



# Pediatría

<http://www.revistapediatria.org/>  
DOI: <https://doi.org/10.14295/rp.v54i4.316>



## Originales

# Hallazgos clínicos asociados a un resultado ecocardiográfico normal en recién nacidos hospitalizado en un centro a gran altitud

Pablo Vásquez-Hoyos<sup>a</sup>, Angie Marcela Quintero-Villamizar<sup>b</sup>, Sayda Mercedes Tapias-Devia<sup>b</sup>, Erika Fernanda Merchán-Pinto<sup>b</sup>, Henry Jose Quintero-Buitrago<sup>b</sup>, Bladimir Marín-Montoya<sup>a</sup>, Paula Daniela Galindo-Lopez<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Sociedad de Cirugía de Bogotá Hospital de San José, Bogotá, Colombia.

<sup>b</sup> Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá, Colombia.

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido: 06 septiembre 2021

Aceptado: 9 octubre 2021

#### Editor invitado

Alvaro León Jácome Orozco

#### Palabras clave:

Cardiopatías Congénitas

Cardiopatías

Recién Nacido

Ecocardiografía

Altitud

### R E S U M E N

**Introducción:** Los defectos congénitos cardíacos se presentan entre 4 a 10 por cada 1000 nacidos vivos y representan cerca del 10 % de las muertes. En la actualidad son pocos los hallazgos clínicos que sugieren un ecocardiograma anormal poco lo que se recurre a pruebas de tamizaje como la pulsioximetría, pero existen dudas sobre su precisión en ciudades de gran altitud. **Objetivo:** Determinar la relación entre los hallazgos clínicos de recién nacidos hospitalizados en una unidad a gran altitud y sus hallazgos ecocardiográficos. **Métodos:** Estudio histórico transversal. Pacientes menores de 28 días de vida a quienes se les realizó un ecocardiograma como parte del abordaje diagnóstico, entre mayo del 2017 a enero del 2020. Se compararon las variables clínicas y paraclínicas con la presencia o no de hallazgos anormales ecocardiográficos mediante análisis bivariado y multivariado por regresión logística. **Resultados:** Se incluyeron 849 pacientes con medianas de edad de 4 días y 36 semanas de edad gestacional. Cinco recién nacidos (0.6 %) tuvieron una cardiopatía con defectos críticos, 25.2 % presentaron defectos no críticos (74.9 % presentó ductus arterioso persistente mayor de 2mm, 13.2 % comunicación interauricular mayor de 5 mm y 11.7 % hipertensión pulmonar) y en el 74.4 % fue normal. Al realizar el modelo multivariado, tener  $\leq 7$  días de vida (OR 2.1 [IC-95 % 1.22-3.34]),  $FiO_2 > 35$  % (OR 2.02 [IC-95 % 1.42-2.86]), soplo cardíaco (OR 3.34 [IC-95 % 2.01-5.57]), malformación asociada (OR 2.35 [IC-95 % 1.54-3.58]), dificultades alimentación (OR 1.57 [IC-95 % 1.07-2.31]) y radiografía anormal (OR 1.54 [IC-95 % 1.04-2.31]), se comportaron como factores asociados de forma independiente para la presencia de un ecocardiograma anormal. **Conclusiones:** Este estudio detectó algunos hallazgos asociados a la presencia de ecocardiogramas normales que podría ayudar a crear un modelo predictivo para pacientes a gran altitud para mejorar el rendimiento de las pruebas de tamizaje desarrolladas a nivel del mar.

\*Autor para correspondencia. Angie Marcela Quintero Villamizar  
Correo electrónico: [amquinterov@fucs.salud.edu.co](mailto:amquinterov@fucs.salud.edu.co)

