



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO “DR. EDUARDO LICEAGA”

TÍTULO

**ÍNDICE DE RENDIMIENTO MIOCÁRDICO (ÍNDICE DE TEI) EN FETOS
DE MADRES CON DIABETES GESTACIONAL DESCONTROLADA**

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:

MEDICINA MATERNO FETAL

P R E S E N T A

DR. LUIS ALBERTO AGUILAR FONG

TUTOR DE TESIS:

DR. JOSÉ ALBERTO CARRANCO MARTÍNEZ

MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE MEDICINA MATERNO FETAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

RESUMEN

ANTECEDENTES

La diabetes mellitus gestacional (DMG) es un trastorno metabólico que se caracteriza por intolerancia a los carbohidratos y de resistencia a la insulina con diversos grados de severidad el cual es reconocido por primera vez durante el embarazo y que puede o no resolverse después del puerperio. En México, su incidencia se ha reportado en un rango que va desde el 1.6% hasta el 12% de todos los embarazos por lo que se considera un problema de salud pública.

En la segunda mitad del embarazo, el descontrol metabólico puede resultar un crecimiento fetal excesivo, así como alteraciones funcionales de la función cardíaca. Los fetos de mujeres con diabetes mellitus gestacional presentan cambios en la función miocárdica global, incluso antes de que se manifiesten alteraciones estructurales. Se ha observado una razón de la velocidad pico de las ondas E/A menor, así como un tiempo de relajación isovolumétrico (IVTR) prolongado desde el primer trimestre de gestación. Estos cambios pueden progresar a hipertrofia del septum ventricular en etapas posteriores del embarazo, con asociada disfunción diastólica.

OBJETIVOS

Evaluar la función miocárdica fetal utilizando el índice Tei como predictor de deterioro cardíaco fetal en pacientes con diabetes mellitus gestacional descontrolada.

JUSTIFICACIÓN

La detección temprana de estas alteraciones puede ser crucial para un manejo adecuado durante el embarazo y mejorar los resultados tanto para el feto como para el recién nacido.

METODOLOGÍA

Se recopilarán datos demográficos, maternos y fetales a través de la revisión de expedientes con el fin de obtener el resultado deseado mediante el análisis de distribución de frecuencias, medidas de tendencia central y de dispersión. Se realizarán estudios de comparación a través de proporciones para variables cualitativas de tipo dicotómicas y se representaron en forma gráfica.

RESULTADOS ESPERADOS

Identificar aquellos fetos hijos de madres con diabetes gestacional descontrolada con alteración en el índice de rendimiento miocárdico nos dará la oportunidad de llevar un seguimiento más estrecho con el fin de diagnosticar oportunamente casos de miocardiopatía fetal a consecuencia del descontrol metabólico materno y evitar desenlaces perinatales adversos.

Palabras clave: Diabetes mellitus gestacional, descontrol metabólico en el embarazo, índice de rendimiento cardíaco, índice de Tei, fetopatía diabética.

ANTECEDENTES

La DMG es un trastorno metabólico caracterizado por intolerancia a los carbohidratos y de resistencia a la insulina con diversos grados de severidad el cual es reconocido por primera vez durante el embarazo y que puede o no resolverse después del puerperio. (1-6). En cuanto a su, esta puede variar según la población y los criterios utilizados para el diagnóstico. En el caso de la población mexicana, la incidencia se ha reportado en un rango que va desde el 1.6% hasta el 12% de todos los embarazos. Esta variabilidad puede estar influenciada por factores genéticos, socioeconómicos y de estilo de vida, entre otros. (7-8)

El efecto diabetógeno durante el embarazo, especialmente en la segunda mitad, es un proceso fisiológico complejo que involucra un incremento en la síntesis de hormonas hiperglucemiantes, como el cortisol, lactógeno placentario, prolactina y progesterona. Estas hormonas contribuyen a la resistencia a la insulina, lo que significa que las células del cuerpo tienen una respuesta disminuida a la insulina. Este fenómeno se considera una adaptación fisiológica destinada a garantizar un suministro adecuado de glucosa al feto en crecimiento, que utiliza la glucosa como su principal fuente de energía. Este efecto va aumentando a medida que avanza la gestación. (8-9)

A medida que avanza la gestación, este efecto diabetógeno tiende a aumentar, lo que puede desafiar la capacidad del páncreas materno para producir suficiente insulina para superar la resistencia a la insulina y mantener la glucosa en sangre dentro de los límites normales. En mujeres con una reserva pancreática adecuada, esta respuesta adaptativa no resultará en alteraciones significativas en el metabolismo de la glucosa. Sin embargo, si la reserva pancreática está disminuida, como en el caso de algunas mujeres con factores de riesgo, como la obesidad o antecedentes familiares de diabetes, puede aparecer la DMG. (5-10)

Actualmente para establecer el diagnóstico de DMG en un paso de acuerdo a los grupos de estudio de International Association of the Diabetes and Pregnancy Study Groups (IADPSG) es con la curva de tolerancia oral a la glucosa (CTOG) con carga de 75 g, la cual se realiza por la mañana con ayuno de ocho horas. El diagnóstico se establece cuando por lo menos un valor de glucosa sérica en ayuno sea ≥ 92 mg/dl, una hora poscarga ≥ 180 , o dos horas poscarga ≥ 153 . (11,12).

