

Onda de velocidad de flujo del istmo aórtico en fetos con crecimiento intrauterino restringido

✉ Kenny Araujo-Vargas,^{1,2} ✉ Ylisy Guevara,^{1,2} ✉ Jesús Veroes,¹ ✉ Daniel Márquez-Contreras,¹
✉ Juan Pérez-Wulff,¹ ✉ Carlos Lugo,¹ ✉ Jonel Di Muro.¹

¹Especialista en Ginecología – Obstetricia – Perinatología - Medicina Materno Fetal. ²Servicio de Perinatología del Hospital Central de Maracay, Maracay – Aragua.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico en fetos con crecimiento intrauterino restringido en el Hospital Central de Maracay.

Métodos: Estudio descriptivo, observacional de corte transversal, en gestantes con diagnóstico de crecimiento fetal restringido. Se realizó ecografía doppler antenatal y gases arteriales de cordón umbilical al nacer.

Resultados: Se analizaron 36 pacientes observando que la edad promedio fue de 26,4 años; el promedio de edad gestacional cifró 33,1 semanas; el promedio de los pesos fetales se ubicó en 1539 gramos; la media del pH arterial fue de 7,24. El flujo diastólico anterógrado del istmo aórtico se observó en 44,44 % de los casos y retrógrado en el 19,44 %, los flujos diastólicos borrados en 36,1 % de los casos. El peso promedio en los fetos con istmo aórtico retrógrado fue 1221 gramos mientras que aquellos fetos con istmo aórtico con flujo diastólico anterógrado presentaron un peso promedio de 1643 gramos ($p < 0,00001$), el pH arterial fue de 7,16 en los fetos con istmo aórtico retrogrado, siendo significativo al compararlo con aquellos sin reversa ($p = < 0,001$).

Conclusión: El istmo aórtico es útil como marcador del estado hemodinámico fetal y los flujos diastólicos retrógrados se asocian con resultados perinatales desfavorables.

Palabras clave: Crecimiento intrauterino restringido, Istmo aórtico, Gases arteriales de cordón umbilical.

Aortic isthmus flow rate wave in fetuses with restricted intrauterine growth

ABSTRACT:

Objective: Evaluate the flow velocity wave of the aortic isthmus in fetal growth restriction.

Methods: A cross-sectional, descriptive and observational study was carried out in pregnant women with a diagnosis of fetal growth restriction, excluding those with multiple gestations and fetal anomalies. Doppler ultrasound was performed and arterial blood gas sample was taken from the umbilical cord at birth.

Results: In this study, 36 patients were analyzed. The average age of pregnant women was 33.1 weeks; average fetal birth weight was 1539 g; average pH was 7.24. Likewise, antegrade flow was seen in 44.44 % of cases, and 19.44 % retrograde flow, absent diastole flow was 36.11 %. The average weight in fetuses with retrograde aortic isthmus was 1221 grams, while those fetuses with aortic isthmus with anterior diastolic flow at an average weight of 1643 grams ($p = < 0.00001$), arterial pH was 7.16 in fetuses with retrograde aortic isthmus, being significant when compared with those without reverse diastolic ($p = < 0.001$).

Conclusions: The aortic isthmus serves as a marker of fetal hemodynamic state and retrograde diastolic flow is associated with adverse perinatal outcomes.

Keywords: Fetal growth restriction, Aortic isthmus, Cord blood gas.

Forma de citar este artículo: Araujo-Vargas K, Guevara Y, Veroes J, Márquez-Contreras D, Pérez-Wulff J, Lugo C, Di Muro. Onda de velocidad de flujo del istmo aórtico en fetos con crecimiento intrauterino restringido. RevUM [Internet]. 2021 [fecha de consulta: xxxxxx]; 1(1):16-34. Disponible en: [https://avum.org/2021_1_1/6AO_2021_1\(1\).pdf](https://avum.org/2021_1_1/6AO_2021_1(1).pdf)

