

**ECOCARDIOGRAFÍA INTRAOPERATORIA: CAUSA DE LA HIPOTENSIÓN
POST CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA.
INTRAOPERATIVE ECHOCARDIOGRAPHY. CAUSE OF THE HYPOTENSION
POST CIRCULATION EXTRACORPOREA.
ECOCARDIOGRAFIA INTRAOPERATÓRIA. CAUSA DA HIPOTENSÃO PÓS-
CIRCULAÇÃO EXTRACORPOREA.**

Walter Damián Rodríguez¹
Maximiliano Dohmen²
Silvina Longo³

¹Anaesthesia Department; Humberto Notti Hospital.Mendoza-Argentina
e-mail: wali859@hotmail.com._Contact: 54 261 3376196.

²Anaesthesia Department; Humberto Notti Hospital. Mendoza-Argentina.

³Anaesthesia Department; Hospital Privado Universitario de Cordoba-Argentina.

RESUMEN:

En la práctica diaria uno de los eventos que más se presenta es la hipotensión luego de la salida de circulación extracorpórea (CEC). La posibilidad de contar con ecocardiografía a partir del 2015 en el nosocomio ha ayudado a orientar al anestesiólogo sobre el estado hemodinámico, sin embargo, no se ha podido esclarecer la causa de esta hipotensión utilizando esta herramienta. El objetivo de este estudio es hallar los parámetros ecocardiográficos que más se relacionan con la hipotensión refractaria luego de la salida de la (CEC).

Se seleccionaron pacientes sometidos a cirugías de comunicación interauricular e interventricular monitorizados con ecocardiografía transesofágica. La muestra se estratificó en dos grupos, hipotensos (casos) y normotensos (controles) luego de la salida de CEC.

Estudio observacional, de casos y controles, retrospectivo.

En el análisis del total de pacientes se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) de los parámetros ecocardiográficos indicadores de hipovolemia

entre los grupos. No hubo diferencias estadísticas ($p=0.083$) en los parámetros ecocardiográficos de contractilidad.

Los resultados obtenidos demostraron que los parámetros ecográficos de hipovolemia fueron los que más se asociaron al momento de la hipotensión. Esto permite orientar al profesional a un uso racional de drogas inotrópicas y reposición de volumen.

Palabras clave: Ecocardiografía transesofágica, hipotensión, circulación post-extracorpórea.

SUMMARY:

In daily practice, one of the most frequent events is hypotension after the of extracorporeal circulation (ECC). The possibility of having an echocardiography from 2015 has been a guiding means in the hemodynamic state, however, the cause of this hypotension has not been clarified. The aim of this study is to find the echocardiographic parameters that are most related to refractory hypotension after ECC.

Patients undergoing atrial and interventricular communication surgeries monitored with transesophageal echocardiography were selected. The sample was stratified into two groups, hypotensive (cases) and normotensive (controls) after ECC. Observational, case-control study, retrospective. In the analysis of the total of the patients, were found statistically significant differences ($p < 0.05$) in the echocardiographic parameters indicating hypovolemia between the groups. There were no differences in the statistics ($p = 0.83$) in the echocardiographic parameters of contractility.

The results showed that the ultrasonographic parameters of hypovolemia were those associated with hypotension. This allows the professional to be guided to a rational use of inotropic drugs and volume replacement.

Key words: Transesophageal echocardiography, hypotension, post-Extracorporeal circulation.

RESUMO:

Na prática diária, um dos eventos mais frequentes é a hipotensão após a saída da circulação extracorpórea (CEC). A possibilidade de ter ecocardiografia a partir de 2015 no hospital ajudou a orientar o anestesista sobre o estado hemodinâmico, no entanto, não foi capaz de

esclarecer a causa desta hipotensão usando esta ferramenta. O objetivo deste estudo é encontrar os parâmetros ecocardiográficos mais relacionados à hipotensão refratária após a saída da artéria coronária (CEC).

