



Crecimiento fetal restringido: evaluación del resultado perinatal mediante la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico

Dres. ^{ID} Milfred Utrera¹, ^{ID} Marvinia Romero², ^{ID} Jeiv Gómez³, ^{ID} Cesar Figueredo⁴, ^{ID} Yanireth Rodríguez⁴,
^{ID} Liz Quintero⁵.

¹Médico especialista en ginecología y obstetricia, medicina materno fetal. Adjunto del servicio de perinatología y alto riesgo obstétrico. Maternidad de Barcelona - Hospital "Dr. Luis Razetti". Barcelona, Estado Anzoátegui. ²Médico especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal y perinatología. Coordinadora del programa de especialización en medicina materno fetal. Maternidad "Concepción Palacios". Universidad Central de Venezuela. ³M.Sc. en bioética, especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Coordinador de investigación del programa de especialización en medicina materno fetal. Maternidad "Concepción Palacios". Universidad Central de Venezuela. ⁴Médico especialista en ginecología y obstetricia, medicina materno fetal. Adjunto del servicio de alto riesgo obstétrico. Hospital General del Este "Dr. Domingo Luciani". Caracas, Estado Miranda. ⁵Médico especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Mérida, Estado Mérida.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la relación entre la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico y el resultado perinatal en el crecimiento fetal restringido a partir de las 20 semanas de gestación, en pacientes que acuden al Servicio de Medicina Materno Fetal de la Maternidad Concepción Palacios en el periodo diciembre 2022 - septiembre 2023.

Métodos: Estudio prospectivo, descriptivo y transversal, con muestra no probabilístico intencional de 61 gestantes a partir de las 20 semanas con fetos con crecimiento fetal restringido. Se realizó ecografía doppler para evaluar el istmo aórtico con parámetros del perfil hemodinámico materno fetal. Se estableció la relación con el resultado perinatal.

Resultados: 61 gestantes. Fue más frecuente el índice de pulsatilidad del istmo aórtico normal y los tipos I y II. Los casos con índice de pulsatilidad $\geq$ percentil 95 y mayor tipo de onda tuvieron relación con mayor deterioro hemodinámico fetal. Aquí, la mayoría tuvo resultado perinatal adverso. 75 % eran < 32 semanas. 100 % con onda tipo I eran crecimiento fetal restringido estadio I, y 100 % con tipo IV, eran estadios III y IV.

Conclusiones: Se encontró una tendencia adversa con el resultado perinatal con relación directa con el deterioro hemodinámico fetal; mayor porcentaje de factores asociados a resultado perinatal adverso tuvo mayor afectación del istmo aórtico, se correlacionó más como predictor de resultado perinatal adverso en crecimiento fetal restringido precoz. El índice de pulsatilidad y el tipo de onda tuvieron relación directa con el estadio de crecimiento fetal restringido.

Palabras clave: Crecimiento fetal restringido, Istmo aórtico, Resultado perinatal, Flujiometría doppler.

Fetal growth restriction: assessment of perinatal outcome using aortic isthmus doppler

ABSTRACT:

Objective: To evaluate the relationship between the flow velocity wave of the aortic isthmus and the perinatal outcome in fetal growth restriction from 20 weeks of gestation, in patients who attend the Maternal Fetal Medicine Service at the Concepcion Palacios Maternity in the period between December 2022 - September 2023.

Methods: a prospective, descriptive and cross-sectional study was performed using a non-probability sampling of 61 pregnant patients with gestational age ≥ 20 weeks with fetuses with fetal growth restriction. Doppler ultrasound was performed to evaluate the aortic isthmus and other parameters of the fetal hemodynamic profile. The relationship with perinatal outcome was established.

Results: Normal aortic isthmus pulsatility index and types I and II were more common. Cases with pulsatility index ≥ 95 th percentile and greater wave type were related to greater fetal hemodynamic deterioration. Here, the majority had an adverse perinatal outcome. 75% were < 32 weeks. 100% with wave type I were fetal growth restricted stage I, and 100% with type IV were stages III and IV.

Conclusion: An adverse trend was found with the perinatal outcome with a direct relationship with fetal hemodynamic deterioration; A higher percentage of factors associated with adverse perinatal outcome had greater involvement of the aortic isthmus, and was more correlated as a predictor of adverse perinatal outcome in early fetal growth restriction. The pulsatility index and wave type were directly related to the stage of fetal growth restriction.

Keywords: Fetal growth restriction, Aortic isthmus, Perinatal outcome, Doppler flowmetry.

Forma de citar este artículo: Utrera M, Romero M, Gómez J, Figueredo C, Rodríguez Y, Quintero L. Crecimiento fetal restringido: evaluación del resultado perinatal mediante la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico. Rev Venez Ultrason Med. 2024; NS4(2-3): 54-65. DOI: 10.57097/REVUM.2024.4.2-3.2

Dirección para correspondencia: Dr. Milfred Utrera, milfredutrera@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

Las gestaciones con crecimiento fetal restringido (CFR) representan un reto científico que busca un diagnóstico oportuno y la individualización de cada caso según la etiología del mismo y el pronóstico asociado para prevenir la muerte fetal mediante la detección de hallazgos asociados a deterioro fetal que precedan y eviten el compromiso irreversible (1, 2).

De la comprensión de la revisión de la evidencia con respecto a la evaluación del crecimiento fetal según la edad gestacional, el diagnóstico de CFR, su relación con alteraciones en las pruebas de bienestar fetal anteparto, incluyendo el perfil hemodinámico materno fetal (PHMF) *doppler* y alteración de funcionalismo cardíaco y su relación con resultados perinatales adversos (3-5), así como los consensos de sociedades científicas y centros especializados en medicina fetal, incluyendo la *International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology* (ISUOG) y el Hospital Clínic de Barcelona (12,13), se desprende que dentro de la evaluación *doppler* del feto con CFR y su relación con el resultado perinatal adverso, se debe considerar el rol del istmo aórtico (IAo), cuya potencial aplicación clínica fue descrita originalmente por Fouron y cols. (14).

