

Utilidad en la detección de remodelado cardíaco del grosor del septo interventricular fetal: nomograma por percentiles

Utility on cardiac remodeling assessment of fetal interventricular septum thickness: Percentile nomogram

Liz Grecia Quintero Molina¹, Carmen Sarmiento Guzmán², Jeiv Vicente Gómez Marín³, Carlos Ramón Cabrera Lozada⁴, Pedro José Faneite Antique⁵

RESUMEN

Objetivo: Elaborar un nomograma por percentiles del grosor del septo interventricular fetal (GSV) en gestantes sanas, parámetro propuesto para la detección de remodelado cardíaco, entre 20 y 40 semanas, que acudieron al Servicio de Medicina Materno Fetal de la Maternidad Concepción Palacios, en el período enero 2023 - septiembre 2023. **Métodos:** Estudio descriptivo, prospectivo y transversal que incluyó una muestra probabilística estratificada de 382 gestantes sanas con embarazos entre 20 y 40 semanas, de evolución normal y fetos con crecimiento entre el percentil 10 y 90. Se realizó la medición del GSV. Se elaboró un nomograma del GSV por percentiles según la edad gestacional.

Resultados: La medida del GSV a las 20 semanas fue de $2,5 \pm 0,6$ mm, mientras que a las 40 semanas alcanzó $4,4 \pm 0,5$ mm, según la estimación lineal, por cada semana gestacional, se incrementa en 0,085 mm el GSV aproximadamente. No se evidenció diferencia estadísticamente significativa con respecto al sexo fetal ni la etnia materna (IC 95 %). **Conclusión:** El GSV tiene un patrón de crecimiento lineal ascendente a medida que avanza la edad gestacional, no mostrando diferencias significativas cuando se compara el sexo fetal ni con la etnia materna, mejorando la detección de fetos con remodelado cardíaco.

Palabras clave: Septo interventricular, grosor, nomograma, percentiles.

DOI: <https://doi.org/10.47307/GMC.2025.133.1.13>

ORCID: 0009-0000-7225-864X¹

ORCID: 0009-0000-4004-2430²

ORCID: 0009-0005-0783-7668³

ORCID: 0000-0002-3133-5183⁴

ORCID: 0000-0003-1924-7663⁵

¹Especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela.

²Especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal y perinatología. Coordinadora del curso de perfeccionamiento profesional en medicina perinatal y coordinadora del primer año del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela.

Recibido: 26 enero de 2025

Aceptado: 7 de febrero 2025

³M.Sc. en bioética, especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Coordinador de investigación del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela.

⁴MD., PhD. Especialista en Obstetricia y Ginecología. Director fundador emérito del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela. Individuo de Número de la Academia Nacional de Medicina. Sillón VII.

⁵Especialista en obstetricia y ginecología. Profesor Titular. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Director fundador del programa de especialización de Perinatología, Hospital Dr. Adolfo Prince Lara, Puerto Cabello, Universidad de Carabobo Individuo de Número de la Academia Nacional de Medicina. Sillón XX.

Autor de correspondencia: Carlos Cabrera. Policlínica La Arboleda. Planta Baja. Consultorio 16. Caracas, Distrito Capital, Venezuela.

E-mail: carloscabreralezada@gmail.com Tel: 04143208493.

SUMMARY

Objective: To elaborate a nomogram by percentiles of fetal interventricular septum thickness (VST), a parameter proposed in the detection of cardiac remodeling, in healthy pregnant women between 20 and 40 weeks who attend the Maternal Fetal Medicine Service of the Concepción Palacios Maternity Hospital, on the period between January 2023 - September 2023. **Methods:** Descriptive, prospective, and cross-sectional study that included a probabilistic stratified sample of 382 healthy pregnant women with pregnancies between 20 and 40 weeks of normal evolution and fetuses with growth between the 10th and 90th percentile. The VST was measured. A percentile nomogram of the VST was elaborated according to gestational age. **Results:** The measurement of the VST at 20 weeks was $2.5 \pm 0,6$ mm, while at 40 weeks, it reached $4.4 \pm 0,5$ mm; according to the linear estimate, for each gestational week, the septum size increases by approximately 0.085 mm. Most of the sample of female (42.4 %) and male (48.5 %) fetuses presented values between 3.1- and 4-mm. **Conclusion:** The VST has a pattern of ascending linear growth as gestational age advances, showing no significant differences related to fetal sex or maternal ethnicity, improving cardiac remodeling detection.

Keywords: Interventricular septum, thickness, nomogram, percentile.

INTRODUCCIÓN

En gestaciones de bajo riesgo, la exploración básica del corazón fetal forma parte de la ecografía morfológica de primer (11-13 semanas y 6 días) y segundo trimestre (18-24 semanas), en la que se visualiza toda la anatomía fetal y sirve de *screening* de malformaciones (1). Entre las semanas 18 y 22, es cuando mejor se visualizan las estructuras cardíacas. En la semana 12, ya se puede estudiar el corazón, pero es difícil técnicamente y mucho menos preciso que en la semana 20 (1-10).

El estudio del corazón fetal debe realizarse con ecógrafos de alta resolución, que dispongan de *doppler* color, *power-doppler*, *doppler* pulsado y modo M. El transductor debe ser de 5 a 7,5 MHz. Muchos equipos tienen configurados *presets* específicos para el estudio del corazón fetal, que determinan automáticamente un campo de imagen reducido, frecuencias altas de

ultrasonido y un contraste de imagen aumentado. La exploración básica del corazón fetal se realiza en modo bidimensional complementado con uso del *doppler* (10-24).

Un enfoque holístico del desarrollo del corazón fetal, el sistema de conducción cardíaca y la circulación fetal en la evaluación estructural del corazón, la biometría cardíaca y los parámetros de funcionalismo cardíaco, además de contar del perfil académico, docente, asistencial y de investigación requerido, es imprescindible para los sonografistas del equipo de salud perinatal, aumentando la detección oportuna de cardiopatías congénitas estructurales o funcionales y con ello la atención adecuada multidisciplinaria del feto afectado por el equipo de salud perinatal, mejorando el resultado perinatal (10-29).

