

1. Instituto Peruano de Medicina y Cirugía Fetal, Lima, Perú
2. Instituto Nacional Materno Perinatal, Lima, Perú
3. ObGyn Center Sucre, Bolivia
4. Centro de Medicina y Cirugía Fetal Sinaloa, México
 - a. ORCID 0000-0001-6515-2599
 - b. ORCID 0000-0003-1585-5514
 - c. ORCID 0000-0002-2709-0312

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflicto de interés alguno.

Financiamiento: Ninguno.

Recibido: 5 marzo 2024

Aceptado: 6 marzo 2024

Publicación en línea: 30 marzo 2024

Autor corresponsal:

Dr. Enrique Gil Guevara

📍 Calle Las Colinas 190, Lima, Perú. CP: 15023

✉️ enrique.gil@doctors.org.uk

Citar como: Gil Guevara E, Valdez Guerra I, Muñoz Acosta J. Cribado de cardiopatías congénitas previo a la cirugía fetal. *Rev peru ginecol obstet.* 2024;70(1). DOI: <https://doi.org/10.31403/rpgo.v70i2608>

Cribado de cardiopatías congénitas previo a la cirugía fetal

Screening for congenital heart disease prior to fetal surgery

Enrique Gil Guevara^{1,2,a}, Isabel Valdez Guerra^{3,b}, Jairo Muñoz Acosta^{1,4,c}

DOI: <https://doi.org/10.31403/rpgo.v70i2608>

RESUMEN

Las cardiopatías congénitas son las malformaciones más frecuentes y significan una alta tasa de morbilidad neonatal, sobre todo en aquellos neonatos sin diagnóstico prenatal oportuno. Representan la primera causa de muerte infantil asociada a malformaciones congénitas. El avance de la tecnología y la estandarización de los protocolos de diagnóstico ecográfico han permitido identificar cada vez con más precisión las cardiopatías congénitas. Sin embargo, esto no ha sido suficiente y sigue habiendo una alta tasa de neonatos con cardiopatías congénitas no diagnosticadas en la vigilancia prenatal. Por otro lado, con el advenimiento de la cirugía fetal se hace necesario identificar la presencia de alguna cardiopatía congénita mayor que pudiera ensombrecer el pronóstico asociado con la patología fetal de fondo que hizo necesaria la intervención intrauterina. Considerando lo anterior, se necesita concientizar tanto a los padres como a los profesionales médicos sobre la importancia del cribado de cardiopatías congénitas, especialmente en aquellos fetos que van a ser sometidos a cirugía prenatal. Actualmente existe una alta tasa de errores en el tamizaje de cardiopatías congénitas, lo que ocasiona ansiedad en los padres. Esto puede deberse a una técnica inadecuada en la toma de imágenes, falta de estandarización en el protocolo de estudio basado en las guías prácticas clínicas, o bien la falta de entrenamiento adecuado para realizar este tipo de estudios. El presente artículo se enfoca en los errores más comunes en el tamizaje de cardiopatías congénitas durante la ecografía morfológica del segundo trimestre, tomando como base las guías prácticas clínicas de ecocardiografía fetal.

Palabras clave. Corazón fetal, Cardiopatías congénitas Diagnóstico prenatal, Ecocardiografía, Cirugía fetal

ABSTRACT

Congenital cardiopathies are the most frequent malformations and represent a high neonatal morbidity and mortality rate, especially in those neonates without timely prenatal diagnosis. They appear as the first cause of infant death associated with congenital malformations. Advances in technology and the standardization of ultrasound diagnostic protocols have allowed increasingly accurate identification of congenital heart diseases. However, this has not been sufficient and there continues to be a high rate of neonates with congenital heart disease undiagnosed in prenatal surveillance. On the other hand, with the advent of fetal surgery, it is necessary to identify the presence of any major congenital heart disease that could cloud the prognosis associated with the underlying fetal pathology that made intrauterine intervention necessary. Considering the above, both parents and medical professionals need to be made aware of the importance of screening for congenital heart disease, especially in those fetuses that are going to undergo prenatal surgery. There is currently a high rate of errors in congenital heart disease screening, which causes anxiety in parents. This may be due to inadequate imaging technique, lack of standardization in the study protocol based on clinical practice guidelines, or lack of adequate training to perform this type of study. This article focuses on the most common errors in screening for congenital heart disease during second trimester morphological ultrasound, based on clinical practice guidelines for fetal echocardiography.