## Clinical findings associated with normal echocardiographic results in newborns hospitalized in a high-altitude center

### A B S T R A C T

**Introduction:** Congenital heart defects occur in 4 to 10 per 1000 live births and represent about 10 % of infant deaths. Currently, few clinical findings suggest an abnormal echocardiogram, so screening tests such as pulse oximetry are used, but there are doubts about their accuracy in high-altitude cities. **Objective:** To determine the relationship between the clinical findings of newborns hospitalized in a high-altitude unit and their echocardiographic findings. **Methods:** Cross-sectional historical study. Patients under 28 days of age underwent an echocardiogram as part of the diagnostic approach between May 2017 and January 2020. Clinical variables were compared with echocardiographic findings using bivariate and logistic regression. **Results:** 849 patients with a median age of 4 days and 36 weeks of gestational age were included. Five newborns (0.6 %) showed heart disease with critical defects, 25.2 % had non-critical defects (74.9 % had patent ductus arteriosus greater than 2mm, 13.2 % atrial septal defect greater than 5mm, and 11.7 % pulmonary hypertension), and in 74.4 % it was normal. When performing the multivariate model, having  $\leq 7$  days of life (OR 2.1, 95 % CI [1.22-3.34]),  $\text{FiO}_2 > 35$  % (OR 2.02, 95 % CI [1.42-2.86]), heart murmur (OR 3.34, 95 % CI [2.01-5.57]), associated malformation (OR 2.35 95 % CI [1.54-3.58]), feeding difficulties (OR 1.57, 95 % CI [1.07-2.31]) and abnormal chest X-ray (OR 1.54, 95 % CI [1.04-2.31]), behaved as independently associated factors for the presence of an abnormal echocardiogram. **Conclusions:** This study detected some findings associated with normal echocardiograms that could help create a predictive model for patients at high altitudes to improve the performance of screening tests developed at sea level.

#### Keywords:

Heart Defects  
Congenital.  
Heart Diseases  
Infant  
Newborn  
Echocardiography  
Altitude

## Introducción

Los defectos congénitos del corazón (CHD) constituyen el grupo más común de malformaciones congénitas, con una incidencia de 4 a 10 por cada 1 000 nacidos vivos. De las muertes infantiles el 10 % es atribuido a cardiopatías (1). El diagnóstico es un reto principalmente por la situación circulatoria transicional a la que están expuestos los pacientes en el momento del nacimiento que puede llevar al enmascaramiento de algunas patologías cardíacas (2).

La detección tardía de las cardiopatías congénitas críticas (CCC) puede resultar en una morbilidad o mortalidad significativa. Entre los cuales, se encuentra su asociación con retraso del desarrollo neurológico, por lo que, el reconocimiento temprano e identificación oportuna es crucial (3).

El ecocardiograma nos ayuda a determinar la estructura y función cardíaca. Este estudio debe comprender una evaluación integral de la anatomía y la función cardíaca por lo que su interpretación está limitada a cardiólogos pediatras o neonatólogos con entrenamiento y requiere ser realizado dentro de un marco de tiempo razonable (4), lo que genera altos costos.

Actualmente se propone como tamización de las cardiopatías congénitas a la oximetría de pulso con el algoritmo de la Academia Americana de pediatría (AAP). Sin embargo, aún hay dudas sobre su precisión en diferentes escenarios. Oster y colaboradores han identificado problemas principalmente por la altitud, donde las saturaciones de oxígeno monitoreadas por oximetría de pulso son más bajas en los bebés nacidos en grandes altitudes y la saturación media de oxígeno disminuye a medida que aumenta la altitud (5).

Esto se debe a que a gran altitud la hipoxia es común por la caída de la presión atmosférica que disminuye la presión parcial del oxígeno inspirado y, por lo tanto, la presión de conducción para el intercambio de gases en los pulmones (6). En Bogotá D.C., al ser una ciudad ubicada a 2 600 metros sobre el nivel del mar (gran altitud), el algoritmo de la AAP con la oximetría de pulso puede sobreestimar los casos de estudios de recién nacidos sanos.

Estas dificultades de tamizaje y de parámetros estandarizados para grandes altitudes han llevado a que se realice con mayor frecuencia ecocardiogramas en las unidades de cuidado intensivo neonatal, produciendo un aumento en el costo. Es importante determinar si existen otros hallazgos clínicos que permitan generar estrategias de tamizaje que reduzcan el número de ecocardiogramas normales a gran altitud. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio consiste en determinar factores clínicos asociados a hallazgos ecocardiográficos normales en una cohorte de recién nacidos que se encuentran en una unidad neonatal de una ciudad a gran altitud.

## Métodos

Se realizó un estudio trasversal de recolección histórica. La totalidad de los casos se tamizaron utilizando la base de datos de ecocardiogramas del servicio de cardiología pediátrica y se recogieron aquellos realizados en la unidad de recién nacidos del servicio de pediatría de la Sociedad de Cirugía de Bogotá Hospital de San José, entre los años 2017 a 2020. Este es un Hospital general universitario de carácter privado. Cuenta con una unidad materno fetal especializada con una gran afluencia

de casos con defectos congénitos. Se incluyó todo paciente menor de 28 días a quien, a solicitud de su médico tratante, se le realizó un ecocardiograma como parte de su abordaje diagnóstico. Se excluyeron los pacientes con diagnóstico prenatal de cardiopatía y los registros clínicos incompletos.