Las miocardiopatías (MC) bien sean hipertróficas, dilatadas o restrictivas, pueden ser primarias o secundarias, tienen prevalencia en neonatos de 2 % -7 % del total de cardiopatías congénitas, aunque se estima que en vida fetal esa prevalencia es mayor (6 % - 11 %). Esta diferencia se debe a la alta tasa de muerte intrauterina (33 %) de los fetos con MC (2,17).

Las MC primarias pueden ser: a) por causas intrínsecas: anomalías cromosómicas, alfa-talasemia, enfermedades mitocondriales, alteraciones monogénicas, síndromes; y b) por causas extrínsecas: infecciones (por citomegalovirus, herpes virus, toxoplasmosis, rubeola), enfermedades maternas como la diabetes, autoanticuerpos (17-29).

La MC secundarias, o disfunción miocárdica, se clasifican en a) de causas cardíacas: arritmias, cardiopatías congénitas estructurales, tumores cardíacos o pericárdicos; b) estados de alto gasto: anemia fetal, transfusión feto-fetal o materno-fetal, malformaciones arteriovenosas, agenesia de *ductus* venoso, y c) llenado ventricular alterado: ectopia *cordis*, patología intratorácica (17-29).

La MC hipertrófica se define como un espesor de las paredes ventriculares mayor a 2 desviaciones estándar arriba de la media para la edad gestacional comparada con datos de normalidad definidos, con o sin disfunción ventricular sistólica o diastólica (2). Su incidencia es de 1/1500 nacidos vivos (NV). El aumento de la rigidez de las paredes puede producir una

disminución del llenado diastólico y con ello, una disminución del gasto cardíaco. La perfusión miocárdica se ve comprometida por la hipertrofia, con lo que hay riesgo de isquemia miocárdica (3). Puede estar producida por causas intrínsecas y extrínsecas. Las causas intrínsecas más frecuentes son las anomalías cromosómicas, el síndrome de Noonan, la alfa-talasemia, determinadas metabolopatías (como la enfermedad de Pompe), enfermedades mitocondriales (como el déficit de la Citocromo C Oxidasa) y distrofias musculares.

Dentro de las causas extrínsecas de MCH, la más frecuente es la diabetes materna, seguida del síndrome de transfusión feto-fetal en gestación monocorial. El 12 % - 25 % de fetos de madres diabéticas presentan MCH, teniendo en estos casos buen pronóstico, con alta probabilidad de desaparición posparto (17). Su prevalencia varía entre 10 % - 70 % en hijos de madre con diabetes gestacional, en diabetes pregestacional se ha encontrado MC hasta en 50 % en casos de diabetes mellitus tipo 1 (4, 5). La fisiopatología es multifactorial incluyendo la hiperglucemia, hiperinsulinemia, niveles elevados de factores de crecimiento similares a la insulina, la expresión aumentada de receptores y de la sensibilidad de estos por la insulina, lo cual conlleva la proliferación e hipertrofia de los miocitos (4-13). Mientras que los casos debidos a diabetes materna tienen buen pronóstico, los casos no relacionados con esta patología suelen tener mal pronóstico, con un riesgo de 25 %-50 % de muerte intrauterina o neonatal temprana (4,5,32).

La MC dilatada se caracteriza por una dilatación de uno o ambos ventrículos, se acompaña de mala contractilidad miocárdica y se puede asociar o no a hipertrofia de las paredes ventriculares. La MC dilatada tiene un riesgo elevado (hasta 80 %) de muerte intrauterina y neonatal temprana. La MC restrictiva es muy poco frecuente y se suele asociar a fibroelastosis endocárdica, se detecta un aumento de la ecogenicidad endocárdica de forma persistente. La fibroelastosis endocárdica suele estar en relación con la presencia de anticuerpos anti-Ro y anti-La. En este tipo de MC, el llenado diastólico disminuye, disminuyendo también el gasto cardíaco, aunque la función sistólica suele permanecer normal (17-29).

Por ello, es necesario disponer de tablas de normalidad para las distintas estructuras

cardíacas y parámetros de funcionalismo independientemente de las herramientas que se utilicen durante la ecocardiografía. En el corte de cuatro cámaras, se pueden medir el ancho de las aurículas, de las válvulas aurículoventriculares, el ancho y largo de los ventrículos y el grosor de las paredes ventriculares y del tabique o septo interventricular (GSV), con lo cual se detecta al feto con remodelado cardíaco por MC (14-29).

El remodelado cardíaco asociado a la MC independientemente de ser dilatada, hipertrófica o restrictiva, además de aumento del GSV y el borde libre de las paredes ventriculares, así como de pruebas de funcionalismo cardíaco alteradas, se relaciona con la presencia asociada de cardiomegalia, derrame pericárdico, insuficiencia tricuspídea, mitral y/o dominancia de cavidades derechas (32,33).

La complementación de las pruebas de bienestar fetal anteparto, incluyendo al perfil hemodinámico materno fetal *doppler*, con pruebas de funcionalismo cardíaco, es especialmente útil en patologías obstétricas relacionadas con hipoxia fetal, anemia fetal, infección viral, enfermedades del colágeno, diabetes gestacional o pregestacional, sobrecarga de volumen por malformaciones con repercusión cardiovascular, arritmias, estrés oxidativo aumentado, síndromes genéticos asociados a cardiopatías, complicaciones del embarazo gemelar monocorial y/o trastornos metabólicos (17-33). Es de utilidad su uso en fetos con factores de riesgo para remodelado cardíaco por MC, detectados por aumento del GSV.

El uso de percentiles para determinar el tamaño y crecimiento de estructuras cardíacas está bien establecido en vida prenatal (24). Normalmente, los percentiles están adecuados a las distintas edades gestacionales. Pero en el tercer trimestre de gestación, el tamaño fetal puede variar enormemente, con lo que se necesita normalizar el tamaño de las estructuras cardíacas frente a algún parámetro del tamaño fetal. Por eso, se empezaron a usar los Z-Score. Estos describen cuántas desviaciones estándar está una observación por encima o debajo de la media. El cálculo de unos Z-Score cardíacos ajustados a determinadas características maternas o fetales iría en consonancia con la línea de investigación de importante repercusión asistencial en biometría

y funcionalismo cardíaco, que persigue elaborar nomogramas fetales personalizados (24).