Key words: Fetal heart, Heart defects, congenital, Prenatal diagnosis; Echocardiography, Surgery, fetal

INTRODUCCIÓN

La cardiopatía congénita (CC) es la malformación intrauterina más común, con una incidencia de 8 por cada 1,000 nacidos vivos⁽¹⁾. Uno de cada cuatro de estos infantes tiene cardiopatía congénita crítica y requiere intervención temprana o cirugía durante el primer año de vida⁽²⁾. Entre 10% y 20% de las cardiopatías congénitas se relacionan con alteraciones genéticas, cromosómicas, enfermedades maternas, exposición a teratógenos y recurrencia familiar⁽³⁾. En 1994, la Organización



Mundial de la Salud atribuyó a las cardiopatías congénitas el 30% de las muertes neonatales⁽⁴⁾. Se han identificado muchos factores de riesgo relacionados a cardiopatías congénitas; sin embargo, el 90% de las malformaciones del corazón ocurren en pacientes de bajo riesgo⁽⁵⁾.

El diagnóstico tardío de la cardiopatía crítica, que ocurre en el 20% a 30% de los casos causa una morbilidad y mortalidad infantil importantes^(6,7). Por lo tanto, la detección temprana es crucial para mejorar la supervivencia de estos niños.

El diagnóstico prenatal de cardiopatía congénita mediante el cribado ecocardiográfico ha mejorado los resultados clínicos, lo que permite una planificación prenatal adecuada e intervenciones oportunas de las cardiopatías congénitas estructurales más importantes⁽⁸⁾. Asimismo, es mandatorio la realización de una ecocardiografía fetal en toda paciente cuyo feto vaya a ser sometido a una cirugía prenatal, ya que la presencia de una cardiopatía congénita mayor o crítica contraindica la cirugía fetal, mientras que una cardiopatía congénita menor o leve no contraindica la intervención intrauterina. Por lo tanto, la identificación de una cardiopatía congénita fetal, así como su clasificación determina el rumbo de la cirugía fetal, así como el pronóstico global.

Si bien actualmente se puede realizar una evaluación cardíaca fetal desde la ecografía del primer trimestre, la edad gestacional óptima para el cribado de cardiopatías congénitas es en la ecografía morfológica del segundo trimestre entre las 18 y 22 semanas de gestación⁽⁹⁾, ya que la anatomía cardíaca fetal se puede visualizar bien en esta etapa del embarazo. Además, se puede realizar un estudio anatómico fetal completo y permite una evaluación adicional en caso de ser necesario (ecocardiografía fetal avanzada, estudios genéticos, entre otros).

El examen ecográfico obstétrico estándar incluye la evaluación de las cuatro cámaras y los tractos de salida ventricular del corazón fetal. La inclusión de vistas de los tractos de salida aumenta la probabilidad de identificar anomalías conotruncuales, como la tetralogía de Fallot, la transposición de las grandes arterias, el ventrículo derecho de doble salida y el tronco arterial común.

Este examen ha sido sistematizado y estandarizado en guías de práctica clínica para el cribado ecográfico del corazón fetal por diferentes organizaciones como la Sociedad Internacional de Ultrasonido en Obstetricia y Ginecología (ISUOG), el Instituto Americano de Ultrasonido en Medicina (AIUM), el Colegio Americano de Radiología, el Colegio Americano de Ginecólogos y Obstetras y la Sociedad de Medicina Materno-Fetal (SMFM)⁽¹⁰⁻¹²⁾.

La mayoría de los datos en la literatura publicada describen el éxito de la ecografía para el cribado de cardiopatías congénitas mediante el diagnóstico prenatal. Por el contrario, hay muchas menos publicaciones sobre errores, interpretaciones de falsos positivos o falsos negativos. Por tanto, el objetivo de este artículo es abordar las posibles razones de los errores de diagnóstico en cada corte ecográfico y cómo evitarlos, conociendo la trascendencia de la presencia de estas cardiopatías en el contexto de una posible cirugía fetal.

METODOLOGIA

Se realizó un estudio de series de tiempo transversal analítico en donde se obtuvo datos registrados de lineamientos para la realización de ecocardiografías fetales y del proceso de formación de médicos especialistas en medicina fetal.

En el artículo describimos de forma sistemática los pasos que se realizan para generar una evaluación cardíaca fetal de forma eficiente antes de decidir la realización de una cirugía fetal.

ECOCARDIOGRAFÍA FETAL

La ecocardiografía fetal inicia en el corte axial del abdomen a nivel de la cámara gástrica.

Realmente el primer paso es la determinación de la presentación y situación fetal. Precisar cuál es el lado izquierdo y derecho del feto es la base para la orientación anatómica fetal.

Las imágenes cardíacas fetales siempre deben realizarse con la frecuencia del transductor más alta posible para maximizar la resolución de la imagen y con la frecuencia de imagen más alta posible, preferiblemente > 50 hercios (Hz), debi-



do al rápido movimiento del corazón que normalmente late entre 110 y 160 veces por minuto.

La vista estándar de cuatro cámaras se puede obtener en el 95 al 98 por ciento de los embarazos del segundo trimestre⁽¹³⁻¹⁵⁾.