Se realizó un muestreo no probabilístico consecutivo por conveniencia hasta completar el tamaño de la muestra. El cálculo de la muestra se realizó utilizando el concepto de eventos de interés por variable, propuesto por Feeman (7), en este caso las cardiopatías y 9 variables independientes en el modelo de regresión. La fórmula sugiere contar con 10 eventos por cada covariable más 1, para este caso serán 100 eventos. Se calculó un tamaño de muestra de 833 participantes, esperando hallar un 12 % de cardiopatías (Según reportes del servicio entre enero a abril del 2018).

A partir de los registros clínicos se tomaron para el análisis variables demográficas (edad, sexo, edad gestacional), antecedentes clínicos de la madre y de los familiares, signos vitales (frecuencia cardiaca (FC), frecuencia respiratoria (FR), oximetría de pulso) y hallazgos clínicos (presencia de soplo, escala de Silverman, anomalías de pulso, choque, fracción inspirada de oxígeno ( $FiO_2$ ), malformaciones asociadas, dificultad en la alimentación, presencia de episodio breve resuelto inexplicado (BRUE: Brief, Resolved, Unexplained Event), imagenológico (cardiomegalias, neumotórax, opacidades) y tipo de soporte respiratorio utilizado.

Se clasificaron los hallazgos ecocardiográficos como, cardiopatías congénitas críticas (CCC) a las cardiopatías que

requirieron tratamiento inmediato al nacimiento, ya que las CCC impactan directamente en la mortalidad y morbilidad. A las cardiopatías congénitas no críticas a aquellas con defectos cardíacos que no requieren manejo inmediato y variantes normales, como lo son el foramen oval permeable (FOP), la comunicación interauricular (CIA) menor de 5 mm y el ductus arterioso persistente (DAP) menor de 2 mm que podrían tener cierre en los primeros años de vida.

Las variables cualitativas se presentan como frecuencias y porcentajes. Las variables cuantitativas, al demostrar que no presentaron distribuciones normales (Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk), se expresaron con medianas y percentiles intercuartiles (p25, p75). El análisis de los factores asociados se efectuó mediante regresión logística simple, se presentan en *odds ratio* (OR), con sus intervalos de confianza del 95 %. Con las variables sugestivas de asociación se construyó un modelo multivariado. El análisis de los datos fue realizado en el software estadístico Stata v13.1®.

Este estudio sin riesgo fue avalado por el Comité de Ética en Investigación con Seres Humanos del Hospital Universitario San José.

## Resultados

Se revisaron 2 050 ecocardiogramas, de estos se incluyeron 849 pacientes para el análisis, de los cuales el 42.5 % eran de sexo femenino. La mediana de edad fue de 4 días (p25: 3 días, p75:

**Tabla 1.** Hallazgos clínicos relevantes al momento del nacimiento

Variable	n	%
<i>Edad gestacional al nacimiento</i>		
Prematuros extremos ( $\leq 28$ s)	22	2.9 %
Muy prematuros (29 a 32 s)	158	18.6 %
Prematuros tardíos (33 a 36 s)	357	42.1 %
A término ( $\geq 37$ s)	312	36.8 %
<i>Peso al nacimiento</i>		
Extremado bajo peso ( $\leq 1000$ gr)	33	3.9 %
Muy bajo peso (1001-1500 gr)	131	15.4 %
Bajo peso (1501 a 2500 gr)	407	47.9 %
Peso adecuado ( $\geq 2500$ gr)	278	32.7 %
<i>Adaptación neonatal</i>		
Conducida con CPAP o VPP	234	28.1 %
Espontánea	457	54.8 %
Reanimación Avanzada	143	17.2 %
<i>Prueba de Silverman y Anderson</i>		
Leve	100	15.6 %
Moderado	100	15.6 %
Severa	61	9.5 %
Sin dificultad	382	59.4 %

7 días) en el momento de la toma del ecocardiograma. La mediana de edad gestacional al nacer fue de 36 semanas (p25: 33 semanas, p75: 37 semanas), y la de peso al nacer fue de 2 130 gr. (p25: 1.670 gr., p75 2.760 gr.).

El 1.3 % (10 casos) de los recién nacidos presentaban un antecedente familiar de cardiopatía. Al nacimiento el 54.8 % presentaron una adaptación neonatal espontánea y sólo el 17.1 % requirieron reanimación avanzada. Los pacientes que presentaron dificultad respiratoria fueron clasificados por la escala de Silverman, el 9.5 % se clasificó como casos severos (Tabla 1). En cuanto a malformaciones asociadas, el 10.8 % presentó una malformación mayor y el 4.4 % una menor. En 21 casos se hizo un diagnóstico de BRUE.

