



Comparación de métodos de diagnóstico para el tratamiento hemodinámico en recién nacidos y prematuros utilizando la medición de la vena cava, lactato y criterios clínicos.

Comparison of diagnostic methods for hemodynamic treatment in unborn and pre-term infants using the measurement of vena cava, lactate, and clinical criteria.

Geyson Deley-Muñoz¹, Fabricio González-Andrade,^{*1,2} 

<https://orcid.org/0000-0002-6216-9819>

<https://orcid.org/0000-0002-2091-9095>

1. Colegio Ciencias de la Salud, Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
2. Unidad de Medicina Traslacional, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Resumen

Introducción: no existe un criterio único para evaluar el estado hemodinámico de los recién nacidos y prematuros y las diferentes variables en el grupo de recién nacidos, como la edad gestacional, el peso al nacer y los períodos de nacimiento.

Métodos: Se trata de un estudio observacional descriptivo, transversal, epidemiológico con dos cohortes de pacientes. Los recién nacidos a término y Pretérmino, atendidos en la Unidad de Neonatal del Hospital Pablo Arturo Suárez, participan durante los meses comprendidos entre Noviembre de 2019 a enero de 2020.

Resultados: la medición ecográfica del flujo de la vena cava inferior (FVCI) es útil para el tratamiento de manejo del paciente neonatal hemodinámicamente inestable. La muestra estuvo conformada por 110 recién nacidos atendidos en el servicio de neonatología del Hospital Pablo Arturo Suárez desde noviembre de 2019 a enero de 2020. Quito, Pichincha, Ecuador. Las variables bajo peso al nacer y prematuridad moderada tienen un valor estadísticamente significativo para el uso de inotrópicos. Las demás variables no presentan valor estadísticamente significativo. La frecuencia cardíaca, el gasto urinario, la presión arterial media, el ácido láctico, el llenado capilar, el flujo de la vena cava superior y el flujo de la vena cava inferior tienen valores estadísticamente significativos. Las comparaciones de FVCI y superior (FVCS) con frecuencia cardíaca, gasto urinario, presión arterial media, ácido láctico, llenado capilar tienen un valor estadísticamente significativo, excepto para el llenado capilar > 3 segundos en FVCI. Se utilizó el análisis multivariado de Componentes Principales Categóricos (CATPCA) para caracterizar el estado hemodinámico e inotrópico, que resultaron significativos en el análisis bivariado. Dimensión, uno de los gráficos bidimensionales, discrimina el uso o no de inotrópicos y las categorías de parámetros hemodinámicos TAM <35 mmHg, ácido láctico, llenado capilar, FVCI y FVCS. La dimensión dos discrimina entre las categorías de gasto urinario y FC.

Recibido: 2 Abril 2021
Aceptado: 17 Septiembre 2021
Publicado: 1 de Diciembre de 2021

Membrete bibliográfico:

Deley-Muñoz G, González-Andrade F. Comparación de métodos de diagnóstico para el tratamiento hemodinámico en recién nacidos y prematuros utilizando la medición de la vena cava, lactato y criterios clínicos. Revista Ecuatoriana de Pediatría 2021;22(3):Artículo 18:1-9 doi: <https://doi.org/10.52011/81>

 Copyright Deley-Muñoz G, et al. Este artículo es distribuido bajo los términos de [Licencia de atribución Creative Commons CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), el cual permite el uso y redistribución citando la fuente y al autor original sin fines comerciales.

* Autor para correspondencia.

Conclusión: En recién nacidos a término y prematuros con bajo peso y adecuado peso al nacer con inestabilidad hemodinámica en general, que fueron evaluados con ecografía para medir el flujo de la vena cava, la concordancia entre los criterios clínicos y la valoración ecográfica del flujo fue de 0,4 cm / seg en ambos métodos. Esta situación significa que la medición de los flujos cava venosos por ecografía es útil para evaluar el estado hemodinámico de los pacientes neonatales.

Palabras clave: neonato, hemodinámico, lactato, presión arterial, llenado capilar, frecuencia cardíaca, diuresis horaria, flujo vena cava.

Abstract

Introduction: There is no single criterion available to assess the hemodynamic state of new-born infants and preterm infants and the different variables in the group of newborns, such as gestational age, birth weight, and periods of birth.

Methods: This is an epidemiological, cross-sectional, descriptive observational study with two patient cohorts. Newborn-to-term and preterm neonates assisted at the Neonatal Unit of the Pablo Arturo Suarez Hospital participated during the months between November 2019 to January 2020.