CORTE DE CUATRO CÁMARAS

El corte de 4 cámaras es el corte más importante en la exploración ecográfica del corazón fetal. El conocimiento de la anatomía del tórax y corazón fetales, así como el conocimiento de la dinámica del ultrasonido, es fundamental para la interpretación clínica de la imagen. Siempre se debe partir de los puntos de corte recomendados por la ISUOG para obtener un corte de cuatro cámaras perfecto, ya que reconocer la normalidad de esta imagen excluye casi el 60% de las malformaciones complejas del corazón fetal⁽¹⁶⁾.

Uno de los errores más frecuentes se da al comenzar la visualización de la cruz cardiaca, fundamental al momento de evaluar la inserción diferencial de las válvulas atrioventriculares (*off-setting valvular*). Precisamente en este nivel, cuando el corte de cuatro cámaras está en apical, el artefacto causado por el esternón fetal pudiera dar la impresión de un defecto del tabique interventricular en su porción muscu-

lar, llevando a un error diagnóstico. Por lo que, siempre la evaluación del tabique interventricular se debe realizar en una visión del tabique interventricular con el haz de ultrasonido incidiendo perpendicularmente al tabique (figura 1).

El uso del Doppler color es un punto de buena práctica y debe de aplicarse con la optimización adecuada de la frecuencia de repetición de pulsos (PRF, por sus siglas en inglés) y ganancia del Doppler color para evitar interpretaciones inadecuadas (figura 2).

La visualización de estructuras llamativas debe de ser evaluada con cuidado, como por ejemplo la presencia de estructuras atípicas en el tórax (entre ellas el estómago fetal), por lo que es necesario obtener un corte de cuatro cámaras donde se visualice un solo arco costal a cada lado⁽¹⁷⁾ (figura 3).

Otro error habitual es considerar como patológica la presencia de bradicardia leve y transitoria que es característica en fetos sanos en el segundo trimestre. De igual forma, la existencia de latidos que ocasionalmente se omiten y espontáneamente se resuelven corresponden a una condición normal de la maduración del sistema simpático y parasimpático fetal⁽¹⁸⁾.

FIGURA 1. EN LA IMAGEN A SE MUESTRA UN CORTE DE 4 CÁMARAS EN UN FETO CON DORSO POSTERIOR EN PRESENTACIÓN CEFÁLICA CON EL CORAZÓN EN APICAL. EL ARTEFACTO CAUSADO POR EL ESTERNÓN Y EL PROPIO TABIQUE INTERVENTRICULAR DAN LA IMPRESIÓN DE UN DEFECTO PERIMEMBRANOSO. EN LA IMAGEN B SE MUESTRA EL MISMO FETO EN CORTE DE CUATRO CÁMARAS CON DORSO A LA DERECHA E INSONACIÓN EN PERPENDICULAR AL TABIQUE INTERVENTRICULAR, MOSTRANDO LA INTEGRIDAD DE ESTE.