INTRODUCCIÓN

El estudio hemodinámico fetal es en la actualidad una de las herramientas más importantes para valorar el bienestar fetal. El *doppler* representa un método no invasivo para el estudio del flujo sanguíneo de los vasos fetales y por lo tanto facilita el conocimiento de la fisiopatología del embarazo (1). Son fundamentalmente los estados hipertensivos del embarazo y el crecimiento intrauterino restringido las situaciones donde el *doppler* muestra una gran utilidad (2, 3). El crecimiento intrauterino restringido (CIR) por definición, es un trastorno que afecta alrededor del 10 % de los embarazos, sin embargo puede variar de acuerdo a los criterios diagnósticos utilizados (4). En Venezuela, se encuentra en 8,7 %, similar a la frecuencia de Latinoamérica que oscila entre 6 % y 28 % con un promedio de 9 % (5).

Según un consenso basado en las diferentes recomendaciones internacionales, los fetos que presentan uno o varios de los siguientes parámetros son considerados como casos de CIR: crecimiento fetal por debajo del percentil 10 para la edad gestacional con signos de compromiso, fetos con un peso inferior al percentil 3 para la edad gestacional o fetos con circunferencia abdominal por debajo del percentil 2,5 para la edad gestacional sin alteraciones de otros parámetros biométricos (6).

Entre las causas de CIR está la insuficiencia placentaria cuyo único tratamiento efectivo es la terminación del embarazo, siendo este un dilema en casos de prematuridad, debido a las complicaciones presentes como afecciones respiratorias, neurológicas y muerte neonatal, por lo que es necesario evaluar el momento oportuno para decidir la finalización del embarazo. Ha sido bien establecido que el uso de la ecografía *doppler*

puede reducir significativamente la mortalidad perinatal así como la inducción innecesaria del parto de fetos prematuros (3). Se estudian fundamentalmente: la arteria umbilical (AU), la arteria cerebral media (ACM) y el *ductus* venoso (DV), usando como parámetro principal el índice de pulsatilidad (IP) ya que otros índices utilizados para este tipo de evaluación, como el índice de resistencia (IR) y la relación sístole/diástole (S/D), no deben ser empleados en la clínica porque no dan información cuando el flujo diastólico es cero o negativo, problema que no sucede con el IP (1).

El estudio *doppler* de la arteria umbilical es una herramienta fundamental tanto para el diagnóstico como para el seguimiento de los fetos con CIR por insuficiencia placentaria (3) pero no puede utilizarse como único vaso en el manejo del CIR. La arteria cerebral media es el vaso estándar para examinar la circulación cerebral. En situación de hipoxemia secundaria a insuficiencia placentaria, el feto pone en marcha mecanismos de centralización hemodinámica para mantener el aporte a los órganos más nobles; el efecto se manifiesta como una vasodilatación de la circulación cerebral (6). El *doppler* del DV es la prueba más sensible para predecir la muerte fetal y ha sido de gran utilidad para decidir el momento de la extracción fetal. Alteraciones de su flujo se asocian a etapas tardías de compromiso fetal como acidemia, necrosis miocárdica, muerte perinatal y morbilidad neurológica (3,6), por lo que a pesar de ser un método para decidir la finalización de la gestación, es también un marcado de deterioro fetal.

El istmo aórtico (IA) es un segmento del arco aórtico comprendido entre la emergencia de la arteria subclavia izquierda y la desembocadura del *ductus* arterioso. En un feto normal, el flujo diastólico a través del istmo aórtico debe ser siempre anterógrado, independientemente de

la edad gestacional. La onda del istmo aórtico, evaluada de diferentes formas, ha sido clasificada en 5 tipos de acuerdo al índice de flujo ístmico (7). Asimismo, también se ha valorado de forma cualitativa la dirección del flujo diastólico, criterio que parece más sencillo en la interpretación. Se ha demostrado que la evaluación del istmo aórtico puede hacerse tanto en un plano sagital como transversal del arco aórtico (8, 9). Es importante resaltar esto ya que permite utilizar el plano que sea de más fácil acceso según la postura fetal y preferencia personal del operador.