Results: Ultrasound measurement of the vena cava (FVC) flow is useful for the management treatment of hemodynamically unstable neonatal patients. The sample was made up of 110 newborns treated in the Pablo Arturo Suarez Hospital's neonatology service from November 2019 to January 2020. Quito, Pichincha, Ecuador. The variables low birth weight and moderate prematurity have a statistically significant value for inotropic use. The other variables do not present statistically significant values. Heart rate, urinary output, mean blood pressure, lactic acid, capillary filling, upper vena cava flow, and lower vena cava flow had statistically significant values. FVCI and FVCS comparisons with heart rate, urinary output, mean blood pressure, lactic acid, and capillary filling had statistically significant values, except for capillary filling > 3 sec in FVCI. Multivariate analysis of categorical main components (CATPCA) was used to characterize the hemodynamic state and inotropic state, which were significant in the bivariate analysis. Dimension I, one of the two-dimensional graphs, discriminates the use or not of inotropics and the categories of hemodynamic parameters TAM < 35 mmHg, lactic acid, capillary filling, FVCI, and FVCS. Dimension II discriminates between the categories of urinary expenditure and HR.

Conclusion: In term and preterm infants with low weight and adequate birth weight with hemodynamic instability in general, who were evaluated with ultrasonography to measure the flow of the vena cava, the agreement between the clinical criteria and the ultrasound assessment of the flow was 0.4 cm/sec in both methods. This situation means that the measurement of venous cava flows by echosonography is useful for assessing neonatal patients' hemodynamic status.

Keywords: neonate, hemodynamic, lactate, blood pressure, capillary refill, heart rate, hourly diuresis, flow vena cava.

Introducción

El mantenimiento del estado hemodinámico requiere una presión arterial, una resistencia vascular y una perfusión tisular adecuadas [1]. Estas variables están

influenciadas por la edad gestacional, el peso al nacer, la adaptación extrauterina adecuada, los fármacos o la hemodinámica materna adecuada; por lo tanto, especificar la normalidad solo con criterios clínicos es problemático. Se desconoce el rango fisiológico normal de la presión arterial tanto en los bebés

prematuros como en los nacidos a término [2]. La presión arterial es el producto del flujo debido a la resistencia vascular sistémica, y el flujo depende de la precarga, la contractilidad, el volumen sistólico y la poscarga, por lo que la caída de la presión arterial puede ser secundaria a un gasto cardíaco bajo, una resistencia vascular baja o ambos [3, 4].

La vigilancia hemodinámica del recién nacido suele incluir la presión arterial, la producción de orina, la frecuencia cardíaca, el llenado capilar y el ácido láctico, que tienen numerosas limitaciones y son solo variables dependientes de la perfusión tisular [5, 6]. El recién nacido puede presentar diversos problemas hemodinámicos cuya fisiopatología es compleja como variable y, en ocasiones, poco predecible tras la valoración clínica. Por tanto, la interpretación de estos parámetros puede llevar a conclusiones erróneas y a la adopción de estrategias terapéuticas incorrectas en pacientes inestables [7]. La ecocardiografía funcional para la evaluación de los flujos venosos es una técnica de evaluación hemodinámica que se suma al seguimiento regular para orientar al clínico en sus intervenciones terapéuticas en la unidad de cuidados intensivos neonatales [8, 9].

La función de la ecocardiografía en las unidades de cuidados intensivos neonatales estaba destinada a ser realizada por el cardiólogo pediatra y se utilizaba únicamente para el diagnóstico y control de las cardiopatías congénitas. Actualmente, son los neonatólogos los que se han interesado por la evaluación ecocardiográfica de la inestabilidad hemodinámica, dado que se trata de una evaluación dinámica con un método no invasivo, que aporta información complementaria a la clínica y en tiempo real, se vuelve imprescindible para la adecuada y un manejo más adecuado del recién nacido en estado crítico [10-12].

El primer mecanismo compensatorio de la adaptación extrauterina es el aumento del cronotropismo, por inotropismo deficiente por miocardio inmaduro y receptores poco sensibles, por lo que se sostiene el uso de fármacos vasoactivos que ayudan a mantener la precarga y la resistencia vascular periférica; para mantener un gasto cardíaco adecuado acompañado de una producción de orina esperada y sin producción de ácido láctico. En condiciones de inestabilidad hemodinámica, la caída de la resistencia vascular peri-

férica promueve la oliguria, el metabolismo anaeróbico aumenta la producción de ácido láctico, bajando la presión arterial media y prolongando el llenado capilar. Como resultado, estos provocan que la respuesta cronotrópica no compense las necesidades, por lo que se necesitan fármacos vasoactivos para restaurar su función, evento que se puede identificar de inmediato, y responder a su tratamiento midiendo el flujo de la vena cava [13-16].