El control metabólico durante el embarazo es esencial para el desarrollo normal del feto en el útero por lo que mantener niveles adecuados de glucosa en sangre es crucial para prevenir complicaciones como un crecimiento fetal excesivo, así como el desarrollo inadecuado de sus órganos y sistemas, lo que puede tener consecuencias a largo plazo para la salud del recién nacido. (14)

En primera instancia, el manejo debe ser nutricional con dieta calculada y con actividad física, ya que la adecuada incremento de peso, el control de glucosa, el evitar las cetonas en orina, así como los episodios de hipoglicemia, permitirán lograr un control metabólico adecuado. La farmacoterapia se deberá considerar cuando la dieta y el ejercicio no logran las metas en un periodo de 2 semanas. La terapia con insulina, a pesar de ser el estándar de oro, debe ser estrictamente individualizada, indicándose el fraccionamiento de la dosis en 2 aplicaciones y agregar insulina de acción rápida cuando no se alcanza la meta terapéutica de la glucemia postprandial. (13)

El descontrol metabólico se caracteriza por tener por lo menos el 20% de cifras de glucosa fuera de metas terapéuticas pre y/o postprandial. (13). Las metas de control glucémico recomendadas durante el embarazo: Glucosa sérica en ayuno en el rango de 60-90 mg/dm, glucosa postprandial <140 mg/dl una

hora postprandial y <120 mg/dl dos horas postprandial Si se detecta un crecimiento fetal mayor o igual al percentil 90, las metas de glucemia serán más estrictas. En este caso, se busca que los niveles de glucosa en sangre estén en ≤ 80 mg/dl en ayunas y ≤ 110 mg/dl dos horas después de comer. (9)

Estudios recientes denotan como la hiperglucemia durante el embarazo puede llevar a cambios en la placenta como el engrosamiento de la membrana de la vellosidad coriónica, así como en las células beta del páncreas caracterizado por hiperplasia e hipertrofia. Estos cambios a su vez pueden afectar la transferencia de oxígeno de la madre al feto, lo que puede comprometer el bienestar fetal, especialmente cuando el flujo sanguíneo uterino hacia la placenta está disminuido, como suele ocurrir en casos de diabetes mal controlada. (19-21). Así mismo, puede tener efectos significativos en la función cardíaca del feto, incluso cuando el control metabólico durante el embarazo es adecuado. Se han observado alteraciones en la función cardíaca que pueden ser identificadas mediante la evaluación Doppler convencional. Algunas de las alteraciones cardíacas más comunes incluyen la hipertrofia miocárdica, el derrame pericárdico y la bradicardia. (14-21)

En particular, se ha reportado que los fetos de madres diabéticas pueden presentar alteraciones en la función diastólica del ventrículo izquierdo. Esto se puede detectar mediante análisis Doppler de las señales de flujo de las válvulas mitral y tricúspide. En condiciones normales, las ondas obtenidas durante la diástole de estas válvulas son bifásicas, con una onda E que representa el llenado ventricular temprano y una onda A relacionada con el flujo durante la contracción atrial. En fetos de madres diabéticas, se ha observado una razón de la velocidad pico de las ondas E/A menor, así como un tiempo de relajación isovolumétrico (IVTR) prolongado desde el primer trimestre de gestación. Estos cambios pueden progresar a hipertrofia del septum ventricular en etapas posteriores del embarazo, con asociada disfunción diastólica. (22-23)

Es importante destacar que la disfunción ventricular puede ocurrir incluso sin evidencia de hipertrofia septal, lo que resalta la importancia de identificar cambios sutiles en la función global cardíaca fetal. La detección temprana de estas alteraciones puede ser crucial para un manejo adecuado durante el embarazo y para mejorar los resultados tanto para el feto como para el recién nacido. (24-33). La circulación fetal tiene características únicas, y esto influye en la forma en que se evalúa la función cardíaca prenatalmente por lo que los métodos tradicionales de evaluación ecocardiográfica posnatal pueden no ser adecuados para la evaluación de la función cardíaca fetal. (29-31)

El índice de rendimiento miocárdico, también llamado índice de Tei, es una medida que se obtiene mediante el uso de la ecocardiografía Doppler el cual es un método no invasivo para evaluar la función cardíaca global. Este índice tiene la ventaja de integrar la sístole como la diástole del corazón, y es completamente independiente de la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la forma de los ventrículos. (32). Se ha observado que el índice de Tei está significativamente elevado en el ventrículo izquierdo fetal de mujeres con DM en comparación con las pacientes sanas. Esto sugiere un daño en la función cardíaca, tanto sistólica como diastólica del ventrículo izquierdo de los fetos expuestos a la diabetes materna. Para calcular el índice Tei, se utilizan los tiempos de eyección (TE), contracción isovolumétrica (TCIV) y relajación isovolumétrica (TRIV), los cuales se definen mediante el análisis de los clics de apertura y cierre de las válvulas mitral y aórtica. Estos tres periodos se utilizan para calcular el índice Tei mediante la fórmula: $(TCIV + TRIV) / TE$. (28,33,34).

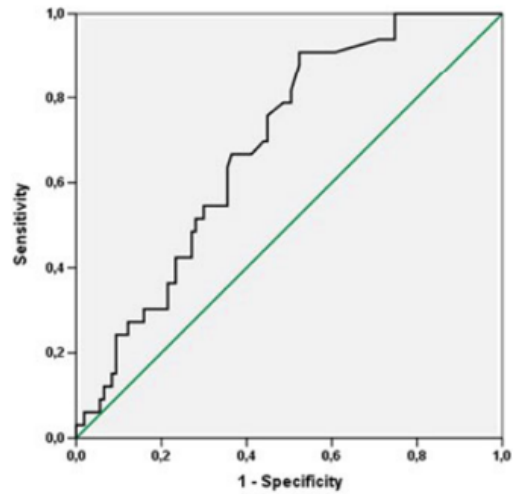
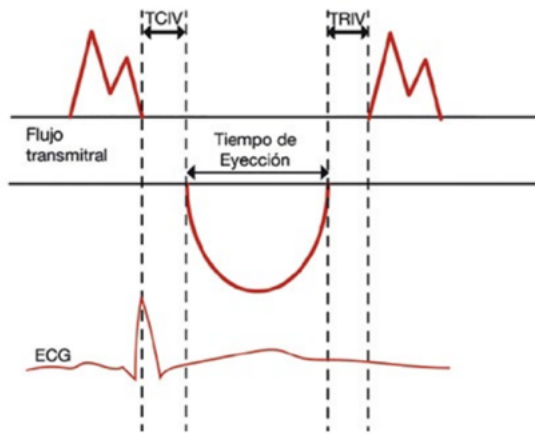


Figure 2 Receiver operating characteristic curve for myocardial performance index in predicting adverse perinatal outcome.