Pacientes submetidos a cirurgias de comunicação atrial e interventricular monitoradas por ecocardiograma transesofágico foram selecionados. A amostra foi estratificada em dois grupos, hipotensivos (casos) e normotensos (controles) após a saída do CEC. Estudo observacional, caso-controle, retrospectivo.

Na análise do número total de pacientes, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) nos parâmetros ecocardiográficos indicativos de hipovolemia entre os grupos. Não houve diferenças estatísticas ($p = 0,083$) nos parâmetros ecocardiográficos de contratilidade.

Os resultados obtidos mostraram que os parâmetros ultrassonográficos da hipovolemia foram os mais associados no momento da hipotensão. Isso permite que o profissional seja orientado para o uso racional de drogas inotrópicas e reposição de volume.

Palavras-chave: Ecocardiograma transesofágico, hipotensão, circulação pós-extracorpórea.

Fecha de recibido 10/11/2018

Fecha de aprobado 25/11/2018

INTRODUCCIÓN

En cirugía cardiovascular los eventos de hipotensión son usuales, frecuentes y cada uno tiene una causa distinta al anterior. La presión arterial es una resultante de muchas variables, tales como volemia, contractilidad, arritmias, resistencias periféricas, venotonicidad, etc. Encontrar la causa con factibilidad e inmediatez es uno de los anhelos más codiciados para los anestesiólogos. Las hipotensiones repentinas y drásticas son casi un hecho cotidiano y aquí el médico queda en la gran dificultad de dilucidar cuál es su causa. Hasta hace poco esta incertidumbre se resolvía con el criterio clínico, sin embargo, en la actualidad, el avance

tecnológico ha hecho que el profesional conste con una de las herramientas más importantes de la actualidad, la *ecocardiografía transesofágica* (ETE).

La era moderna de la ETE realmente Comenzó en 1982, con la introducción de sondas flexibles con Transductores phased-array y puntas manipulables⁽¹⁾. La ETE ha demostrado utilidad en una serie de ámbitos clínicos^{(2) (3)}, incluyendo el funcionamiento en sala, unidad de cuidados intensivos, laboratorio intervencionista, y ambulatorio. Por esto la ETE se ha convertido en un elemento esencial para cirujanos y anestesiólogos ⁽⁴⁾, existiendo varias indicaciones para su uso **Tabla 1** ⁽⁵⁾, traducido y pocas que la contraindiquen.

Tabla 1: Indicaciones de la ecocardiografía transesofágica.

<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de estructura y función cardíaca o aórtica en situaciones donde los hallazgos modificarán el manejo clínico y la ecocardiografía transtorácica (ETT) no es diagnóstica o existe una alta probabilidad de no proporcionar diagnóstico. 	a- Evaluación detallada de estructuras difíciles de apreciar por ETT. b-Evaluación de válvulas protésicas. c-Evaluación abscesos paravalvulares. d-Pacientes en ventilación mecánica. e-Pacientes con lesiones torácicas. f-Pacientes con habito constitucional que impidan la ETT. g-Imposibilidad de rotar a decúbito lateral.
<ul style="list-style-type: none"> • ETE intraoperatoria. 	a- Toda cirugía con apertura de esternón. b- eventual uso en cirugía de injerto de arteria coronaria. c- Cirugía no cardíaca en la cual el paciente posea alguna patología cardiovascular que pueda ser de gran repercusión en el procedimiento.
<ul style="list-style-type: none"> • Guía en cateterismo intervencionista. 	a-Cateterismo para cierre de comunicación interauricular, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Enfermos críticos. 	a-Pacientes en que no se puede realizar ETT y la información es vital para su manejo clínico.

En las últimas dos décadas la ETE ha consolidado su papel en el diagnóstico y herramienta de manejo perioperatorio para pacientes con cardiopatía congénita⁵. Esto lo logra mediante la evaluación de la reparación quirúrgica, detección de patología residual, vigilancia de la función ventricular después del período de bypass ⁽⁵⁾, el manejo de líquidos y la terapia inotrópica ⁽⁶⁻⁷⁻⁸⁾.