Población y métodos

Diseño de la investigación

Se trata de un estudio transversal, epidemiológico y observacional de 2 grupos de cohortes.

Ubicación:

Servicio de Neonatología del Hospital Pablo Arturo Suárez, recolección de datos de noviembre de 2019 a enero de 2020

Criterios de inclusión:

Todos los recién nacidos de ambos sexos, a término y pretérmino en el Hospital Pablo Arturo Suárez, con alteración hemodinámica (frecuencia cardíaca mayor de 180 lpm o menor de 100 lpm, llenado capilar más generoso de 3 segundos, diuresis menor de 1ml / kg / h, lactato más significativo que 1 mg / dL, tensión arterial media menor de 35 mm.

Los criterios de exclusión fueron todos los recién nacidos, a término y pretérmino que no nacieron en el Hospital Pablo Arturo Suárez, y pacientes sin alteración hemodinámica.

Los criterios de eliminación eran recién nacidos en la variable datos son recién nacidos incompletos, inconsistentes o inconsistentes cuyas madres no dan su consentimiento para que su hijo sea parte del estudio.

Tamaño del estudio:

110 individuos, 55 a término y 55 prematuros.

Método estadístico:

Los análisis se realizaron con el paquete estadístico IBM SPSS versión 25, se utilizó estadística descriptiva, mediante tablas, que representan las frecuencias absolutas y relativas de las variables cualitativas. En estadística inferencial se realizaron análisis bivariados, para las variables cualitativas donde se compararon

proporciones se utilizó la prueba de Chi-cuadrado; Para las variables cuantitativas se utilizó la prueba t de muestras independientes ya que las variables FVCI y FVCS presentaron distribución normal; Para el análisis multivariado se utilizaron Componentes Principales Categóricos (CATPCA). La significación estadística para comparar proporciones y medias se estableció para un valor de $P < 0.05$.

Resultados

La medición por ultrasonido del flujo de la vena cava (FVC) es útil para tratar al paciente neonatal hemodinámicamente inestable; la muestra estuvo conformada por 110 recién nacidos atendidos en el servicio de neonatología del Hospital Pablo Arturo Suárez en el período noviembre de 2019 a enero de 2020. Quito - Pichincha - Ecuador.

La Tabla 1 muestra que las variables bajo peso al nacer y prematuridad moderada tienen un valor estadísticamente significativo para el uso de inotrópicos. Las demás variables no presentan valor estadísticamente significativo. La Tabla 2 muestra las variables; La frecuencia cardíaca, el gasto urinario, la presión

arterial media, el ácido láctico, el llenado capilar, el flujo de la vena cava superior y el flujo de la vena cava inferior tienen valores estadísticamente significativos. La Tabla 3 muestra que las comparaciones de FVCI y FVCS con frecuencia cardíaca, gasto urinario, presión arterial media, ácido láctico y llenado capilar tienen un valor estadísticamente significativo, excepto para el llenado capilar > 3 segundos FVCI.

La figura 1 muestra que se utilizó el análisis multivariado de Componentes Principales Categóricos (CATPCA) para caracterizar el uso hemodinámico e inotrópico, que resultaron significativos en el análisis bivariado. Dimensión, uno de los gráficos bidimensionales, discrimina el uso o no de inotrópico y las categorías de parámetros hemodinámicos TAM <35 mmHg, ácido láctico, llenado capilar, FVCI y FVCS. La dimensión dos discrimina entre las categorías de gasto urinario y FC. En los cuadrantes II y III se observó que el uso de inotrópicos se asocia con FVCI <0.40, FVCS <0.40, TAM <35 mmHg, ácido láctico > 1 mmol / L y llenado capilar > 3 s; mientras que en el cuadrante I, la no utilización de inotrópicos se relaciona con FVCI > 0.40, FVCS > 0.40, en ausencia de TAM <35 mmHg y ácido láctico <1 mmol / L.