Existen estudios que buscan establecer puntos de normalidad para el índice de Tei en grupos específicos de población y según el trimestre del embarazo. Estos son de vital importancia para comprender cómo varía esta medida en diferentes contextos y etapas del embarazo. El estudio realizado por Sanhal y colaboradores propuso un punto de corte para el índice Tei >0.39 como marcador de resultado perinatal adverso en mujeres con DM. Este punto de corte se basó en una sensibilidad del 90.9% y una especificidad del 47.7%, con un área bajo la curva de 0.690 y un valor de $p < 0.001$.(28)

Los investigadores identificaron varios factores que contribuyen a la alta morbilidad perinatal y la disfunción cardíaca en este grupo, incluyendo la cardiomiopatía hipertrófica del septum interventricular y de la pared libre ventricular, daño en la relajación ventricular izquierda, presión anormal sistólica pulmonar, aumento del índice de precarga en la vena cava inferior en asociación con un potencial de hidrógeno (pH) arterial bajo en sangre de cordón umbilical y alto hematocrito al nacimiento, acidemia e hiperlactacidemia significativa en ausencia de hipoxemia.(40-43)

Estos hallazgos resaltan la importancia de utilizar el índice de Tei como una herramienta de evaluación de la función global del corazón fetal en mujeres con DMG durante el embarazo, ya que puede ayudar a identificar aquellos casos que pueden estar en riesgo de complicaciones perinatales. La detección temprana de disfunción cardíaca fetal y otras complicaciones puede permitir intervenciones oportunas para mejorar los resultados tanto para la madre como para el feto. (42-43).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente se reconoce que las complicaciones cardiovasculares en los hijos de madres con DMG pueden tener repercusiones a largo plazo.

La función miocárdica fetal es un área de interés creciente, y se enfatiza la relevancia y la utilidad del índice de rendimiento miocárdico (índice de Tei) como una medida para evaluar la función miocárdica global fetal, dado que integra tanto la función sistólica como diastólica del corazón fetal.

Existe una necesidad de estudiar la funcionalidad cardíaca fetal en la etapa prenatal para desarrollar estrategias de manejo prenatal más efectivas por lo que identificar estas alteraciones durante el embarazo mediante el cálculo del índice de Tei permitirá aplicar intervenciones tempranas con el objetivo de mejorar los resultados maternos y fetales así como para prevenir complicaciones cardiovasculares a largo plazo en los hijos de madres con DMG.

Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿El índice de rendimiento miocárdico (índice de Tei) fetal de madres con diabetes gestacional descontrolada se encuentra anormal?

JUSTIFICACIÓN

La evaluación de la función miocárdica global fetal mediante el índice de rendimiento cardiaco (índice de Tei) en madres con DMG descontrolada proporciona información valiosa sobre cómo la diabetes materna afecta la salud cardíaca del feto sobre la función cardíaca fetal, la tasa de supervivencia y calidad de vida tanto fetal como neonatal, infantil y adulta.

La identificación anormal en el índice Tei podría informar estrategias de detección temprana y tratamiento oportuno para mejorar los resultados perinatales en pacientes embarazadas con diabetes. Además, pueden ayudar a desarrollar protocolos de manejo prenatal más efectivos que se centren en la optimización del cuidado fetal.

Este estudio parece ser una contribución relevante en la medicina fetal hacia la comprensión y el manejo de la diabetes materna durante el embarazo, ya que aborda una preocupación significativa sobre el impacto de la diabetes materna en la función cardíaca fetal y sus consecuencias a corto y largo plazo en la salud del recién nacido lo que podría conducir a una reducción de las complicaciones perinatales y a una mejor salud a largo plazo para los hijos de mujeres con diabetes materna.

HIPÓTESIS

El índice de Tei se encuentra alterado (>0.39) en fetos mayores a 28.0 semanas de madres con diabetes gestacional y que se encuentran en descontrol metabólico ($\geq 20\%$ de cifras de glucosa fuera de metas terapéuticas pre y/o postprandial).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Realizar una evaluación de la función miocárdica global mediante el índice de rendimiento miocárdico (índice de Tei) en fetos de madres con diabetes gestacional descontrolada en el periodo comprendido entre el 01 de abril al 30 de junio de 2024.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evaluar las medidas de tendencia central del peso fetal estimado y su percentil de crecimiento fetal.
- Describir las proporciones de los diferentes marcadores de fetopatía diabética (grosor del septo interventricular, grosor del pliegue cutáneo abdominal y grosor placentario) así como el índice de Tei.
- Determinar la frecuencia relativa del tratamiento empleado para la DMG.
- Analizar las medidas de dispersión de las variables demográficas.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO:

- Descriptivo, transversal, observacional y retrospectivo.

UNIVERSO DE TRABAJO:

- Expedientes clínicos físicos de pacientes embarazadas adscritas al servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”

POBLACIÓN DE ESTUDIO:

- Expedientes físicos de embarazadas con control prenatal en el servicio de Medicina Materno Fetal.

METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

- Por medio del programa Open Epi, se calculó una muestra de 100 pacientes con un intervalo de confianza del 95% y un margen de error del 5% basado en una proporción de pacientes esperada con diabetes mellitus gestacional (Ver anexo 1 y 2).

TIEMPO DE EJECUCIÓN

- Del 01 de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2023.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Pacientes embarazadas con diagnóstico de diabetes gestacional descontrolada.
- Pacientes embarazadas con embarazos únicos y fetos vivos con edad gestacional mayor o igual a 28.0 semanas sin anomalías congénitas o defectos estructurales a los cuales se les realizaron marcadores de fetopatía diabética incluyendo índice de rendimiento cardiaco (índice de Tei).

