



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN
PERINATOLOGÍA- MEDICINA MATERNO FETAL



CAMBIOS CEREBRALES FETALES EN GESTANTES CON DIABETES
GESTACIONAL Y PREGESTACIONAL

Autor:
Alejandro Camacho
C.I 21.113.356

Valencia, marzo 2025



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN
PERINATOLOGÍA- MEDICINA MATERNO FETAL



CAMBIOS CEREBRALES FETALES EN GESTANTES CON DIABETES
GESTACIONAL Y PREGESTACIONAL

(Trabajo especial de grado para optar al título de Especialista en Perinatología -
Medicina Materno Fetal)

Autor:

Alejandro Camacho

Tutor:

Dr. Pablo Hernández-Rojas.

Valencia, marzo 2025

Universidad de Carabobo



Valencia – Venezuela

Facultad de Ciencias de la Salud



Dirección de Asuntos Estudiantiles
Sede Carabobo

ACTA DE DISCUSIÓN DE TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

En atención a lo dispuesto en los Artículos 127, 128, 137, 138 y 139 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo, quienes suscribimos como Jurado designado por el Consejo de Postgrado de la Facultad de Ciencias de la Salud, de acuerdo a lo previsto en el Artículo 135 del citado Reglamento, para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado:

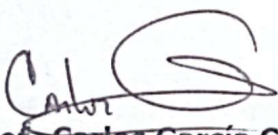
CAMBIOS CEREBRALES FETALES EN GESTANTES CON DIABETES GESTACIONAL Y PREGESTACIONAL

Presentado para optar al grado de **Especialista en PERINATOLOGÍA MEDICINA MATERNO FETAL**. por el (la) aspirante:

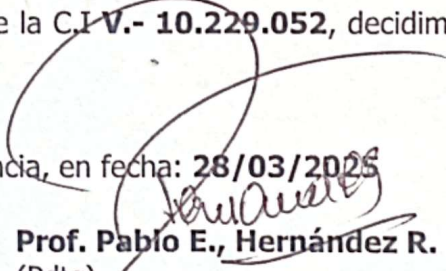
CAMACHO S., ALEJANDRO D.
C.I. V.- 21.113.356

Habiendo examinado el Trabajo presentado, bajo la tutoría del profesor(a): Pablo E., Hernández R., titular de la C.I.V.- 10.229.052, decidimos que el mismo está **APROBADO**

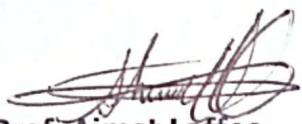
Acta que se expide en valencia, en fecha: **28/03/2025**


Prof. Carlos García C.
C.I. 16415271
Fecha 28/03/2025

TEG: 108-24


Prof. Pablo E., Hernández R.
(Pdte)
C.I. 10.229.052
Fecha 28/03/25




Prof. Aimet Laffee
C.I. 17284059
Fecha 28/03/2025



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN
PERINATOLOGÍA- MEDICINA MATERNO FETAL



**Cambios cerebrales fetales en gestantes con diabetes gestacional y
pregestacional**

Autor: Alejandro Camacho

Tutor científico y metodológico: Dr. Pablo Hernández-Rojas.

Año 2025

RESUMEN

En la vida intrauterina la diabetes mellitus se ha relacionado con alteraciones en la formación y desarrollo de estructuras cerebrales fetales, la neurosonografía y el diagnóstico de patologías que afecten el sistema nervioso central constituye una parte fundamental en la evaluación del feto. **Objetivo general:** Determinar los cambios cerebrales fetales en las gestantes con diabetes gestacional y pregestacional del hospital materno infantil José María Vargas en el periodo noviembre 2023 a septiembre 2024. **Métodos:** Se realizó un estudio observacional analítico, de diseño transversal. La muestra estuvo conformada por 95 gestantes distribuidas en 3 grupos: 50 gestantes sin diabetes (controles), 15 gestantes con diabetes pregestacional y 30 con diabetes gestacional, *ISUOG* establece medidas estándares para el AVC y la CM de 10 mm y el CSP de 7 mm como punto de corte, se consideran cambios menores a aquellas estructuras cuya medición se encuentra superior al percentil 75, y sin cambios aquellas que resultan hasta el percentil 94 para la edad gestacional en que fueron evaluadas. Para el análisis estadístico de Diabetes Gestacional y Pregestacional con controles a través de Prueba exacta de Fisher, considerándose significancia estadística un cálculo de $p < 0,05$. **Resultados:** se evidencia diferencia de las medidas de AVC, CM y CSP, los percentiles de dichas estructuras son mayores en diabetes gestacional y pregestacional que en el grupo control. **Conclusión:** la diabetes gestacional y pregestacional muestran mediciones mayores al percentil 95 cuando son comparadas a gestantes sin diabetes. **Recomendaciones:** se recomiendan estudios con series mayores.

Palabras Clave: Diabetes gestacional, cambios cerebrales, desarrollo fetal.



UNIVERSITY OF CARABOBO
FACULTY OF HEALTH SCIENCES
POSTGRADUATE DIRECTION
SPECIALIZATION PROGRAM IN
PERINATOLOGY- MATERNAL-FETAL MEDICINE



Fetal brain changes in pregnant women with gestational and pregestational diabetes

Author: Dr. Alejandro Camacho, MD

Scientific and Methodological Tutor: Dr. Pablo Hernandez-Rojas, MD, PhD.

2025

ABSTRACT

In intrauterine life, diabetes mellitus has been related to alterations in the formation and development of fetal brain structures, the neurosonography evaluation and the diagnosis of pathologies that affect the central nervous system is a fundamental part in the evaluation of the fetus. **General objective:** To determine the fetal brain changes in pregnant women with gestational and pregestational diabetes at the José María Vargas maternal and children's hospital in the period November 2023 to September 2024. **Methods:** An analytical observational study was carried out, with a cross-sectional design. The sample was made up of 95 pregnant women distributed in 3 groups: 50 pregnant women without diabetes (controls), 15 pregnant women with pregestational diabetes and 30 with gestational diabetes, ISUOG establishes standard measurements for stroke and CM of 10 mm and CSP of 7 mm as a cut-off point, minor changes are considered to those structures whose measurement is above the 75th percentile. and unchanged those up to the 94th percentile for the gestational age at which they were evaluated. Statistical analysis of Gestational and Pregestational Diabetes with controls through Fisher's exact test, considering a calculation of $p < 0.05$ as statistical significance. **Results:** Differences between the measures of stroke, MC and CSP are evidenced, the percentiles of these structures are higher in gestational and pregestational diabetes than in the control group. **Conclusion:** Gestational and pregestational diabetes show measurements greater than the 95th percentile when compared to pregnant women without diabetes. **Recommendations:** studies with larger series are recommended.