Tabla 1 Distribución de las características de los neonatos sobre el uso o no de inotrópicos

.Características del neonato	Total	Uso de inotrópicos		P
		Si	No	
Sexo(n (%)) ^{1/}				
Hombre	52 (47.27)	35 (67.31)	17 (32.69)	
Mujer	58 (52.73)	33 (56.90)	25 (43.10)	0.262
Edad gestacional (media (DE)) ^{2/}	37 (2)	36 (3)	37 (2)	0.272
Peso al nacer (media (DE)) ^{2/} gr	2.452 (509)	2.377 (510)	2.575 (488)	0.047**
Bajo peso al nacer (n (%)) ^{1/}				
Si	65 (59.09)	42 (64.62)	23 (35.38)	
No	45 (40.91)	26 (57.78)	19 (42.22)	0.468
Pretérmino (n (%)) ^{1/}				
Si	58 (52.73)	38 (65.52)	20 (34.48)	
No	52 (47.27)	30 (57.69)	22 (42.31)	0.399
Categoría pretérmino (n (%)) ^{1/}				
Leve	31 (53.45)	16 (51.61)	15 (48.39)	
Moderado	27 (46.55)	22 (81.48)	5 (18.52)	0.017*
Cambios hemodinámicos maternos (n (%)) ^{1/}				
Si	71 (65.14)	48 (67.61)	23 (32.39)	
No	38 (34.86)	19 (50.00)	19 (50.00)	0.072

Nota: DE = Desviación estándar; 1 / basado en la prueba de homogeneidad estadística de chi-cuadrado * diferencias significativas en la proporción de uso de inotrópicos valor $P < 0.05$; 2 / basado en la prueba t de muestras independientes. ** diferencias significativas en las medias entre el uso o no de inotrópicos valor $P < 0.05$

Tabla 2. Distribución de las características del estado hemodinámico de los neonatos con respecto al uso o no de inotrópicos

Características del estado hemodinámico	Total	Uso de Inotrópicos		P
		Si	No	
Frecuencia cardíaca(n (%)) ^{1/}				
>180	86 (82.69)	48 (55.81)	38 (44.19)	<0.0001*
<100	18 (17.31)	18 (100.00)	0 (0.00)	
Gastourinario (n (%)) ^{1/}				
>1ml/kg/h	96 (87.27)	54 (56.25)	42 (43.75)	<0.0001*
<1ml/kg/h	14 (12.73)	14 (100.00)	0 (0.00)	
Presión arterial media < 35 mmHg (n (%)) ^{1/}				
Si	65 (59.09)	60 (92.31)	5 (7.69)	<0.0001*
No	45 (40.91)	8 (17.78)	37 (82.22)	
Ácido láctico (n (%)) ^{1/}				
<1 mmol/L	21 (19.44)	5 (23.81)	16 (76.19)	<0.0001*
>1 mmol/L	87 (80.56)	63 (72.41)	24 (27.59)	
Llenado capilar >3seg (n (%)) ^{1/}				
Si	44 (40.00)	34 (77.27)	10 (22.73)	0.006*
No	66 (60.00)	34 (51.52)	32 (48.48)	
FVCI (media (DE)) ^{2/}	0.35 (0.14)	0.27 (0.09)	0.46 (0.13)	<0.0001**
FVCS (media (DE)) ^{2/}	0.37 (0.17)	0.31 (0.14)	0.48 (0.17)	<0.0001**
FVCI (n (%)) ^{1/}				
<0.40	66 (60.00)	57 (86.36)	9 (13.64)	<0.0001*
≥0.40	44 (40.00)	11 (25.00)	33 (75.00)	
FVCS (n (%)) ^{1/}				
<0.40	58 (52.73)	50 (86.21)	8 (13.79)	<0.0001*
≥0.40	52 (47.27)	18 (34.62)	34 (65.38)	

Nota: DE = Desviación estándar; 1 / basado en la prueba de homogeneidad estadística de chi-cuadrado * diferencias significativas en la proporción de uso de inotrópicos valor p < 0,05; 2 / basado en la prueba t de muestras independientes. ** diferencias significativas en las medias entre el uso o no de valor p inotrópico < 0,05. FVCI: flujo de la vena cava inferior. FVCS: flujo de vena cava superior

Tabla 3. Comparación de FVCI y FVCS sobre las características del estado hemodinámico.