El rol de la evaluación del IA en fetos con CIR se ha estado estudiando durante los últimos años, algunas investigaciones demuestran que las alteraciones del IA se relacionan con el aumento en el riesgo de lesiones cerebrales neonatales (10), mayor riesgo de resultados perinatales adversos (11) y un inadecuado desarrollo neurológico (7, 8). El IA puede estar alterado incluso ante la presencia de un IP normal de la arteria umbilical (12), sin embargo, el uso del IA sigue siendo controversial en la práctica clínica (13, 14). Aquí radica la importancia de la valoración del istmo aórtico y la necesidad de incluirlo como una herramienta más del perfil hemodinámico fetoplacentario, es por esto que el objetivo de este estudio fue evaluar la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico en fetos con crecimiento intrauterino restringido y su relación con resultados adversos perinatales.

MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal, en el cual la población estuvo constituida por gestantes con diagnóstico de crecimiento intrauterino restringido que acudieron al servicio de emergencia obstétrica del Hospital Central de Maracay en el periodo comprendido entre 15 de marzo hasta 15 de octubre de 2014, se seleccionaron 40 pacientes al azar, quienes voluntariamente manifestaron su

voluntad de participar en el estudio, mediante un consentimiento informado por escrito. Se tomaron como criterios de exclusión a todas aquellas gestantes con: gestaciones múltiples, anomalías fetales y alteraciones cromosómicas.

El crecimiento intrauterino restringido estuvo definido por cualquiera de los siguientes criterios: 1. Crecimiento fetal por debajo del percentil 10 para la edad gestacional con signos de compromiso fetal, que incluyen anomalías de la circulación fetoplacentaria identificadas por ultrasonido *doppler*: IP de arteria umbilical mayor al percentil 95, IP ACM menor al percentil 5 o DV con onda A ausente o reversa, disminución del líquido amniótico o alteraciones en las pruebas de bienestar fetal, 2. Todo feto con un peso estimado fetal inferior al percentil 3 para la edad gestacional o, 3. Circunferencia abdominal por debajo del percentil 2,5 para la edad gestacional, sin alteraciones de otros parámetros biométricos (6). La edad gestacional se estableció de acuerdo a la medida de la longitud cráneo caudal en primer trimestre.

A cada embarazada se le practicó un estudio ecográfico *doppler* en el servicio de Perinatología del Hospital Central de Maracay, utilizando un equipo ALOKA® modelo ProSound alpha 5 SV con transductor *convex* de 3,5 MHz, realizado por los especialistas en Perinatología y Medicina Materno Fetal. Se evaluaron diversos parámetros biométricos: diámetro biparietal, circunferencia cefálica, circunferencia abdominal y longitud de fémur, permitiendo calcular y establecer el percentil del peso fetal estimado (PFE) utilizando la fórmula de Hadlock y cols. (15) y su tabla de percentiles, posteriormente se realizó el estudio *doppler* de los vasos utilizados rutinariamente en el perfil hemodinámico materno-fetal: arterias uterinas, arteria umbilical, arteria cerebral media y *ductus* venoso, en los cuales se tomó como

valor referencial el índice de pulsatilidad y se consideró alterado cuando se observó cualquiera de las siguientes: IP mayor al percentil 95 en las arterias uterinas o en la arteria umbilical, IP menor al percentil 5 en la arteria cerebral media o *ductus* venoso con onda A ausente o reversa, utilizando tablas de percentiles previamente publicadas (16, 17).