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Pacientes con embarazo múltiple.
- Fetos con edad gestacional incierta.
- Pacientes con hipertensión asociada al embarazo como: hipertensión gestacional, preeclampsia, preeclampsia sin criterios de severidad, preeclampsia con criterios de severidad, preeclampsia agregada.
- Pacientes con enfermedades crónicas degenerativas como: hipertensión arterial crónica, enfermedades autoinmunes, diabetes pregestacional.
- Fetos con anomalías estructurales o cromosómica.
- Resolución de embarazo fuera de la institución.
- Expediente incompleto

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES Y SU FORMA DE MEDIRLAS

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	CALIFICACIÓN
Edad materna.	Independiente.	Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento.	Años cumplidos que tiene la paciente.	Cuantitativa continua.	Razón.	Años.
IMC.	Independiente.	Medida de asociación entre el peso y la talla de una persona de acuerdo con	Índice mediante el cual es posible establecer el	Cualitativa politómica.	Ordinal.	Peso bajo: <18.5 Normal: 18.5-24.9 Sobrepeso: 25-29.9

		una fórmula ya establecida por la OMS.	peso de una persona.			Obesidad grado 1: 30-34.9 Obesidad grado 2: 35-39.9 Obesidad grado 3: ≥ 40.0
Gestaciones.	Independiente.	Embarazos que ha presentado una mujer en su edad reproductiva.	Número de embarazos que ha tenido la paciente incluyendo partos, cesáreas, abortos y embarazo ectópicos.	Cuantitativa continua.	Razón.	Número de embarazos.
Tratamiento de la DMG.	Independiente.	Opción terapéutica otorgada a la paciente para lograr la euglucemia.	Es el tipo de tratamiento utilizado.	Cualitativa politómica.	Nominal.	1. Dieta y ejercicio. 2. Hipoglucemiante oral. 3. Insulina. 4. Combinado.
Prueba de tamizaje para DMG.	Independiente.	Tipo de estrategia de tamizaje utilizada para el diagnóstico de DMG.	CTOG 75G 1 valor alterado es diagnóstico (ayuno: 92 mg/dL, 1 h: 180 mg/dL, 2 h: 153 mg/dL CTOG 100G GLT 50g 1h: 140 mg/dL, realizar CTOG 100g, 2 valores alterados es diagnóstico. Ayunas: 95 mg/dL	Cualitativa politómica.	Nominal.	1. CTOG 75 g 2. CTOG 100 g

			1 h: 180 mg/dL 2 h: 155 mg/dL 3 h: 140 mg/dL			
Edad gestacional.	Independiente.	Tiempo de vida de un embrión o un feto desde el primer día de la última menstruación.	Número de semanas de embarazo al momento de realizar el estudio.	Cuantitativa continua.	Razón.	Numérica.
Percentil de peso fetal.	Independiente.	Clasificación del peso de acuerdo a la edad gestacional.	Percentil de peso de acuerdo con las tablas de Hadlock.	Cuantitativa discreta.	Razón.	Percentil.
Peso estimado fetal.	Independiente.	Peso corporal fetal estimado por biometría ultrasonográfica.	Peso corporal fetal estimado en unidad de masa.	Cuantitativa continua.	Razón.	Gramos.
Índice de Tei.	Independiente.	La suma del tiempo de contracción isovolumétrica y el tiempo relajación isovolumétrica dividido por el tiempo de eyección.	Valor de la función cardiaca global fetal tomado de la última consulta previa al nacimiento entre las 37 a 41 semanas.	Cuantitativa continua.	Razón.	Numérica.
Grosor placentario.	Independiente.	Espesor de la placenta.	Grosor placentario medido a 2.0 cm externos de la inserción del cordón umbilical en dirección longitudinal de extremo a	Cuantitativa discreta.	Nominal.	1. Mayor a 60 mm 2. Menor a 60 mm

			extremo de la placenta			
Pliegue cutáneo.	Independiente.	Grosor del pliegue cutáneo del abdomen.	Grosor del pliegue cutáneo abdominal medido a 2.0 cm externos de la inserción del cordón umbilical en dirección longitudinal de extremo a extremo de la piel	Cuantitativa discreta.	Nominal.	1. Mayor a 5.5 mm 2. Menor a 5.5 mm
Tabique interventricular.	Independiente.	Grosor del tabique interventricular del corazón.	Grosor de d la pared interventricular y/o de la pared ventricular medido en la fase diastólica de extremo a extremo.	Cuantitativa discreta.	Nominal.	1. Mayor a 5.0 mm 2. Menor a 5.0 mm

PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS

Tras la aprobación del proyecto por el Comité de Ética y en coordinación con los registros médicos del hospital, la información requerida se extraerá del expediente clínico físico a través del archivo médico de la unidad 112 del servicio de ginecología y obstetricia y del servicio de medicina materno fetal.

Se revisará la base de datos del servicio de medicina materno fetal de los casos elegibles y se extraerá la información mediante una lista de verificación estructurada. A cada nota de caso y lista de verificación se le asignará un número de identificación.

La información que se obtenga incluirá la edad materna, peso materno, talla materna, índice de masa corporal, número de gestaciones, partos, abortos, cesáreas, grado de descontrol metabólico, tipo de tratamiento, valores de la CTOG 75g y dentro de la evaluación fetal, edad gestacional por fecha de última menstruación, edad gestacional por fetometría, peso fetal estimado, índice de Tei, grosor placentario, pliegue cutáneo y tabique interventricular.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos serán computarizados en el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 26 en inglés. Para las diversas variables se realizará la distribución de frecuencias: obteniendo frecuencias absolutas (número de casos), frecuencias relativas (porcentajes), frecuencias ajustadas y acumuladas, medidas de tendencia central (media, moda y mediana) y dispersión (desviación estándar, rango) según el tipo de variable y distribución.. Se realizarán estudios de comparación a través de proporciones para variables cualitativas de tipo dicotómicas y se representaron en forma gráfica.

ASPECTOS ÉTICOS.

Este estudio considera los aspectos éticos en la declaración de Helsinki, en su última modificación por la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013, considera también los principios éticos básicos señalados en el Informe Belmont (1979): respeto por las personas, beneficencia y justicia.

Se apega a las pautas publicadas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS). Considera los aspectos señalados en la Ley General de Salud DOF 12-07-2018 y DOF 02-04-2014.

El presente estudio se clasifica en la siguiente categoría, artículo 17, la presente se considerará como INVESTIGACIÓN SIN RIESGO: debido a que se trata de un estudio que emplea técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y en los que no se desarrolla intervención o modificación de variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos participantes en el estudio.