La Maternidad “Concepción Palacios” (MCP), en Caracas, Distrito Capital, cuenta con el Programa de Especialización en Medicina Materno Fetal (MMF), como parte de los postgrados clínicos impartidos bajo la Coordinación de Estudios de Postgrados de la Facultad de Medicina (CEPGFM), de la Universidad Central de Venezuela (UCV) así como el Servicio de MMF de la MCP, los cuales cumplen con el perfil académico, docente, asistencial y de investigación requerido para el entrenamiento y actualización constantes de los sonografistas del equipo de salud perinatal en parámetros de funcionalismo cardíaco y bienestar fetal anteparto (30-33).

Como parte de las políticas públicas del Estado a través de la universidad (en este caso la UCV) y su acción de investigación con vocación social para el progreso nacional (32), siendo la MMF una disciplina cuyo fin es el mejoramiento de los indicadores de salud perinatal, el Comité Académico del Programa de Especialización en MMF ha planteado la necesidad de implementar acciones en la detección de fetos con remodelado cardíaco por MC, mediante el uso clínico de la medición del GSV, con valores de referencia ajustados a las características de la población gestante que acude a la institución, en la evaluación de la condición cardiovascular fetal.

Considerando lo antes mencionado, el propósito de esta investigación es realizar la medición del GSV para la elaboración de un nomograma, que sirva de referencia para definir por percentiles los rangos de normalidad en el segundo y tercer trimestre de gestación y detectar fetos con remodelado cardíaco con riesgo aumentado de resultado perinatal adverso.

Con base en lo anteriormente descrito, ante la necesidad de establecer nomogramas por percentiles del GSV surgió la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles serán las medidas normales de grosor del septo interventricular fetal, en gestantes sanas, durante el segundo y tercer trimestres, que acudieron al servicio de Medicina Materno Fetal de la Maternidad Concepción Palacios en el período de enero 2023 - septiembre 2023? El presente estudio se

realizó con la finalidad de establecer las medidas normales del GSV en gestantes sanas.

MÉTODOS

Previa aprobación del Comité Académico del Programa en Especialización en MMF, la Jefatura de Servicio de MMF y el Comité de Bioética de la MCP del cumplimiento de las pautas de investigación en seres humanos durante el embarazo (30), se realizó un estudio prospectivo, descriptivo y de corte transversal. La muestra fue probabilística e intencional, estuvo conformada por 382 gestantes sanas, que cumplieron con los criterios de inclusión y no presentaron ningún criterio de exclusión, fueron estratificadas por edad gestacional entre las 20 y 40 semanas, incluyendo de 18 a 19 (5 % de la muestra) gestantes sanas para cada semana de embarazo, que acudieron a la Unidad de Ultrasonido del Servicio de MMF de la MCP entre los meses de enero-septiembre de 2023 y que aceptaron voluntariamente su participación, con la firma del consentimiento informado correspondiente.

Los criterios de inclusión utilizados fueron: a) gestantes sanas con edad gestacional comprendida entre 20 y 40 semanas; b) crecimiento fetal entre p10 y p90. Los criterios de exclusión utilizados fueron: 1) crecimiento fetal \leq p10 (crecimiento fetal restringido) y $>$ p90 (macrosomía fetal); 2) diagnóstico de defecto congénito (incluyendo cardiopatía estructural o funcional) y/o cariotipo fetal alterado; 3) diagnóstico de diabetes gestacional o pregestacional; 4) diagnóstico de estados hipertensivos del embarazo; 5) diagnóstico de cáncer; 6) isoinmunización Rh; 7) embarazo múltiple; 8) Índice de masa corporal $\leq 18,5$ o > 30 kg/m²; 9) Diagnóstico de enfermedad cardiovascular central o periférica materna; 10) Diagnóstico de enfermedad autoinmune materna o enfermedades del colágeno; 11) talla materna ≤ 140 cm o > 2 desviaciones estándar para la edad y el peso.

La edad gestacional fue calculada con base a la fecha de última menstruación y se corroboró con una evaluación ecográfica del primer trimestre que incluyó la medición de la longitud cráneo rabadilla. Se aceptó una diferencia hasta de 6

días entre ambas medidas, de ser mayor o igual a 7 días, se realizó la corrección pertinente de la edad gestacional. Posteriormente a la paciente se le realizó una evaluación obstétrica transabdominal, utilizando para ello el equipo Hitachi Arietta S70® con un transductor convexo de 1,0 a 5,0 MHz.

Una vez en posición de decúbito dorsal, se aplicó un gel de transmisión en la región abdominal y se procedió a realizar el estudio. Inicialmente, se practicó un escaneo pormenorizado de la anatomía fetal para descartar cualquier malformación estructural. Seguidamente, se realizó una biometría fetal, para cálculo del peso fetal estimado (PFE) que incluyó diámetro biparietal (DBP), circunferencia cefálica (CC), circunferencia abdominal (CA) y longitud del fémur (LF). Se utilizaron los nomogramas antropométricos convalidados en la institución (34-39).

Se determinó el PFE mediante la fórmula de Hadlock y col. (34, 35), que incluyó en su cálculo el diámetro biparietal (DBP), la

circunferencia cefálica (CC), la circunferencia abdominal (CA), y la longitud femoral (LF). Se estableció el percentil de crecimiento ponderal fetal según la edad gestacional (36-39), según las tablas percentiladas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), disponibles a través de una calculadora en línea (36,37), definiendo crecimiento fetal normal como PFE entre percentiles 10 y 90, crecimiento fetal restringido como PFE < p10 y macrosomía fetal como PFE > p90 (38,39). Una vez verificados esos criterios, se procedió a la medición del grosor del tabique interventricular, según la siguiente técnica:

En un corte axial de tórax fetal de 4 cámaras vista subcostal, se utilizó un ángulo de insonación de entre 20° y 40°, se colocó la muestra del modo M perpendicular al *septum* interventricular a nivel de las válvulas aurículoventriculares (AV) a la altura del borde distal de la valva septal, y las medidas se realizaron al final de la diástole en milímetros (mm) (Figura 1) (31).