La evaluación de la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico se realizó tanto en el corte transversal del arco aórtico como en el corte longitudinal del arco aórtico, según la posición fetal y la facilidad de acceso al mismo por parte de operador. Para el presente estudio, se evaluó la onda de velocidad de flujo del IA de forma cualitativa y se denominó flujo diastólico anterógrado cuando lo fue en la mayor parte de la diástole, flujo diastólico borrado cuando hay ausencia de la diástole y flujo retrógrado o en reversa cuando lo es en parte o en la totalidad de la diástole. Dicha evaluación del istmo aórtico se realizó previo a la interrupción del embarazo; en caso de pasar más de 24 horas de la evaluación del istmo aórtico y no hubiese ocurrido el nacimiento, se realizó una nueva evaluación y esta última fue la que se incluyó para el análisis. Al momento del nacimiento, se tomó muestra de sangre del cordón umbilical para realizar gases arteriales. Se realizó doble pinzamiento del cordón umbilical, dejando un segmento de 10 - 20 cm entre las pinzas y se procedió a tomar la muestra (18), también se registró el puntaje de Apgar al primer y quinto minuto.

Se utilizó un instrumento tipo ficha de recolección de datos diseñada por el investigador y validada por 3 expertos en el área obstétrica, Se recabaron datos de identificación de la paciente, los antecedentes, medidas biométricas del estudio ecográfico, hallazgos del perfil hemodinámico fetoplacentario y características clínicas de los

recién nacidos. Los datos fueron transcritos a una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2013.

Para el análisis estadístico se utilizó el *software* STATA versión 10.0. La descripción de las variables cuantitativas se hizo a través de medidas de tendencia central y de dispersión y de las variables cualitativas con frecuencia absolutas y relativas (números y porcentajes). Se procedió a la tabulación de los datos y se efectuaron cálculos de medias, proporciones, desviaciones estándar y valores p; así como de Chi cuadrado con corrección de Yates y la prueba exacta de Fisher para la evaluación de contrastes entre las variables, para comparar las variables cuantitativas paramétricas con variables cualitativas se utilizó el análisis de varianza de un factor, el valor de p menor a 0,05 se consideró estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Inicialmente la muestra estuvo constituida por 40 pacientes que cumplieron criterios de inclusión y consentimiento de participar en el estudio, un total de 4 pacientes posteriormente fueron excluidas porque no se logró tomar muestra para gases arteriales del cordón umbilical durante el acto quirúrgico. La muestra final estuvo conformada por 36 pacientes. La edad promedio fue de 26,4 años $\pm$ 7 con un rango de 17 a 45 años, la edad gestacional promedio fue de 33,1 semanas $\pm$ 2,8 con un rango entre 25,2 a 39,3 semanas. El peso fetal promedio fue 1539 g $\pm$ 430, la media del pH fue de 7,24 con un rango de 7,03 a 7,4 (Tabla 1).

En cuanto a la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico, el flujo anterógrado se observó en 16 casos (44,44 %), el flujo diastólico borrado en 13 casos (36,11 %) y el flujo diastólico retrógrado en 7 pacientes (19,44 %).

Tabla 1. Variables maternas y neonatales

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Edad (años)	26,4	7	17	45
Edad gestacional (semanas)	33,1	2,8	25,2	39,3
Apgar (1er minuto)	6,61	0,84	3	8
Apgar (5to minuto)	7,72	0,70	5	9
pH arterial	7,24	0,08	7,03	7,4
Peso al nacer (gramos)	1539	430	500	2300

El 69 % de las pacientes presentaron trastornos hipertensivos del embarazo, la preeclampsia representó el 27,78 % del total de las patologías médicas asociadas, 7 pacientes no presentaron patologías médicas, representando el 19,4 % (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de cuadros clínicos entre las embarazadas

Cuadro clínico de embarazadas	N	%
Hipertensión arterial crónica	7	19,44
Preeclampsia sin criterios de gravedad	1	2,78
Preeclampsia con criterios de gravedad	9	25,00
Hipertensión arterial crónica más preeclampsia	6	16,67
Hipertensión arterial gestacional	2	5,56
Diabetes gestacional	1	2,78
Hipotiroidismo	1	2,78
Diabetes mellitus e hipertensión arterial	1	2,78
Artritis reumatoidea e hipertensión arterial	1	2,78
Sin cuadros clínicos	7	19,44

De acuerdo a su distribución, se puede destacar que entre 25 a 28 semanas no se observaron flujos diastólicos borrados. Pero entre las 29 a 34 semanas el número de flujos diastólicos borrados fue de 11, siendo el grupo donde se observó con mayor frecuencia este tipo de flujo, solo 3 pacientes presentaron flujo diastólico retrógrado del istmo aórtico por encima de las 35 semanas (Gráfico 1).