La conducción de la investigación estará a cargo de un investigador que desarrollará la investigación de conformidad con un protocolo estando encargado de la dirección técnica del estudio teniendo la responsabilidad, al término de la ejecución de la investigación, de presentar al comité de investigación de la institución de atención a la salud un Informe técnico pudiendo publicar informes parciales y finales del estudio.

Se protegerá la información obtenida a fin de evitar los riesgos sobre la información recopilada de la investigación sobre la privacidad y confidencialidad. Los resultados obtenidos solo serán empleados con fines científicos.

CONSIDERACIONES DE BIOSEGURIDAD.

El presente trabajo de investigación no considera pertinente los aspectos relacionados con bioseguridad, por no tratarse de un estudio con riesgos tóxico, infectocontagiosos o radiológicos que debiera cumplir con los requerimientos para su realización establecidos por la NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012.

RELEVANCIA Y EXPECTATIVAS.

La presente investigación, como trabajo de tesis de subespecialidad, tiene como objetivo principal conocer la función miocárdica global fetal en madres con diabetes gestacional descontrolada para identificar aquellos fetos susceptibles a hipertrofia ventricular que requieran un control metabólico más estricto.

RECURSOS DISPONIBLES.

▪ **Recursos humanos.**

1. Asesor metodológico del servicio de Medicina Materno Fetal.
2. Médico residente de Medicina Materno Fetal.

▪ **Recursos materiales.**

1. Expedientes clínicos físicos.
2. Material de papelería y cómputo cubiertos por el investigador.

▪ **Recursos financieros.**

No se requerirá de financiamiento externo, los recursos materiales necesarios serán cubiertos en su totalidad por el investigador que realiza el estudio.

RECURSOS NECESARIOS.

RECURSOS HUMANOS:

1. Asesor metodológico del servicio de Medicina Materno Fetal.
2. Médico residente del servicio de Medicina Materno Fetal.

RECURSOS MATERIALES

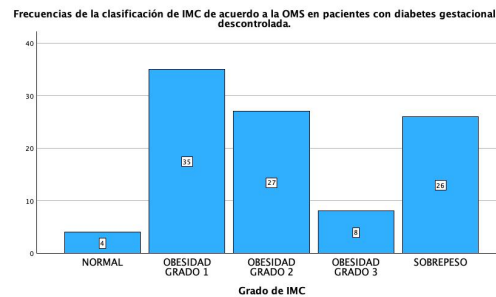
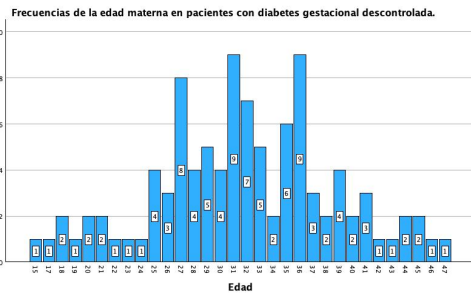
1. Expedientes clínicos físicos.
2. Material de papelería y cómputo cubiertos por el investigador.

RESULTADOS

Durante el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2022 al 31 de diciembre de 2023 en el servicio de Medicina Materno Fetal del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”, se atendieron 366 pacientes con diabetes gestacional. Mediante el programa Open Epi, se calculó un tamaño de muestra de 100 pacientes de embarazos únicos del tercer trimestre los cuales se integraron en una base de datos de Microsoft Excel, la cual se procesó en el programa IBM SPSS 29 en inglés. El análisis de la información arrojó las siguiente información.

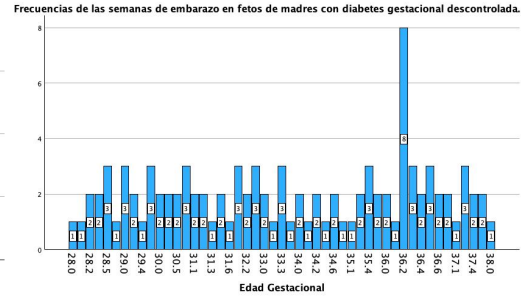
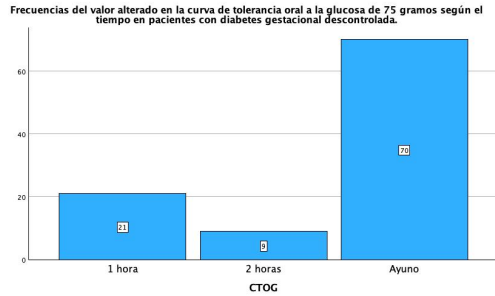
Medidas de dispersión y de tendencia central en fetos de madres con diabetes gestacional descontrolada.

	Edad	IMC	Grado de IMC	Gestas	Partos	Cesárea	Abortos	Ectópicos	Tratamiento	CTOG	Edad Gestacional	Percentil de Peso (número)	Percentil de Peso	Índice de TEI (número)	Índice de TEI	Grosor Placentario	Grosor Pliegue Cutáneo	Grosor Tabique IV
N Valid	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	31.81	33.16		2.65	0.97	1.13	0.56	0.02			33.258	65.09		0.4471				
Std. Error of Mean	0.687	0.514		0.136	0.122	0.103	0.081	0.014			0.3047	2.214		0.00456				
Median	32.00	33.15		2.00	1.00	1.00	0.00	0.00			33.350	65.50		0.4400				
Mode	31*	30		2	0	1	0	0			36.2	91		0.43				
Std. Deviation	6.874	5.145		1.359	1.218	1.031	0.808	0.141			3.0474	22.143		0.04560				
Variance	47.246	26.469		1.846	1.484	1.064	0.653	0.020			9.287	490.305		0.002				
Range	32	23		5	5	4	4	1			10.0	73		0.32				
Minimum	15	23		1	0	0	0	0			28.0	25		0.39				
Maximum	47	46		6	5	4	4	1			38.0	98		0.71				
Sum	3181	3316		265	97	113	56	2			3325.8	6509		44.71				



En nuestro estudio, la edad de presentación fue de 15 a 47 años de edad, con una media de 31.8, una mediana de 32.0, una moda de 31, una varianza de 47.2 y una D.E. 6.8.