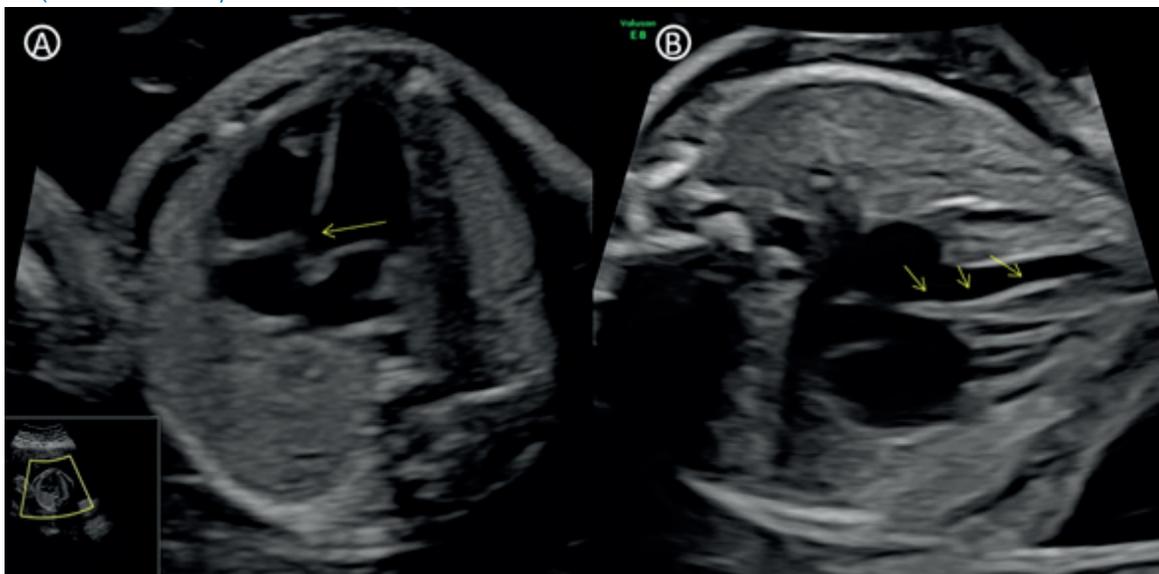




FIGURA 2. EN LA IMAGEN A SE MUESTRA UN MANEJO INADECUADO DE LA OPTIMIZACIÓN DEL DOPPLER COLOR. UN PRF BAJO Y UNA GANANCIA AUMENTADA LLEVAN A UNA IMAGEN DE BAJA CALIDAD Y EN ESTE CASO LA IMPOSIBILIDAD DE DIFERENCIAR ENTRE UN TABIQUE ÍNTEGRO O UN DEFECTO INTERVENTRICULAR. LA IMAGEN B MUESTRA UNA OPTIMIZACIÓN ADECUADA DEL DOPPLER COLOR CON PRF ALTO Y GANANCIA BAJA, LO QUE PERMITE DISCRIMINAR ADECUADAMENTE LOS DOS CANALES DE FLUJO EN LAS CAVIDADES CARDIACAS.

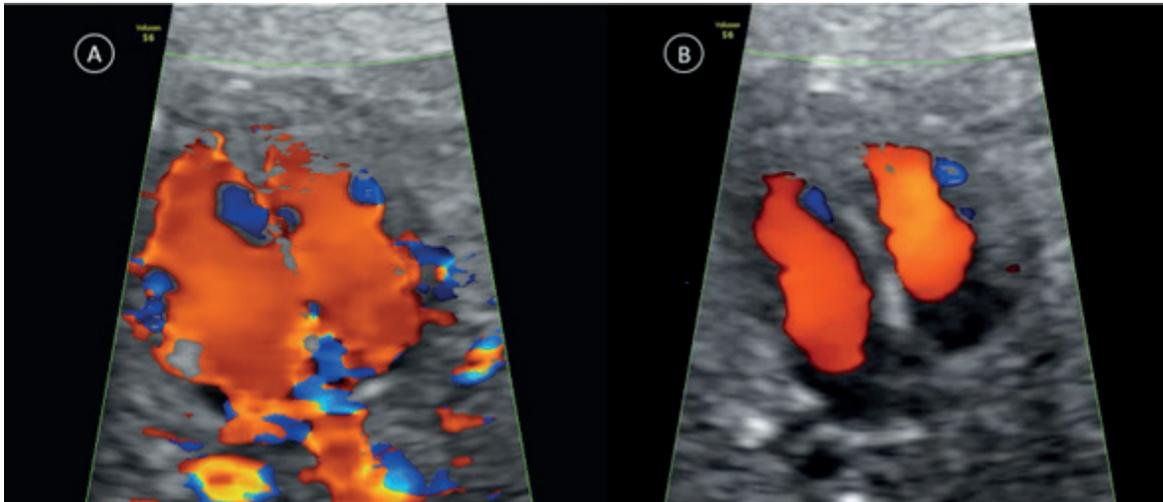
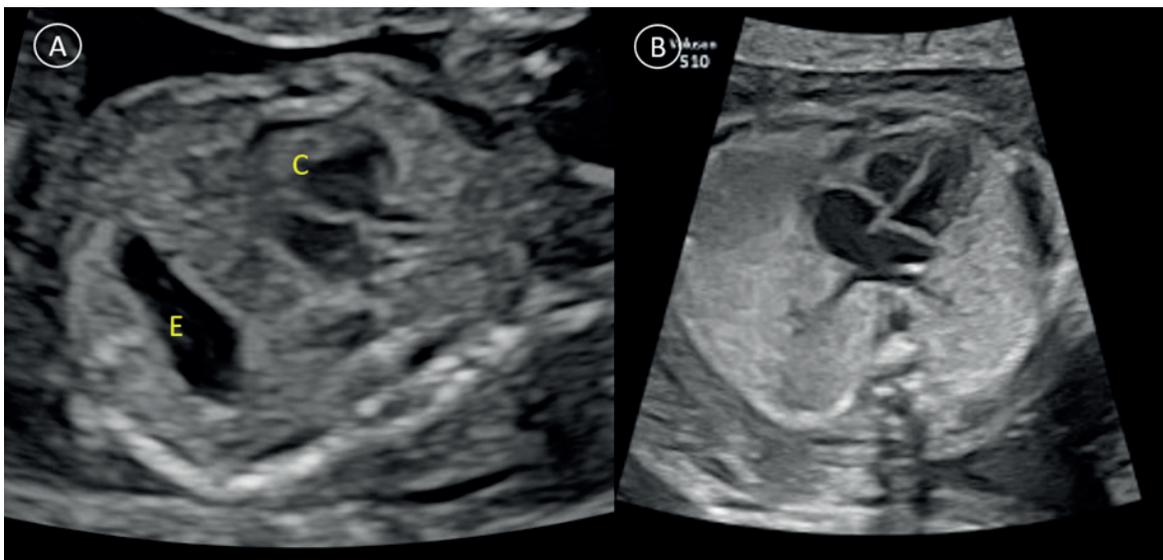