La cirugía cardiovascular es un procedimiento habitual en todo el mundo. En Mendoza se realizan alrededor de 100 procedimientos anuales. Es por esto que toma gran relevancia el estudio del comportamiento del paciente en quirófano en cada una de sus patologías. Tener

un diagnóstico certero para situaciones emergentes e inesperadas, como es la hipotensión, hace que se convierta en un tema de suma importancia para su estudio clínico.

Todo lo mencionado hace el tema en cuestión de nuestro trabajo; determinar el motivo que lleva a la hipotensión a través de un método accesible, reproducible y de aplicación clínica como es la ETE.

Objetivo: hallar los parámetros ecocardiográficos que más se relacionan con la hipotensión refractaria luego de la salida de CEC.

Los autores declaran su autoría y no tener conflicto de intereses.

MARCO TEÓRICO.

El paciente sometido a cirugía cardiovascular debe afrontar varias situaciones durante su operación. Uno de los más destacados es la salida de CEC. Podríamos sintetizar que para lograr la estabilidad hemodinámica hay tres bases fundamentales, contractilidad, volemia y medio interno. Este último se suministra a través de datos más concretos y fiables, algo que en la contractilidad y la volemia en la mayoría de las veces no sucede.

Como base importante en la identificación del estado hemodinámico, la ETE ha sido la nueva protagonista debido a su practicidad y reproducibilidad. Es imprescindible aprender cuales son los parámetros prácticos que pueden extraerse de la ecografía, ya que por su rapidez de obtención son más útiles que los usados tradicionalmente. Un ejemplo es la fracción de acortamiento, útil debido a su disponibilidad, rapidez de adquisición, relativa buena reproducibilidad y evidencia en la literatura. Su limitación es que evalúa solo dos regiones de la pared ventricular (anterior y posterior)⁽¹¹⁾. Contrariamente, la fracción de eyección evaluada por método Simpson (más fidedigno) es laborioso para su realización, por lo que no es práctico para las situaciones apremiantes que ocurren en quirófano.

Una medida de gran apoyo es la integral velocidad tiempo (IVT) del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI), descrita en el protocolo RUSH IVT. Este establece como punto de corte del IVT aórtico 18 cm⁽¹²⁾. Es una medida muy accesible, ya que los médicos de

emergencia pueden obtener el IVT aórtico en el 80% de los casos que ingresan con hipotensión o shock ⁽¹³⁻¹⁵⁾.

Otro signo complementario es el signo del beso de los papilares (SBP) ⁽¹⁴⁾, que consiste en el contacto del músculo papilar anteromedial y posterolateral, indicando un “ventrículo vacío”, o sea un estado de hipovolemia.

METODOLOGÍA

Las variables ecográficas registradas fueron las de más practicidad y rapidez que se pueden obtener: FAC, SBP e IVT. Para disminuir sesgos las imágenes debían cumplir con:

SBP: verse el VI en forma circunferencial con los dos músculos papilares en el plano transgástrico eje corto. **Imagen 1.**

FAC: En plano transgástrico eje corto se implementa modo M lo más transversal posible al ventrículo izquierdo sin tomar músculos papilares. **Imagen 2.**

IVT: En plano transgástrico profundo alineando la señal doppler pulsado al TSVI. Imagen 3.