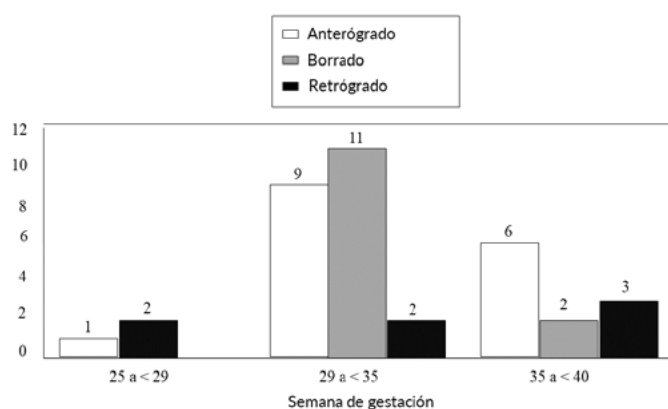


Gráfico 1. Flujo diastólico del istmo aórtico según edad gestacional

Se observó que, cuando el IA fue anterógrado, la AU tuvo un IP $\leq$ al percentil 95 en 56,25 % de las pacientes y la ACM tuvo un IP $\geq$ p 5 en 81,25 % de las pacientes. Cuando el IA presentó una diástole borrada, 69,2 % de las pacientes tenían AU con diástole borrada y en 84,6 % tenían el IP ACM $<$ p5. El IA retrógrado se asoció con una AU con diástole borrada en 57,1 % y el IP ACM $<$ p5 en 85,7 %. Todas las correlaciones, se representaron en la tabla 3.

En cuanto al promedio de peso al nacer, para aquellos fetos con IA anterógrado y con IA con diástole borrada fue de 1643 g y 1585 g, respectivamente, mientras que los fetos

Tabla 3. Análisis comparativo de los parámetros *doppler* y la onda de velocidad de flujo del IA

Variable	IA anterógrado (n = 16)	%	IA diástole borrada (n = 13)	%	IA retrógrado (n = 7)	%	p
IP AU $\leq$ p95	9/16	56,25	3/13	23	2/7	28,5	0,156
IP AU $>$ p95	6/16	37,5	1/13	7,6	1/7	14,2	0,135
AU con diástole borrada	1/16	6,25	9/13	69,2	4/7	57,1	0,0013
IP ACM $\geq$ p5	13/16	81,25	2/13	15,3	1/7	14,2	0,0010
IP ACM $<$ p5	3/16	18,25	11/13	84,6	6/7	85,7	0,0011
Onda A reversa del DV	0/16	0	0/13	0	2/7	28,5	--

IP: índice de pulsatilidad, AU: arteria umbilical, ACM: arteria cerebral media, DV: *ductus* venoso, IA: istmo aórtico.

con IA con diástole retrógrada fue de 1221 g ($p < 0,000001$). El promedio del Apgar al primer y quinto minuto en el grupo con IA retrogrado fue de 5,85 y 6,85 respectivamente. El pH arterial de cordón umbilical fue de 7,16 en los fetos con IA retrogrado, siendo este valor significativamente menor en comparación con los fetos con IA con flujo borrado o anterógrado ($p < 0,000068$). Las correlaciones se representaron en la tabla 4.

Tabla 4. Análisis comparativo de resultados neonatales y la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico

Variable	IA anterógrado (n = 16)	IA diástole borrada (n = 13)	IA retrógrado (n = 7)	p
Peso al nacer (gramos)	1643	1585	1221	$< 0,00001$
Apgar (1er minuto)	6,81	6,76	5,85	$< 0,001$
Apgar (5to minuto)	7,87	7,84	6,85	$< 0,001$
pH arterial	7,25	7,25	7,16	$< 0,001$

IA: istmo aórtico.