Keywords: Gestational diabetes, brain changes, fetal development.

INTRODUCCIÓN

La Diabetes Mellitus (DM), es definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce ⁽¹⁾. Esta patología es un síndrome complejo que se caracteriza por alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas como consecuencia de una deficiencia absoluta o relativa de la secreción de insulina, de su acción o de ambas. Su origen es multifactorial y entre sus causas se encuentran distintos factores genéticos, ambientales, inmunológicos y virales, siendo su característica fundamental la hiperglucemia crónica ⁽²⁾.

La “*American Diabetes Association*”(ADA), clasifica la diabetes en: tipo 1: la cual se caracteriza por una destrucción de las células β del páncreas de manera autoinmune, conduciendo a una deficiencia absoluta de insulina, incluida la diabetes autoinmune latente en adultos; tipo 2 que es producida por una pérdida progresiva no autoinmune de la secreción adecuada de insulina por las células β del páncreas, frecuentemente relacionadas con resistencia a la insulina y síndromes metabólicos; diabetes de tipo específicos debido a otras causas, como síndromes monogénicos, por enfermedades pancreáticas (como fibrosis quística y pancreatitis) o producida por fármacos o productos químicos y la diabetes gestacional (DG) siendo la que se diagnostica por primera vez en el segundo o tercer trimestre del embarazo ⁽³⁾.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) estima que 112 millones de adultos (de 18 años o más) viven con diabetes en las américas; esta cifra se ha triplicado en la región desde 1990. La prevalencia ha aumentado más rápidamente en los países con bajos y medianos ingresos ⁽⁴⁾. Estimaciones de la OMS indican que el número de personas con diabetes en el mundo ha pasado de 30 millones en 1995 a 347 millones en la actualidad; y se estima que para el 2030 habrá 366 millones de diabéticos ⁽¹⁾.

La ADA ha estimado que la diabetes gestacional se presenta en aproximadamente el 7% de los embarazos (200 000 casos por año) y esta complica aproximadamente el 4% de todos los embarazos (135 000 casos cada año en Estados Unidos), llegando a alcanzar 45 a 65% de mortalidad materna ⁽⁵⁾. La diabetes gestacional altera diversos sistemas en el feto, la hiperglicemia al principio del embarazo afecta a la organogénesis, mientras que en la segunda mitad de la gestación está relacionado con macrosomía fetal y otras patologías como parto prematuro, hipoglicemias, hipertrofia septal interventricular, muerte neonatal, entre otras ^{(2) (6)}.

Durante la gestación se producen diferentes cambios adaptativos en la mujer con el objetivo de lograr un ambiente ideal para el desarrollo fetal. Al coexistir una alteración durante estos mecanismos la mujer se encuentra en riesgo de desarrollar diferentes patologías. Así mismo, en el metabolismo de carbohidratos, se genera durante las primeras semanas una disminución de la glucemia en ayunas y un aumento de la glucemia postprandial, debido a cambios en la sensibilidad de la insulina por parte de los tejidos maternos, para que los nutrientes puedan dirigirse a la unidad feto placentaria ⁽⁷⁾.

Diversos autores coinciden que las descendencia de madres con diabetes tipo 1 y tipo 2 (consideradas diabéticas pregestacionales), tienen mayor riesgo de malformaciones congénitas y mortalidad perinatal, entre ellas los trastornos del neurodesarrollo ^{(8) (9)}, estas afectaciones se han observado de manera similar, tanto en la diabetes tipo 1 como en la diabetes tipo 2, lo cual parece indicar que son más dependientes del nivel de glucemia y el control de la enfermedad que tiene la madre durante el embarazo, que con el tipo de diabetes que padece la mujer antes de embarazarse ⁽¹⁰⁾.

Por otro lado, la diabetes gestacional puede verse influenciada por las circunstancias de la vida moderna como la obesidad, la alimentación inapropiada y el sedentarismo, consecuencias del abuso de la tecnología ⁽¹¹⁾.

Desde el punto de vista embriológico, el origen del sistema nervioso central (SNC) comienza desde la tercera semana del desarrollo con la formación del tubo neural a partir del ectodermo y parte del mesodermo, formando la placa notocordal en la región posterior del embrión constituyendo el neuroectodermo, continuando una serie de plegamientos del tubo en la porción cefálica dando origen a la etapa de neurulación primaria. En la cuarta semana, el plegamiento del tubo en la porción superior forma el futuro cerebro medio o mesencéfalo, limitado anteriormente por el prosencéfalo e inferiormente por el rombencéfalo. En la quinta semana se forman los hemisferios cerebrales a partir del plegamiento del prosencéfalo. El rombencéfalo se pliega posteriormente, formando el puente, cerebelo y médula oblonga en la porción distal ⁽¹²⁾. Y que debido a su rápido desarrollo durante el embarazo, requiere de un aporte adecuado de nutrientes que favorezca el proceso de sinapsis y mielinización de las neuronas, particularidad que lo hace especialmente sensible a cambios en la dieta o las condiciones metabólicas maternas; por esta razón, se han propuesto diversas teorías para explicar la repercusión neurológica en los hijos de madres diabéticas ⁽¹³⁾.

Estas estructuras cerebrales en la evaluación ecográfica el neurodesarrollo puede observarse tempranamente, las vesículas cerebrales se visualizan desde la sexta semana del desarrollo, observándose como imágenes anecoicas en la porción cefálica embrionaria y en etapas tempranas de la formación del SNC ⁽¹⁴⁾. Desde la décima semana, es posible observar a los ventrículos laterales y sus plexos coroideos, que ocupan casi todo su interior. A partir de la semana 11 hasta la 14 se pueden evaluar casi la totalidad de las estructuras cerebrales. En el segundo trimestre, especialmente entre las semanas 18 y 24, es posible realizar una adecuada neurosonografía, y detallar estructuras cerebrales como el atrio ventricular (AVC), la cisterna magna (CM) y el cavum de septum pellucidum (CSP) con mayor exactitud ⁽¹⁵⁾.

