con un IVT de 24,27 cm con una diferencia de 5,5% con $p < 0,05$ estadísticamente significativa.

La correlación lineal entre el IVT con alineación óptima y angulado (Figura 1) mostró un coeficiente de correlación de 0,932 y R-cuadrado 0,7898 con prueba de Pearson estadísticamente significativa para correlación con $p < 0,001$.

La correlación entre el ángulo de desviación y el cambio porcentual del IVT no fue estadísticamente significativa.

El análisis de Bland-Altman (Figura 2) reveló una diferencia media de -1,256 cm y límites de concordancia de -5,219 a 2,707.

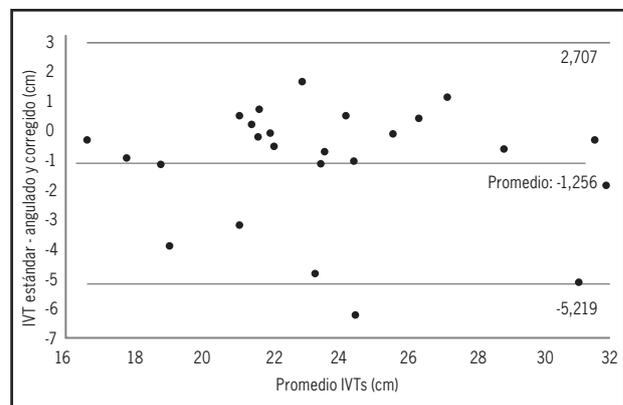
DISCUSIÓN

En este estudio piloto, el valor de IVT con corrección angular presentó una buena correlación con el valor obtenido de forma ideal en adultos

evaluados en el Laboratorio de Ecocardiografía. Se detectó una diferencia pequeña, pero estadísticamente significativa entre ambos valores, revelando la emergencia de imprecisión en la evaluación y que podrían no ser métodos completamente intercambiables; sin embargo, su valor 5,5% está dentro de la precisión aceptada para la técnica de IVT⁽⁹⁾ y podría permitir la aplicación de esta medición en pacientes que de otra forma se excluirían de una mejor evaluación hemodinámica. Dada la relevancia de esta técnica en pacientes críticos, podría ser una imprecisión aceptable en un rango propio de las técnicas de estimación de gasto cardíaco⁽¹⁰⁾.

Este estudio presenta diversas limitaciones. Se llevó a cabo en una muestra pequeña con pacientes no críticos evaluados en un Laboratorio de Ecocardiografía y fue realizado en condiciones óptimas en un entorno controlado con equipos cardiológicos por operadores no ciegos a medición. Las condiciones de aplicación real de medir IVT en pacientes críticos o en urgencia con equipamiento subóptimo en condiciones no controladas de un laboratorio, pudieran generar resultados diferentes.

Figura 2.
Gráfico de Bland-Altman para IVT basal y angulado



Se muestra el gráfico habitual de la distribución de promedio (eje X) y diferencia (eje Y) entre IVT sin angulación o estándar y el valor de IVT con corrección angular. Cada punto es un par de promedio/diferencia. Se muestra el sesgo promedio y los límites de concordancia en la figura.

En conclusión, la corrección angular del valor de la integral velocidad tiempo permite acercarse con precisión aceptable al real valor medido en condiciones ideales en pacientes adultos evaluados en un

laboratorio de ecocardiografía según la predicción matemática propia del análisis Doppler. Se requieren estudios adicionales para aplicar estos hallazgos en otras poblaciones donde pueda ser relevante.

REFERENCIAS

1. Cecconi M, de Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C *et al.* Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 2014;40:1795-815.
2. McLean AS. Echocardiography in shock management. *Crit Care* 2016;20:275.
3. Porter TR, Shillcutt SK, Adams MS, Desjardins G, Glas KE, Olson JJ *et al.* Guidelines for the use of echocardiography as a monitor for therapeutic intervention in adults: a report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:40-56.
4. Jozwiak M, Monnet X, Teboul JL. Monitoring: from cardiac output monitoring to echocardiography. *Curr Opin Crit Care* 2015;21:395-401.
5. Feng M, McSparron JI, Kien DT, Stone DJ, Roberts DH, Schwartzstein RM *et al.* Transthoracic echocardiography and mortality in sepsis: analysis of the MIMIC-III database. *Intensive Care Med* 2018;44:884-92.
6. Vieillard-Baron A, Millington SJ, Sanfilippo F, Chew M, Diaz-Gomez J, McLean A *et al.* A decade of progress in critical care echocardiography: a narrative review. *Intensive Care Med* 2019;45:770-88.
7. Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A *et al.* American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française statement on competence in critical care ultrasonography. *Chest* 2009;135:1050-60.
8. Price S. Transthoracic echocardiography: Normal two-dimensional and Doppler imaging. En De Backer D, Cholley BP, Slama M, Vieillard-Baron A, Vignon P, ed. *Hemodynamic monitoring using echocardiography in the critically ill*. Berlin: Springer, 2011:13-29.
9. Jozwiak M, Mercado P, Teboul JL, Benmalek A, Gimenez J, Dépret F *et al.* What is the lowest change in cardiac output that transthoracic echocardiography can detect? *Crit Care* 2019;23:116
10. Mercado P, Maizel J, Beyls C, Titeca-Beauport D, Joris M, Kontar L *et al.* Transthoracic echocardiography: an accurate and precise method for estimating cardiac output in the critically ill patient. *Crit Care* 2017;21:136.
11. Ugalde D, Medel JN, Romero C, Cornejo R. Transthoracic cardiac ultrasound in prone position: a technique variation description. *Intensive Care Med* 2018;44:986-7.

12. Jozwiak M, Depret F, Teboul JL, Alphonsine JE, Lai C, Richard C, Monnet X. Predicting fluid responsiveness in critically ill patients by using combined end-expiratory and end-inspiratory occlusions with echocardiography. *Crit Care Med* 2017;45:e1131-e1138.
13. Fisher DC, Sahn DJ, Friedman MJ, Larson D, Valdes-Cruz LM, Horowitz S *et al.* The mitral valve orifice method for noninvasive two-dimensional echo Doppler determinations of cardiac output. *Circulation* 1983;67: 872-7.
14. Kim B, Soble JS, Stamos TD, Neumann A, Robergé J. Automated volumetric flow quantification using angle-corrected color Doppler image. *Echocardiography* 2004;21:399-408.

CORRESPONDENCIA

Dr. Diego Ugalde Castillo
Unidad de Pacientes Críticos
Hospital Clínico Universidad de Chile
Santos Dumont 999, Independencia, Santiago
Fono: 569 7419 7896
E-mail: diegougaldecastillo@gmail.com

