

**CARDIOCENTRO
“ERNESTO CHE GUEVARA”
SANTA CLARA, VILLA CLARA**

COMUNICACIÓN

**VALORACIÓN HEMODINÁMICA MEDIANTE ECOCARDIOGRAFÍA AL
PACIENTE HIPERTENSO.**

Por:

Dr. Raimundo Carmona Puerta¹, Francisco Acosta de Armas² y Dr. Alberto Morales Salinas³

1. Especialista de I Grado en Fisiología Normal y Patológica. Instructor. Cardiocentro de Villa Clara.
2. Especialista de II Grado en Cardiología. Profesor Auxiliar. Hospital “Arnaldo Milián Castro”. Santa Clara, Villa Clara.
3. Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Master en Salud Pública. Instructor. Cardiocentro de Villa Clara.

Descriptor deCS:

ECOCARDIOGRAFIA
HIPERTENSION/prevención & control

Subject headings:

ECHOCARDIOGRAPHY
HIPERTENSION/prevention & control

En los últimos años se han publicado varias guías de hipertensión arterial (HTA); en ellas se insiste, no solo en la importancia del control de dicha enfermedad, sino también en el diagnóstico y evaluación precoz de la misma. Uno de los medios diagnósticos que más posibilidades brinda al respecto es la ecocardiografía. Dicho complementario ha revolucionado el estudio de las enfermedades cardiovasculares, al permitir la valoración de múltiples parámetros hemodinámicos; sin embargo, muchas veces se subutiliza y se pierde la oportunidad de conocer más datos hemodinámicos del paciente que pueden ser, en algunos casos, más sensibles y específicos que los tradicionalmente informados. Motivados por todo lo anteriormente expuesto y por la bibliografía disponible sobre el tema, exponemos de forma resumida algunas de las principales fórmulas y parámetros que pueden ser empleados en la valoración hemodinámica del paciente con HTA o cualquier otra enfermedad cardiovascular.

Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo (DdVI) y diámetro sistólico del ventrículo izquierdo (DsVI): Se obtienen mediante modo M en una vista paraesternal de eje largo. Se mide desde el borde endocárdico del septum interventricular hasta la pared posterior del ventrículo izquierdo (VI) y por debajo del plano mitral.

Grosor del septum interventricular en diástole (GsvD): Se estima por modo M al final de la diástole, usando el plano paraesternal de eje largo.

Grosor de la pared posterior del VI en diástole y en sístole (GppD) y (GppS): Se estima por modo M al final de la sístole y la diástole respectivamente, empleando el plano paraesternal de eje largo. Las dimensiones internas del ventrículo izquierdo, así como los grosores del septum interventricular y la pared posterior, se deben efectuar por más de tres ciclos al final de la diástole y la sístole, según las recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía¹. El final de la sístole se considera como el momento del cierre de la válvula aórtica, y el final de la diástole como el de máxima dimensión del ventrículo izquierdo.

Integral tiempo velocidad aórtica (VTIao): Se obtiene mediante Doppler pulsado, colocando el volumen muestra por debajo de la válvula aórtica en el plano paraesternal de eje largo. Este procedimiento proyecta un espectro Doppler hacia abajo, que coincide con la expulsión sistólica. Los bordes del espectro se destacan con un trazo envolvente que permite el cálculo automático por integración de esta variable. Esto aporta, además, el valor de la velocidad media de la sangre a nivel del tracto de salida del VI, a lo que se denomina velocidad media aórtica².

Gasto cardíaco (GC, l/min): Consiste en obtener mediante Doppler pulsado la VTIao, el área de corte transversal del tracto de salida del VI y la frecuencia cardíaca (esta se puede medir por registro electrocardiográfico simultáneo al ecocardiograma). El equipo aplica automáticamente la siguiente fórmula: $GC = VTIao \times CSA \times FC$, donde CSA = área de corte transversal (cross sectional area) y FC es frecuencia cardíaca.

Volumen latido (VL, ml/lat): $VL = VTIao \times CSA$

Presión capilar pulmonar (PCP): Se estima a través de la obtención del espectro Doppler pulsado del flujograma pulmonar obtenido, al colocar el volumen muestra en la desembocadura de las venas pulmonares. Se necesita, además, el flujograma mitral que se obtiene por Doppler pulsado, al colocar el volumen muestra en el VI frente al orificio de apertura de la válvula mitral. El flujograma mitral permite estudiar la relajación del ventrículo izquierdo.

Los flujogramas aportan las variables que conforman la siguiente fórmula³: $PCP = 1,85 \times EDR - 0,1 \times SF - 10,9$, donde EDR es velocidad de desaceleración de la onda E y SF fracción sistólica del pico de velocidad del flujo venoso pulmonar. Se debe usar el modo bidimensional (modo B) en combinación con el modo Doppler pulsado; todas las medidas se efectúan según recomienda la Sociedad Americana de Ecocardiografía y la Convención de Penn.

Índice volumen latido del ventrículo izquierdo (IVL, ml/lat/m²) = Volumen latido/Área de superficie corporal (ASC), donde ASC puede ser hallada mediante la fórmula de DuBois: $ASC (m^2) = talla (cm)^{0,725} \times peso (Kg.)^{0,425} \times 0,007184$.

Índice cardíaco (IC, l/min/m²)⁴ $IC = Gasto\ cardíaco (GC)/ASC$.

Resistencia periférica total (RPT, dinas x seg x cm⁻⁵) $RPT = PAM \times 80/GC$.