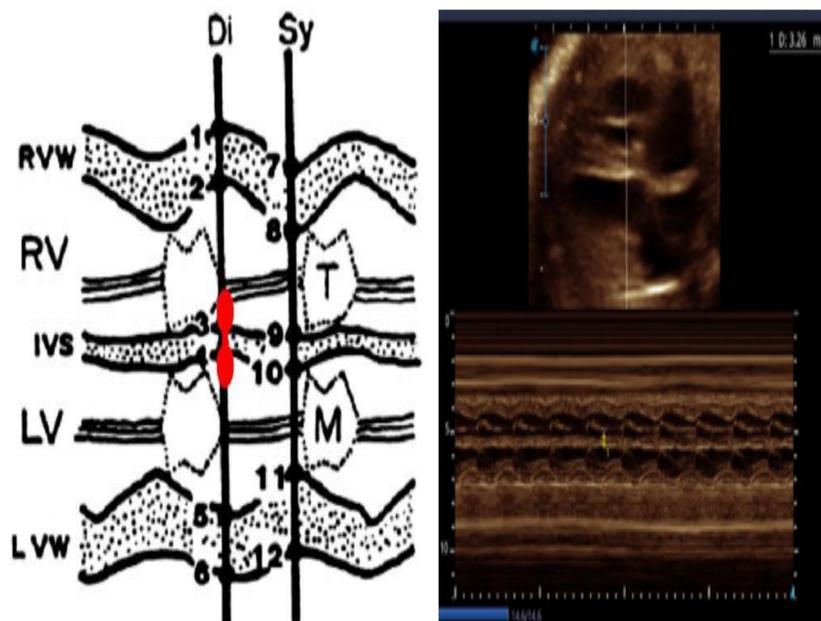


Figura 1. A. Representación de estructuras evaluadas en modo M, para medición del grosor de las paredes ventriculares y *septum* interventricular con calipers (números del 1 al 12) ubicados en sístole y diástole. Di: diástole; Sy: sístole; RVW: pared del ventrículo derecho; RV: ventrículo derecho; IVS: *septum* interventricular; LV ventrículo izquierdo; LVW pared del ventrículo izquierdo; T: tricúspide; M: mitral (31). 1.B. Técnica de medición en modo M del grosor del *septum* interventricular fetal en vista subcostal de corte axial de 4 cámaras de tórax fetal (calipers amarillos) al final de la diástole.

Para el tratamiento estadístico, se calcularon la media aritmética y la desviación estándar de las variables continuas; en el caso de las variables nominales se calcularon sus frecuencias y porcentajes. Se determinó la asociación entre *septum* interventricular con la edad gestacional mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

Se comprobó la asociación entre el GSV con el sexo fetal y la etnia materna a través de la prueba de Chi-Cuadrado de Pearson. Se evaluaron las diferencias entre las medias por la prueba T de Student. Se calcularon los valores percentilares de la medida del *septum* interventricular fetal acorde a la edad gestacional. El nomograma de la medida del GSV se realizó a través de una regresión logística, considerando los percentiles (P) P5, P10, P25, P50, P75, P90 y P95. Se consideró un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo, con un error muestral del 5 % y un nivel e intervalo de confianza (IC) del 95 %. Los análisis estadísticos se realizaron haciendo uso de los programas informáticos Excel® 2019 y SPSS® en su versión 26.

RESULTADOS

Participaron 382 pacientes procedentes del Distrito Capital, Estados Miranda, Aragua y La Guaira (previamente denominado Estado Vargas), a razón de 18 a 19 pacientes por cada semana gestacional desde las 20 hasta las 40 semanas. La edad de las madres evaluadas estuvo entre 15 y 44 años, con media aritmética y desviación estándar de $28,7 \pm 7,3$ años.

Se observó un aumento en el GSV a medida que avanza la edad gestacional. La media aritmética y desviación estándar de la medición del GSV a las 20 semanas fue de $2,5 \text{ mm} \pm 0,6 \text{ mm}$, con un mínimo y máximo de 1,4 y 3,5 mm, respectivamente, con un coeficiente de variación de 24,0. Con edad gestacional de 40 semanas, el GSV alcanzó $4,4 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$, con un mínimo y máximo de 4,4 y 5,2 mm, respectivamente, con un coeficiente de variación de 11,4 (Cuadro 1).

Cuadro 1

Distribución de la media aritmética, desviación estándar, mínimo, máximo y coeficiente de variación de la medición del grosor del septo interventricular según la edad gestacional

Semanas de gestación	n	Media aritmética (mm)	Desviación estándar (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Coefficiente de variación
20	18	2,5	0,6	1,4	3,5	24,0
21	19	2,9	0,4	2	3,5	13,8
22	18	2,6	0,5	1,9	3,5	19,2
23	18	2,8	0,4	2,1	3,6	14,3
24	18	2,7	0,6	2,0	3,9	22,2
25	18	3,1	0,6	2,1	4,1	19,4
26	18	3,7	0,5	2,7	4,4	13,5
27	18	3,8	0,3	3,2	4,2	7,9
28	19	3,6	0,5	2,7	4,2	13,9
29	18	3,9	0,6	3,1	4,8	15,4
30	18	3,6	0,5	2,7	4,4	13,9
31	18	4,0	0,5	2,9	4,9	12,5
32	18	3,6	0,7	2,2	4,6	19,4
33	19	3,7	0,6	2,5	4,7	16,2
34	19	3,7	0,5	3,0	4,6	13,5
35	18	4,0	0,6	2,7	5,5	15,0
36	18	4,0	0,5	3,2	5,1	12,5
37	18	4,2	0,7	3,1	5,4	16,7
38	18	4,5	0,5	3,5	5,3	11,1
39	18	4,0	0,5	3,2	5,1	12,5
40	18	4,4	0,5	3,6	5,2	11,4

$r = 0,661; p < 0,001$

En el análisis de correlación se encontró que el GSV tuvo una correlación positiva, con diferencia estadísticamente significativa con la edad gestacional (IC 95 %), con tendencia lineal ascendente encontrándose además que, según la estimación lineal, por cada semana gestacional se incrementa en 0,085 mm el tamaño del GSV aproximadamente.

En cuanto a la relación de la medición del GSV con el sexo fetal, de los 382 fetos evaluados, 198 fetos eran masculinos (51,8 %) y 184 femeninos (48,2 %), con media aritmética y desviación estándar de $3,64 \pm 0,76$ mm y $3,56 \pm 0,79$ mm, sin diferencia estadísticamente significativa (IC 95 %).