Características del estado hemodinámico	FVCI		FVCS	
	Media (DE)	P	Media (DE)	P
Frecuencia cardíaca(n (%))				
>180	0.36 (0.15)	<0.0001*	0.39 (0.17)	0.009*
<100	0.26 (0.07)		0.28 (0.14)	
Gasto urinario (n (%))				
>1ml/kg/h	0.36 (0.15)	<0.0001*	0.38 (0.17)	0.024*
<1ml/kg/h	0.26 (0.07)		0.30 (0.11)	
Presión arterial media < 35 mmHg (n (%))				
Si	0.28 (0.11)	<0.0001*	0.31 (0.14)	<0.0001*
No	0.43 (0.14)		0.46 (0.17)	
Ácido láctico (n (%))				
<1 mmol/L	0.41 (0.14)	0.011*	0.47 (0.17)	0.003*
>1 mmol/L	0.32 (0.14)		0.34 (0.16)	
Llenado capilar >3seg (n (%))				
Si	0.31 (0.15)	0.054	0.32 (0.17)	0.008*
No	0.36 (0.14)		0.41 (0.16)	

Nota DE = Desviación estándar; basado en la prueba t de muestras independientes. ** Diferencias significativas en las medias de FVCI o FVCS p-value < 0,05. FVCI: flujo de la vena cava inferior. FVCS: flujo de vena cava superior.

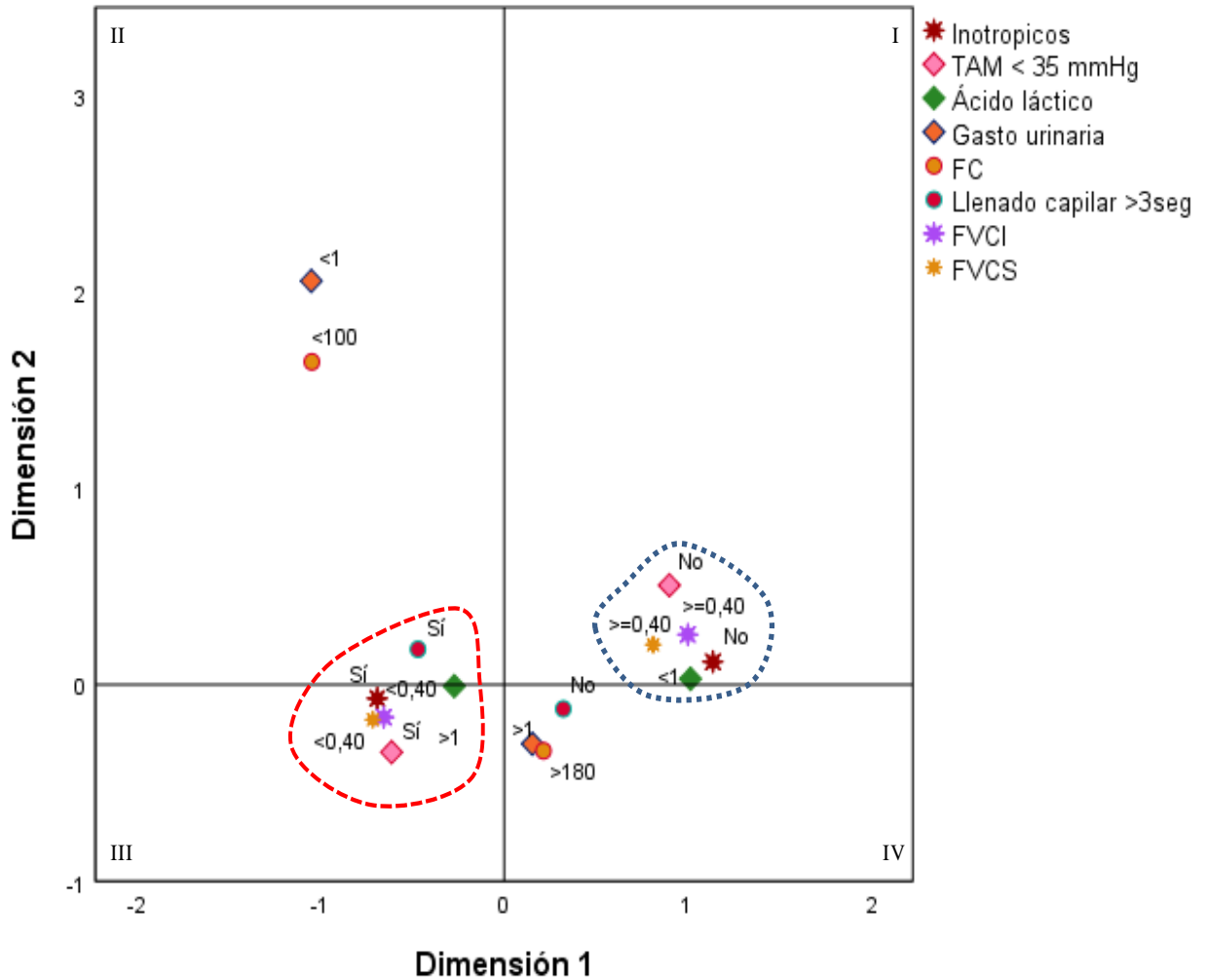


Fig. 1 Relación multivariante de los parámetros del estado hemodinámico y uso de inotrópicos.