En los fetos con CFR, la resistencia elevada al flujo sanguíneo placentario favorece la redistribución del gasto cardíaco hacia los órganos vitales. Esto puede ser evidente a través del aumento de la impedancia del flujo sanguíneo aórtico, lo cual se pone en evidencia al evaluar la onda de velocidad de flujo del IAo. Este representa un punto de comunicación entre las circulaciones fetales derecha e izquierda. Debido a esta característica anatómica, se considera que el IAo es una derivación arterial funcional, lo que refleja la relación entre las impedancias del circuito cerebral y sistémico. (15-19)

Los cambios en el flujo sanguíneo del IAo podrían surgir como resultado de un desequilibrio entre las adaptaciones vasculares de estas dos circulaciones paralelas. Un deterioro hemodinámico capaz de vencer la resistencia sistémica en detrimento de la impedancia central podría invertir la dirección del flujo en el IAo, llevando a la expulsión de sangre poco oxigenada del ventrículo derecho y hacia el sistema nervioso central, provocando así hipoxia cerebral. Teniendo en cuenta esta singularidad, el *doppler* del IAo ha sido objeto de numerosas investigaciones y ha sido destacado como un posible marcador del momento de descompensación hemodinámica crítica que da lugar a la hipoxia cerebral (15-19).

Los parámetros que se evalúan al *doppler* del IAo incluyen: índice de pulsatilidad (IP), índice de resistencia (IR) e índice del flujo del istmo aórtico (IFI). Este último se define como el índice de base velocidad tiempo y se calcula así: $IFI = \text{velocidad en tiempo integral (VTI) sistólico} \div \text{VTI diastólico} \div \text{VTI sistólico}$. El resultado define los tipos de istmo aórtico, siendo tipo 1: $IFI = 1,2 - 1$, flujo anterógrado en sístole y diástole; tipo 2: $IFI = 1$, ausencia de flujo en diástole; tipo 3: IFI entre 1 y 0, inversión de flujo diastólico, tipo 4: $IFI = 0$, flujo neto es cero y tipo 5: $IFI < 0$, el flujo neto es retrogrado (14).

La monitorización del flujo a través del istmo aórtico en fetos con CFR juega un importante papel en la prevención de secuelas posnatales causadas por hipoxia cerebral durante la vida fetal. De manera ideal, para prevenir las secuelas posnatales de la hipoxia cerebral, la decisión de interrumpir un embarazo se debe tomar justo antes de la descompensación fetal (20-22).

Cuando el flujo reverso ocurre a nivel del istmo aórtico, la sangre proveniente de la arteria pulmonar y de la aorta torácica descendente es desviada de su circulación normal hacia la placenta, por lo que

el cerebro es parcialmente perfundido con sangre y sustratos disminuidos (predominantemente oxígeno). Debido a que el índice ístmico aórtico es un indicador de la cantidad y de la dirección del flujo, puede ser utilizado como un marcador clínico para identificación de fetos con CFR que necesitan ser extraídos antes de que se presente evidencia de hipoxia cerebral. A mayor flujo reverso, mayor riesgo de presentar daño cerebral (20-22).

El estudio *doppler* de la hemodinamia fetoplacentaria tiene una influencia directa en la morbilidad perinatal y las consecuencias posnatales, siendo importantes el tiempo de aparición y el intervalo de afectación, en esto radica la importancia de un adecuado diagnóstico y seguimiento que permita abordar la mejor conducta según el pronóstico fetal. Esta evaluación también permite estadificar el CFR, destacando que a medida que progresa la alteración del perfil hemodinámico materno-fetal empeora el pronóstico fetal, lo cual, a lo largo de los años, se ha demostrado gracias a la evidencia científica (23-25).

El IAO parece ser prometedor en el afán de encontrar recursos que permitan predecir o anticipar el deterioro fetal, para definir así el momento ideal para la interrupción de la gestación. Este ha sido estudiado durante algunos años a fin de establecer su comportamiento en el crecimiento fetal restringido y actualmente sigue siendo ampliamente estudiado (26-28).

Es imperante desarrollar líneas de investigación que generen métodos sensibles y específicos de diagnóstico y seguimiento en crecimiento fetal restringido, con la finalidad de anticipar el deterioro hemodinámico y pronóstico ominoso, pudiendo así generar planes de trabajo en función de los resultados que ayuden a mejorar morbilidad fetal.

Con base a lo expuesto previamente, el presente estudio se realizó con la finalidad de evaluar la relación entre la onda de velocidad de flujo (OVF) del IAO y el resultado perinatal en el CFR a partir de las 20 semanas de gestación, en pacientes que acuden al Servicio de Medicina Materno Fetal (MMF) de la Maternidad Concepción Palacios (MCP).

MÉTODOS

Estudio observacional, prospectivo y descriptivo. La población estuvo representada por todas las gestantes a partir de las 20 semanas de gestación que acudieron al Servicio de MMF de la MCP en el periodo de diciembre de 2022 hasta septiembre de 2023. Se realizó un muestreo no probabilístico intencional de 61 gestantes que cumplieron con los criterios de inclusión: edad gestacional ≥ 20 semanas por fecha de última menstruación y/o ajuste ecográfico de I o II trimestre y diagnóstico de CFR; y no presentaron criterios de exclusión: crecimiento fetal normal o macrosomía fetal; tratamiento con aspirina; embarazo múltiple; defectos congénitos y/o cariotipo fetal anormal; índice de masa corporal $\geq 30 \text{ kg/m}^2$.

Se seleccionó la muestra, previa firma del consentimiento informado por las pacientes y se llenó una ficha de registro que incluyó datos de identificación, parámetros clínicos, incluyendo la edad gestacional, y parámetros ecográficos. Se realizó una biometría fetal según recomendaciones de la ISUOG (23) y del Clínic de Barcelona (24). La biometría fetal incluyó diámetro biparietal (DBP), circunferencia cefálica (CC), circunferencia abdominal (CA) y longitud del fémur (LF). Se determinó el peso fetal estimado mediante la fórmula de Hadlock y cols. (29), que incluyó en su cálculo las medidas biométricas de DBP, CC,

CA y LF. Se estableció el percentil de crecimiento ponderal fetal según la edad gestacional, utilizando las tablas por percentiles de la Organización Mundial de la Salud, disponibles a través de una calculadora en línea (30).