En lo referente a la medición del GSV con respecto a la etnia materna, de las 382 gestantes evaluadas, 214 (56,0 %) eran blancas/mestizas y 168 afrodescendientes (44,0 %), con media

aritmética y desviación estándar de $3,6 \pm 0,8$ mm y $3,6 \pm 0,76$ mm, sin diferencia estadísticamente significativa (IC 95 %). La mayoría las madres blancas/mestizas (49,1 %) o afrodescendientes (41,1 %) presentaron valores entre 3,1 a 4 mm para el septo interventricular.

Del análisis inferencial predictivo de los valores del GSV a partir de los valores de edad gestacional, se elaboró un nomograma con la distribución percentilar de la medida del GSV, acorde a la edad gestacional. Se muestran los valores correspondientes para los P5, P10, P25, P50, P75, P90 y P95, obteniendo que para el P50 a la semana 20, el GSV fue de 3,2 mm y a la semana 40 fue de 3,95 mm. En el caso del P5, fue de 1,93 mm en la semana 20 y 2,67 mm en la semana 40. En cuanto al P95, fue de 4,48 mm en la semana 20 y 5,22 mm en la semana 40 (Cuadro 2).

Cuadro 2

Distribución de la medida del grosor del septo interventricular por percentiles de edad gestacional

Semanas de gestación	n	Percentiles del septo interventricular (mm)						
		5	10	25	50	75	90	95
20	18	1,93	2,07	2,50	3,20	3,91	4,34	4,48
21	19	1,98	2,12	2,55	3,26	3,96	4,39	4,53
22	18	2,03	2,17	2,60	3,31	4,01	4,44	4,58
23	18	2,08	2,22	2,65	3,35	4,06	4,49	4,63
24	18	2,13	2,27	2,69	3,40	4,11	4,53	4,67
25	18	2,17	2,31	2,74	3,44	4,15	4,58	4,72
26	18	2,21	2,35	2,78	3,48	4,19	4,62	4,76
27	18	2,25	2,39	2,82	3,53	4,23	4,66	4,80
28	19	2,29	2,43	2,86	3,56	4,27	4,70	4,84
29	18	2,33	2,47	2,89	3,60	4,31	4,73	4,88
30	18	2,36	2,51	2,93	3,64	4,35	4,77	4,91
31	18	2,40	2,54	2,97	3,67	4,38	4,81	4,95
32	18	2,43	2,57	3,00	3,71	4,41	4,84	4,98
33	19	2,47	2,61	3,03	3,74	4,45	4,87	5,01
34	19	2,50	2,64	3,06	3,77	4,48	4,90	5,05
35	18	2,53	2,67	3,09	3,80	4,51	4,94	5,08
36	18	2,56	2,70	3,12	3,83	4,54	4,97	5,11
37	18	2,59	2,73	3,15	3,86	4,57	4,99	5,14
38	18	2,62	2,76	3,18	3,89	4,60	5,02	5,17
39	18	2,64	2,79	3,21	3,92	4,63	5,05	5,19
40	18	2,67	2,81	3,24	3,95	4,65	5,08	5,22

DISCUSIÓN

Venezuela atraviesa una emergencia humanitaria compleja desde el año 2013, Gómez y col. (40) en la MCP, reportaron que las tasas de mortalidad perinatal y neonatal, así como las tasas de muerte fetal y de muerte fetal tardía en el período comprendido entre los años 2019 y 2023, fueron de 47,34 x 1 000 nacimientos, 35,57 x 1 000 NV, 42,09 x 1 000 nacimientos y 23,27 x 1 000 nacimientos, cifras que son 3-4 veces mayores a lo establecido en las metas de indicadores de salud perinatal, establecidos en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la agenda 2016-2030 de la Organización de Naciones Unidas (ONU). Por su parte, Cabrera-Lozada (41), reportó que la razón de mortalidad materna en la MCP en el período 2019-2023, fue de 209,07 x 1000 NV, lo que es tres veces mayor a la meta de los ODS de la ONU para la mortalidad materna.

De la revisión de los archivos de la Jefatura de Servicio de MMF de la MCP, la Dirección y Secretaría del Programa de Especialización en MM, así como una revisión de los registros y estadísticas de los Departamentos de Registros Médicos y Archivo, Neonatología y Anatomía Patológica de la MCP (43), se evidenció que la razón de mortalidad materna en el año 2024, fue de 260,12 x 100 000 NV (14 muertes maternas, 9 directas y 5 indirectas, y 5 382 NV), la tasa de mortalidad neonatal fue de 68,56 x 1 000 NV (369 muertes neonatales y 5382 NV), la tasa de muerte fetal fue de 37,55 x 1 000 nacimientos (210 muertes fetales y 5 592 nacimientos), la tasa de muerte fetal tardía fue de 15,02 x 1 000 nacimientos (84 muertes fetales tardías y 5 592 nacimientos), la tasa de mortalidad perinatal fue de 64,73 x 1 000 nacimientos (84 muertes fetales tardías, 278 muertes neonatales tempranas y 5 592 nacimientos). Urge, por tanto, la implementación de medidas clínicas basadas en la evidencia institucional, que contribuyan a la disminución de la morbimortalidad materna y fetal-neonatal.

Dentro de las estrategias recomendadas con enfoque holístico en la evaluación de salud fetal anteparto considerando al feto como paciente (32,40-42), está la evaluación del GSV, aspecto clave de la evaluación integral con enfoque holístico del remodelado cardíaco

y bienestar fetal anteparto, puesto que permite seguimiento y manejo apropiados por el equipo de salud perinatal, lo cual permite diagnosticar el remodelado cardíaco asociado a cardiomiopatía independientemente de ser dilatada, hipertrófica o restrictiva (32).

Por tanto, es muy importante disponer de valores de referencia de las medidas del GSV, a diferentes edades gestacionales, y distribuidos por percentiles. Solo teniendo disponibilidad clínica esos valores normales ajustados a nuestra población, será posible reconocer los casos que se desvían de la normalidad y se convierten en casos con verdadera sospecha.

La medición de las dimensiones del corazón fetal es parte de la puntuación cardiovascular en la evaluación de la salud cardíaca y se correlaciona con un mal resultado perinatal en fetos con riesgo de padecer afecciones como anemia por aloinmunización Rh, infecciones congénitas y cardiopatías congénitas. El modo M se utiliza en la ecocardiografía fetal convencional para evaluar la movilidad de estructuras cardíacas como paredes, válvulas y tabique, y se aplica en la evaluación de la función cardíaca en enfermedades maternas como diabetes mellitus y taquiarritmia (18).