Nota: Basado en el análisis multivariado de Componentes Principales Categóricos (CATPCA). FVCI: flujo de la vena cava inferior. FVCS: flujo de vena cava superior

Discusión

Sobre las características de los neonatos se encontró que el peso bajo al nacimiento tuvo un valor estadísticamente significativo para el uso de inotrópicos, esto se explica por la transición de la circulación fetal a la neonatal que es mas lenta y se asocia con modificaciones circulatorias al transferir el intercambio gaseoso de la placenta a los pulmones junto con desarrollo morfológico de los betarreceptores lento [4, 5]. El desarrollo fetal

cardiaco no presenta diferencias entre el sexo, por lo que se produce una adaptación neonatal por igual. Sin embargo a mayor edad se sabe que la testosterona tiene mayor efecto hipertrófico desarrollando arterias de mayor calibre mientras que la progesterona y los estrógenos tienen mayor efecto hiperplásico [6, 7].

La edad gestacional es directamente proporcional a la función cardiaca y una lenta adaptación a la transición, gasto cardiaco bajo son debidos la baja resistencia vascular periférica [8].

Sobre las características del estado hemodinámico y el uso de inotrópicos, el aumento del cronotropismo es el primer mecanismo compensatorio debido a un inotropismo escaso por un miocardio inmaduro y un receptor poco sensible dando a notar la necesidad de inotrópicos [9]. El gasto cardiaco adecuado asegura un gasto urinario adecuado pero en condiciones de shock la caída de la resistencia vascular periféricas promueven la oliguria al no mantener una adecuada perfusión de las arterias renales necesitando drogas vasoactivas para restablecer su función. La resistencia vascular pulmonar alta en el periodo neonatal cae en condiciones de adaptación óptima permitiendo al ventrículo izquierdo su normofunción, pero en cualquier alteración hemodinámica su persistencia promueve la disminución de la presión arterial media mediada por pobre respuesta al oxígeno, prostaglandinas y cambios en el endotelio vascular dejando en claro el requerimiento de inotrópicos [10, 11].

El ácido láctico al ser un marcador bioquímico del metabolismo anaerobio es indicador de hipoxia citopática atribuida a la pobre respuesta de la función miocárdica traducida en una presión arterial media baja [12, 13]. El llenado capilar como indicador de la perfusión distal controlado por el endotelio vascular y la resistencia vascular periférica denota de forma indirecta alteración hemodinámica para justificar el uso de inotrópicos [14, 15]. La precarga es directamente proporcional al volumen sistólico proyectando el gasto cardiaco adecuado, ecográficamente la medición Doppler de la velocidad o flujo a través de las venas cavas nos indica una hidrodinámica adecuada tendiendo como resultado la valoración directa y dinámica del estado hemodinámico aporte fundamental para el uso de inotrópicos [16, 17].

Sobre las características del estado hemodinámico y su comparación con los flujos de las venas cavas, la taquicardia tiene relación debido a una actividad parasimpática y betadrenergica aumentada como compensación, la misma que al aumentar el volumen minuto aumenta la precarga y por consiguiente se traduce en el flujo de venas cavas alterado [18]. El pinzamiento umbilical produce un aumento en el flujo sanguíneo renal debido a la disminución de la resistencia vascular renal y al aumento de la presión

arterial sistémica favoreciendo la filtración glomerular, si la transición por alguna alteración hemodinámica no es adecuada el gasto urinario baja y al no aumentar la presión sistémica los flujos de cavas también se ven alterados [18, 19].

El aumento del ácido láctico por el metabolismo anaerobio por el estado de hipoxia se traduce en vasodilatación con la consiguiente baja de presión arterial media que también altera el flujo de las venas cavas. El flujo de las venas cavas está controlado por una adecuada precarga y resistencias vasculares periféricas, si la perfusión titular baja y con ello se prolonga el llenado capilar por producción inadecuada de óxido nítrico endotelial de el flujo de cavas también se ve afectado [9].

Sobre el análisis multivariante de parámetros del estado hemodinámico y el uso de inotrópico, la ausencia de: TAM menor de 35 mmHG, ácido láctico mayor a 1mmol/L, llenado capilar mayor a 3 segundos y alteración de FVC discrimina el uso de inotrópicos debido a que los mecanismos compensatorios dados por el sistema nervioso autónomo, cronotropismo, endotelio vascular y resistencias vasculares periféricas mantienen una homeostasis permitiendo que el flujo de venas cavas se altere [2, 18-20].