Se realizó PHMF *doppler*, con evaluación de arterias uterinas, de la arteria umbilical (AU), de la arteria cerebral media (ACM), y del *ductus* venoso (DV), siguiendo las recomendaciones de la ISUOG (13) y el protocolo del Hospital Clínic de Barcelona (12), se determinó el percentil de la AU, la ACM y el DV, utilizando los valores referenciales de tablas por percentiles según edad gestacional de los vasos de AU, ACM y DV (31, 32), convalidados en la MCP. De igual manera se registraron aquellos casos en que hubiera presencia de flujo diastólico borrado (FDB) o en reversa (FDR) de la AU y del DV.

El diagnóstico de CFR, se realizó en aquellos fetos con crecimiento fetal menor al percentil 10 para la edad gestacional con hallazgo de alteraciones del PHMF, o fetos que tuvieran crecimiento fetal menor al percentil 3 para la edad gestacional con o sin hallazgo de alteraciones del perfil hemodinámico materno fetal, según el protocolo

del Hospital Clínic de Barcelona (24). Se realizó estadio del CFR según el protocolo del Hospital Clínic de Barcelona (24).

Se procedió a la insonación del IAo en el corte sagital del arco aórtico y de 3 vasos tráquea (3VT) (figura 1 A y B). La muestra del *doppler* debió ubicarse a milímetros del origen de la arteria subclavia izquierda en el corte del arco aórtico y antes de la convergencia del IAo en el ductus arterioso en el corte de 3VT (figura 1 C). Se identificó el vaso con *doppler* color con escalas de velocidad altas (> 60 cm/s), con zoom que ocupó > 50 % de la pantalla, ángulo de insonación $< 30^\circ$ y tamaño de la muestra del *doppler* equivalente al tamaño del vaso; se obtuvo una OVF según parámetros descritos para su adecuada interpretación (7,15, 25).

Se realizó valoración cualitativa de la OVF del istmo aórtico en tipos I-V según la clasificación propuesta por Fouron y cols. (14). Se realizó medición del IP en forma automática por el equipo de ultrasonido o manual por el operador. El percentil del IP del IAo se evaluó según las tablas por percentiles por edad gestacional de Del Río y cols. (4). Se consideró patológico un IP del IAo

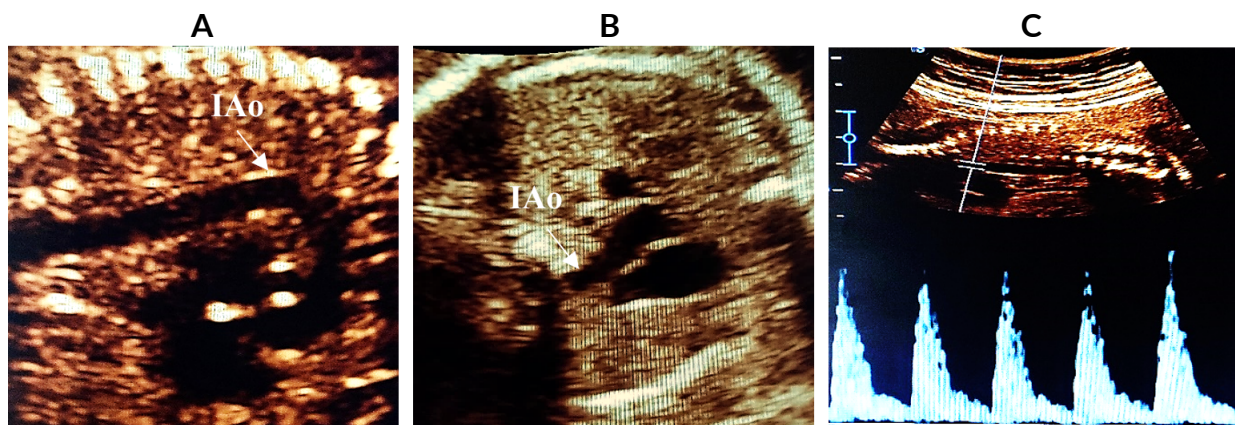


Figura 1. Técnica de evaluación de la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico. A. Insonación del istmo aórtico (flecha blanca) en corte sagital de tórax fetal evidenciando el arco aórtico, nótese que la muestra del *doppler* se coloca unos milímetros más allá del origen de la arteria subclavia izquierda. B. Istmo aórtico (flecha blanca) en corte axial de tórax fetal a nivel del corte de los tres vasos y tráquea. C. Onda de velocidad de flujo *doppler* del istmo aórtico donde se realiza valoración cualitativa según la clasificación de Fouron y medición del índice de pulsatilidad (12-14, 16, 28).

≥ P95 para la edad gestacional. Posteriormente se realizó seguimiento del bienestar fetal anteparto desde el momento de la captación al estudio hasta el momento de la resolución obstétrica en un intervalo que fue de 4 horas hasta 7 días, con resolución obstétrica en sospecha de compromiso del bienestar fetal, según el modelo integrado de pruebas de bienestar fetal anteparto del ACOG, utilizado en el Servicio de MMF de la MCP (33).

Se registró el resultado perinatal con base en la puntuación de Apgar a los 5 minutos, ingreso o no a unidad de terapia intensiva neonatal (UTIN) y tiempo de hospitalización, comorbilidad grave neonatal: síndrome de dificultad respiratoria (SDR), hemorragia intraventricular (HIV), encefalopatía hipóxica-isquémica (EHI) y sepsis neonatal, así como registro de supervivencia, o muerte fetal o neonatal. La supervivencia neonatal se definió como aquellos neonatos con vida posterior al día 28 posnatal.

Se procedió a su procesamiento en los softwares Excel 2019 y SPSS versión 26. Se utilizó estadística descriptiva con distribuciones de frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas. La asociación entre variables se realizó con la prueba Chi-cuadrado de Pearson. Con significancia estadística una $p < 0,05$ y un intervalo de confianza (IC) del 95 %.

RESULTADOS

Se evaluaron 61 gestantes con edades comprendidas entre 18 y 49 años, con IMC < 30 kg/m² y con diagnóstico de CFR para evaluar la OVF del IAo, de las cuales, 45 (73,8 %) tenían un IP del IAo normal y en 16 casos (26,2 %) el mismo fue ≥ al P95. Con relación al tipo de OVF del IAo, se encontró que fue tipo I en 32 casos (52,5 %), tipo II en 19 (31,1 %),

tipo III en 7 (11,48 %) y tipo IV en 3 (4,92 %). Ninguna paciente presentó un IAo tipo V.