DISCUSIÓN

En el presente estudio, se evaluó el IA de fetos con CIR y se correlacionaron las alteraciones del IA con el pH arterial de cordón umbilical, el peso al nacer y el puntaje de Apgar. La primera observación resaltante es el amplio rango de edad gestacional que osciló entre el segundo y tercer trimestre, incluyendo embarazos pretérmino extremo y a término; así como también un amplio margen de edad materna desde adolescentes de 17 años hasta gestantes tardías. De esto se puede inferir que esta patología puede presentarse en cualquier edad gestacional, que no es exclusiva de un grupo etario específico y que las alteraciones hemodinámicas deben evaluarse de manera general. Entre estas pacientes, el mayor porcentaje estuvo asociado a algún tipo de trastorno hipertensivo, lo cual se esperaba tomando en cuenta que ambas entidades comparten una base fisiopatológica común. Sin embargo, en 7 pacientes no se observó ningún tipo de patología asociada que pudiera explicar la causa en la alteración del crecimiento fetal.

El estudio *doppler* reveló diferentes grados de compromiso hemodinámico fetoplacentario en las pacientes y tradicionalmente han sido establecidos como criterios de severidad en CIR. Sin embargo, al analizar estos cambios y su relación con la morfología de la onda del istmo aórtico, surgen algunas observaciones importantes. En primer lugar, la evaluación de la onda del istmo aórtico es un procedimiento fácilmente reproducible y los parámetros diástole anterógrada, diástole borrada y diástole retrógrada facilitan su estudio, concordando con otra investigación que considera que el análisis cualitativo de la onda es más práctico e igual de sensible que otras clasificaciones mucho más complejas (11). De estas ondas, la predominante fue la de tipo anterógrado que estuvo asociada a menores alteraciones del perfil hemodinámico fetoplacentario así como también a mejor resultado perinatal con respecto al flujo diastólico retrógrado del IA.

Las alteraciones hemodinámicas fetoplacentarias, como flujos diastólicos borrados de la arteria umbilical, vasodilatación de la arteria cerebral media y alteraciones del *ductus* venoso se vieron en mayor medida en los istmos aórticos con presencia de flujos diastólicos borrados y flujos diastólicos retrógrados, siendo este último parámetro el único donde se evidenció ondas A reversas del DV, lo que concuerda con otro estudio (11) que determina que la presencia de flujos retrógrados a nivel del istmo aórtico se relaciona con ondas de velocidad de flujo de la arteria umbilical y del DV más patológicas, cuya importancia radica en que los flujos diastólicos ausentes o en reversa a nivel de la arteria umbilical al igual que las alteraciones del DV, anuncian la descompensación fetal existente. En este caso, la mayor asociación estuvo entre el istmo aórtico con flujo diastólico ausente o reversa y la vasodilatación cerebral, por lo que este parámetro y el nivel de daño cerebral

se pudo presentar en estos fetos por la hipoxia sostenida, lo que concuerda con estudios que demuestran el mal desarrollo neurológico en fetos con flujo retrogrado del IA (8, 11, 19). En los casos donde no hubo reversa del flujo del istmo aórtico, los flujos en el DV se mantuvieron anterógrados, pudiendo pensar que la ausencia de la diástole en el istmo puede predecir los cambios antes de que ocurran en el DV. Este hallazgo ha sido observado en otro estudio (20).

En cuanto a los parámetros clínicos fetales, se puede observar que el peso fue menor en aquellos fetos con flujos diastólicos retrógrados del IA, en comparación con los flujos anterógrados y diastólicos ausentes, pudiendo relacionar esto con un mayor grado de gravedad, producto de la falta de oxigenación a los tejidos. El puntaje Apgar al primer y quinto minuto fue menor en estos fetos al igual que el pH arterial. A pesar de que un importante número de casos con flujos diastólicos borrados del IA estuvieron relacionados con la fase diastólica borrada de la arteria umbilical, considerada como un marcador de daño placentario, estos presentaron variaciones sutiles en cuanto al pH y al Apgar, al compararlos con los flujos anterógrados del istmo aórtico, a diferencia del flujo retrógrado del IA que también estuvo relacionado con la fase diastólica borrada de la arteria umbilical pero presentando registros bajos de pH, Apgar y peso fetal, pudiendo alertar esto sobre la presencia de un resultado perinatal desfavorable, hecho que concuerda con otros estudios (11, 19, 21).