Con el avance de las nuevas tecnologías el procesamiento de imágenes se ha vuelto cada vez más accesible el estudio de la vida intrauterina. Innumerables

eventos han transcurrido desde la primera auscultación de latidos fetales hasta la estandarización del uso de la ecografía como herramienta diagnóstica de las condiciones fetales. Tal es el caso de la evaluación neurológica del feto, disciplina que ha tenido su mayor crecimiento en los últimos años, no solo gracias al avance tecnológico sino al avance en las técnicas de evaluación y protocolos para alcanzar un diagnóstico certero en patologías del sistema nervioso central.

La corteza cerebral se forma en un 99% durante la vida intrauterina, por lo tanto, una evaluación antenatal acuciosa del sistema nervioso fetal es vital para brindar información adecuada a los padres respecto de la anatomía y funcionalidad del sistema nervioso central del feto ⁽¹⁶⁾. La porción posterior de los ventrículos laterales (también conocidos como las astas o cuernos posteriores) es en realidad un complejo formado por el AVC, la cual es una región triangular en cada ventrículo lateral conectada anteriormente con el cuerpo calloso, posteriormente con el cuerno occipital o posterior e inferiormente con el cuerno temporal del ventrículo. El AVC se caracteriza por la presencia del glomus del plexo coroideo, el cual es brillantemente ecogénico, mientras que el cuerno occipital este lleno de líquido ⁽¹⁷⁾. La medición de esta estructura cerebral (atrio) es obligatoria para descartar ventriculomegalias unilaterales y asimetrías ventriculares ⁽¹⁸⁾.

Dentro de las patologías del sistema ventricular cerebral más comunes son indudablemente la ventriculomegalias y la hidrocefalia, generándose por el aumento exagerado de líquido cefalorraquídeo en las vías de drenaje. Tradicionalmente para el diagnóstico de estas enfermedades, a finales del siglo pasado se tomaron valores de normalidad arbitrarios por consenso entre asociaciones mundiales de radiología, sin distinguir entre edad gestacional ni sexo fetal. Dichos valores se determinaron en 10 mm para el AVC ⁽¹⁹⁾.

La cisterna magna (CM) corresponde a una parte del espacio subaracnoideo repleto de líquido cefalorraquídeo en la fosa posterior del cráneo, invaginándose en la línea media entre los hemisferios cerebelosos. Su valoración es muy

interesante en la evaluación de la fosa posterior, y su aumento de tamaño no guarda relación con respecto al aumento de la edad gestacional⁽¹⁸⁾.

El cavum del septum pellucidum (CSP) es una cavidad virtual del cerebro, localizada entre las dos hojas del septum pellucidum, que separan los ventrículos laterales en su porción anterior. Se considera normal para su diámetro lateral de entre 3-7 mm y un ancho de 10 mm como límite superior admisible y su persistencia más allá de la infancia, se han reportado como marcadores significativos de disfunción cerebral, con un riesgo aumentado de retardo mental, del desarrollo y alteraciones neuropsiquiátricas⁽¹⁸⁾.

Se ha reconocido desde hace más de dos décadas que la teratogenicidad de la diabetes se basa en la migración incorrecta de las células caudales que afecta, además del cierre del tubo neural, la formación del corazón y los grandes vasos. La propuesta de que los cambios las modificaciones epigenéticas crean un fatal engranaje que sustenta el desarrollo anómalo en hijos de gestantes con diabetes revisa la redacción⁽²⁰⁾.

A nivel internacional, Ruth Gründahl F y col. en su trabajo sobre desarrollo del cerebro fetal en embarazos diabéticos y controles normales, donde estudiaron a 231 fetos de gestantes diabéticas y no diabéticas entre las semanas 20 y 41 demostraron que la diabetes mellitus se asocia con un aumento del tamaño del CSP Y el ventrículo lateral en comparación con los fetos de madres que no presentan diabetes⁽²¹⁾.

A nivel nacional, Hernández-Rojas y García de Y, M⁽²²⁾, investigaron si el aumento exagerado de peso gestacional (AEPG) y su relación con cambios cerebrales fetales en el sistema ventricular, a través de la medición ecográfica de las estructuras: AVC, CM, CSP en una muestra de 320 pacientes distribuidos en 72 casos de aumento exagerado de peso gestacional (AEPG) y 248 controles, donde se evalúa la distribución de los segmentos cerebrales entre los percentiles

superiores al 75 y menores del 90, considerados como cambio cerebral mínimo en ambos grupos. Percentiles menores al 75 se consideran sin cambios, además relacionaron el aumento exagerado de peso con cambios cerebrales fetales, en el sistema ventricular a través de la medición ecografía de dichas estructuras.

Por consenso, la Sociedad Internacional de Ultrasonido en Obstetricia y Ginecología (*ISUOG*)⁽¹⁷⁾ publicó la metodología que se debe aplicar al evaluar el SNC fetal de forma básica y avanzada, esta inicia con la identificación de la línea media, forma e integridad del cráneo. Parte primordial de este primer estudio es la identificación de estructuras cerebrales como los tálamos y el cavum de septum pellucidum (CSP).

Ordinariamente, se deben realizar biometrías cefálicas, diámetro biparietal y circunferencia cefálica, la segunda imagen cerebral requiere de la identificación del sistema ventricular, en especial del atrio ventricular. Se establece un plano en el cual también se visualiza el CSP y las astas anteriores del sistema ventricular (plano transventricular). El objetivo de este consenso es descartar dilataciones del sistema ventricular cerebral (ventriculomegalias, signo muy frecuente y común a muchas patologías cerebrales), los reparos anatómicos para su correcta medida involucran la identificación de la cisura parieto-occipital, que marcan el lugar donde se realiza la medida dentro de las paredes del atrio ventricular⁽¹⁷⁾.

El tercer plano de estudio, se enfoca la fosa posterior, en el que se identifica el cerebelo y se diferencia el vermis de los hemisferios cerebeloso (estructura central hiperecogénica). Nuevamente, se exige un plano en el cual también se visualiza el CSP y las astas anteriores del sistema ventricular. Se mide la cisterna magna (CM), que va desde el vermis hasta la tabla interna del hueso occipital⁽¹⁷⁾.