En la tabla 1 se presenta la correlación entre el IP del IAo y el PHMF. Con relación a la AU, en 33 casos (73,3 %), ambos índices estaban por debajo del P95; solo 8 casos (17,8 %) con IP del IAo < P95 tenían el IP de la umbilical ≥ P95. Entre los casos con IP del IAo ≥ P95, 7 casos (43,8 %) se asociaron a FDB de la AU y 6 (37,5 %) a FDR de a AU ($p < 0,001$). Treinta y nueve pacientes (86,7 %) con IP del IAo < P95 también tenían el IP de la ACM < P5 y 10 (62,5 %) de los 16 casos con IP IAo ≥ P95 tenían el IP ACM < P5 ($p < 0,001$). Finalmente, con relación al IP del DV, se observó una asociación similar, con 43 (95,6 %) pacientes con IP IAo y el IP del DV ambos menores al P95 ($p = 0,002$).

Tabla 1. Correlación de los resultados del índice de pulsatilidad de la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico con los parámetros del perfil hemodinámico materno fetal en crecimiento fetal restringido

Perfil hemodinámico maternofetal	Índice de pulsatilidad de la onda de velocidad de flujo de istmo aórtico				P
	< P95 (45)		≥ P95 (16)		
	n	%	n	%	
IP AU					< 0,001
< P95	33	73,3	1	6,3	
≥ P95	8	17,8	2	12,5	
FDB	4	8,9	7	43,8	
FDR	0	0,0	6	37,5	
IP ACM					< 0,001
≤ P5	6	13,3	10	62,5	
> P5	39	86,7	6	37,5	
IP DV					0,002
< P95	43	95,6	10	62,5	
≥ P95	2	4,4	3	18,8	
Onda “A” en reversa	0	0,0	3	18,8	

IP: índice de pulsatilidad; AU: arteria umbilical; P95: percentil 95; P5: percentil 5; FDB: flujo diastólico borrado; FDR: flujo diastólico en reversa; ACM: arteria cerebral media; DV: ductus venoso

Con relación al tipo de onda (tabla 2), 28 (87,5 %) casos con onda de velocidad de flujo del IAo tipo I tenían el IP AU < P95, 31 (96,9 %) tenían el IP de la ACM ≥ P5, y 32 (100 %) casos tenían el IP DV < P95. Por el contrario, entre las 19 pacientes con onda tipo II, 5 (26,3 %) tenían el IP AU ≥ P95, 7 (36,8 %) tenían FDB y 1 (5,3 %) tenía FDR. Entre las pacientes con onda de velocidad de flujo del IAo tipo III, 57,1 % tenían FDB y las 3 (100 %) con onda tipo IV tenían FDR ($p < 0,001$). En la tabla 2 se muestra que el tipo de onda de velocidad de flujo del IAo también se asoció significativamente con el IP ACM ($p < 0,001$), y con el IP y la forma de onda del DV ($p < 0,001$).

La asociación entre el IP de la onda de velocidad de flujo del IAo y el resultado perinatal se

Tabla 2. Correlación de los resultados del tipo de onda de velocidad de flujo del istmo aórtico con el resto de los parámetros del perfil hemodinámico materno fetal en crecimiento fetal restringido

Perfil hemodinámico materno fetal	Tipo de onda de velocidad de flujo de istmo aórtico				<i>p</i>
	I (32)	II (19)	III (7)	IV (3)	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
IP AU					< 0,001
< P95	28 (87,5)	6 (31,6)	0 (0,0)	0 (0,0)	
≥ P95	4 (12,5)	5 (26,3)	1 (14,3)	0 (0,0)	
FDB	0 (0,0)	7 (36,8)	4 (57,1)	0 (0,0)	
FDR	0 (0,0)	1 (5,3)	2 (28,6)	3 (100,0)	
IP ACM					< 0,001
≤ P5	1 (3,1)	8 (42,1)	6 (85,7)	1 (33,3)	
> P5	31 (96,9)	11 (57,9)	1 (14,3)	2 (66,7)	
IP DV					< 0,001
< P95	32 (100,0)	17 (89,5)	4 (57,1)	0 (0,0)	
≥ P95	0 (0,0)	2 (10,5)	2 (28,6)	1 (33,3)	
Onda "A" en reversa	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (14,3)	2 (66,7)	

IP: índice de pulsatilidad; AU: arteria umbilical; P95: percentil 95; P5: percentil; 5FDB: flujo diastólico borrado; FDR: flujo diastólico en reversa; ACM: arteria cerebral media; DV: ductus venoso

presenta en la tabla 3. Se observa que entre las pacientes con IP < P95, en 88,9 % el Apgar del

Tabla 3. Correlación de los resultados del índice de pulsatilidad de la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico con el resultado perinatal en crecimiento fetal restringido

Resultado perinatal	Índice de pulsatilidad de la onda de velocidad de flujo de istmo aórtico				p
	< P95 (45)		≥ P95 (16)		
	n	%	n	%	
Apgar a los 5 minutos (puntos)					< 0,001
< 7	5	11,1	9	56,3	
≥ 7	40	88,9	7	43,8	
Ingreso a UTIN					< 0,001
Sí	16	35,6	13	81,3	
No	28	62,2	1	6,3	
No (por muerte anterior)	1	2,2	2*	12,5	
Días					0,360
1-3	6	37,5	7	53,8	
4-7	1	6,3	2	15,4	
> 7	9	56,3	4	30,8	
Morbilidad grave					0,001
SDR	8	17,8	1	6,3	
HIV	3	6,7	4	25,0	
EHI	7	15,5	8	50,0	
Sepsis	3	6,7	1	6,3	
Sin morbilidad grave	24	51,1	0	0,0	
Muerte anterior	1	2,2	2	12,5	
Resultado perinatal final					< 0,001
Sobrevivencia	38	84,4	4	25,0	
Muerte fetal	1	2,2	1	6,3	
Muerte neonatal	6	13,3	11	68,8	