Conclusiones

En los recién nacidos a término y pretérmino con peso bajo y peso adecuado al nacimiento con inestabilidad hemodinámica en general, que fueron evaluados con ultrasonografía para medir el flujo de las venas cavas, la concordancia entre los criterios clínicos y la valoración con ecografía del flujo fue de 0,4 mm/seg en ambos métodos. Esto significa que la medición de los flujos de venas cavas por ecosonografía es útil para la valoración del estado hemodinámico de los pacientes neonatos.

Abreviaturas

FVC: flujo de la vena cava inferior. FVCS: flujo de vena cava superior.

Información suplementaria

No se declara materiales suplementarios.

Agradecimientos

Se reconoce y agradece a las autoridades del Hospital Pablo Arturo Suárez que facilitaron la realización del estudio.

Contribuciones de los autores

Geyson Deley-Muñoz: Conceptualización, Conservación de datos, Adquisición de fondos, Investigación, Recursos, Software, Redacción - borrador original, Escritura: revisión y edición.
Fabricio González-Andrade: Metodología, Análisis formal, Administración de proyecto, Supervisión, Validación, Visualización.

Financiamiento

Los autores financiaron los gastos incurridos en la producción de esta investigación.

Disponibilidad de datos y materiales

Los conjuntos de datos generados y / o analizados durante el estudio actual no están disponibles públicamente debido a la confidencialidad de los participantes, pero están disponibles a través del autor de correspondencia bajo una solicitud académica razonable.

Declaraciones

Aprobación de comité de ética y consentimiento para participar

Este trabajo respeta todos los criterios bioéticos y cuenta con la aprobación del Comité de Ética de investigación en Seres Humanos (CEISH)-de la Universidad San Francisco de Quito.

Consentimiento de publicación

No se aplica para estudios que no publiquen imágenes de resonancias/tomografías/Rx o fotografías de examen físico.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Información de los autores

1. Geyson Deley-Muñoz, Médico por la Universidad Cristiana Latinoamericana (Ecuador, 2007). Especialista en Pediatría por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Ecuador, 2013). Especialista en Neonatología por la Universidad San Francisco de Quito (Ecuador, 2020). <https://orcid.org/0000-0002-6216-9819>

2 Fabricio González-Andrade Doctor in Medicine and Surgery (MD) from the Universidad Central del Ecuador (2005), Specialist in Genetics from the University of Zaragoza (2006), Doctor [PhD] from the University of Zaragoza in the program of Anatomy, Pathology, Forensic and Legal Medicine and Toxicology (2012), Specialist in Internal Medicine from the Universidad de Guayaquil (2014). Email: fabriciogonzalez@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2091-9095>.