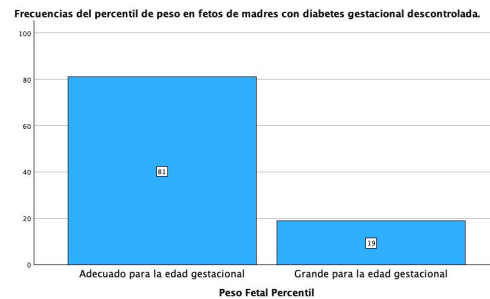
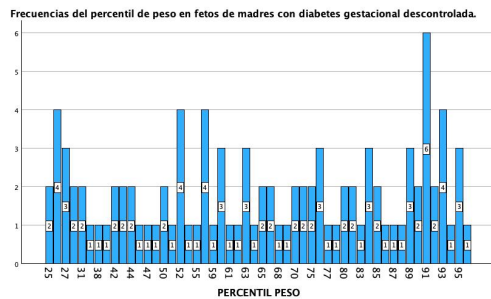
De acuerdo a la OMS, se clasificó a las pacientes según su índice de masa corporal con frecuencias absolutas para peso normal de 4, sobrepeso de 26, obesidad grado 1 de 35, obesidad grado 2 de 27 y obesidad grado 3 de 8.



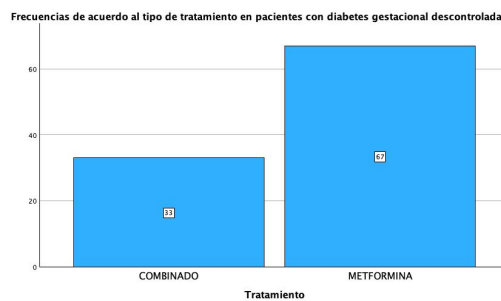
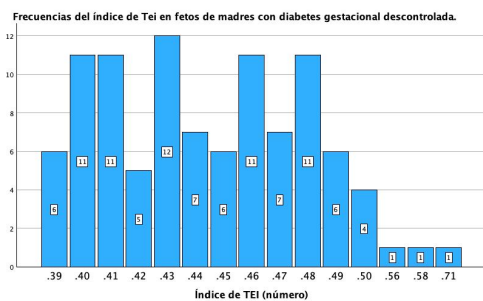
En relación con el tamizaje de diabetes gestacional, se realizó mediante una curva de tolerancia oral a la glucosa de 75 gramos en la cual se observan frecuencias absolutas de 70 para el valor alterado en ayunas en comparación con el valor a la hora y a las dos horas lo que refleja el efecto de resistencia a la insulina inducido por el embarazo sumado a los propios factores de riesgo de las pacientes.

El intervalo de semanas de embarazo de nuestro estudio fue entre las 28.0 a las 38.0 semanas, con una media de 33.25, mediana de 33.35, moda de 36.2, varianza de 9.2 y una D.E. de 3.0.

En función del peso fetal estimado, se estimó su percentil acorde a la edad gestacional oscilando entre 25 y 95 lo que representa una media de 65.0, una mediana de 65.5, una moda de 91, una varianza de 47.2 y una D.E. de 22.



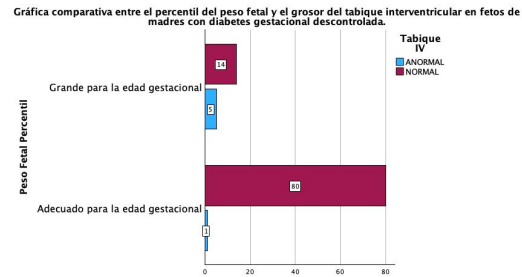
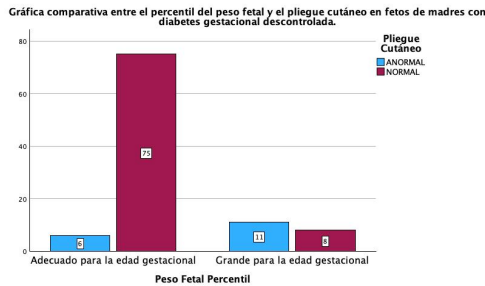
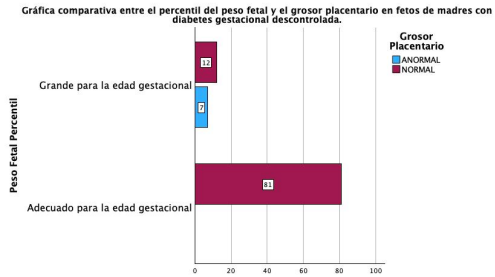
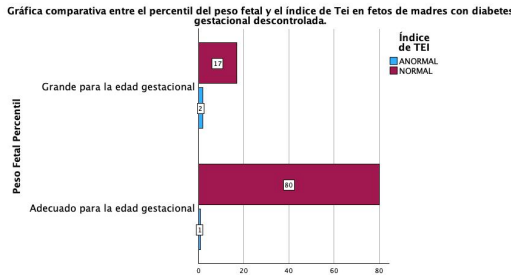
Esto representa una frecuencia absoluta de 81 para los fetos con peso adecuado para la edad gestacional y de 19 para los fetos grandes para la edad gestacional.



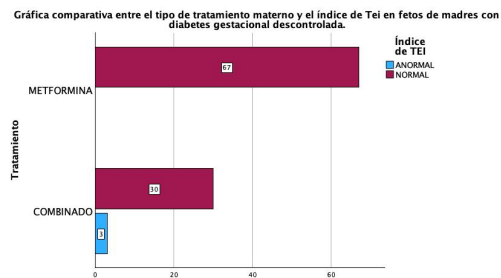
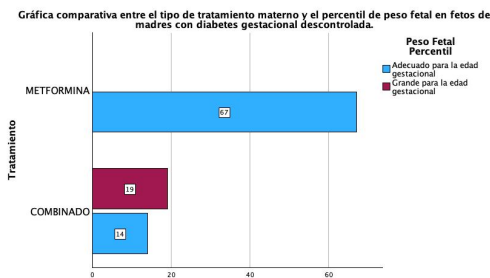
Así mismo se abstuvieron los datos del índice de rendimiento miocárdico según la edad gestacional reportando una media de 0.44, una mediana de 0.44 y una moda de 0.43 con una D.E. de 0.045.