P95: percentil 95; UTIN: unidad de terapia intensiva neonatal; SDR: síndrome de dificultad respiratoria; HIV: hemorragia intraventricular; EHI: encefalopatía hipóxica-isquémica* Una muerte fetal y una neonatal (justo al nacer).

recién nacido fue de 7 puntos o más, 62,2 % no requirieron ingreso a UTIN, 21 (46,7 %) recién nacidos tuvieron morbilidad grave, destacando 17,8 % de SDR y 15,5 % de EHI; 84,4 % de los casos, el recién nacido sobrevivió. En este grupo de pacientes hubo una muerte fetal (2,2 %) y 6 (13,3 %) muertes neonatales. Entre las pacientes con IP $\geq$ P95, en 56,3 % el Apgar del recién nacido fue < 7 puntos, 81,3 % requirieron ingreso a UTIN, todos tuvieron morbilidad grave, predominando la EHI (50 %); solo 25 % de los recién nacidos sobrevivieron. En este grupo ocurrió una muerte fetal (6,3 %) y 11 (68,8 %) muertes neonatales. Se observó una asociación entre el IP del IAo alterado con el puntaje de Apgar < 7 puntos, mayor frecuencia de ingreso a UTIN, la mayor presencia de morbilidad grave y el resultado final de supervivencia neonatal ($p < 0,001$).

La relación entre la evolución perinatal y el tipo de onda fue similar (tabla 4). Entre las pacientes con onda tipo I, 96,9 % tuvieron Apgar de 7 puntos o más, 80,6 % no requirió ingreso a UTIN, y 96,9 % sobrevivieron. En pacientes con ondas tipo IV, 100 % tuvo un Apgar < 7 puntos, todos ameritaron ingreso a UTIN y ocurrió una muerte fetal y dos neonatales. La asociación entre el tipo de onda del IAo y el puntaje de Apgar < 7 puntos, mayor frecuencia de ingreso a UTIN, la mayor presencia de morbilidad grave y el resultado final de supervivencia neonatal fue significativo ($p < 0,001$).

En la tabla 5 se muestra que entre las pacientes con IP $< P95$, predominaron pacientes con embarazos de 32 semanas y más (53,3 %); mientras, en el grupo con IP $\geq P95$, 75 % tenían menos de 32 semanas ($p = 0,025$). Así mismo, entre las 32 pacientes cuya onda fue tipo I, 65,6 % tenían 32 semanas o más (tabla 6). A medida que avanza el tipo de onda a II, III y IV, disminuye la edad gestacional, de modo que, entre las que tenían onda tipo IV, 66,7 % tenían menos de 28 semanas ($p = 0,005$).

Tabla 4. Correlación de los resultados del tipo de onda de velocidad de flujo del istmo aórtico con el resultado perinatal en crecimiento fetal restringido

Resultado perinatal	Tipo de onda de velocidad de flujo de istmo aórtico				p
	I (32) n (%)	II (19) n (%)	III (7) n (%)	IV (2) n (%)	
Apgar a los 5 minutos (puntos)					$< 0,001$
< 7	1 (3,1)	7 (36,8)	4 (57,1)	2 (100,0)	
≥ 7	31 (96,9)	12 (63,2)	3 (42,9)	0 (0,0)	
Ingreso a UTIN*					$< 0,001$
No	25 (80,6)	3 (16,7)	1 (14,3)	0 (0,0)	
Sí	6 (19,4)	15 (83,3)	6 (85,7)	2 (100,0)	
Días**					0,218
1-3	1 (16,7)	6 (40,0)	4 (66,7)	2 (100,0)	
4-7	0 (0,0)	2 (13,3)	1 (16,7)	0 (0,0)	
> 7	5 (83,3)	7 (46,7)	1 (16,7)	0 (0,0)	
Morbilidad grave*					$< 0,001$
SDR	7 (22,6)	2 (11,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	
HIV	1 (3,2)	3 (16,7)	3 (42,9)	0 (0,0)	
EHI	1 (3,2)	8 (44,4)	4 (57,1)	2 (100,0)	
Sepsis	0 (0,0)	4 (22,2)	0 (0,0)	0 (0,0)	
Sin morbilidad grave	22 (71,0)	1 (5,6)	0 (0,0)	0 (0,0)	
Resultado perinatal final					$< 0,001$
Sobrevivencia	31 (96,9)	10 (52,6)	1 (14,3)	0 (0,0)	
Muerte fetal	1 (3,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (33,3)	
Muerte neonatal	0 (0,0)	9 (47,4)	6 (85,7)	2 (66,7)	

SDR: síndrome de dificultad respiratoria; HIV: hemorragia intraventricular; EHI: encefalopatía hipóxica-isquémica * porcentaje calculado excluyendo las muertes fetales y una neonatal que no ingresó a UTIN. ** porcentaje calculado considerando únicamente los que ingresaron a UTIN

Tabla 5. Correlacionar los resultados del índice de pulsatilidad de la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico con la edad gestacional

Edad gestacional (semanas + días)	Índice de pulsatilidad de la onda de velocidad de flujo de istmo aórtico				p
	< P95 (45)		≥ P95 (16)		
	n	%	n	%	
Menos de 28	5	11,1	7	43,8	0,025
28 – 31 + 6	16	35,6	5	31,3	
32 – 36 + 6	18	40,0	4	25,0	
37 – 38 +6	6	13,3	0	0,0	

P95: percentil 95

Tabla 6. Correlacionar los resultados del tipo de onda de velocidad de flujo del istmo aórtico con la edad gestacional

Edad gestacional (semanas + días)	Tipo de onda de velocidad de flujo de istmo aórtico				p
	I (32) n (%)	II (19) n (%)	III (7) n (%)	IV (3) n (%)	
Menos de 28	1 (3,1)	6 (31,6)	3 (42,9)	2 (66,7)	0,005
28 - 31 + 6	10 (31,3)	10 (52,6)	1 (14,3)	0 (0,0)	
32 - 36 + 6	15 (46,9)	3 (15,8)	3 (42,9)	1 (33,3)	
37 - 38 + 6	6 (18,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	

DISCUSIÓN

Los hallazgos del presente estudio, donde se encontró un 26,2 % de fetos con CFR e IP del IAo > P95, son comparables con el estudio de Vasudeva y cols. (7), que evaluó utilidad clínica del *doppler* del IAo en la predicción de resultados perinatales, donde la prevalencia de *doppler* anómalo del IP del IAo fue del 14,87 %.