FIGURA 3. LA IMAGEN A MUESTRA UNA TÉCNICA INADECUADA DEL CORTE DE CUATRO CÁMARAS. EL CORTE ES OBLICUO, APRECIÁNDOSE LA CÁMARA GÁSTRICA (E) Y EL CORAZÓN (C) EN EL MISMO PLANO, INCLUSO CON CAVIDADES CARDIACAS ASIMÉTRICAS, Y EL EJE CARDIACO DESPLAZADO, PUDIENDO LLEVAR A UN DIAGNÓSTICO INADECUADO DE HERNIA DIAFRAGMÁTICA CONGÉNITA. LA IMAGEN B MUESTRA AL MISMO FETO CON UN CORTE DE CUATRO CÁMARAS ADECUADO MOSTRANDO NORMALIDAD ANATÓMICA, SIGUIENDO LOS PUNTOS DE REFERENCIA RECOMENDADOS POR LAS GUÍAS PRÁCTICAS CLÍNICAS.



CORTE DE TRACTOS DE SALIDA

Implementar el corte de los tractos de salida otorga una sensibilidad de hasta 80% al cribado de cardiopatías congénitas en el segundo trimestre. A pesar de los avances en diagnóstico prenatal de las cardiopatías congénitas, el mayor error se produce en las cardiopatías conotruncuales⁽¹⁹⁾.

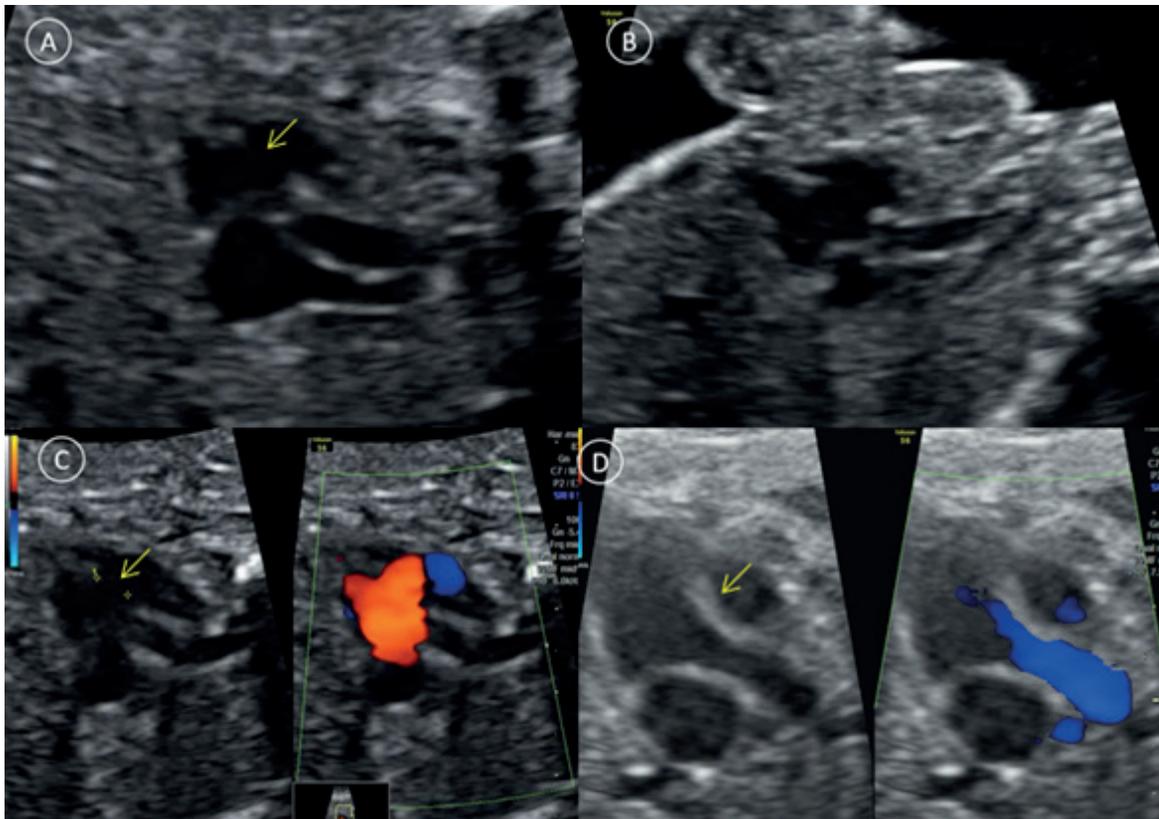
Una visualización o insonación inadecuada en los tractos de salida puede llevar a errores en el cribado de cardiopatías congénitas. Esto se pue-

de evitar partiendo siempre del corte de cuatro cámaras hacia los tractos de salida. El principal error al momento de ubicar los cortes de los grandes vasos es ir directamente a buscarlos sin tener un corte de 4 cámaras correcto, ya que este siempre representa el punto de partida para evaluar los tractos de salida⁽²⁰⁾ (figura 4).