La mediana de la frecuencia cardíaca máxima fue de 153 (p25: 145, p75: 163), de frecuencia cardíaca mínima de 126 (p25: 117, p75: 135) y de frecuencia respiratoria máxima de 52 (p25: 50, p75: 57). La mediana de  $FiO_2$  al momento de  $SpO_2$  mínima fue de 0.3 (p25: 0.24, p75: -0.4) y relación de 333 (p25: 225, p75: 377).

En 59 casos (6.9%) se tomaron los datos pre y post ductales en la unidad, con una mediana de oximetría preductal de 94 % (p25: 91 %, p75: 96 %) y posductal de 90 % (p25: 86 %, p75: 93 %) y una diferencia mediana pre- post ductal de 3 % (p25: 1 %, 75: 5 %). En el 9.3 % se documentó un soplo cardíaco, mientras que el 3 % presentó apneas. En 4 recién nacidos (0.4%) se evidenció anomalías en el pulso, 12 casos (1.4 %) presentaron signos clínicos de choque y en el 23.2 % se documentaron dificultades para la alimentación.

En imágenes radiológicas, el 20 % presentó alguna alteración, de las cuales la cardiomegalia se observó en el 10.8 % de las anomalías radiológicas, mientras que las opacidades mixtas fueron el hallazgo más frecuente en 142 casos (97.7 %).

El ecocardiograma fue solicitado en hospitalizados en la estancia básica, en el 34.4 % de los casos, en estancia intermedia en el 28.8 % y en estancia intensiva en el 32.6 %. En cinco recién nacidos (0.6 %) se encontró una cardiopatía con defectos críticos, 25.2 % presentaron defectos no críticos y en el 74.4 % no se encontraron signos de cardiopatía. Del total de cardiopatías, 74.9 % presentó DAP mayor de 2 mm, 13.2 % con CIA mayor de 5 mm y 11.7 % con hipertensión pulmonar.

Dentro de las CCC, se presentó un caso con atresia tricúspideas con vasos normo relacionados y comunicación interventricular (CIV) restrictiva. Este caso presentó FC normales, un cuadro de dificultad respiratoria clasificada como Silverman leve, con una FR promedio de 40, sin anomalías radiológicas,  $SpO_2$  mínima de 94 con  $FiO_2$  de 0.35 (de 268). El segundo caso de CCC, correspondió a una estenosis valvular pulmonar severa con FC máxima de 185, cuadro respiratorio por Silverman severo, FR máxima de 71 y promedio 66, sin hallazgos radiográficos de anormalidad y una  $SpO_2$  mínima de 86 con  $FiO_2$  de 0.70 (de 123).

El tercer caso de CCC fue un paciente con corazón izquierdo hipoplásico, sin dificultad respiratoria, FC máxima 149, mínima de 122, FR de 60 y promedio de 54, con opacidades mixtas radiológicas, sin cardiomegalia,  $SpO_2$  mínima de 89 con  $FiO_2$  de 0.5. (de 178). El cuarto caso tenía una transposición de grandes vasos, con FC máxima de 168, mínima de 124, sin dificultad respiratoria, FR máxima de 72, promedio de 50, con evidencia de cardiomegalia en la radiografía y una  $SpO_2$  preductal de 94 y postductal de 88,  $SpO_2$  mínima de 86 y  $FiO_2$  de 0.4 (de 215).

El último paciente con CCC consistió en un paciente con coartación aórtica severa. Tenía FC máxima de 166, FC mínima de 142, cuadro de dificultad respiratoria leve por Silverman, con FR máxima de 76, promedio de 56 y con evidencia de cardiomegalia en la radiografía, una  $SpO_2$  mínima de 90 con  $FiO_2$  de 0.6 (de 150) y se documentó dificultad para la alimentación. Ninguno de estos pacientes presentó apneas, pulsos anormales o clínica de choque.

Dentro de las cardiopatías no críticas, se encontraron en su mayoría DAP mayores de 2 mm en 164 pacientes (19.3 % de todos los casos), es decir, el 74.9 % de las cardiopatías. La CIA mayor a 5 mm representó el 3.4 % de todos los casos (13.2 % de las cardiopatías) y la CIV el 2.9 % (11.5 % de las cardiopatías). Otras cardiopatías no críticas fueron la estenosis de la rama pulmonar (3 sujetos), hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo (2 sujetos), insuficiencia en la válvula mitral (2 sujetos) y un único caso de, aorta bicúspide, canal atrio ventricular completo y miocardiopatía hipertrófica (Tabla 3).