Finalmente, en cuanto al tratamiento se obtuvieron frecuencias absolutas para el manejo con metformina de 67 y para la terapéutica combinada de 33.

Así mismo, se realizó una cruce de variables entre las que destacan el percentil del peso fetal y el índice de Tei en los fetos reportándose normal en el 80% de aquellos fetos con peso adecuado para la edad gestacional mientras que en aquellos que son grandes se reporta anormal en 2%.



De igual forma se analizaron el resto de los marcadores ultrasonográficos de fetopatía diabética. El grosor placentario se reporta anormal con una frecuencia relativa del 12% en aquellos fetos grandes para la edad gestacional. En relación con el pliegue cutáneo, es interesante ver que se encuentra anormal en el 11% de los fetos grandes para la edad gestacional y a su vez en 6% en aquellos con adecuado peso. Finalmente, el grosor del tabique interventricular se encuentra anormal en el 5% de los fetos grandes en contraste con el 1% de los fetos con peso adecuado.



Es importante mencionar que aquellos fetos grandes para la edad gestacional en un 19% requirieron de tratamiento combinado mientras que en aquellos con peso adecuado para la edad gestacional el 67% requirió solo de metformina y el 14% de un tratamiento combinado. se reportó una frecuencia absoluta de 67 en fetos con índice de Tei normal y en tratamiento con metformina mientras que 30 requirieron un tratamiento combinado. En lo que respecta a los fetos con índice de Tei anormal el 100% se mantuvo con tratamiento con metformina.

DISCUSIÓN

La DM es un problema importante de salud pública y se espera que su incidencia aumente considerablemente en el futuro por razones demográficas. Dentro de los trastornos endocrinológicos más frecuentes que afectan al embarazo se encuentra la DMG. En México, la prevalencia se encuentra en aumento y su presencia es un factor de riesgo mayor para complicaciones maternas, fetales y neonatales relacionado en parte con el grado de hiperglicemia materna, pero también con las complicaciones crónicas y las comorbilidades de la propia enfermedad.

En el embarazo se enlistan complicaciones como la pérdida gestacional, anomalías fetales, preeclampsia, macrosomía, hipoglucemia neonatal, hiperbilirrubinemia y síndrome de dificultad respiratoria neonatal. A largo plazo puede aumentar el riesgo de obesidad, hipertensión y diabetes tipo 2 en la descendencia. La DMG pueden causar alteraciones funcionales cardíacas aún en ausencia de hipertrofia conduciendo a daños cardiovasculares por lo que resulta imperativo la detección temprana de alteraciones funcionales con la finalidad de realizar intervenciones oportunas y tempranas en el control metabólico de las pacientes.

El índice de rendimiento miocárdico (índice de Tei) en un principio, fue desarrollado para describir la función cardíaca derecha al combinar la ejecución sistólica y diastólica, con la gran ventaja de ser independiente de la frecuencia cardíaca, presión arterial y forma ventricular. Debido a las características propias de la circulación fetal, el índice de Tei evalúa la función cardíaca izquierda. Al ser un país con alta incidencia y prevalencia consideramos importante realizarlo como parte de la evaluación de los marcadores ultrasonográficos de fetopatía diabética.

En la literatura existen diferentes puntos de cohorte para el índice de rendimiento cardíaco como predictor de resultado perinatal adverso en mujeres con DMG siendo el más representativo el de Sanhal y colaboradores de 2017 con un punto de cohorte de > 0.39 . En nuestro estudio se utilizaron las tablas de referencia por edad gestacional del grupo de trabajo de Cruz Martínez y colaboradores de 2012 considerado a partir de las 28.0 semanas un punto de cohorte de 0.51 anormal.

Table 2. Normal reference values of the MPI and its individual components (in ms)

GA	n	MPI			ICT			IRT			ET		
		p5	p50	p95	p5	p50	p95	p5	p50	p95	p5	p50	p95
11	24	0.29	0.39	0.51	18	25	36	30	39	52	145	158	173
12	31	0.30	0.39	0.51	18	26	36	30	39	52	147	160	175
13	30	0.30	0.39	0.51	18	26	36	29	39	51	148	162	177
14	20	0.30	0.39	0.51	18	26	37	29	38	51	149	163	179
15	21	0.30	0.39	0.51	19	26	37	29	38	51	150	165	181
16	20	0.30	0.39	0.51	19	26	37	29	38	50	151	166	182
17	20	0.30	0.39	0.51	19	27	38	29	38	50	152	167	184
18	20	0.30	0.39	0.50	19	27	38	29	38	50	153	168	185
19	21	0.30	0.39	0.50	19	27	38	29	38	50	154	169	187
20	21	0.30	0.39	0.50	19	27	39	29	38	50	154	170	188
21	22	0.30	0.39	0.50	19	28	39	29	38	50	155	171	189
22	20	0.30	0.39	0.50	20	28	39	29	38	50	155	172	190
23	20	0.30	0.39	0.50	20	28	40	29	38	50	155	172	191
24	27	0.30	0.39	0.50	20	28	40	29	38	50	156	173	191
25	30	0.30	0.39	0.50	20	28	40	29	38	51	156	173	192
26	20	0.30	0.39	0.50	20	29	41	29	39	51	156	173	193
27	20	0.30	0.39	0.50	20	29	41	30	39	52	156	173	193
28	25	0.30	0.39	0.51	21	29	41	30	39	52	156	173	193
29	21	0.30	0.39	0.51	21	29	42	30	40	53	155	173	193
30	22	0.30	0.39	0.52	21	30	42	31	40	53	155	173	193
31	20	0.30	0.40	0.53	21	30	42	31	41	54	154	173	193
32	31	0.30	0.40	0.54	21	30	43	31	42	55	154	172	193
33	21	0.31	0.41	0.55	22	30	43	32	42	56	153	172	192
34	26	0.31	0.42	0.57	22	31	43	33	43	57	152	171	192
35	23	0.32	0.43	0.59	22	31	44	33	44	58	151	170	191
36	25	0.32	0.44	0.61	22	31	44	34	45	59	150	169	190
37	28	0.33	0.46	0.63	22	31	44	35	46	61	149	168	190
38	29	0.34	0.48	0.66	22	32	45	35	47	62	148	167	189
39	30	0.35	0.50	0.70	23	32	45	36	48	64	147	166	187
40	22	0.37	0.52	0.74	23	32	46	37	49	65	146	165	186
41	20	0.39	0.55	0.78	23	32	46	38	51	67	144	163	185

p5 = 5th centile; p50 = median; p95 = 95th centile.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la DMG es un trastorno metabólico que afecta a las pacientes no solo en edad reproductiva sino en aquellos extremos considerados como de edad materna de riesgo. Es un padecimiento que en nuestro país se considera un problema de salud pública con repercusiones importantes en cualquier trimestre del embarazo. Existen diversos factores de riesgo modificables y no modificables en nuestra población que suponen un aumento en la incidencia de la enfermedad.