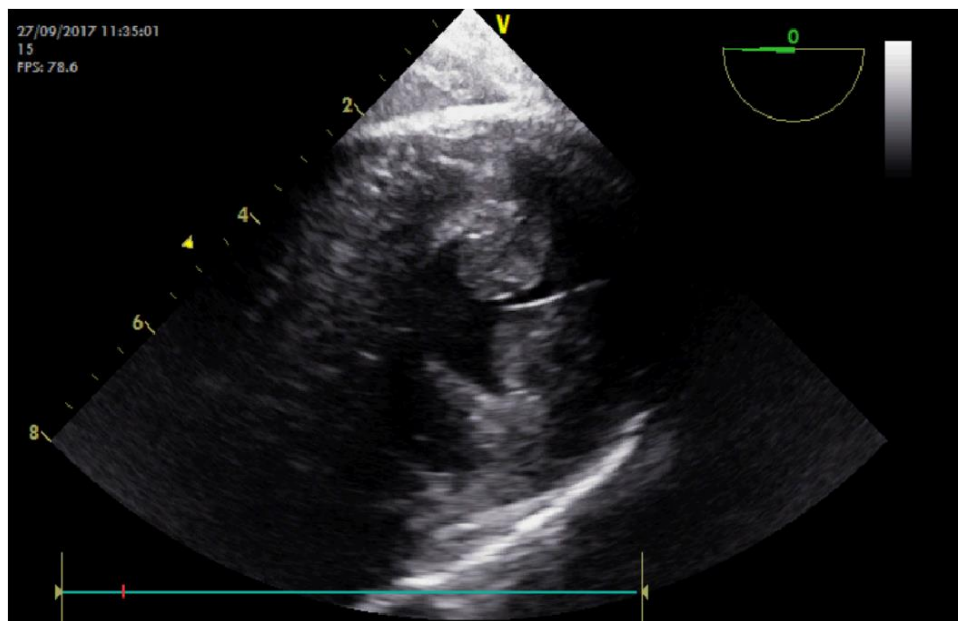


Imagen 1: Signo del Beso de los papilares.

Video: <https://www.dropbox.com/s/1dhfgl01lxz7d9w/video1.avi?dl=0>

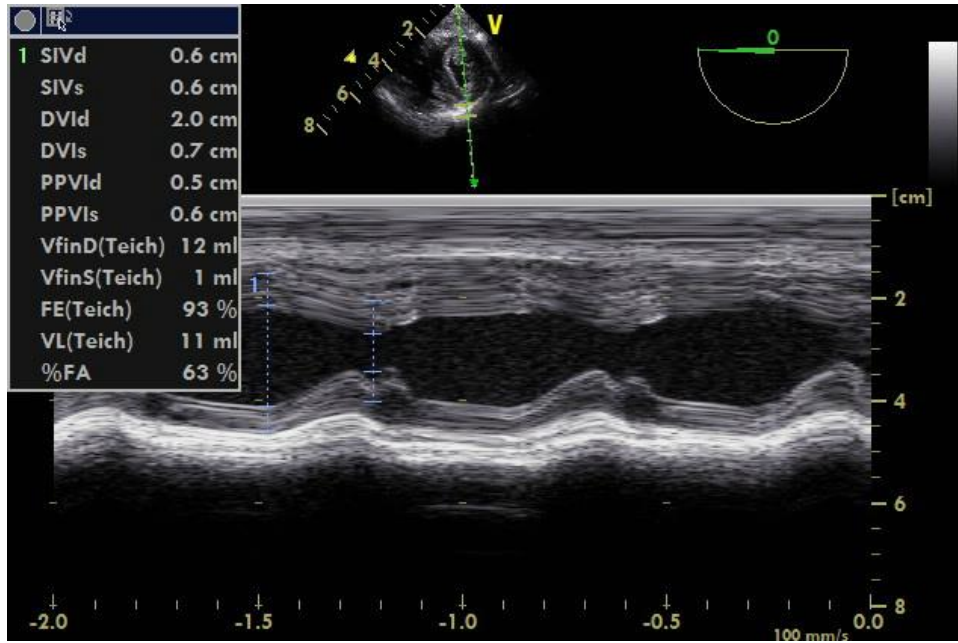


Imagen 2: Fracción de acortamiento.