De las fortalezas de este estudio, se puede destacar que la evaluación *doppler* fue realizada dentro de las 24 horas previas al nacimiento, además de la realización de gases arteriales del cordón umbilical como parámetro de resultado adverso.

CONCLUSIONES

El istmo aórtico es un territorio vascular de fácil acceso en el estudio ecográfico fetal que brinda información relevante en cuanto a los compartimientos derechos e izquierdo de la circulación fetal. El estudio cualitativo de su onda permite al médico evaluar el comportamiento hemodinámico de los fetos con compromiso del crecimiento en el segundo y tercer trimestre, asociado o no a otras patologías del embarazo.

La presencia de flujos diastólicos borrados o retrógrados se asoció a alteraciones similares en la arteria umbilical y cerebral media. Los flujos del istmo que no presentaron reversa, no modificaron la onda A del *ductus* venoso. Esto es importante porque pudiera estarse en presencia de un marcador de resultado perinatal adverso que se altera antes del *ductus* venoso en la escala de descomposición hemodinámica fetal y puede predecir el grado de daño hipóxico en el feto. Se requieren nuevas investigaciones que permitan determinar si estos cambios podrían usarse para mejorar el manejo clínico del CIR.

REFERENCIAS

1. Bhide A, Acharya G, Bilardo C, Brezinka C, Cafci D, Hernandez- Andrade E, *et al.* ISUOG Practice Guidelines: use of *Doppler* ultrasonography in obstetrics. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41: 233-239. doi:10.1002/uog.12371.
2. Sotiriadis A, Hernandez-Andrade E, da Silva Costa F, Ghi T, Glanc P, Khalil A, *et al.* ISUOG Practice Guidelines: Role of ultrasound in screening for and follow-up of pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2018; 53:7-22. doi: 10.1002/uog.20105.
3. Lees C, Stampalija T, Baschat A, Da Silva Costa F, Ferrazzi E, Figueras F, *et al.* ISUOG Practice Guidelines: Diagnosis and management of small-for-gestational-age fetus and fetal growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 56:298-312. doi: 10.1002/uog.22134.
4. Figueras F, Gratacos E. An integrated approach to fetal growth restriction. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2017; 38:48-58. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2016.10.006.
5. Faneite P. Retardo del crecimiento intrauterino. En: Zigelboim I, Guariglia D, editores. *Clínica Obstétrica*. Tercera edición. Caracas: Disinlimed; 2007. p.473 - 480.
6. Pérez-Wulff J, Márquez-Contreras D, Muñoz H, Solís-Delgado A, Otaño L, Ayala-Hung V. Guía Clínica de FLASOG. Restricción de Crecimiento Intrauterino [Internet]. Ciudad de Panamá: FLASOG; 2013 [consultado 15 de enero de 2014]. Disponible en: https://silo.tips/queue/restriccion-de-crecimiento-intrauterino?&queue_id=-1&v=1629407737&u=MTg2LjE2Ny4yNDguNDY=
7. Fouron J, Gosselin J, Roboisson M, La Mou J, Tiso C, Fouron C, *et al.* The relationship between an aortic isthmus blood flow velocity index and the postnatal neurodevelopmental status of fetuses with placental circulatory insufficiency. *Am J Obstet Gynecol*. 2005; 192 (2):497-503. doi: 10.1016/j.ajog.2004.08.026.
8. Ferraz M, Araujo F, De-Carvalho P, Moreira-de-Sa R. Aortic isthmus *Doppler* velocimetry in fetuses with intrauterine growth restriction: A literature review. *Rev Bras Ginecol Obstet* 2020;42(5):289-296. doi: 10.1055/s-0040-1710301.
9. Del Rio M. *Doppler* assessment of fetal aortic isthmus blood flow in two different sonographic planes during the second half of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2005; 26:170-174. doi: 10.1002/uog.1955.
10. Cruz-Martinez R, Tenorio V, Padilla N, Crispi F, Figueras F, Gratacos E. Risk of ultrasound-detected neonatal brain abnormalities in intrauterine growth-restricted fetuses born between 28 and 34 weeks' gestation: relationship with gestational age at birth and fetal *Doppler* parameters. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2015; 46(4):452-459. doi: 10.1002/uog.15660.
11. Del Rio M, Martinez J, Figueras F, Olivella A, Palacios M, Coll O, *et al.* *Doppler* assessment of the aortic isthmus and perinatal outcome in preterm fetuses with severe intrauterine growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2008; 31(1):41-47. doi: 10.1002/uog.5237.
12. Cruz-Martinez R, Figueras F, Hernandez-Andrade E, Oros D, Gratacos E. Changes in myocardial performance index and aortic isthmus and ductus venosus *Doppler* in term, small-for-gestational age fetuses with normal umbilical artery pulsatility index. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 38(4):400-405. doi: 10.1002/uog.8976.
13. Unterscheider J, Daly S, Patrick M, Kennelly M, McAuliffe F, Donoghue K. Predictable progressive *Doppler* deterioration in IUGR: does it really exist? *Am J Obstet Gynecol*. 2013; 209(6):539.e1-7. doi: 10.1016/j.ajog.2013.08.039.
14. Kennelly M, Farah N, Hogan J, Reilly A, Turner M, Stuart B. Longitudinal study of aortic isthmus *Doppler* in appro-