### Análisis comparativo

Se realizó un análisis de los factores descritos y su relación con la presencia de cardiopatía. En el análisis bivariado se detectó que los siguientes factores: tener más de 7 días de vida, una edad gestacional mayor o igual a 32, no soplo cardíaco o choque, no presentar dificultad o un puntaje de Silverman leve o requerir  $FiO_2$  menor o igual a 35 %, tener una radiografía normal, sin opacidades o cardiomegalia, no tener malformación (mayor o menor) y la presencia de un BRUE, se asociaron con la presencia de hallazgos ecocardiográficos normales. La presencia de apneas, anomalías de los pulsos y valores de FC y FR, no presentaron ninguna relación con el resultado de ecocardiograma (Tabla 2).

Al realizar el modelo multivariado, tener  $\leq 7$  días de vida (OR: 2.1 [IC-95 % 1.22-3.34]),  $FiO_2 > 35$  % (OR: 2.02 [IC-95 % 1.42-2.86]), soplo cardíaco (OR: 3.34 [IC-95 % 2.01-5.57]), malformación asociada (OR: 2.35 [IC-95 % 1.54-3.58]), dificultades alimentación (OR: 1.57 [IC-95 % 1.07-2.31]) y radiografía anormal (OR: 1.54 [IC-95 % 1.04-2.31]), se comportaron como factores asociados de forma independientes para la presencia de un ecocardiograma anormal (Tabla 3).

### Discusión

El presente estudio detecta algunos factores clínicos asociados a hallazgos ecocardiográficos normales que podría ayudar a buscar un algoritmo que permita al clínico limitar el uso de la ecocardiografía a casos con mayor probabilidad de hallazgos anormales y así limitar los costos de esta estrategia diagnóstica.

La mayoría de los recién nacidos con CCC son asintomáticos al nacer y se debe principalmente por la situación circulatoria transicional a la que están expuestos (2). La detección antes de la aparición de los síntomas, por lo general implica el uso de rutina de ecografía prenatal y el examen clínico postnatal del sistema cardiovascular; desafortunadamente, ambos métodos tienen una tasa de detección variable y a menudo baja. Hasta el 30 % de los recién nacidos con CCC, son dados de alta antes

de que se establezca el diagnóstico, con tasas de mortalidad informadas del 50 % (1). Algunos casos se presentarán con mortalidad y otros se presentarán con un colapso agudo, que puede comprometer significativamente los resultados, tanto de cirugía cardíaca exitosa como del neurodesarrollo (3). Por lo tanto, el progreso de las estrategias de detección para mejorar la detección temprana es de suma importancia, especialmente con la tendencia actual hacia el alta posparto temprano (8).

El tamizaje con pulsioximetría ha sido utilizado para el tamizaje de CCC, debido a su alta disponibilidad y fácil uso, con sensibilidad del 77 %, especificidad del 99.8 %, valor predictivo positivo de 25.9 % y negativo de 99.9 %, con un punto de corte del 95 % (9). Estos resultados muestran que la pulsioximetría tiene una alta capacidad para descartar enfermos, pero no para su identificación. Las dificultades de esta baja capacidad pueden estar influenciados por factores humanos y el nivel de capacitación del personal que realiza el examen, así como en los

diferentes modelos de pulsioxímetro. Sin embargo, Zhao et al. realizó el mayor estudio de oximetría de pulso con 122 738 niños y concluyó que la adición de oximetría de pulso a la evaluación clínica mejoró la sensibilidad para la detección de CCC, del 77.4 % ([IC-95 % 70-83.4]) al 93.2 % ([IC-95 % 87.9-96.2]) (10).

Dentro del abordaje diagnóstico, también es importante la medición posductal, ya que algunas formas de CCC están asociadas con derivaciones predominantes de derecha a izquierda a nivel ductal y pueden no identificarse cuando solo se usa SpO<sub>2</sub> preductal (9).

Las saturaciones de oxígeno monitoreadas por oximetría de pulso son más bajas en los bebés nacidos en grandes altitudes y la saturación media de oxígeno disminuye a medida que aumenta la altitud (5). La influencia de la presión atmosférica en la saturación de oxígeno arterial óptima afecta tanto a la saturación preductal como a la postductal en recién nacidos sanos, obteniendo lecturas más bajas que las reportadas sobre