La muestra del estudio estuvo constituida por 382 pacientes, con edad materna de las gestantes evaluadas entre 15 y 44 años, con media aritmética y desviación estándar de $28,7 \pm 7,3$ años. Datos similares a lo reportado en México por Gastelum (1), quien evaluó la prevalencia de hipertrofia del septo interventricular en fetos de madres con diabetes gestacional antes de iniciar tratamiento, documentó 138 pacientes en las que la edad media fue de 26 años ($\pm 6,9$), siendo la menor de 15 años, y la de mayor edad con 44 años.

Gómez y col. (32), en la MCP, en su modelo de integración de las pruebas de bienestar fetal anteparto y su propuesta de un perfil biofísico extendido para pacientes en cuidados intermedios y obstetricia crítica, propusieron la determinación de parámetros biométricos para evaluación de remodelación cardíaca, entre ellos, el GSV medido en modo B o modo M al final de la diástole en un corte subcostal de 4 cámaras de corazón fetal, que debe medir menos de 5 mm durante la gestación y se considera un GSV mayor a 6 mm o el uso de + 2 Z-Score de los parámetros

de biometría cardíaca bidimensional propuestos por Carrasquero (3), en el Hospital Universitario de Maracaibo, en el Estado Zulia, como criterio diagnóstico de hipertrofia de tabique y signo de miocardiopatía, particularmente frecuente en hipoxia fetal y diabetes gestacional o pregestacional, aumentando el riesgo de asfixia perinatal y encefalopatía hipóxico isquémica hasta en un 25 % y la muerte fetal anteparto en un 50 % (32).

Del análisis predictivo de los valores del GSV a partir de los valores de edad gestacional se obtuvo que para el P50 a la semana 20, el septo fue de 3,2 mm y a la semana 40 fue de 3,95 mm, observando un aumento en el GSV a medida que avanza la edad gestacional. Esto permite relacionarlo con un estudio realizado en Venezuela, en el Hospital Central de Maracaibo, Estado Zulia por Carrasquero (3), quien reportó que la medida del tabique interventricular, en 124 fetos normales, tenía un patrón de crecimiento lineal ascendente de 1,3 mm a las 16 semanas hasta 4,8 mm a las 39 semanas.

Por el contrario, Quintana (33), en el Hospital Central de Maracay, en el Estado Aragua, evaluó el GSV en gestantes con diabetes y observó un incremento progresivo del GSV conforme avanzaba la edad gestacional, sin embargo, la distribución de los valores no fue uniforme. Tomando en cuenta que el punto de corte referencial que puede tener un valor predictivo positivo satisfactorio para macrosomía fetal es de mayor o igual a 5 mm, reportó 5 casos con riesgo para macrosomía. Esto explica una de las teorías multifactoriales de como la hiperglicemia materna, hiperinsulinemia, niveles elevados de factores de crecimiento similares a la insulina, la expresión aumentada de receptores y de la sensibilidad de estos por la insulina, conllevan a la proliferación e hipertrofia de los miocitos que son responsables de la hipertrofia miocárdica.

La medida del GSV según el sexo fetal, indica que a pesar que parecen mayores los valores de los fetos masculinos ($3,64 \pm 0,76$ mm) que en los femeninos ($3,56 \pm 0,79$ mm), la diferencia de 0,08 mm no resultó ser estadísticamente significativa, por lo cual se concluye que el sexo fetal no influye en el GSV.

Similares resultados obtuvo López-Fraile (17), quien calculó curvas de normalidad

de los parámetros cardíacos fetales, tanto anatómicos como funcionales, en ecocardiografía bidimensional y tridimensional, a lo largo de la gestación, en gestaciones de bajo riesgo y en gestantes diabéticas de la población de La Plana, España y no pudo afirmar que existan diferencias estadísticamente significativas en cuanto al GSV entre los fetos femeninos y los masculinos, aunque si observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al GSV entre fetos de madre diabética frente a fetos de gestantes de bajo riesgo, demostrando que el GSV es mayor en fetos de madre diabética.

Se evaluó la etnia de las gestantes dado que las características antropométricas de las mujeres pueden estar influenciadas por la misma y se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las mujeres blancas/mestizas, y las afrodescendientes con respecto al GSV. En la revisión de la literatura revisada durante el presente estudio (1-43), no se ha relacionado la medida del GSV con la etnia materna.

Finalmente, se realizó la distribución de las medidas del GSV por semanas de gestación y por percentiles, dando lugar a la realización del nomograma, esta tabla queda como información importante, para efecto visual este nomograma permite la ubicación fácil de las medidas obtenidas en la consulta diaria. La disponibilidad para la práctica clínica de los sonografistas del equipo de salud perinatal de valores de referencia ajustados a las características de nuestra población aumenta la eficacia diagnóstica del GSV en la detección del feto con remodelado cardíaco durante el segundo y tercer trimestre de la gestación, mejorando la toma de decisiones clínicas y contribuyendo a la disminución de la morbimortalidad perinatal.

Se consideran limitaciones del estudio, dificultades técnicas dadas por los movimientos fetales (en concreto: los respiratorios), la posición fetal en dorso anterior, la sombra acústica generada por las costillas y la mala transmisión materna. Para lograr obtener la medición en modo M del GSV se necesita una curva de aprendizaje de sonografistas ya entrenados en la evaluación de corazón fetal. La Unidad de Ultrasonido del Servicio de MMF de la MCP, donde se realizó el presente trabajo, como centro del tercer nivel de atención materna, cuenta con el perfil académico,

docente, asistencial y de investigación requerido para el entrenamiento de los sonografistas del equipo de salud perinatal en la evaluación del GSV, así como la implementación de su uso en la evaluación de embarazos de alto riesgo que requieran vigilancia adicional de la salud fetal anteparto.

CONCLUSIONES

La detección oportuna del feto con remodelado cardíaco, independientemente del origen de la noxa causante y si es primario o secundario, es un aspecto clave de la evaluación integral con enfoque holístico de funcionalismo cardíaco y bienestar fetal anteparto, puesto que permite seguimiento y manejo apropiados por el equipo de salud perinatal, permitiendo un impacto positivo en la morbilidad perinatal asociada a su presencia (31,32).