Obtener un plano óptimo de 4 cámaras para luego realizar un barrido transversal en dirección cefálica con movimientos suaves de desplazamiento y balanceo permitirá lograr obtener los



FIGURA 4. LA IMAGEN A MUESTRA UN CORTE INADECUADO DEL TRACTO DE SALIDA IZQUIERDO. LA IMAGEN B PRESENTA EL MISMO CORTE EN EL QUE EL FETO SE APRECIA EN VISTA CORONAL. ESTA TÉCNICA PUEDE DAR LA FALSA IMPRESIÓN DE UN DEFECTO PERIMEMBRANOSO, EL CUAL INCLUSO ES MEDIDO EN LA IMAGEN C. LA IMAGEN D MUESTRA AL MISMO FETO CON UN CORTE ADECUADO DEL TRACTO DE SALIDA DE LA AORTA EN EL QUE SE CONFIRMA LA INTEGRIDAD DEL EJE LARGO DEL TABIQUE INTERVENTRICULAR. EL ERROR DE LAS IMÁGENES A, B Y C SE EVITA AL SIEMPRE TOMAR EL CORTE DE CUATRO CÁMARAS COMO PUNTO DE PARTIDA PARA DIRECCIONAR LOS TRACTOS DE SALIDA DE LOS GRANDES VASOS.



cortes de los tractos de salida. También podemos realizar un movimiento rotacional hacia el hombro derecho fetal (tracto de salida del ventrículo izquierdo) y a partir de este punto realizar un movimiento de angulación en sentido cefálico (tracto de salida del ventrículo derecho).

Un error frecuente se da al aplicar esta técnica rotacional en un corte apical de 4 cámaras, por lo que se recomienda realizarlo a partir de un corte subcostal con el haz de ultrasonido perpendicular al tabique interventricular⁽²¹⁾.

Cobra vital importancia la posición fetal al momento de lograr los cortes de forma correcta. Por ello es fundamental evitar el error de posponer la evaluación de los tractos de salida, si al momento de iniciar la exploración fetal observamos una posición fetal favorable.

CORTE DE TRES VASOS TRÁQUEA

Los cortes correspondientes a los 3 vasos (aorta ascendente, arteria pulmonar y vena cava

superior) y su relación con la tráquea (3 vasos tráquea) fueron descritos por Yoo y col. y Yagel y col, respectivamente⁽²²⁾.

En estos cortes vamos a evaluar las relaciones que tienen los vasos entre sí en cuanto a su tamaño y la relación que guardan con las vías respiratorias (tráquea). De nuevo, cobra suma importancia la visualización del corte de 4 cámaras de manera satisfactoria para luego realizar un barrido transversal en dirección cefálica hasta el corte de 3 vasos y 3 vasos tráquea. Finalmente, nuestro cribado de cardiopatías congénitas estaría incompleto si no complementamos nuestra exploración con la aplicación del Doppler color. Es una herramienta indispensable y sería un desatino prescindir de ella, sobre todo en pacientes obesas donde la anatomía cardíaca se torna de difícil evaluación.

Hacemos énfasis en la importancia de las bases de la ecografía obstétrica. La determinación de la presentación y situación fetal para determinar el lado izquierdo y derecho del feto es un pilar en toda exploración ecográfica fetal.



En lo que respecta al corte de tres vasos tráquea, en una visualización general y panorámica del corte tendremos que ver la disposición de los vasos para no cometer errores. Así, de izquierda a derecha, del vaso de mayor tamaño al de menor tamaño se ubican la arteria pulmonar, luego la arteria aorta y finalmente la vena cava superior. El error más común al utilizar el Doppler color es insonar de forma inadecuada el signo de la 'V' dado por la disposición de la arteria aorta y la arteria pulmonar. Por ello, para evitar este error, la insonación de la zona de interés a nivel de tres vasos tráquea siempre debe de ser en sentido anteroposterior o posteroanterior con relación a la espina del feto (figura 5).

CONCLUSIONES

Durante la última década, la medicina fetal ha avanzado a pasos agigantados, esto gracias a los avances de la tecnología y a los programas de entrenamiento efectuados por las principales organizaciones de medicina fetal.

La detección ultrasonográfica de cardiopatías congénitas en diferentes etapas de la gestación a menudo se torna difícil porque el corazón fetal es un órgano pequeño, está en continuo movimiento y no siempre el feto se encuentra en su mejor posición para evaluarlo.

Para poder lograr un nivel de precisión en este estudio se requiere de médicos altamente entrenados y con amplia formación en ecografía obstétrica, así como en el diagnóstico de malformaciones

congénitas y con conocimientos de fisiopatología y anomalías malformativas del corazón fetal.