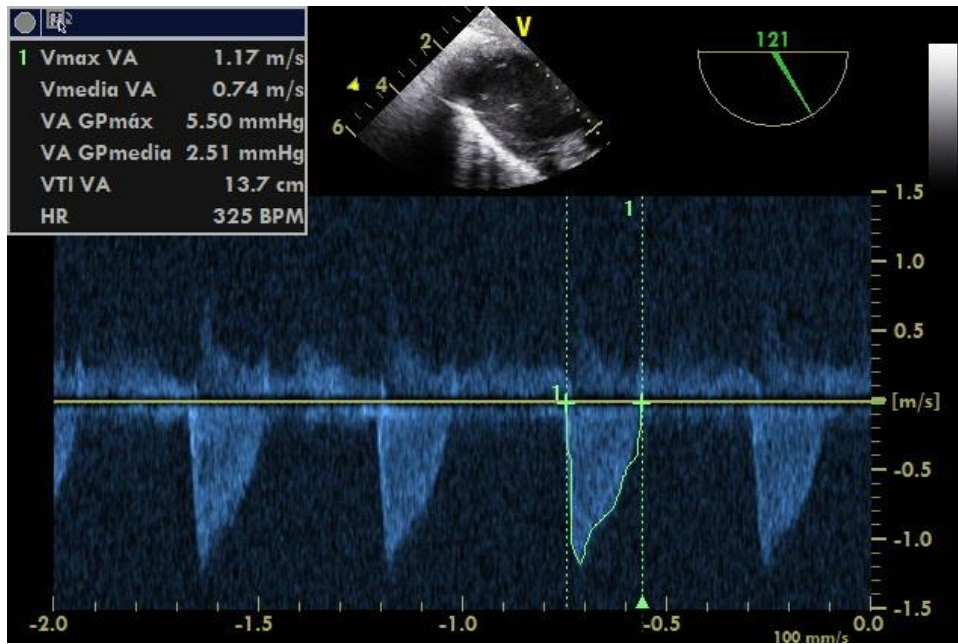


Imagen 3: Medición IVT.

Definimos como *primera hipotensión* como toda aquella que, luego de una estabilidad hemodinamia a la salida de CEC, se instauró acentuadamente (La calificación de hipotensos o normotensos se realizó a través de los percentiles de la edad).

El estudio se realizó con las copias de los protocolos de anestesia revisando los registros de presión invasiva. El análisis ecográfico se hizo extrayendo las imágenes almacenadas en el ecógrafo del servicio y luego ordenadas en la CPU del servicio.

El presente es un estudio no experimental, observacional, de casos y controles, retrospectivo. Se realizó en base a cirugías de CIV y CIA comprendidas entre los periodos desde enero de 2016 hasta septiembre de 2018. Los criterios de inclusión fueron: protocolos de anestesia con información precisa de la presión arterial cada 5 minutos; pacientes que hayan tenido ETE intraoperatoria e imágenes ecográficas que cumplieran con los requisitos mencionados. Criterios de exclusión: protocolos que informen alguna complicación luego de la salida de CEC (rotura quirúrgica, coagulopatías, arritmias).

Se comenzaron con un total de 40 protocolos, de 60 disponibles, ocultando el nombre del paciente. Fueron elegidos al azar por un técnico de anestesia el cual no tenía conocimiento de la realización del trabajo. Luego de descartar los que no cumplían con los criterios de inclusión/exclusión, se le solicitó nuevamente que seleccionara otros, y así, sucesivamente hasta terminar los 60. La población resultante fue de 23 pacientes. Se diseñó esta estrategia para disminuir sesgos, ya que los participantes del trabajo podrían recordar el nombre de algún paciente y los sucesos de la cirugía.

Ya con los protocolos seleccionados e identificado hipotensión/normo tensión post CEC se procedió a la búsqueda de información en el ecógrafo mediante el número de historia clínica. Las tomas de las medidas ecográficas fueron realizadas de la siguiente manera.

SBP: En la imagen en modo B, el músculo papilar anteromedial y posterolateral debían juntarse para considerarse positivo.

FAC: Luego de aplicar el modo M se utilizó el software del ecógrafo para medir las dimensiones en diástole y sístole.

IVT: Se remarcaba el contorno del espectro doppler pulsado del TSVI.