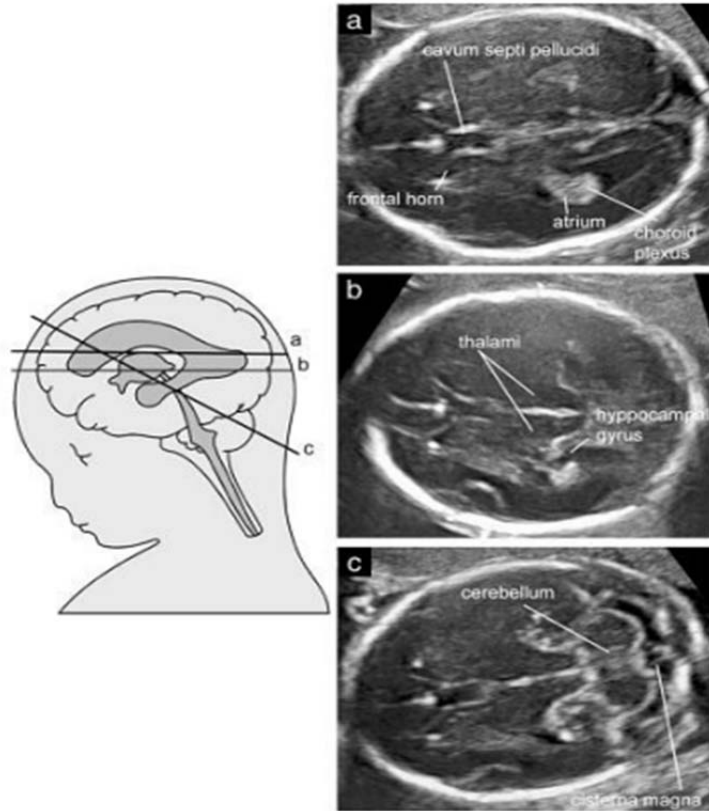


Figura 1 Vistas axiales de la cabeza fetal. (a) Plano transventricular; (b) plano transtalamico; (c) plano transcerebelar.

Figura 1. Cortes recomendados por ISUOG. A: Corte Transtálamico. B: Corte Transventricular. C: Corte Transcerebeloso (17)

En la evaluación del cerebro fetal, la identificación de Cavum del septum pellucidum (CSP) es un punto de reparo cardinal para los tres cortes recomendados por la *ISUOG* (17). Este posee una forma rectangular o de un triángulo de base anterior.

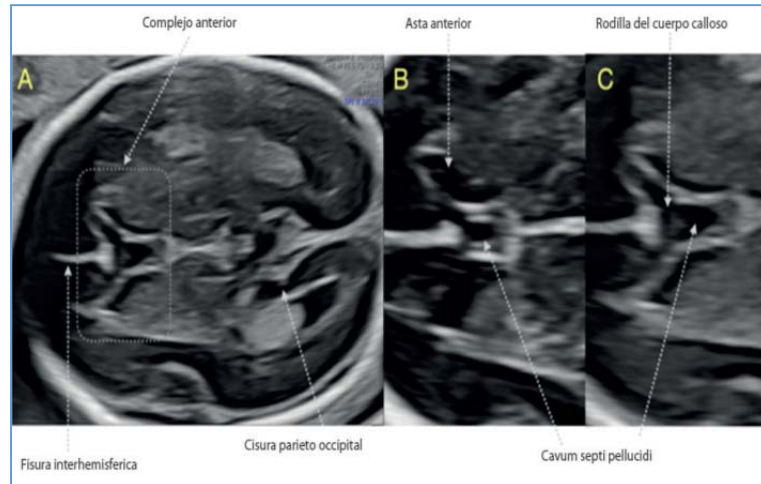


Figura 2. Morfología normal del CSP y las astas anteriores (18).

Durante la etapa fetal el neurodesarrollo juega un papel sumamente importante en la culminación exitosa de la gestación, sin embargo, a lo largo de la vida intrauterina distintas noxas pueden alterar la formación o maduración de las estructuras cerebrales, entre ellas, la diabetes mellitus está relacionada con alteraciones en la formación y desarrollo de estructuras cerebrales fetales, a partir de estas investigaciones la neurosonografía para el diagnóstico de patologías que afecten el SNC se considera fundamental para la evaluación integral del feto, de esta manera esta investigación tiene como objetivo general determinar los cambios cerebrales fetales en las gestantes con diabetes gestacional y pregestacional, y conocer si existe diferencia en los percentiles del AVC, CM y CSP ante la presencia de diabetes pregestacional y gestacional, comparados con embarazadas no diabéticas.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio observacional analítico, de diseño transversal, con población caracterizada por gestantes de la comunidad correspondiente a nuestra área de asistencia sanitaria. La muestra estuvo conformada por 95 gestantes distribuidas en 3 grupos: 50 gestantes sin diabetes (controles), 15 gestantes con diagnóstico de diabetes pregestacional y 30 con diagnóstico de diabetes gestacional procedentes de la unidad de diabetes y embarazo de la CHET, desde la 20 a las 34 semanas de gestación atendidas en la Unidad de Perinatología del Hospital Materno Infantil Dr. José María Vargas en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo, entre noviembre de 2023 y septiembre de 2024, el grupo de gestantes que presentan diabetes se dividió en diabetes pregestacional, diagnóstico realizado según los criterios *ADA* (3) lo cuales establecen $HbA1c \geq 6,5\%$ o la glucosa plasmática e ayunas ≥ 126 mg/dl o el valor de glucosa en sangre tras 2 horas de sobrecarga oral 75 gramos de glucosa ≥ 200 mg/dl o síntomas clásicos de hiperglucemia o crisis hiperglucemia con una prueba plasmática aleatoria ≥ 200 mg/dl, al azar, a cualquier hora del día previo al embarazo ⁽²³⁾, y el grupo de diabetes gestacional cuya patología es diagnosticada siguiendo los criterios *ADA*⁽³⁾, que consiste en la administración de 75 gr de glucosa estableciendo diagnóstico al obtener resultados de glicemia basal ≥ 92 mg/dl, a la hora de administración glicemia con valor ≥ 180 mg/dl y a las 2 horas glicemia con valor de 153 mg/dl.