El IAo es una herramienta para detectar el estado del equilibrio hemodinámico y el pronóstico del CFR en fetos. En fetos sanos, el flujo neto de IAo es siempre anterógrado, pero en fetos con CFR el deterioro de la función placentaria conduce a una reducción progresiva de su flujo hasta que se vuelve mayoritariamente retrógrado (16). Correlacionado con el estudio de Al Bellehy y cols. (11), del IFI en CFR donde el 85 % de los fetos tenía una forma de onda IAo normal (IFI tipo I) y el 15 % tenía una forma de onda IAo anormal.

El IP del IAo fue comparado con otros parámetros del PHMF evidenciando que la AU y el IAo > P 95 estuvieron presentes en 73,3 % de los fetos con CFR, la AU con FDB (43,8 %) o FDR (37,5 %) y la vasodilatación de la ACM (86,7 %) estuvieron más correlacionados a un IP IAo alterado y solo el 4,4 % tuvo un DV anormal cuando el IP del IAo estuvo < P95. Encontrando así que el IP normal

del IAo está menos relacionado a alteraciones hemodinámicas fetales. Estos resultados se asocian a varios estudios, en los cuales el IP del IAo > P95 se correlaciona con mayor deterioro hemodinámico fetal (7,16).

Al evaluar la correlación entre el tipo de onda del IAo y el PHMF, se encontró que en el tipo I casi el 100 % de los casos tenían IP de la AU, la ACM y el DV dentro de la normalidad; en contraste, a medida que avanzó el tipo de onda, aumentó el porcentaje de alteración hemodinámica. A medida que el IAo avanza de anterógrado a diástole borrada y posteriormente retrógrado, el porcentaje de AU, ACM y DV anormal aumenta considerablemente (6, 10).

Cuando la onda del IAo fue tipo II, el DV fue normal en el 89,5 % y cuando fue tipo III, se redujo a 57,1 %, siendo patológico en el 100 % de los casos con una onda del IAo tipo IV. En el trabajo de Tantuway y cols. (6), en 50 pacientes con CFR, el 100 % de los casos con IAo anterógrado presentaron DV normal, esto disminuyó a 33 % cuando el flujo diastólico de IAo fue ausente y a 7 % cuando fue retrógrado, estando en este último grupo 7 % con DV con onda a ausente y 50 % reversa.

Con respecto a los hallazgos del presente trabajo de asociación del IP alterado del IAo con puntaje de Apgar < 7 puntos, mayor frecuencia de ingreso a UTIN, mayor presencia de morbilidad grave y menor frecuencia de supervivencia neonatal, los estudios de Tantuway y cols. (6) y Vasudeva y cols. (7) concluyeron que los parámetros *doppler* anormales del IAo previo al parto tuvieron peores resultados que otros parámetros convencionales en la predicción de resultados perinatales anormales. El número de muertes fetales anteparto aumenta con la alteración *doppler* del IAo, siendo un parámetro adicional para evaluar la gravedad del CFR (6, 7).

El resultado perinatal respecto al tipo de onda del IAo tuvo un comportamiento similar, aumentando el porcentaje de resultado perinatal adverso a medida que el tipo de onda progresó de I a IV. Hay evidencia en el estudio de Rodríguez (16) a favor de la correlación entre el tipo de onda del IAo con el resultado perinatal, obteniendo que el flujo retrógrado en el IAo en fetos con CFR se correlaciona fuertemente con un resultado perinatal adverso.

Karakus y cols. (8) reportan que existe asociación entre el IFI y el Apgar bajo a los 5 minutos y predicen el resultado adverso neonatal. Tantuway y cols. (6) encontraron que el número de muertes intrauterinas aumentó con flujo diastólico ausente y retrógrado en el IAo. Araujo-Vargas y cols. (10) concluyeron que el Apgar al primer y quinto minuto en el grupo con IAo retrógrado fue menor, con pH arterial de cordón umbilical también menor (10). En el trabajo de Al Bellehy y cols. (11) encontraron una asociación estadísticamente significativa entre el flujo diastólico anormal del IAo y el IFI, con una puntuación baja de Apgar al minuto e ingreso a la UTIN, concluyendo que desempeñan un papel en la predicción del resultado perinatal adverso asociado con CFR.

Al correlacionar los resultados del IP del IAo con la edad gestacional se encontró que en aquellos con $IP \geq P95$, 75 % tenían menos de 32 semanas, y a medida que avanza el tipo de onda a II, III y IV, disminuye la edad gestacional. En la investigación de Araujo-Vargas y cols. (10) encontraron que antes de las 29 semanas, 66 % tuvieron flujo retrogrado en el IAo y entre la semana 29 y 34, el 50 % tuvo un flujo ausente. El trabajo de Malavé y Blanco (9) encontró que el IP del IAo medio en pacientes con CFR fue mayor. Se puede entonces asociar la alteración de la OVF del IAo con el CFR precoz, según los resultados de este y otros estudios.

Al correlacionar el IP y el tipo de onda del IAo con el estadio de CFR se encontró que el porcentaje de pacientes con el IP normal disminuye a medida que avanza el estadio del CFR, 100 % de las pacientes con onda tipo I eran estadio I, y 100 % de las ondas tipo IV eran estadios III y IV; esto se correlaciona con el peor pronóstico asociado al avance del estadio del CFR, siendo mayor el resultado perinatal adverso a mayor estadio y relacionándose con todo lo descrito anteriormente.

Al correlacionar los resultados del índice de pulsatilidad de la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico con la edad gestacional se encontró que en aquellos con $IP \geq P95$, 75 % tenían menos de 32 semanas. Así mismo, entre las pacientes con onda fue tipo I, la mayoría tenían 32 semanas o más y a medida que avanza el tipo de onda a II, III y IV, disminuye la edad gestacional. Un estudio realizado en Venezuela se relaciona, encontrando que antes de las 29 semanas, 66 % tuvieron flujo retrogrado en el IAo, entre la semana 29 y 34, el 50 % tuvo un flujo ausente y a partir de las 35 semanas el 55 % presentó un flujo normal en el IAo (10). Otra investigación en Venezuela encontró que el IP del IAo medio en pacientes con CFR fue $2,7 \pm 0,4$, de las cuales 25 % tenían un $IP > P95$ entre 28 y 35 semanas y 14,7 % mayores a 35 semanas (9). Se puede entonces asociar la alteración de la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico mayormente con el CFR precoz según los resultados de este y otros estudios.