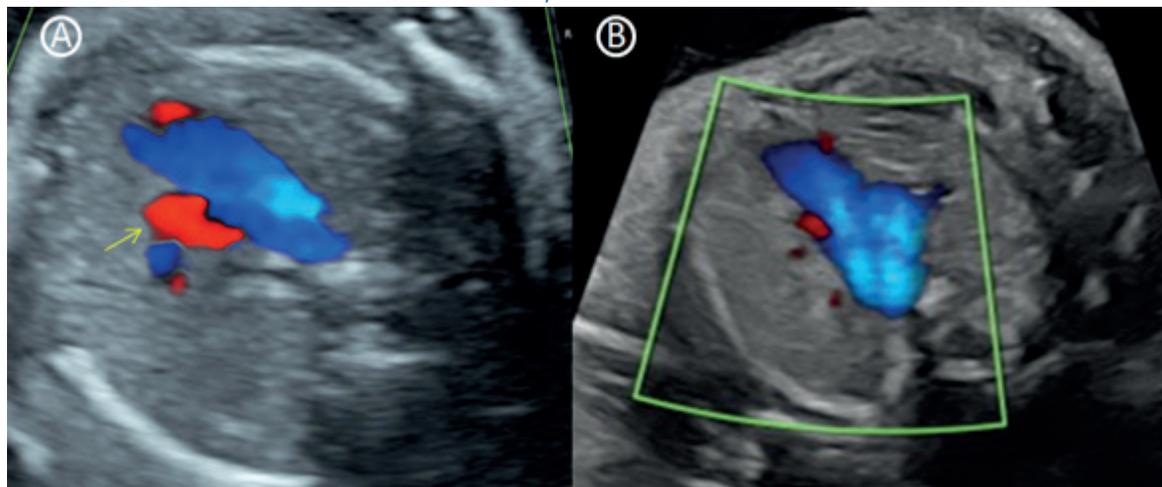
También se requiere de buena tecnología en los equipos. Para llegar a valorar la anatomía y función cardiovascular fetal se necesita un ecógrafo bidimensional de alta resolución, óptimo modo M, integrado con sistemas de Doppler pulsado, Doppler continuo y Doppler color, y con análisis de tiempo real que habitualmente se utilizan en cardiología pediátrica.

Finalmente, es mandatorio la realización de una ecocardiografía fetal en toda paciente cuyo feto vaya a ser sometido a una cirugía fetal, ya que la presencia de una cardiopatía congénita mayor contraindica la cirugía fetal, mientras que una cardiopatía congénita menor no contraindica la intervención intrauterina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Van der Linde D, Konings EE, Slager MA, Witsenburg M, Helbing WA, Takkenberg JJ, Roos-Hesselink JW. Birth prevalence of congenital heart disease worldwide: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2011 Nov 15;58(21):2241-7. doi: 10.1016/j.jacc.2011.08.025
2. Mahle WT, Newburger JW, Matherne GP, Smith FC, Hoke TR, Koppel R, Gidding SS, Beekman RH 3rd, Grosse SD; American Heart Association Congenital Heart Defects Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, Council on Cardiovascular Nursing, and Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research; American Academy of Pediatrics Section on Cardiology And Cardiac Surgery; Committee On Fetus And Newborn. Role of pulse oximetry in examining newborns for congenital heart disease: a scientific statement from the AHA and AAP. *Pediatrics.* 2009 Aug;124(2):823-36. doi: 10.1542/peds.2009-1397

FIGURA 5. LA IMAGEN A MUESTRA UN CORTE DE TRES VASOS CON INSONACIÓN INADECUADA DEL DOPPLER COLOR DANDO LA IMPRESIÓN DE FLUJO REVERSO A NIVEL DE LA AORTA. LA IMAGEN B DENOTA UNA TÉCNICA ADECUADA CON FETO EN DORSO POSTERIOR E INSONACIÓN DEL HAZ DE ULTRASONIDO EN SENTIDO ANTEROPOSTERIOR EN RELACIÓN A LA ESPINA FETAL, CORROBORANDO LA NORMALIDAD EN LA DIRECCIÓN DEL FLUJO