Los criterios de inclusión fueron: todas las gestantes de la unidad de diabetes y embarazo (CHET) y con evaluación perinatal por unidad de perinatología del Hospital Materno Infantil José María Vargas que se encuentren entre las 20 a 36 semanas de gestación, excluyendo las gestantes con edad gestacional menor a 20 semanas y mayor a 36 semanas, con otras patologías maternas asociadas al embarazo, fetos con cromosomopatías y malformaciones con diagnóstico previo. Previo consentimiento informado, se realizó evaluación ecográfica incluyendo

biometría fetal, perfil hemodinámico y neurosonografía básica y avanzada de acuerdo con recomendaciones estandarizadas por *ISOUG* ⁽¹⁷⁾. Para el cálculo de la edad gestacional se consideró la traspolación desde el primer día de la última menstruación hasta la fecha de la evaluación, las medidas se obtuvieron a través de ultrasonido utilizando equipo Mindray DC7, con transductor convex de 3.5 MHz por vía transabdominal se utilizó la capacidad del equipo para *freez frame* y *cine-loop* para encontrar los puntos de reparos ultrasonográficos para realizar las medias de manera correcta. *Calipers* en cruz pequeña se usaron para una mejor definición de las estructuras a medir; para la evaluación del diámetro biparietal (DBP) y la circunferencia cefálica (CC) el plano craneal axial transtálamico (figura 3).

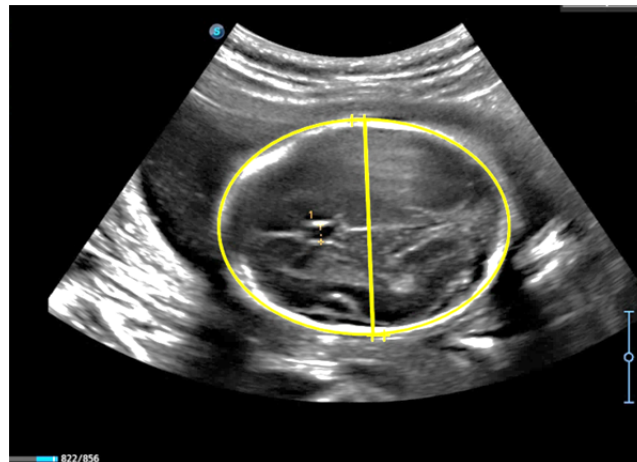


Figura 3. Medida de DBP Y CC tomado de @camachos.a2025

Para el valor del AVC se realizó la medida en el plano axial transventricular de la cabeza fetal, el cual posee como puntos de reparo la línea media- CSP- ventrículos laterales (astas anteriores y posteriores)- cisura parieto-occipital, el cálculo se realiza colocando los *calipers* de la pared medial a la pared lateral de la cavidad ventricular ⁽¹⁸⁾. (Figura 4) La medición de la CM se realizó en el plano axial de la calota fetal a nivel del plano cerebelar, definido por la cisura interhemisferica- astas anteriores de los ventrículos laterales- CSP-talamos-cerebelo- cisterna magna- hueso occipital ⁽¹⁸⁾. (Figura 5). La medida de la CM se realiza en sentido anteroposterior desde el borde posterior del vermis hasta el borde interno del hueso occipital, simulando la continuación del eco medio ⁽¹⁸⁾. El CSP se midió en el

plano transtálamico colocando los *calipers* de la pared medial a la pared lateral de la cavidad (figura 6).

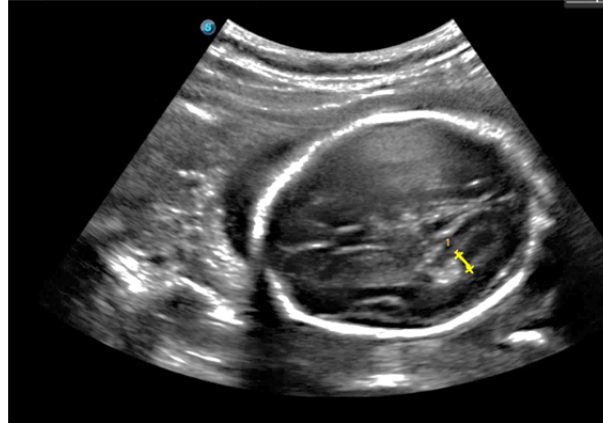


Figura 4. Medida del atrio ventricular (AVC) tomado de @camachos.a2025

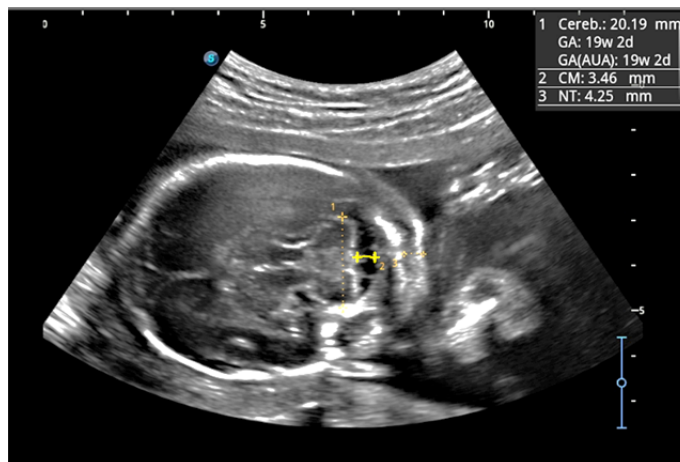


Figura 5. Medida de la cisterna magna (CM) tomado de @camachos.a2025

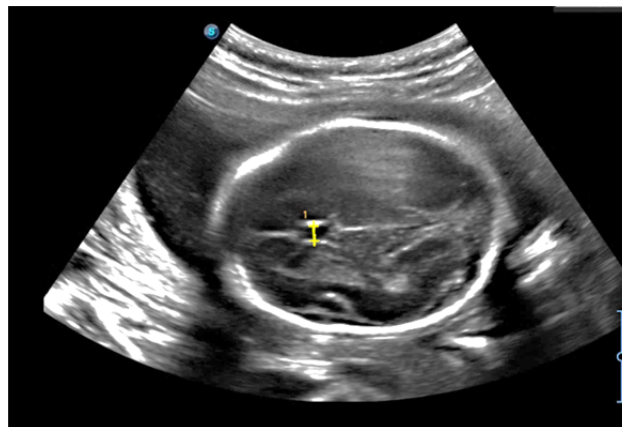


Figura 6: Medida del Cavum del septum Pellucidum (CSP) tomado de @camachos.a2025

Para la evaluación de datos epidemiológicos de la población se usó estadística descriptiva en frecuencia y porcentajes. Para el estudio de las estructuras cerebrales se toma como punto de corte el percentil 75 para definir normalidad, y aquellas estructuras entre los percentiles 75 y 90 como aquellos con cambios cerebrales. Se realizó la comparación estadística del AVC, CM y CSP entre diabéticas gestacionales y pregestacionales con el grupo control.