Referencias

1. Waal K, Kluckow M. Functional echocardiography; from physiology to treatment. *Early Hum Dev.* 2010;86(3):149–154. doi:[10.1016/j.earhumdev.2010.01.030](https://doi.org/10.1016/j.earhumdev.2010.01.030)
2. El-Khuffash AF, McNamara PJ. Neonatologist-performed functional echocardiography in the neonatal intensive care unit. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2011;16(1):50–60. doi:[10.1016/j.siny.2010.05.001](https://doi.org/10.1016/j.siny.2010.05.001)
3. Evans N, Gournay V, Cabanas F, et al. Point-of-care ultrasound in the neonatal intensive care unit: international perspectives. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2011;16(1):61–68. doi:[10.1016/j.siny.2010.06.005](https://doi.org/10.1016/j.siny.2010.06.005)
4. Moss S, Kitchiner DJ, Yoxall CW, Subhedar NV. Evaluation of echocardiography on the neonatal unit. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2003;88(4):F287–F291. doi:[10.1136/fn.88.4.f287](https://doi.org/10.1136/fn.88.4.f287)
5. Sehgal A, Mehta S, Evans N, McNamara PJ. Cardiac sonography by the neonatologist: clinical usefulness and educational perspective. *J Ultrasound Med.* 2014;33(8):1401–1406. doi:[10.7863/ultra.33.8.1401](https://doi.org/10.7863/ultra.33.8.1401)
6. Finan E, Sehgal A, Khuffash AE, McNamara PJ. Targeted neonatal echocardiography services: the need for standardized training and quality assurance. *J Ultrasound Med.* 2014;33(10):1833–1841. doi:[10.7863/ultra.33.10.1833](https://doi.org/10.7863/ultra.33.10.1833)
7. Lopez L, Colan SD, Frommelt PC, et al. Recommendations for quantification methods during the performance of a pediatric echocardiogram: a report from the Pediatric Measurements Writing Group of the American Society of Echocardiography Pediatric and Congenital Heart Disease Council. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23(5):465–577. doi:[10.1016/j.echo.2010.03.019](https://doi.org/10.1016/j.echo.2010.03.019)
8. Mertens L, Seri I, Marek J, et al. Targeted Neonatal Echocardiography in the Neonatal Intensive Care Unit: practice guidelines and recommendations for training. Writing Group of the American Society of Echocardiography (ASE) in collaboration with the European Association of Echocardiography (EAE) and the Association for European Pediatric Cardiologists (AEPC). *J Am Soc Echocardiogr.* 2011;24(10):1057–1078. doi:[10.1016/j.echo.2011.07.014](https://doi.org/10.1016/j.echo.2011.07.014)
9. Evans N, Kluckow M. Neonatology concerns about the TNE consensus statement. *J Am Soc Echocardiogr.* 2012;25(2):242–243. doi:[10.1016/j.echo.2011.11.006](https://doi.org/10.1016/j.echo.2011.11.006)
10. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1(8476):307–310.
11. El-Khuffash A, Herbozo C, Jain A, Lapointe A, McNamara PJ. Targeted neonatal echocardiography (TnECHO) service in a Canadian neonatal intensive care unit: a 4-year experience. *J Perinatol.* 2013;33(9):687–690. doi:[10.1038/jp.2013.42](https://doi.org/10.1038/jp.2013.42)
12. Corredera A, Rodríguez MJ, Arévalo P, Llorente B, Moro M, Arruza L. Ecocardiografía funcional en cuidados intensivos neonatales: experiencia en una unidad española a lo largo de un año [Functional echocardiography in neonatal intensive care: 1 year experience in a unit in Spain]. *An Pediatr (Barc).* 2014;81(3):167–173. doi:[10.1016/j.anpedi.2013.11.026](https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2013.11.026)
13. O'Rourke DJ, El-Khuffash A, Moody C, Walsh K, Molloy EJ. Patent ductus arteriosus evaluation by serial echocardiography in preterm infants. *Acta Paediatr.* 2008;97(5):574–578. doi:[10.1111/j.1651-2227.2008.00745.x](https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2008.00745.x)
14. Australasian Society for Ultrasound in Medicine. CCPU in neonatal ultrasound. Available from https://www.asum.com.au/files/public/SoP/Current/Paediatrics_an_d_Neo-Natal/Proficiency-and-Appropriate-Use-Statement-for-Neonatal-Ultrasound-G1.pdf. [cited April 18, 2019]

15. Lai WW, Geva T, Shirali GS, et al. Guidelines and standards for performance of a pediatric echocardiogram: a report from the Task Force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006;19(12):1413–1430. doi:[10.1016/j.echo.2006.09.001](https://doi.org/10.1016/j.echo.2006.09.001)
16. Critchley LA, Critchley JA. A meta-analysis of studies using bias and precision statistics to compare cardiac output measurement techniques. *J Clin Monit Comput.* 1999;15(2):85–91. doi:[10.1023/a:1009982611386](https://doi.org/10.1023/a:1009982611386)
17. Chew MS, Poelaert J. Accuracy and repeatability of pediatric cardiac output measurement using Doppler: a 20-year review of the literature. *Intensive Care Med.* 2003;29(11):1889–1894. doi:[10.1007/s00134-003-1967-9](https://doi.org/10.1007/s00134-003-1967-9)
18. Clark SJ, Yoxall CW, Subhedar NV. Measurement of right ventricular volume in healthy term and preterm neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2002;87(2):F89–F94. doi:[10.1136/fn.87.2.f89](https://doi.org/10.1136/fn.87.2.f89)
19. Waal K, Kluckow M, Evans N. Weight corrected percentiles for blood vessel diameters used in flow measurements in preterm infants. *Early Hum Dev.* 2013;89(12):939–942. doi:[10.1016/j.earlhumdev.2013.09.017](https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2013.09.017)
20. Whitehall J. Echocardiography by a neonatologist. *Arch Dis Child.* 1999;80(6):580–581. doi:[10.1136/adc.80.6.e579](https://doi.org/10.1136/adc.80.6.e579)

DOI: Digital Object Identifier PMID: PubMed Identifier SU: Short URL

Nota del Editor

La Revista Ecuatoriana de Pediatría permanece neutral con respecto a los reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.