Los datos obtenidos se volcaron en la planilla de datos del programa estadístico SPSS 15.0. Primero se determinaron las variables en: nominales, la tensión arterial (hipotensos, normotensos) y el SBP (presente, ausente). Ordinales, IVT (mayor/menor de 18cm) y

escalares, FAC. Todos los datos usados fueron de distribución paramétrica. Luego se les aplico el análisis estadístico.

CONSIDERACIONES ÉTICAS.

Toda la información usada consta de consentimiento informado firmado por los padres o tutores al momento de la conformidad de la cirugía.

RESULTADOS:

Del análisis realizado se observó que hay una diferencia estadísticamente significativa en el valor de IVT entre los grupos, siendo menor en el grupo hipotensos ($p < 0.01$, mediante análisis estadístico de fisher. **Tabla 2, Grafico 1**. El SBP estuvo ligado al grupo hipotensos, también con una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p < 0.01$, mediante análisis estadístico de fisher. **Tabla 3, Grafico 2**. Con respecto a la FAC no se encontró diferencia significativa entre los grupos ($p = 0.083$, mediante análisis de prueba T. **Tabla 4**.

Tabla 2: Resultado estadístico de IVT entre ambos grupos. Refleja asociación en un menor valor de IVT con el grupo de Hipotensión.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	17,325 ^b	1	,000		
Corrección por continuidad	13,845	1	,000		
Razón de verosimilitudes	22,180	1	,000		
Estadístico exacto de Fisher				,000	,000
Asociación lineal por lineal	16,500	1	,000		
N de casos válidos	21				

a. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

b. 2 cas llas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 4,29.

Gráfico de barras

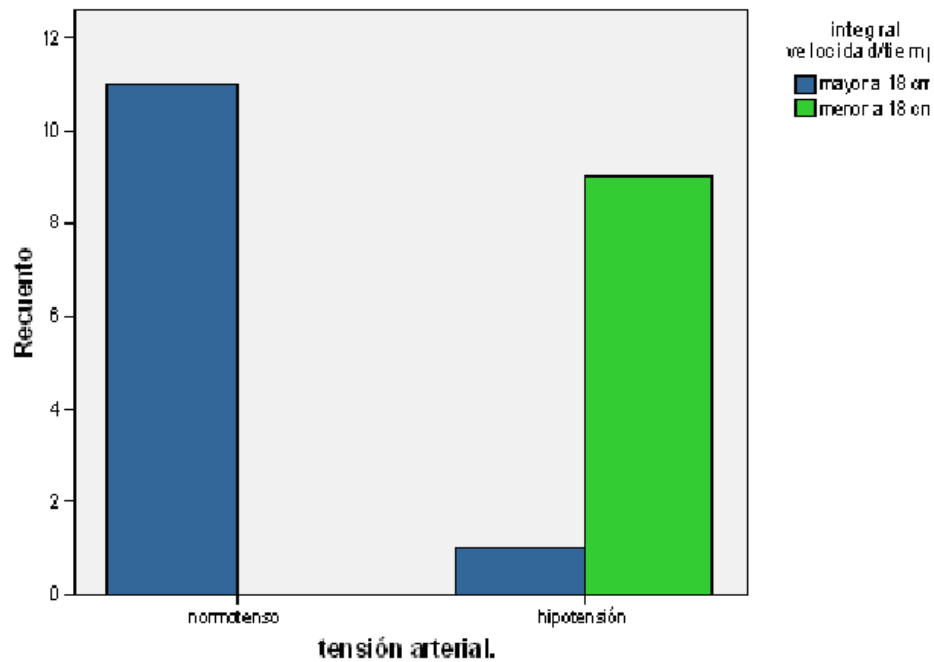


Gráfico 1: IVT entre los grupos.