De los hallazgos del presente estudio en la población de la MCP y de la elaboración del nomograma por percentiles del GSV, se concluye que tiene un patrón de crecimiento lineal ascendente a medida que avanza la edad gestacional, entre las 20 y 40 semanas de edad gestacional, no mostrando diferencias significativas cuando se comparan el sexo fetal y la etnia materna. La elaboración de un nomograma por percentiles del GSV, contribuye a obtener valores de referencia ajustados a las características de nuestra población aumentando la eficacia diagnóstica del GSV en la detección del feto con remodelado cardíaco durante el segundo y tercer trimestre de la gestación. De esta forma, se mejora la toma de decisiones clínicas y se contribuye a disminuir la morbilidad perinatal.

Se recomienda realizar estudios sobre la utilidad clínica del GSV en conjunto con otros parámetros de funcionalismo cardíaco y bienestar fetal, para determinar su eficacia diagnóstica con grados diferentes de afectación de la función cardíaca global y la salud fetal anteparto. Se sugiere continuar con los estudios de estas variables a nivel multicéntrico a nivel nacional en varios escenarios clínicos y con muestra de mayor volumen para verificar la existencia o no de correlación entre los parámetros estudiados,

así como determinación de coeficientes de probabilidad positivo y negativo para resultados perinatales adversos en función de la edad gestacional, comorbilidades asociadas y factores de riesgo. De igual forma, se recomienda realizar estudios para la validación del nomograma de GSV elaborado en el presente trabajo, en los centros de salud a nivel nacional.

Se recomienda el entrenamiento de los sonografistas en el equipo de salud perinatal para la medición del GSV en la ecocardiografía, no solo para su uso clínico en pacientes diabéticas con riesgo de hipertrofia miocárdica y disfunción cardíaca, sino también para emplearla en la población con embarazos de alto riesgo que requieran vigilancia adicional de la salud fetal anteparto.

COLABORACIÓN ACADÉMICA DE LOS AUTORES

Conceptualización: Liz Quintero.

Curación de datos: Liz Quintero.

Análisis formal: Carmen Sarmiento.

Adquisición de fondos: Liz Quintero.

Investigación: Liz Quintero.

Metodología: Jeiv Gómez.

Administración del proyecto: Carlos Cabrera.

Recursos: Jeiv Gómez.

Software: Carlos Cabrera.

Supervisión: Pedro Faneite.

Validación: Jeiv Gómez.

Visualización: Carmen Sarmiento.

Redacción - borrador original: Jeiv Gómez.

Redacción - revisión y edición: Carlos Cabrera.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de los residentes y especialistas de los servicios de MMF y Prenatal de la MCP, en la captación de pacientes con criterios de inclusión para la realización de la investigación. De igual forma agradecen a César

Figueredo, Mireya González Blanco y Pablo Hernández por su asesoría en la configuración metodológica, tratamiento estadístico y análisis formal del presente estudio.

Declaración de ausencia de conflictos de intereses. Los autores declaran la ausencia de conflictos de intereses durante la realización del presente estudio.

Patrocinante. Estudio autofinanciado sin patrocinio.

REFERENCIAS

- Gastelum Y. Prevalencia de hipertrofia del septum interventricular en fetos de madre con diabetes gestacional antes de iniciar tratamiento [tesis en Internet]. Monterrey: 2019 Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/17515/1/YHCD%20Yadira%20Hilem%20Castelum%20Delgado.pdf>
- Pedra SR, Smallhorn JF, Ryan G, Chitayat D, Taylor GP, Khan R, et al. Fetal cardiomyopathies: Pathogenic mechanisms, hemodynamic findings, and clinical outcome. *Circulation*. 2002;106(5):585-591.
- Carrasquero N. Biometría cardíaca normal por ecocardiograma bidimensional. *Rev Obstet Ginecol Venez*. 2002;62(4).
- Palmieri CR, Simões MA, Silva JC, Santos AD, Silva MR, Ferreira B. Prevalence of Hypertrophic Cardiomyopathy in Fetuses of Mothers with Gestational Diabetes before Initiating Treatment. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2017;39(1):9-13.
- Stuart A, Amer-Wählin I, Gudmundsson S, Marsál K, Thuring A, Källen K. Ductus venosus blood flow velocity waveform in diabetic pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2010;36(3):344-349.
- Sahn DJ. Instrumentation and physical factors related to visualization of stenotic and regurgitant jets by Doppler color flow mapping. *J Am Coll Cardiol*. 1988;12(5):1354-1365.
- Snider AR, Silverman NH. Suprasternal notch echocardiography: a two-dimensional technique for evaluating congenital heart disease. *Circulation*. 1981;63(1):165-173.
- Garrett WJ, Robinson DE. Fetal heart size measured in vivo by ultrasound. *Pediatrics*. 1970;46(1):25-27.
- Santulli TV Jr. Fetal echocardiography: Assessment of cardiovascular anatomy and function. *Clin Perinatol*. 1990;17(4):911-940.
- Baldwin HS, Dees E. Embryology and Physiology of the Cardiovascular System. In: Gleason CA, Devaskar SU, editors. *Avery's Diseases of the Newborn*. 9^a edition. Filadelfia: Saunders; 2012.
- Sánchez K, Oseguera L, Avalos J. Relación entre el nivel de hemoglobina glucosilada materna y cardiomiopatía hipertrófica fetal. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2016;54(S3):260-269.
- Elmekkawi SF, Mansour GM, Elsafty MS, Hassanin AS, Laban M, Elsayed HM. Prediction of Fetal Hypertrophic Cardiomyopathy in Diabetic Pregnancies Compared with Postnatal Outcome. *Clin Med Insights Womens Health*. 2015;8:39-43.
- Tan AE, Norizah WM, Rahman HA, Aziz BA, Cheah FC. Umbilical artery resistance index in diabetic pregnancies: the associations with fetal outcome and neonatal septal hypertrophic cardiomyopathy. *J Obstet Gynaecol Res*. 2005;31(4):296-301.
- Danglot-Banck C, Gómez-Gómez M. Los hijos de madres diabéticas. *Rev Mex Ped*. 2004;71(5):248-257.
- Rolo LC, Machado LM, Araujo E, Simioni C, Maccagnano M, Fernandes A. Curva de Referência da Área do Septo Interventricular Fetal pelo Método STIC: Estudo Preliminar. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(5).
- Díaz-Durán S. Diagnóstico prenatal de miocardiopatía hipertrófica septal en hijos de madres diabéticas a través de estudio ecocardiográfico fetal y su relación con los valores de hemoglobina glicosilada materna. *Rev Guatemal Cardiol*. 2014;24(1):12-14.
- López-Fraile S. Valoración de los parámetros normales de ecocardiografía fetal en 2D y 3D a lo largo de la gestación [tesis en Internet]. Valencia (Esp): Universitat de València; 2015. Disponible en: <https://roderic.uv.es/handle/10550/49867>.
- Tedesco GD, de Souza Bezerra M, Barros FS, Martins WP, Nardoza LM, Carrilho MC, et al. Reference Ranges of Fetal Cardiac Biometric Parameters Using Three-Dimensional Ultrasound with Spatiotemporal Image Correlation M Mode and Their Applicability in Congenital Heart Diseases. *Pediatr Cardiol*. 2017;38(2):271-279.
- Bogo MA, Pabis JS, Bonchoski AB, Santos DCD, Pinto TJF, Simões MA, et al. Cardiomyopathy and cardiac function in fetuses and newborns of diabetic mothers. *J Pediatr (Rio J)*. 2021;97(5):520-524.
- Darwish A, Abdel-Raouf M, Kamel R, Salah E, Salah M, Okasha A. Fetal echocardiographic parameters in pregnancies complicated by diabetes: A case control study. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2022;22(1):650.
- Gómez-Gómez M, Danglot-Banck C, Santamaría-Díaz H, Riera-Kinkel C. Desarrollo embriológico y evolución anatomofisiológica del corazón (Primera Parte). *Rev Mex Pediatría*. 2012;79(2):92-101.