La limitación del presente trabajo fue la muestra total obtenida, pese a obtener resultados con significancia estadística, un mayor número de pacientes permitiría estudiar mejor el comportamiento de esta herramienta como predictor de resultado perinatal adverso. También la morbilidad grave, ingreso a UTIN y el fallecimiento de neonatos en estadios más leves de CFR cuyo motivo de interrupción de gestación

y resultados perinatales fueron ajenos al motivo de estudio del presente trabajo, por complicaciones o deterioro materno.

Los hallazgos del presente trabajo dan valor a la investigación realizada como aporte en el estudio de la onda de velocidad de flujo de IAo en el resultado perinatal de los fetos con CFR. La evaluación e interpretación del IAo es fácilmente reproducible y se puede realizar con la misma herramienta ecográfica utilizada para estadificar el CFR y, por ende, tomar la conducta ideal que disminuya la morbilidad perinatal de acuerdo a los hallazgos.

CONCLUSIONES

Los parámetros *doppler* del IAo estudiados en el presente trabajo arrojaron una tendencia a resultado perinatal adverso identificado según el Apgar al nacer, la morbilidad grave presentada, el ingreso y estancia en UTIN y la mortalidad asociada en presencia de alteraciones del IAo.

El índice de pulsatilidad del IAo fue mayormente normal en los fetos con CFR de este estudio y respecto al tipo de onda, a mayor tipo, menor fue el porcentaje de fetos en dicho grupo.

Al correlacionar el IP y el IFI del IAo con el resto de parámetros del perfil hemodinámico materno fetal se encontró una relación directa con el deterioro hemodinámico fetal a mayor IP y mayor IFI, antecediendo en la mayoría de los casos a los hallazgos anormales del DV.

El resultado perinatal adverso se correlacionó con una onda de velocidad de flujo del IAo alterada; el mayor porcentaje de factores asociados a resultado perinatal adverso como el Apgar al

nacer, la morbilidad grave, el ingreso a UTIN y la mortalidad estuvo en aquellos casos con mayor gravedad de afectación del IAo, expresados según el IP y el tipo de onda.

La onda de velocidad de flujo anormal del IAo fue encontrada predominantemente a edades gestacionales más tempranas, correlacionándose más como predictor de resultado perinatal adverso en el CFR precoz.

Se demostró una correlación directa tanto del IP alterado del IAo como de la onda de velocidad de flujo de istmo aórtico con el estadio de crecimiento fetal restringido, siendo mayor su porcentaje a mayor estadio y a su vez relacionándose con peor pronóstico y resultado perinatal.

CONFLICTO DE INTERES: no se declaran conflictos de interés por los autores.

REFERENCIAS

1. Melamed N, Baschat A, Yinon Y, Athanasiadis A, Mecacci F, Figueras F, *et al.* Iniciativa de la FIGO (Federación Internacional de Ginecología y Obstetricia) sobre crecimiento fetal: recomendaciones prácticas para el cribado, diagnóstico y tratamiento de la restricción del crecimiento fetal. *Int J Gynaecol Obstet* 2021;152 Suppl 1(S1):3–57. DOI: 10.1002/ijgo.13522
2. Faneite P. Retardo del crecimiento intrauterino. En: Zigelboim I, Guariglia D, editores. *Clínica Obstétrica*. Tercera edición. Caracas: Disinlimed; 2007. p.473 – 480.
3. Battaglia FC, Lubchenco LO. A practical classification of newborn infants by weight and gestational age. *J Pediatr*. 1967;71(2):159-63. DOI: 10.1016/s0022-3476(67)80066-0.
4. Del Río M, Martínez JM, Figueras F, Bennasar M, Olivella A, Palacio M, *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):41-7. DOI: 10.1002/uog.5237.
5. Kennelly MM, Farah N, Hogan J, Reilly A, Turner MJ, Stuart B. Longitudinal study of aortic isthmus Doppler