Tabla 3: Resultados estadísticos de SBP entre ambos grupos. Refleja una asociación en la presencia de SBP con el grupo de Hipotensión.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,239 ^a	1	,022		
Corrección por continuidad ^a	3,501	1	,061		
Razón de verosimilitudes	5,454	1	,020		
Estadístico exacto de Fisher				,039	,030
Asociación lineal por lineal	5,011	1	,025		
N de casos válidos	23				

a. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

b. 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 5,26.

Gráfico de barras

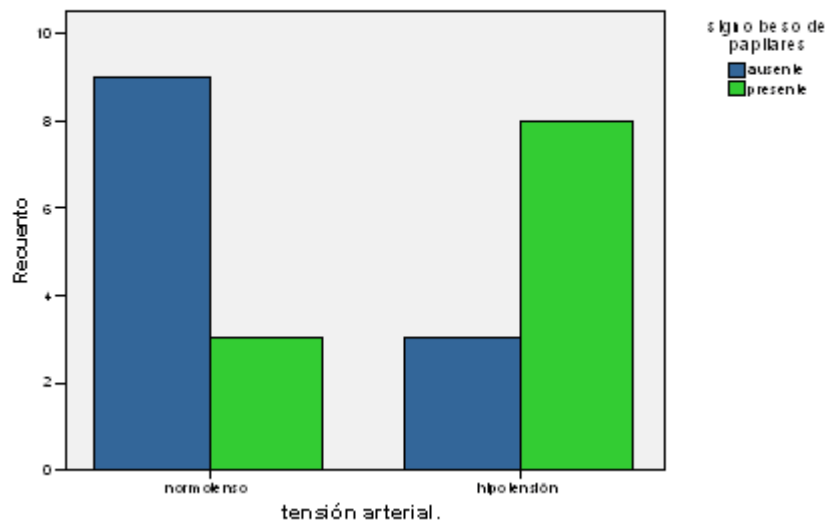


Gráfico 2: SBP entre los grupos.

Tabla 4: Prueba T para FAC. No se halló diferencia entre los grupos.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
fracción de acortamiento	Se han asumido varianzas iguales	1,512	,232	-1,817	21	,083	-8,470	4,661	-18,163	1,223
	No se han asumido varianzas iguales			-1,801	19,453	,087	-8,470	4,702	-18,296	1,356

DISCUSIÓN.

Los resultados estadísticos proporcionaron un escenario que alienta a próximas investigaciones. El hecho de que no se encontraran diferencias significativas en la FAC indica que la hipotensión no ocurrió por mala contractilidad. Esta aseveración la apoya la presencia arraigada del SBP a la hipotensión, algo muy sugestivo de hipovolemia. Si bien el IVT demostró que era menor en los hipotensos, esto se interpreta a que no existía precarga necesaria que generara un flujo normal. Se podría decir que el momento de la hipotensión se caracterizó por parámetros ecográficos de buena contractilidad y poca volemia, comparado con los pacientes normotensos en que tuvieron similares parámetros en estimación contráctil, pero sin signos de hipovolemia. Una explicación a esto podría ser que las cirugías al ser con poco tiempo de clampeo y CEC es posible que el miocardio no sufra lo suficiente para manifestar un bajo gasto, sin embargo, en el inmediato del desclampeo todos lo sufren y es necesario algún soporte inotrópico mínimo.

Cabe aclarar que el resultado hallado de $p=0.083$, en la FAC, hace pensar que puede haber diferencia entre los grupos, haciendo la causa de la hipotensión multifactorial. Creemos que esto puede esclarecerse con futuros trabajos diagramados prospectivamente con mayor número de pacientes.

CONCLUSIONES

Encontrar la causa de hipotensión con factibilidad e inmediatez es uno de los anhelos más codiciados para los anesthesiólogos.

Los resultados obtenidos demostraron que los parámetros ecográficos de hipovolemia fueron los que más se asociaron al momento de la hipotensión. Como en el estudio se excluyeron los pacientes que tuvieron sangrado activo, interpretamos que esta hipovolemia es debida a una vasodilatación⁽⁹⁻¹⁰⁾. Las causas de estas podrían deberse a efectos de drogas anestésicas, modificaciones del tono vascular basal, etc. Quizás en futuros estudios se pueda trabajar en identificar las causas de la vasodilatación e identificar la precarga a través del estudio de la vena cava superior.