Tabla 2. Análisis bivariado de factores clínicos y hallazgos ecocardiográficos

Hallazgos ecocardiográficos	Normal %		Anormal %		p	OR	IC-95 %	
	630	74.2 %	219	25.8 %				
≤ 7 días de vida	153	24.3 %	190	86.8 %	0.001	2.10	1.37	3.21
Edad gestacional ≤ 32 s	121	19.2 %	59	26.9 %	0.016	1.55	1.08	2.22
Apneas	15	2.4 %	10	4.6 %	0.099	1.96	0.88	4.37
BRUE	20	3.2 %	1	0.5 %	0.026	0.14	0.02	0.79
Anomalía en los pulsos	3	0.5 %	1	0.5 %	0.971	0.96	0.10	9.28
Soplo cardíaco	38	6.0 %	40	18.3 %	0.000	3.48	2.21	5.48
Choque	5	0.8 %	7	3.2 %	0.010	4.13	1.41	12.05
Puntaje Silverman								
Sin dificultad	457	72.5 %	131	59.8 %	-	-	-	-
Leve	71	11.3 %	29	13.2 %	0.143	1.42	0.89	2.29
Moderado	68	10.8 %	32	14.6 %	0.036	1.64	1.03	2.61
Severa	34	5.4 %	27	12.3 %	0	2.77	1.61	4.76
FiO <sub>2</sub> , p50 (p25, p75)	0,27	(0.24-0.38)	0.42	(0.24-0.5)	0	11.27	5.04	25.22
SpO <sub>2</sub> , p50 (p25, p75)	91	(90-93)	90	(89-93)	0	0.94	0.91	0.97
SpO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> , p50 (p25, p75)	340	(241-378)	269	(170-376)	0	1	0.99	1
FC máx., p50 (p25, p75)	152	(143-162)	154	(143-166)	0.176	1.01	1	1.02
FC mín., p50 (p25, p75)	126	(117-135)	127	(117-137)	0.819	1	0.99	1.01
FR máx., p50 (p25, p75)	52	(50-56)	52	(50-60)	0.041	1.02	1	1.04
FR prom, p50 (p25, p75)	49	(46-50)	49	(45-50)	0.423	0.99	0.96	1.02
Radiografía anormal	100	15.9 %	57	26 %	0.001	1.86	1.29	2.69
Opacidades mixtas	94	14.9 %	48	21.9 %	0.017	1.6	1.09	2.35
Cardiomegalia	7	1.1 %	10	4.6 %	0.002	4.26	1.72	10.51
Malformación	71	11.3 %	56	25.6 %	0	2.7	1.85	3.96
Mayor	52	8.3 %	38	17.4 %	0	2.33	1.5	3.63
Menor	19	3 %	18	8.2 %	0.001	2.88	1.52	5.45
Dificultades en la alimentación	115	18.3 %	72	32.9 %	0	2.19	1.56	3.09

P50: percentil 50, p25: percentil 25, p75: percentil 75, mín: mínimo, máx: máximo, prom: Promedio, FC: Frecuencia cardíaca, FR: Frecuencia respiratoria, FiO<sub>2</sub>: Flujo inspirado de oxígeno, SpO<sub>2</sub>: Oximetría de pulso, BRUE: episodio breve resuelto inexplicado

el nivel del mar (11). El estudio de Paranka y col. ajustó la altitud para reducir la tasa de falsos positivos, usando un algoritmo que aumentó el contenido de oxígeno inspirado para corregir la disminución relacionada con la altitud en la presión parcial de oxígeno, demostrando que puede ser efectivo para examinar a los bebés en grandes altitudes y reducir la tasa de falsos positivos. El estudio realizado por Troncoso y colaboradores, estableció los niveles de corte de oximetría de pulso pre o postdoctoral menor al 90 % y una diferencia entre ambas mayor al 3 % para el tamizaje de cardiopatías congénitas críticas considerando las diferentes altitudes encontradas en Colombia (11), permitiendo con esto que se unifique los criterios y optimizar el uso de la pulsioximetría junto con el examen físico en las primeras 24 horas de vida como herramienta de tamización para el diagnóstico de cardiopatías en ciudades a gran altitud como Bogotá. En este estudio no fue posible analizar la oximetría pre y postductal dada la falta de registro de dichos datos en las historias clínicas.

Otra de las razones por lo que el tamizaje de cardiopatías con la pulsioximetría no es aplicable en las grandes alturas, es

que los estudios informan una mayor incidencia de cardiopatías simples. La incidencia es aproximadamente 20 veces mayor que en alturas bajas y consisten principalmente en cardiopatías simples con cortocircuito de izquierda a derecha. En el seguimiento a los 12 y 18 meses la incidencia de cardiopatías congénitas (CC) sigue siendo aproximadamente 10 veces mayor que la de baja altitud y alrededor del 8 % de los pacientes desarrollan hipertensión pulmonar o muerte (12). En coherencia con los informes anteriores de gran altitud, el espectro de CC en nuestro estudio consistió principalmente en CC simple con DAP y CIA en su mayoría.