priately grown and small-for-gestational-age fetuses with normal and abnormal umbilical artery *Doppler*. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2012; 39(4):414-420. doi: 10.1002/uog.9076.

15. Hadlock F, Harrist R, Sharman R, Deter R, Park S. Estimation of fetal weight with the use of head, body and femur measurements-a prospective study. *Am J Obstet Gynecol*. 1985; 151:333-337. doi: 10.1016/0002-9378(85)90298-4.
16. Arduini D, Rizzo G. Normal values of Pulsatility Index from fetal vessels: a cross-sectional study on 1556 healthy fetuses. *J Perinat Med*. 1990; 18(3):165-172. doi: 10.1515/jpme.1990.18.3.165.
17. Gómez O, Figueras F, Fernández S, Bennasar M, Martínez J, Puerto B, et al. Reference ranges for uterine artery mean pulsatility index at 11-41 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2008; 32 (2):128-132. doi: 10.1002/uog.5315.
18. Ministerio de Salud Chile [Internet]. Manual de procedimientos para la atención del recién nacido en el período inmediato y puerperio en servicios de obstetricia y ginecología; 2014. [consultado 14 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.minsal.cl/sites/default/files/files/PROCEDIMIENTOSPARALAATENCIONDELRECIENNACIDOFINAL02022014.pdf>
19. Fouron J, Gosselin J, Amiel-Tison C, Infante-Rivard C. Correlation between prenatal velocity waveform in the aortic isthmus and neurodevelopmental outcome between the ages of 2 and 4 years. *Am J Obstet Gynecol*, 2001; 184(4): 630-636. doi: 10.1067/mob.2001.110696.
20. Figueras F, Benavides A, Del Rio M, Crispi F, Eixarch E, Martínez J, et al. Monitoring of fetuses with intrauterine growth restriction: longitudinal changes in ductus venosus and aortic isthmus flow. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2009; 33:39-43. doi: 10.1002/uog.6278.
21. Tynan D, Alphonse J, Henry A, Welsh A. The Aortic Isthmus: A Significant yet Underexplored Watershed of the Fetal Circulation. *Fetal Diagn Ther*. 2016; 40:81-93. doi: 10.1159/000446942.

Recibido 21 de junio de 2021

Aprobado 30 de septiembre de 2021