22. Mikawa T, Gourdie RG, Takebayashi-Suzuki K, Kanzawa N, Hyer J, Pennisi DJ, et al. Induction and patterning of the Purkinje fibre network. *Novartis Found Symp.* 2003;250(1):142-153; discussion 153-156, 276-279.
23. Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006;27(1):107-113.
24. González NL, Plasencia W, González Dávila E, Padrón E, García Hernández JA, Di Renzo GC, et al. The effect of customized growth charts on the identification of large for gestational age newborns. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2013;26(1):62-65.
25. Godfrey ME, Messing B, Cohen SM, Valsky DV, Yagel S. Functional assessment of the fetal heart: A review. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2012;39(2):131-144.
26. Hornberger LK. Maternal diabetes and the fetal heart. *Heart.* 2006;92(8):1019-1021.
27. Weber R, Kantor P, Chitayat D, Friedberg MK, Golding F, Mertens L, et al. Spectrum and outcome of primary cardiomyopathies diagnosed during fetal life. *JACC Heart Fail.* 2014;2(4):403-411.
28. Sivanandam S, Glickstein JS, Printz BF, Allan LD, Altmann K, Solowiejczyk DE, et al. Prenatal diagnosis of conotruncal malformations: Diagnostic accuracy, outcome, chromosomal abnormalities, and extracardiac anomalies. *Am J Perinatol.* 2006;23(4):241-245.
29. Nield LE, Silverman ED, Smallhorn JF, Taylor GP, Mullen JB, Benson LN, et al. Endocardial fibroelastosis associated with maternal anti-Ro and anti-La antibodies in the absence of atrioventricular block. *J Am Coll Cardiol.* 2002;40(4):796-802.
30. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013;310(20):2191-2194.
31. DeVore GR. Assessing fetal cardiac ventricular function. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2005;10(6):515-541.
32. Gómez J, Cabrera-Lozada C, Faneite P. Integración de las pruebas de bienestar fetal anteparto: propuesta de un perfil biofísico fetal extendido. *Gac Méd Caracas.* 2022;130(2):246-265.
33. Quintana M. Parámetros ecográficos fetales y su influencia en el resultado perinatal en gestantes con diabetes asociada al embarazo, Hospital Central de Maracay. Diciembre 2014-Septiembre 2015 [tesis en Internet]. Maracay: Universidad de Carabobo; 2015. Disponible en: <http://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/3264/1/mquintana.pdf>.
34. Apendice A. En: Callen PW. *Ecografía en Obstetricia y Ginecología*. 5ª edición. Barcelona (España): Editorial Elsevier Masson; 2009.1159-1173.
35. Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements--a prospective study. *Am J Obstet Gynecol.* 1985;151(3):333-337.
36. Kiserud T, Benachi A, Hecher K, González Perez 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.
37. World Health Organization. Fetal Growth Calculator. Geneva, Switzerland: WHO. 2020. Disponible en: <https://srhr.org/fetalgrowthcalculator>.
38. American College of Obstetricians and Gynecologists' Committee on Practice Bulletins—Obstetrics. Fetal Growth Restriction: ACOG Practice Bulletin, Number 227. *Obstet Gynecol.* 2021; 137(2): e16-e28.
39. American College of Obstetricians and Gynecologists' Committee on Practice Bulletins—Obstetrics. Macrosomia: ACOG Practice Bulletin, Number 216. *Obstet Gynecol.* 2020;135(1): e18-e35.
40. Gómez Marín JV, Gómez IDJ, Romero D, Escalona C, Cabrera-Lozada CR, Faneite-Antique P. Mortalidad perinatal: revisión. *Gac Méd Caracas* 2024;132(3):784-800.
41. Cabrera-Lozada C. Medicina Materno Fetal: Aportes. Trabajo de incorporación como Individuo de Número, Sillón VII. En: Urbina-Medina H, Soyano-López A, editores. *Trabajos de Incorporación y Discursos en la Academia Nacional de Medicina. Tomo XXXI.* Caracas: Editorial Academia Nacional de Medicina. 2024; p 1-76. Disponible en: <https://academianacionaldemedicina.org/publicaciones/id-trabajos-de-incorporacion-y-discursos-de-la-academia-nacional-de-medicina-tomo-xxxi-diciembre-2024/>
42. Larrázabal N. Función cardíaca fetal: ¿Qué debemos evaluar?. Jornada de actualización Medicina Materno-Fetal 2024. Caracas (Distrito Capital): MMF. 2024. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=7vxyxIkYVMs>.
43. Archivo del programa de especialización en Medicina Materno Fetal. Estadísticas de salud perinatal en la MCP. Período 2013-2024. Caracas: MMF; 2025.