Estrés parietal telesistólico (EPT): Puede ser utilizado para valorar la poscarga y se calcula utilizando cualquiera de las siguientes tres fórmulas: de LaPlace⁵, Grossman⁶ y Regen⁷: $(EPT_{LaPlace} (10^3 \text{ dinas} \times \text{cm}^{-2}) = PAS \times RV / 2 \times EP$, donde PAS = Presión arterial sistólica, RV = Radio ventricular, EP = Espesor de la pared (medido en la pared posterior del VI); $EPT_{Grossman} (g/cm) = 1,35 \times PAS \times DsVI / 4 \times GppS \times (1 - GppS/DsVI)$, donde PAS = Presión arterial sistólica, DsVI = Diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo, GppS = Grosor telesistólico de la pared posterior del ventrículo izquierdo; $EPT_{Regen} (g/cm^2) = 1,35 \times PAS \times bm / 2 \times EP$; esta fórmula permite el cálculo del estrés en la dirección meridional de la fibra, PAS = Presión arterial sistólica, EP = Espesor de la pared posterior del ventrículo izquierdo y $bm = semieje\ menor\ a\ mitad\ de\ la\ pared\ y\ se\ calcula: bm = EP / \ln(0,5 \times DsVI / EP) - \ln(0,5 \times DsVI)$.

Índice de trabajo por latido del ventrículo izquierdo (IWVI, gM/lat/m²)⁸ $IWVI = IVL \times (PAM - PVC) \times 0,0136$, IVL = Índice volumen latido, PAM = Presión arterial media, PVC = Presión venosa central; esta última puede hallarse mediante el índice de colapso de la vena cava inferior.

Fracción de acortamiento (FA)² $FA = DdVI - DsVI / DdVI \times 100$, donde DdVI = Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo y DsVI = Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo.

Índice de masa del ventrículo izquierdo (IMVI) $IMVI = Masa\ del\ ventrículo\ Izquierdo (MVI) / ASC$, MVI se calcula mediante la fórmula de Devereux y Reichek⁹: $MVI = 1,04 \times [(DdVI + GSIVD + GppD)^3 - (DdVI)^3] - 13,6$, donde DdVI = Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo, GSIVD = Grosor del septum interventricular en diástole, GppD = Grosor de la pared posterior en diástole.

Las mediciones de la masa se realizan de acuerdo con lo recomendado en la convención de Penn. Se considera que la masa del ventrículo izquierdo (VI) se encuentra dentro de la normalidad en un rango entre 102 - 110 g/m² para la mujer y 111 - 141 g/m² para el hombre^{9,10}.

Antes de terminar, queremos puntualizar que el presente trabajo no pretende sustituir ninguna guía ni norma existente; al contrario, se nutre de ellas y trata de exponer de forma resumida algunos de los múltiples parámetros hemodinámicos que se pueden obtener con la ecocardiografía para ser aplicados en la valoración más científica al paciente hipertenso, los cuales deben estar tanto en los textos más prestigiosos de cardiología y fisiología cardiovascular, como en el pensamiento médico diario de los que realizan e interpretan el ecocardiograma. Solo así lograremos mejorar el coste/eficacia de este complementario, así como la valoración hemodinámica y, como

consecuencia, la estratificación de riesgo del paciente hipertenso o con otra enfermedad cardiovascular.

Referencias bibliográficas

1. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaría A, Devereux R, Feigenbaum H. Recommendations for quantification of the left ventricle by two-dimensional echocardiography: American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantification of Two-Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr.* 1989;2:358-67.
2. Escudero E. Registros gráficos externos de la actividad mecánica cardíaca. En: Cingolani HE, Houssay AB, editores. *Fisiología humana de Houssay*. 7a ed. Buenos Aires: El Ateneo; 2002. p. 320-33.
3. Dini FL, Rovai D. Utilidad de la ecocardiografía de contraste en pacientes con disfunción ventricular e insuficiencia cardíaca. En: García-Fernández MA, Zamorano JL, editores. *Práctica de la ecocardiografía de contraste*. Madrid: Ediciones Madrid; 1999. p. 157-69.
4. Guyton AC, Hall JE. *Textbook of medical physiology*. 10th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2000.
5. Vignolo G. Determinantes del gasto cardíaco. En: Artucio H, Rieppi G. *Medicina intensiva cardiovascular*. Montevideo: Colección CTI Universitario Oficina del libro FEFMUR; 2001. p. 15-52.
6. Grossman W, Jones D, McLaurin LP. Wall stress and patterns of hypertrophy in the human left ventricle. *J Clin Invest.* 1975;56:56-64.
7. Regen DM. Calculation of left ventricular wall stress. *Circ Res.* 1990;67:245-52.
8. Kumar A, Anel R, Bunnell E, Zanotti S, Habet K, Haery C, et al. Pre-load independent mechanisms contribute to increased stroke volume following large volume saline infusion in normal volunteers: a prospective interventional study. *Crit Care.* 2004;8(3):128-36.
9. Bendersky M, Piskorz D, Boccardo D. Cardiopatía hipertensiva. *Rev Fed Arg Cardiol.* 2002;31: 321-34.
10. Cuspidi C, Macca G, Sampieri L, Michev I, Fusi V, Salerno M, et al. Influence of different echocardiographic criteria for detection of left ventricular hypertrophy on cardiovascular risk stratification in recently diagnosed essential hypertensives. *J Hum Hypertens.* 2001;15(9):619-25.