Se toma como referencia las tablas nacionales de Hernández-Rojas P y García de Y, M ⁽¹⁹⁾ los cuales publican los valores de normalidad del sistema ventricular fetal en condiciones normales, donde se puede observar la distribución no paramétrica de los valores de normalidad, poniendo en relieve que los valores tomados a nivel mundial como referencia de normalidad varían según la edad gestacional en el AVC, CM y CSP, determinando tablas de normalidad para cada estructura por edad gestacional en percentiles, una vez comparado estudios internacionales y nacionales se observa concordancia en percentiles de dichas tablas, por lo que se decide tomar como referencia la tabla nacional de los autores antes nombrados.

Para el análisis de los datos fueron vaciados en hoja Excel, analizados estadísticamente con software PAST versión 2.0, haciendo el cálculo de la p mediante Prueba Exacta de Fisher, considerándose un valor menor de 0,05 como estadísticamente significativo.

RESULTADOS

En la tabla 1 se presenta las características epidemiológicas de la población en estudio, mostrando el mayor porcentaje de la población poseen estado civil casadas, seguido de soltera y en menor cuantía concubinato, el número más importante de la población habita en área urbana 66,7% para las gestantes con diabetes pregestacional y 76,7% con diabetes gestacional, mientras que las gestantes sin diabetes 74%, el porcentaje de distribución correspondientes al área poblacional rural en el caso de las gestantes con diabetes pregestacional 5% y diabetes gestacional 7% mientras que las gestantes sin diabetes 13%.

TABLA 1. Características epidemiológicas

Estado civil	Diabetes Pregestacional		Diabetes Gestacional		Sin diabetes	
	f	%	f	%	f	%
Casadas	7	46,7	10	30	22	41
Solteras	2	13,3	5	16,7	18	36
Concubinato	6	40	15	50	10	20
Área Poblacional						
Urbana	10	66,7	23	76,7	37	74
Rural	5	33,3	7	23,3	13	26
Grupo etario						
10 a 19	3	13,6	7	31,8	12	54,5
20 a 29	9	15,7	18	31,6	30	52,6
> 30	3	18,7	5	31,7	8	52,6
Índice de masa corporal						
< 20	0	0	1	3,3	20	40
20,1 a 24,9	8	53,3	22	73,3	7	60
> 25	7	46,7	7	23,3	0	0

Con respecto al grupo etario se observa un predominio de las gestantes con diabetes pregestacional mayor a los 30 años seguido de 20 a 29 años y por último entre 10 a 19 años, diferente en el caso de las gestantes sin diabetes cuyo grupo etario dominante de 20 a 29 años posteriormente de 10 a 19 años, siendo el grupo correspondiente a mayor de 30 años el que presenta menor porcentaje de población. El índice de masa corporal se observa que en el caso de las gestantes

con diabetes gestacional y pregestacional predominan el índice entre 20,1 a 24,9 al igual que las gestantes sin diabetes, encontrándose este dentro de parámetros de normalidad.

La tabla 2 muestra la frecuencia de tamaño de las estructuras cerebrales según percentiles en gestantes con diabetes pregestacional y las gestantes sin diabetes, demostrando que aquellas sin diabetes las estructuras cerebrales se mantiene en percentiles iguales o menores a 74, a diferencia que las gestantes con diabetes pregestacional el mayor número está asociada a un tamaño mayor al percentil 75, resultando valor de $p < 0,0001$ estadísticamente significativa.

TABLA 2. Comparación de la frecuencia en diabéticas pregestacional con el grupo sin diabetes

Estructura cerebral	DPG	Sin diabetes	p	DPG	Sin diabetes	p
	Frecuencia $\leq P 74$	Frecuencia $\leq P 74$		Frecuencia $\geq P 75$	Frecuencia $\geq P 75$	
Atrio ventricular cerebral	9	35	< 0,0001	35	8	< 0,0001
Cisterna Magna	5	31	< 0,0001	10	19	< 0,0001
Cavum Septum Pellucidum	9	38	< 0,0001	8	12	< 0,0001

DPG: Diabetes pregestacional, P: percentil, p : prueba exacta de Fisher

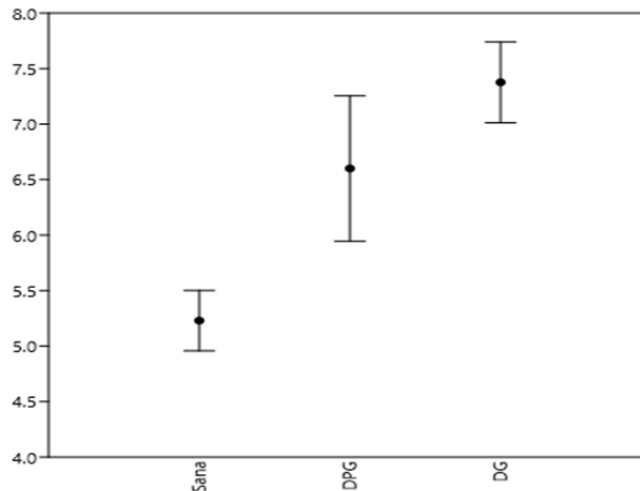
En la tabla 3 se demuestra la comparación de frecuencia entre las gestantes con diabetes gestacional y sin la enfermedad, mostrando que la mayoría de los casos las estructuras cerebrales de las gestantes sin diabetes e las estructuras cerebrales se mantuvieron igual o menor al percentil 74, siendo el valor $p < 0,05$ para todas las estructuras, mientras que las gestantes con diabetes gestacional las estructuras cerebrales (AVC y CSP) presentan un valor mayor del percentil 75 ($p < 0,0001$) y la CM ($P < 0.001$).