3. Buskens E, Grobee DE, Frohn MI, Wladimiroff JW, Hess J. Aspects of the aetiology of congenital heart disease. *Eur Heart J* 1995;16:584-7.
4. Bishop KC, Kuller JA, Boyd BK, Rhee EH, Miller S, Barker P. Ultrasound Examination of the Fetal Heart. *Obstet Gynecol Survey*. 2017;72(1):54-61.
5. Rosano A, Botto LD, Botting B, Mastroiacovo P. Infant mortality and congenital anomalies from 1950 to 1994: an international perspective. *J Epidemiol Community Health*. 2000;54:660-666. doi: 10.1136/jech.54.9.660
6. Liberman RF, Getz KD, Lin AE, Higgins CA, Sekhavat S, Markenson GR, Anderka M. Delayed diagnosis of critical congenital heart defects: trends and associated factors. *Pediatrics*. 2014 Aug;134(2):e373-81. doi: 10.1542/peds.2013-3949
7. Eckersley L, Sadler L, Parry E, Finucane K, Gentles TL. Timing of diagnosis affects mortality in critical congenital heart disease. *Arch Dis Child*. 2016 Jun;101(6):516-20. doi: 10.1136/archdischild-2014-307691
8. Fixler DE, Xu P, Nembhard WN, Ethen MK, Canfield MA. Age at referral and mortality from critical congenital heart disease. *Pediatrics*. 2014 Jul;134(1):e98-105. doi: 10.1542/peds.2013-2895
9. Mozumdar N, Rowland J, Pan S, Rajagopal H, Geiger MK, Srivastava S, Stern KWD. Diagnostic Accuracy of Fetal Echocardiography in Congenital Heart Disease. *J Am Soc Echocardiogr*. 2020 Nov;33(11):1384-90. doi: 10.1016/j.echo.2020.06.017
10. Donofrio MT, Moon-Grady AJ, Hornberger LK, Copel JA, Sklansky MS, Abuhamad A, Cuneo BF, Huhta JC, Jonas RA, Krishnan A, Lacey S, Lee W, Michelfelder EC Sr, Rempel GR, Silverman NH, Spray TL, Strasburger JF, Tworetzky W, Rychik J; American Heart Association Adults With Congenital Heart Disease Joint Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young and Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, and Council on Cardiovascular and Stroke Nursing. Diagnosis and treatment of fetal cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2014 May 27;129(21):2183-242. doi: 10.1161/01.cir.0000437597
11. International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, Carvalho JS, Allan LD, Chaoui R, Copel JA, DeVore GR, Hecher K, Lee W, Munoz H, Paladini D, Tutschek B, Yagel S. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2013 Mar;41(3):348-59. doi: 10.1002/uog.12403
12. AIUM-ACR-ACOG-SMFM-SRU Practice Parameter for the Performance of Standard Diagnostic Obstetric Ultrasound Examinations. *J Ultrasound Med*. 2018 Nov;37(11):E13-E24. doi: 10.1002/jum.14831
13. Carvalho JS, Mavrides E, Shinebourne EA, Campbell S, Thilaganathan B. Improving the effectiveness of routine prenatal screening for major congenital heart defects. *Heart*. 2002 Oct;88(4):387-91. doi: 10.1136/heart.88.4.387
14. Tegnander E, Eik-Nes SH, Linker DT. Incorporating the four-chamber view of the fetal heart into the second-trimester routine fetal examination. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1994 Jan 1;4(1):24-8. doi: 10.1046/j.1469-0705.1994.04010024.x
15. Shipp TD, Bromley B, Hornberger LK, Nadel A, Benacerraf BR. Levorotation of the fetal cardiac axis: a clue for the presence of congenital heart disease. *Obstet Gynecol*. 1995 Jan;85(1):97-102. doi: 10.1016/0029-7844(94)00328-b
16. Del Bianco A, Russo S, Lacerenza N, Rinaldi M, Rinaldi G, Nappi L, Greco P. Four chamber view plus three-vessel and trachea view for a complete evaluation of the fetal heart during the second trimester. *J Perinat Med*. 2006;34(4):309-12. doi: 10.1515/JPM.2006.059
17. ACOG Practice Bulletin No. 106: Intrapartum fetal heart rate monitoring: nomenclature, interpretation, and general management principles. *Obstet Gynecol* 2009;114:192-202.
18. Forbus GA, Atz AM, Shirali GS. Implications and limitations of an abnormal fetal echocardiogram. *Am J Cardiol*. 2004 Sep 1;94(5):688-9. doi: 10.1016/j.amjcard.2004.05.047
19. Vettraino IM, Lee W, Bronsteen RA, Comstock CH. Sonographic evaluation of the ventricular cardiac outflow tracts. *J Ultrasound Med*. 2005 Apr;24(4):566. doi: 10.7863/jum.2005.24.4.566
20. DeVore GR. The aortic and pulmonary outflow tract screening examination in the human fetus. *J Ultrasound Med*. 1992 Jul;11(7):345-8. doi: 10.7863/jum.1992.11.7.345
21. Yoo SJ, Lee YH, Kim ES, Ryu HM, Kim MY, Choi HK, Cho KS, Kim A. Three-vessel view of the fetal upper mediastinum: an easy means of detecting abnormalities of the ventricular outflow tracts and great arteries during obstetric screening. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1997 Mar;9(3):173-82. doi: 10.1046/j.1469-0705.1997.09030173.x
22. Chaoui R, McEwing R. Three cross-sectional planes for fetal color Doppler echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2003 Jan;21(1):81-93. doi: 10.1002/uog.5