Los recién nacidos con CCC pueden diagnosticarse en la sala de adaptación basándose en los hallazgos del examen físico, como soplos cardíacos, taquipnea o cianosis. Estos hallazgos no siempre son evidentes antes del alta hospitalaria, lo que puede ocurrir antes de las 48 horas de vida. La experiencia clínica y las observaciones epidemiológicas sugieren que, aunque el examen físico, el electrocardiograma y la radiografía de tórax son útiles para identificar muchos casos de cardiopatía

Tabla 3. Modelo multivariado de factores clínicos y hallazgos ecocardiográficos.

Modelo	OR	p	IC-95 %	
≤ 7 días de vida	2.11	0.002	1.33	3.34
FiO <sub>2</sub> >35%	2.02	0	1.42	2.86
Soplo cardíaco	3.34	0	2.01	5.57
Malformación	2.35	0	1.54	3.58
Dificultades alimentación	1.57	0.020	1.07	2.31
Radiografía anormal	1.54	0.033	1.04	2.31

FiO<sub>2</sub>: Flujo inspirado de oxígeno. OR, del inglés *odds ratio*, razón de verosimilitud por regresión logística multivariada. IC-95 % intervalo de confianza del 95%

congénita grave en el período postnatal, no tienen suficiente sensibilidad y especificidad para detectar todos los casos (13). Kang, hace una crítica al estudio de Dilli y cols., donde explica que, aunque los soplos en la auscultación cardíaca se consideraron dentro del diagnóstico de CCC, se debe considerar los grados de sonoridad, la intensidad y su localización. Ya que se encuentran soplos prominentes principalmente en lesiones valvulares. Dependiendo del tipo de soplo se podría hacer un diagnóstico más probable del tipo de cardiopatía (14). Por lo anterior, solo la presencia de soplo no es suficiente como parte del abordaje diagnóstico, es importante la identificación y explicación de sus características, aunque esto genere un desafío dada la dificultad de categorización de los soplos patológicos en los recién nacidos, debido a la necesidad de un entrenamiento y experticia, como lo plantea Kang.

En el presente estudio los soplos como variable independiente son predictivos de cardiopatía. Otros hallazgos clínicos para el diagnóstico de CCC, como el tiempo de llenado capilar, han comprobado ser un mal predictor cardiovascular. La taquicardia tiene una baja especificidad para predecir el compromiso cardiovascular y el gasto cardíaco no es confiable en las primeras 24 horas de vida (15). La acidosis metabólica es un indicador inespecífico de problemas en los que puede haber disfunción cardiovascular, mientras que la presión arterial

sistémica es relativamente fácil de medir y se usa ampliamente como un indicador de la función cardíaca, pero es un predictor deficiente del flujo sistémico y no existe evidencia confiable para definir un umbral de presión arterial para la intervención o que dicha intervención mejore el resultado.

La radiografía de tórax orienta sobre el estado anatómico y fisiológico de la lesión cardíaca, además de evaluar el flujo sanguíneo pulmonar, indicando si es normal o está aumentado. La cardiomegalia generalmente se observa en cualquier lesión post-tricuspidéa significativa de izquierda a derecha, por lo tanto, la presencia de cardiomegalia es un buen indicador de una derivación significativa de izquierda a derecha, de las cardiomiopatías y de las lesiones regurgitantes de la válvula auriculoventricular que también producen cardiomegalia. Además, si hay una prominencia de la aorta ascendente, podría sugerir DAP.

En el presente estudio se aprecia como la cardiomegalia es una variable independiente significativa. Es importante también tener en cuenta que la tasa de detección de las cardiopatías congénitas cada vez se realiza desde el control prenatal lo que favorece un diagnóstico y tratamiento precoz en los pacientes.

Los hallazgos encontrados en este estudio muestran que algunos datos clínicos y paraclínicos están asociados de

manera independientemente a los hallazgos ecocardiográficos y que podrían ser utilizados para buscar escalas clínicas de riesgo para determinar en qué casos, se benefician de ecocardiografía en pacientes nacidos en gran altitud.

Es importante buscar otras variables o mediciones, dado que las CCC son el resultado de un proceso complejo de una variedad de trastornos fisiológicos y genéticos, lo que sugiere que un buen modelo predictivo tendría que incluir mayor diversidad de datos para mejorar su detección. Aunque el uso de los datos clínicos y paraclínicos disponibles puede ayudar, se propone que este refinamiento, al agregar datos adicionales, podría resultar en un mejor rendimiento diagnóstico.

Este estudio, es el primero en Latinoamérica, realizado en nacidos a gran altura, que busca factores asociados a hallazgos ecocardiográficos normales en esta población. Estos hallazgos sirven de base para realizar estudios concurrentes que permitan generar una escala predictiva para reducir el uso de ecocardiografía a una población de más riesgo.