TABLA 3. Comparación de la frecuencia en diabéticas gestacional con el grupo sin diabetes

Estructura cerebral	DG	Control	<i>p</i>	DG	Control	<i>p</i>
	Frecuencia ≤ P 74	Frecuencia ≤ P 74		Frecuencia ≥ P 75	Frecuencia ≥ P 75	
Atrio ventricular cerebral	7	35	< 0,0001	23	8	< 0,0001
Cisterna Magna	8	31	< 0,0001	22	19	< 0,001
Cavum Septum Pellucidum	6	38	< 0,0001	24	12	< 0,0001

DPG: Diabetes gestacional, P: percentil, *p*: prueba exacta de Fisher

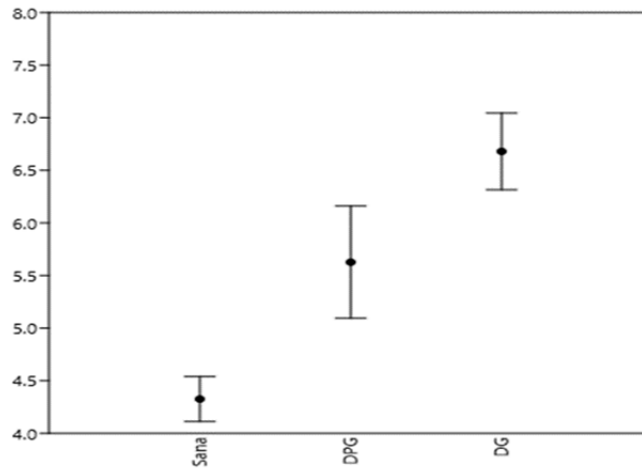
En el gráfico 1 las gestantes sin diabetes mostraron media AVC en 5,3mm, en gestantes con diabetes pregestacional media 6,6 mm y en gestantes con diabetes gestacional 7,2 mm, siendo estos sus valores absolutos.



DPG: Diabetes pregestacional, DG: Diabetes Gestacional, Sano: grupo control.

Gráfico 1. Medidas del AVC de fetos en gestantes sin diabetes, con diabetes pregestacional y diabetes gestacional

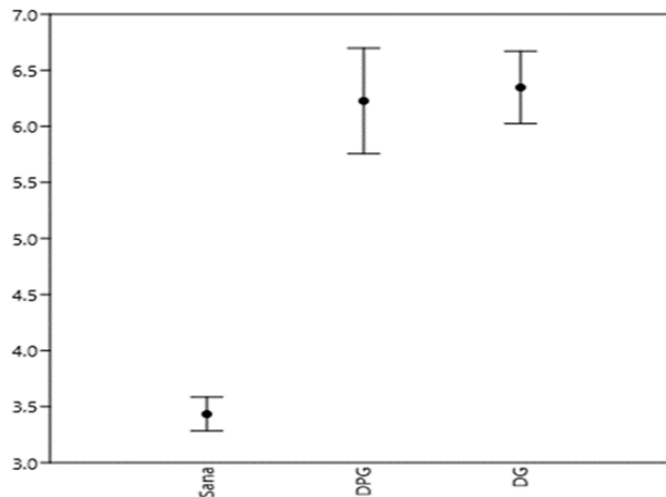
El gráfico 2 muestra las medidas de CM, la media de gestantes sin diabetes de 4,3mm, en gestantes con diabetes pregestacional 5,6 y diabetes gestacional 6,7mm respectivamente.



DPG: Diabetes pregestacional, DG: Diabetes Gestacional. Sano: grupo control.

Gráfico 2. Medidas de la CM de fetos en gestantes sin diabetes, con diabetes pregestacional y diabetes gestacional

El gráfico 3 describe las medidas de CSP, mostrando la media de gestantes sin diabetes 3,4 mm, gestantes con DPG 6.3 mm y DG 6,4 mm, los valores absolutos con un intervalo de confianza del 95%, estadísticamente significativa entre los 3 grupos.



DPG: Diabetes pregestacional, DG: Diabetes Gestacional, Sano: Control.

Gráfico 3. Medidas del CSP de fetos en gestantes sin diabetes, con diabetes pregestacional y diabetes gestacional

DISCUSION

El campo de la neurología fetal es muy amplio y requiere un conocimiento extenso de la anatomía fetal normal y de las alteraciones morfológicas del SNC para reconocerlas y contribuir a mejorar su evolución y pronóstico. Es allí donde el rol de la ecografía adquiere vital importancia.

Todas las estructuras cerebrales que contienen líquido cefalorraquídeo como el AVC, CSP y CM, constituyen parte importante en la evaluación ultrasonográfica de rutina (24). La precisión en la medición de las estructuras determinara el pronóstico de enfermedades del SNC en la vida intrauterina, es por ello que existen parámetros de normalidad estandarizados a nivel mundial (17):

La *ISUOG* establece como límite de normalidad para estructuras como el AVC y la CM de 10 mm (17). Mientras que otros autores como Hernández- Rojas y cols (24) difieren expresando que las medidas son variables y dependientes de la edad gestacional, de allí, la importancia en la utilización de tablas de percentiles de normalidad. En dicho estudio se observó que la media de AVC fue menor de 10 mm en todos los casos, la cisterna magna fue menor a 8 mm y el cavum del septum pellucidum de 7 mm. Es por esto, que las mediciones de estas estructuras toman vital importancia para entender las posibilidades de alteraciones neurológicas como dilataciones ventriculares, hidrocefalia, agenesia de cuerpo calloso, mega cisterna magna, entre otras. No obstante, este estudio la media de las estructuras cerebrales evaluadas se mantuvo en todos los caso por debajo de 10 mm para ambos grupos de diabetes y controles.

De esta manera podemos decir que la medida estandarizada por la *ISUOG* (17) de 10 mm para estructuras como el AVC y la CM, no son constantes en las diferentes edades gestacionales, sin embargo, en las pacientes con DG y DPG, los valores encontrados se mantuvieron por debajo del percentil 75.

Hernández-Rojas y García (19) publicaron los valores de normalidad del sistema ventricular fetal, los cuales han servido como base para establecer los percentiles de normalidad en las gestantes sin diabetes gestacional y demostrar que en las gestantes con DG y DPG sus valores se encuentran en mayor porcentaje superiores al percentil 75.

Friederike Ruth Gründahl y cols (21) en su trabajo sobre desarrollo del cerebro fetal en embarazos diabéticos y controles normales, se observa un aumento considerable en estructuras como el CSP y CM en gestantes con DG y DPG que en gestantes sin diabetes (21), resultados similares a los hallazgos de esta investigación.

Por otra parte Hernández-Rojas y cols. (22), en su investigación sobre el aumento exagerado de peso (AEPG) gestacional su relación con cambios cerebrales fetales en el sistema ventricular concuerdan con esta investigación, los datos epidemiológicos mostraron también mayor porcentaje de las gestantes con DG y DPG con IMC menor a 25.