- in appropriately 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.
6. Tantuwai B, Mala YM, Garg A, Tripathi R. Correlation of Doppler assessment of fetal aortic isthmus with perinatal outcome in intrauterine growth restriction. *Int J Reprod Contracept Obstet Gynecol.* 2018;7(9):3780-3785. DOI: 10.18203/2320-1770.ijrcog20183794
 7. Vasudeva A, Padavagodu-Shivananda R, Shashidar DSB, Mundkur A, Samanth J, Hegde N, et al. Clinical utility of aortic isthmus Doppler in the prediction of perinatal outcomes. *AJOG Global Reports.* 2022;2(4):100102. DOI: 10.1016/j.xagr.2022.100102
 8. Karakus R, Ozgu-Erdinc AS, Esercan A, Dogan MM. Doppler Assessment of the Aortic Isthmus in Intrauterine Growth-Restricted Fetuses. *Ultrasound Q.* 2015;31(3):170-174. DOI: 10.1097/RUQ.0000000000000126.
 9. Malavé J, Blanco N. Crecimiento intrauterino restringido: parámetros hemodinámicos del istmo aórtico como predictor de resultado perinatal adverso [Tesis]. Caracas: Universidad Central de Venezuela; 2019.
 10. Araujo-Vargas K, Guevara Y, Veroes J, Márquez-Contreras D, Pérez-Wulff J, Lugo C, et al. Onda de velocidad de flujo del istmo aórtico en fetos con crecimiento intrauterino restringido. *Rev Ven Ultrason Med.* 2021;1(1):16-34. DOI: 10.57097/REVUM.2022.1.1.1
 11. Al Bellehy MA, Omar KA, Eid SM, Emam AAH. The Prediction of Adverse Perinatal Outcomes in Intrauterine Growth Restriction using the Doppler Indices of Myocardial Performance and Aortic Isthmus. *Int J Med Art.* 2020; 2(4): 886-897. DOI: 10.21608/ijma.2020.37083.1151
 12. Mazarico E, Meler E, Figueras F. Doppler en medicina materno-fetal [Internet]. Barcelona: Hospital Clínic; Hospital Sant Joan de Déu; Universitat de Barcelona; 2020 [consultado 8 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://medicinafetalbarcelona.org/protocolos/es/patologia-fetal/doppler.pdf>
 13. Bhide A, Acharya G, Bilardo CM, Brezinka C, Cafici D, Hernandez-Andrade E, et al. ISUOG practice guidelines: use of Doppler ultrasonography in obstetrics. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013;41(2):233-39. DOI: 10.1002/uog.12371.
 14. Fouron JC, Siles A, Montanari L, Morin L, Ville Y, Mivelaz Y, et al. Feasibility and reliability of Doppler flow recordings in the fetal aortic isthmus: a multicenter evaluation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009;33(6):690-3. DOI: 10.1002/uog.6411.
 15. Ferraz MM, Araújo FDV, Carvalho PRN, Sá RAM. Aortic Isthmus Doppler Velocimetry in Fetuses with Intrauterine Growth Restriction: A Literature Review. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2020;42(5):289-296. English. DOI: 10.1055/s-0040-1710301.
 16. Rodríguez Suárez MJ. Valor del doppler del istmo aórtico para predecir el estado hemodinámico fetal en gestaciones únicas y gemelares. Aplicación clínica en fetos con crecimiento intrauterino restringido [tesis en Internet]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2013 [consultada 7 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/22657/1/T34705.pdf>
 17. Ayala-Peralta F, Ayala-Moreno D, Guevara-Ríos E, Luna-Figueroa A, Carranza-Asmat C, Quiñones-Pereyra EY, et al. Restricción de crecimiento fetal. Investigación Materno Perinatal. 2017;6(2):44-50. DOI: 10.33421/inmp.201797
 18. Sepúlveda ES, Crispi BF, Pons AG, Gratacos ES. Restricción de crecimiento intrauterino. *Rev Méd Clín Las Condes* [Internet]. 2014 [consultado el 7 de octubre de 2022];25(6):958-963. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-restriccion-crecimiento-intrauterino-S0716864014706443>.
 19. Pimiento Infante LM, Beltrán Avendaño MA. Restricción del crecimiento intrauterino: una aproximación al diagnóstico, seguimiento y manejo. *Rev Chil Obstet Ginecol.* 2015; 80(6):493-502. DOI: 10.4067/S0717-75262015000600010
 20. Baschat AA. Pathophysiology of fetal growth restriction: implications for diagnosis and surveillance. *Obstet Gynecol Surv.* 2004;59(8):617-627. DOI: 10.1097/01.ogx.0000133943.54530.76.
 21. Baschat AA. Integrated fetal testing in growth restriction: combining multivessel Doppler and biophysical parameters. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003;21(1):1-8. DOI: 10.1002/uog.21.
 22. Martínez-Rodríguez P, Oliva-Cáceres L, Rodríguez PM. Flujometría doppler en medicina materno fetal. *Rev Med Hondur* [Internet]. 2014 [consultado 8 de octubre de 2022]; 82(1): Disponible en: <http://www.bvs.hn/RMH/pdf/2014/pdf/Vol82-1-2014-9.pdf>
 23. Lees CC, 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(2):298-312. DOI: 10.1002/uog.22134.
 24. Figueras F, Gómez L, Eixarch E, Paules C, Mazarico E, Pérez M, et al. Defectos del crecimiento fetal [Internet]. Barcelona: Hospital Clínic; Hospital Sant Joan de Déu; Universitat de Barcelona; 2019 [consultado 8 de octubre

- de 2022]. Disponible en: <https://medicinafetalbarcelona.org/protocolos/es/patologia-fetal/cir-peg.pdf>
25. Gómez Roig MD, García-Algar O. Crecimiento intrauterino restringido: ¿problema de definición o de contenido? *An Pediatr (Barc)*. 2011;75(3):157-160. DOI: 10.1016/j.anpedi.2011.05.015.
26. Younesi L, Ghadamzadeh M, Amjad G, Lima ZS. Color Doppler sonography of the aortic isthmus in intrauterine growth-restricted fetuses and normal fetuses. *Eur J Transl Myol*. 2018;28(4):7773. DOI: 10.4081/ejtm.2018.7773.
27. Villalaín C, Herraiz I, Quezada MS, Gómez-Arriaga PI, Simón E, Gómez-Montes E, *et al*. Prognostic value of the aortic isthmus Doppler assessment on late onset fetal growth restriction. *J Perinat Med*. 2019;47(2):212-217. DOI: 10.1515/jpm-2018-0185.
28. Guevara G, Damian E. Estudio Doppler del istmo aórtico fetal en gestantes del Instituto Nacional Materno Perinatal [tesis en Internet]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014 [consultada 7 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9945>
29. Hadlock FP, Harrist RB, Martinez-Poyer J. In utero analysis of fetal growth: a sonographic weight standard. *Radiology*. 1991;181(1):129-133. DOI: 10.1148/radiology.181.1.1887021.
30. Kiserud T, Benachi A, Hecher K, González Pérez R, Carvalho J, Piaggio G, *et al*. The World Health Organization fetal growth charts: concept, findings, interpretation, and application. *Am J Obstet Gynecol*. 2018; 2(Suppl): S619-S629. DOI: 10.1016/j.ajog.2017.12.010.
31. 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): 165-72. DOI: 10.1515/jpme.1990.18.3.165.
32. Kessler J, Rasmussen S, Hanson M, Kiserud T. Longitudinal reference ranges for ductus venosus flow velocities and waveform Indices. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2006; 28(7): 890-98. DOI: 10.1002/uog.3857.10.47307/GMC.2024.132.3.20.
33. American College of Obstetricians and Gynecologists' Committee on Practice Bulletins—Obstetrics. Macrosomia: ACOG Practice Bulletin, Number 216. *Obstet Gynecol*. 2020; 135(1): e18-e35. DOI: 10.1097/AOG.0000000000003606.

Recibido: enero 2025

Aprobado: diciembre 2025