Dentro de las limitaciones del presente estudio, debe considerarse la recolección de los datos históricos, la cual restringe la información a lo documentado por los médicos tratantes y no tiene en cuenta una evaluación semiológica sistemática y detallada que mejoraría la habilidad clínica predictiva de hallazgos anormales. Además, dada la baja incidencia de CCC, es posible que se requieran tamaños de muestra mayores. También sería ideal contar con múltiples centros, algunos en diferentes alturas, para determinar factores solo presentes en gran altitud.

## Conclusiones

La cardiopatía congénita es una patología con alta morbimortalidad en la población infantil. Se identificaron algunas variables independientes asociadas a hallazgos ecocardiográficos normales. Se recomienda para futuros estudios, incluir otras variables clínicas y paraclínicas, así como la modificación de las mediciones de las variables incluidas, con el fin de estructurar un modelo para identificar la población sin riesgo de cardiopatía y así evitar el uso universal de la ecocardiografía como herramienta de tamizaje neonatal, por ser un recurso altamente especializado y costoso.

## Agradecimientos

Queremos agradecer al Servicio de Pediatría del Hospital San José por facilitarnos la base de los ecocardiogramas realizados, a Sandra Borda secretaria del programa quien nos ayudó con la recaudación de los formatos de solicitud de los ecocardiogramas, a los residentes de pediatría por colaborar con el registro de los datos.

## Conflicto de interés

Los autores declaramos que no presentamos ningún conflicto de interés.

## REFERENCIAS

1. Plana MN, Zamora J, Suresh G, Fernandez-Pineda L, Thangaratinam S, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;3:CD011912.
2. Rodriguez L. Indicaciones de ecocardiografía en el paciente pediátrico. In *Procedimientos en cardiología*. Hospital de Cabueñes. Gijón-Asturias-España;2003.
3. Van Naarden Braun KR, Grazel R, Koppel S, Lakshminrusimha J, Lohr P, Kumar B, Govindaswami M et al. Evaluation of critical congenital heart defects screening using pulse oximetry in the neonatal intensive care unit. *J Perinatol*. 2017; 37: 1117-1123.
4. Mertens LI, Seri J, Marek R, Arlettaz P, Barker P, McNamara AJ, Moon-Grady PD 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: 1057-78.
5. Paranka MS, Brown JM, White RD, Park MV, Kelleher AS, Clark RH. The impact of altitude on screening for critical congenital heart disease. *J Perinatol*. 2018; 38: 530-536.
6. Britton JR. Altitude, oxygen and the definition of bronchopulmonary dysplasia. *J Perinatol*. 2012; 32: 880-5.
7. Ortega-Calvo M, Cayuela-Domínguez A. Regresión logística no condicionada y tamaño de muestra: una revisión bibliográfica. *Revista Española de Salud Pública*. 2002; 76: 85-93.
8. Thangaratinam S, Brown K, Zamora J, Khan KS, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborn babies: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2012; 379: 2459-2464.
9. Riede FT, Wörner C, Dähnert I, Möckel A, Kostelka M, Schneider P. Effectiveness of neonatal pulse oximetry screening for detection of critical congenital heart disease in daily clinical routine--results from a prospective multicenter study. *Eur J Pediatr*. 2010; 169: 975-81.
10. Tin W, Lal M. Principles of pulse oximetry and its clinical application in neonatal medicine. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2015; 20: 192-7.
11. Troncoso GA, Fonseca A, Domínguez MT, Sandoval NF, Taborda A, Aranguren HC, et al. Altitude at Birth on Critical Congenital Heart Disease Screening Through Pulse Oximetry in Newborns in Colombia - A Validation by Experts. *Glob J of Ped & Neonatol Car*. 2(4): 2020. GJPNC.MS.ID.000543.
12. Li JJ, Y Liu SY, Xie GD, Zhao T, Dai H, Chen L, F Mu et al. Newborn screening for congenital heart disease using echocardiography and follow-up at high altitude in China. *Int J Cardiol*, 2019; 274: 106-112.
13. Kannan, B. R. Clinical Diagnostic Approach to Congenital Cyanotic Congenital Heart Disease in Infants and Children. *Indian J Pediatr*. 2020; 87: 381-384.
14. Kang G, H Zhang. Significance of cardiac murmurs in detection of congenital heart disease. *Cardiol Young*. 2019; 29: 1317-1318.
15. Dilli DV, Do an BM, Özyurt A, Özyurt N, Hakan S, Bozabali , Caner H et al. Should we start a nationwide screening program for critical congenital heart disease in Turkey? A pilot study on four centers with different altitudes. *Cardiol Young*. 2019;29: 475-480.