CONCLUSIONES

Es relevante concluir que la evaluación neurosonográfica es una herramienta fundamental para evaluar el desarrollo, pronóstico y culminación de la gestación de manera satisfactoria, que patologías maternas como la DG y DPG pueden influenciar en cambios en las estructuras cerebrales con el AVC, CM y CSP, estos cambios pudieran estar relacionados por una producción mayor de líquido cefalorraquídeo a consecuencia de alteraciones metabólicas generadas por estas patologías.

Se encontró diferencias en las mediciones de AVC, CM, CSP entre diabéticas y no diabéticas y a su vez en las gestantes que presentan diabetes tipo gestacional y pregestacional al compararlas con grupo control, ubicando sus percentiles cercanos a los valores máximos de la normalidad (P90). Pudiéndose decir que las estructuras cerebrales que contienen LCR son significativamente de mayor tamaño en las diabéticas pre y gestacionales que en el grupo de las no diabéticas

RECOMENDACIONES

Se sugiere desarrollar más investigaciones sobre las estructuras cerebrales con series de mayor número de pacientes en pacientes con estas patologías médicas.

Además, es recomendable conocer los efectos fenotípicos de estas estructuras a lo largo de los años de estos individuos para conocer el comportamiento de estas estructuras cerebrales de los fetos de madres diabéticas pre y gestacional y su relación con un control metabólico adecuado.

REFERENCIAS

1. OMS. Organización Mundial de la Salud. [Online]; 2022. Acceso 13 de 12de 2024. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>.
2. Salbau JM KC. Diabetic embryopathy: A role for the epigenome? *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol*. 2011; DOI: 10.1002/bdra.20807(91): p. 770-80.
3. Association AD. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of care in Diabetes- 2024. *Diabetes Care*. 2024; 47(pag (28-29) doi: <https://doi.org/10.2337/dc24-S002>).
4. Salud OPdl. paho.org. [Online]; 2022. Acceso 03 de febrerode 2025. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>.
5. Medina-Pérez EA SRAHPAMLMJFCISOIMPAICDCGM. Diabetes gestacional. Diagnostico y tratamiento en el primer nivel de atención. *Med Int Méx*. 2017; 33(1)(91-98).
6. Juan Arizmendi VCPACDGHTP. Diabetes Gestacional y Complicaciones Neonatales. *fac.Med*. 2012; 20 (2)(50-60 doi: S0121-52562012000200006&Ing=en).
7. Marhiesen ER RLDP. Stillbirth in diabetic pregnancies. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2011; 25 (1): 105-11(DOI: 10.1016).
8. Clapes Hernández Sonia FRTPGK. El desafío para el desarrollo del sistema nervioso central en la reproducción humana asociada con la diabetes. *Rev Cubana Endocrinol*. 2022; 33 (1)(Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532022000100006&Ing=es. Epub 24-Jun-2022.).
9. Carpita B MDDL. Oxidative stress, maternal diabetes, and autism. *Oxid Med Cell Longev*. 2018;(DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/3717215>).
10. A. MW. Offspring of diabetic pregnancy: short- term outcome. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2009; 14(2): 111-8, (DOI: 10.1016/j.siny.2008.11.007).
11. Bauzá Tamayo Guillermo BTDBLJGVGGLdIRSJDGDY. Incidence and risk factors of gestational diabetes. *Acta méd centro*. 2022; 16 (1)(78-89 disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2709-79272022000100079&Ing=es. Epub 31-Mar-2022.).
12. Mtui E GG. Clinical Neuroanatomy and Neuroscience. En Mtui E GG. *Clinical Neuroanatomy and Neuroscience.*: Philadelphia: Saunders; 2006. p. 206-256.
13. Bonilla C LDBSYNAGDRSSGLS. Maternal and offspring fasting glucose and type 2 diabetes-associated genetic variants and cognitive function at age 8: a Mendelian randomization study in the Avon longitudinal study OF parents and Children. *BM Med Genet*. 2012;(DOI: 10.1186/1471-2350-13-90).
14. TW. S. Embryology of Neural Tube Development. *Am J Med*. 2005;(135(C): p2-8).
15. Barnewolt CE EJ. Sonography of the fetal central nervous. *Neuroimaging Clin N Am*. 2004;(14 (2): p.255-271).
16. Juan Luis Leiva AP. ROL DE LA NEUROSONOGRAFÍA EN LA EVALUACIÓN NEUROLÓGICA FETAL. *Medicina Materno-fetal. Departamento Ginecología y Obstetricia. Clínica Las Condes. Santiago, Chile*. 2016; 27 Num: 4(433-440).
17. Gynecol UO. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 1: performance of screening examination and indications for targeted neurosonography. *Isuog.org*. 2020; 56: 476-484(doi: 10.1002/uog.22145).

18. (SEGO) SEdGyO. Guia de Asistencia Practica: Sistemática de la neurosonografía fetal. Revista Oficial de la Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. 2020; 63 (3)(190-211).
19. Hernández-Rojas Pablo Emilio GdYM. Biometría del cráneo y sistema ventricular cerebral fetal: tablas de normalidad a través de pruebas no paramétricas. Rev Obstet Ginecol Venez. 2016; 76(Suppl 1)(59-168).
20. Clapes Hernández Sonia FTPGK. El desafío para el desarrollo del sistema nervioso central en la reproducción humana asociada con la diabetes. Rev Cubana Endocrinol. 2022 Abr [citado 2025 Feb 04]; 33 (1).
21. Friederike Ruth Gründahl KHJBKOdMHAKMMJSWKaRS. Fetal brain development in diabetic pregnancies and normal controls. Journal of Perinatal Medicine. 2017;(DOI: 10.1515/jpm-2017-0341).
22. Hernández Rojas P ,GdYM. Cambios cerebrales fetales asociados a aumento exagerado de peso en embarazadas. Rev. Salus. UC. 2019;(23(3):14-27.2019).
23. Carprimaria G. Nuevos estandares de la ADA para el cuiddo del paciente con DM. CARR-PRIMARIA. 2023.
24. Hernández-Rojas Pablo Emilio GdYM. Biometria del cráneo y sistema ventricular cerebral fetal tablas de normalidad a traves de pruebas no paramétricas. Rev Obstet Ginecol Venez. 2016;(76(3):p. 159-168).