Este hallazgo nos revela que, contrariamente a lo que uno supone, la causa de hipotensiones post CEC no es el bajo gasto cardiaco ni el fracaso del destete a la misma, sino la falta de precarga. Esto ayuda a tener un uso más racional de las drogas vasoactivas y guiar la reposición de volumen.

REFERENCIAS

- 1.Hisanaga K, Hisanaga A, Nagata K, Yoshida S. A new transesophageal real-time two-dimensional echocardiographic system using a flexible tube and its clinical application. Proc Jpn Soc Ultrasonics Med 1977;32:43–44
- 2.Kallmeyer I, Collard C, Fox J, Body S, Shernan S. The safety of intraoperative transesophageal echocardiography: a case series of 7200 cardiac surgical patients. Anesth Analg 2001;92:1126–30.
- 3.Zamorano J.L, Badano L.P, Bruce C, Chan , Goncalves A, Hahn R.T, et al. EAE/ASE recommendations for the use of echocardiography in new transcatheter interventions for valvular heart disease. J Am Soc Echocardiogr 2011;24:937–65
- 4.Rebecca T, Abraham T, Mark S, et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transesophageal Echocardiographic Examination: Recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. DOI:10.1213/ANE.0000000000000016

5. Kamra K, Russel I, Wanda C, et al. Role of transesophageal echocardiography in the management of pediatric patients with congenital heart disease. *Pediatric Anesthesia* 21 (2011) 479–493. doi:10.1111/j.1460-9592.2011.03570.x
6. Khalid O, Koenig P. The use of echocardiography in congenital heart surgery and intervention. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2006; 4: 263–271.
7. Dominique A, Schmidlin D, Bernath M.A, et al. Intraoperative Transesophageal Echocardiography in Pediatric Congenital Cardiac Surgery: A Two-Center Observational Study *Anesth Analg* 2003;97:1275–82. DOI: 10.1213/01.ANE.0000081794.31004.18
8. Dominique A Bettex, Prete R, Jenni R, et al. Cost-Effectiveness of Routine Intraoperative Transesophageal Echocardiography in Pediatric Cardiac Surgery: A 10-Year Experience. *Anesth Analg* 2005;100:1271–5. DOI: 10.1213/01.ANE.0000149594.81543.F0
9. Matthew A, Hung-mo L, Castillo J, et al. Early On–Cardiopulmonary Bypass Hypotension and Other Factors Associated With Vasoplegic Syndrome. *Circulation*.2009;120:1664-71.DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.108.814533
10. Shahzad G, Guilles D. Vasoplegic Syndrome after Off-Pump Coronary Artery Bypass Surgery. *Tex Heart Inst J* 2004;31:421-4.
11. Lang R, Bierig M, Devereux R, et al. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiography* 2006; 7: 79-108.
12. Blanco P, Aguiar FM, Blaiwas M. Rapid Ultrasound in *Shock* (RUSH) Velocity-Time Integral: A Proposal to Expand the RUSH Protocol. *J Ultrasound Med*. 2015; 34 (9): 1.691-1.700
13. Dinh VA, Ko HS, Rao R, Bansal RC, Smith DD, Kim TE, et al. Measuring cardiac index with a focused cardiac ultrasound examination in the ED. *Am J Emerg Med*. 2012; 30 (9): 1.845-1.851.
14. Price S, Platz E, Cullen L. Echocardiography and lung ultrasonography for the assessment and management of acute heart failure. *Nature Reviews Cardiology* volume 14, pages 427–440 (2017) doi:10.1038/nrcardio.2017.56
15. Rose J, Mandavia D, Kinser DJ. The UHP ultrasound protocol: a novel ultrasound approach to the empiric evaluation of the undifferentiated hypotensive patient. *The American J of Em Med* 2001; 19: 299-302.