Se resalta que el tamizaje de la DMG si bien se debe realizar de manera oportuna, idealmente mediante la aplicación de una CTOG 75g entre las semanas 24 y 28 por el aumento a la resistencia a la insulina que existe de manera fisiológica en el embarazo no es exclusiva de este periodo de tiempo. El diagnóstico oportuno nos permitirá identificar a las pacientes con DMG para iniciar intervenciones terapéuticas que son consideradas el estándar de oro como la dieta y el ejercicio. Así mismo en aquellas pacientes que a pesar de un estricto monitoreo ambulatorio reflejan un descontrol metabólico mayor al 20% requerirán intervenciones farmacológicas como lo es la insulina y los hipoglucemiantes orales con la finalidad de evitar un insulto mayor ocasionado por la hiperglucemia materna.

Si nos enfocamos en el feto, este descontrol metabólico se podrá ver reflejado en alteraciones funcionales y estructurales, principalmente a nivel cardiaco. La evidencia científica disponible refleja que la función miocárdica global (índice de Tei) juega un papel importante en los fetos de madres con diabetes gestacional descontrolada como predictor de resultados perinatales adversos.

En nuestro estudio, los marcadores ultrasonográficos de fetopatía diabética, incluido el índice de Tei, se analizaron acorde a la edad gestacional. Es importante puntualizar que estos marcadores ultrasonográficos pueden verse alterados aún en fetos con peso adecuado para la edad gestacional por lo que es importante desarrollar nuevos estudios como predictores de resultados perinatales adversos en población mexicana e idear estrategias que nos permitan una detección oportuna de alteraciones metabólicas durante el embarazo impactando en disminuir las secuelas cardíacas a largo plazo.

REFERENCIAS.

1. Hadden DR, Hillebrand B. The first recorded case of diabetic pregnancy (Bennewitz HG, 1824, University of Berlin). *Diabetologia* [Internet]. 1989;32(8). Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/bf00285339>
2. Mestman JH. Historical notes on diabetes and pregnancy. *Endocrinologist* [Internet]. 2002;12(3):224–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/00019616-200205000-00010>
3. White P. Pregnancy complicating diabetes. *Am J Med* [Internet]. 1949;7(5):609–16. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9343\(49\)90382-4](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9343(49)90382-4)
4. Lucas MJ. Diabetes complicating pregnancy. *Obstet Gynecol Clin North Am* [Internet]. 2001;28(3):513–36. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0889-8545\(05\)70215-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0889-8545(05)70215-1)
5. Negrato CA, Gomes MB. Historical facts of screening and diagnosing diabetes in pregnancy. *Diabetol Metab Syndr* [Internet]. 2013;5(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/1758-5996-5-22>
6. Diagnostic criteria and classification of hyperglycaemia first detected in pregnancy: A World Health Organization Guideline. *Diabetes Res Clin Pract* [Internet]. 2014;103(3):341–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2013.10.012>
7. Medigraphic.com. [cited 2024 May 7]. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2008/mim082h.pdf>
8. Saban M, Rovira G, Curriá MI. Factores de riesgo asociados al requerimiento de insulina en pacientes con diabetes gestacional en un hospital de referencia en Buenos Aires, Argentina: estudio de cohorte retrospectiva. *Rev Colomb Obstet Ginecol* [Internet]. 2023;74(2):136–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.18597/rcog.3883>
9. American Diabetes Association Professional Practice Committee, ElSayed NA, Aleppo G, Bannuru RR, Bruemmer D, Collins BS, et al. 15. Management of diabetes in pregnancy: *standards of care in diabetes—2024*. *Diabetes Care* [Internet]. 2024;47(Supplement_1):S282–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.2337/dc24-s015>
10. Varillas C, Blanco S, Couso B, Gastelu-Iturri J, Reboredo R. Diabetes gestacional: su complejidad y repercusión en la evolución del embarazo y salud del recién nacido. *Prog Obstet Ginecol* (Internet) [Internet]. 2005;48(6):289–96. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0304-5013\(05\)72397-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0304-5013(05)72397-9)
11. Hernandez TL, Friedman JE, Van Pelt RE, Barbour LA. Patterns of glycemia in normal pregnancy. *Diabetes Care* [Internet]. 2011;34(7):1660–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.2337/dc11-0241>

12. Panel C, Metzger BE, Gabbe SG. International association of diabetes and pregnancy study groups recommendations on the diagnosis and classification of hyperglycemia in pregnancy. *Diabetes Care*. 2010;33:676–82.
13. Atiq M, Ikram A, Hussain BM. Assessment of cardiac function in fetuses of gestational diabetic mothers during the second trimester. *Pediatr Cardiol*. 2017;38:941–5.
14. Miodovnik M, Mimouni F, Tsang RC, Ammar E, Kaplan L, Siddiqi TA. Glycemic control and spontaneous abortion in insulin-dependent diabetic women. *Obstet Gynecol* [Internet]. 1986;68(3):366–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/00006250-198609000-00015>
15. Molsted-Pedersen L. Congenital malformations in offspring of diabetic mothers. *Av Diabetol*. 1992;5.
16. Ll C, Codina M, Leiva D, Embriopatía RF. Salvat Editores. Ll C, Leiva D, editors. Vol. 12. Barcelona; 1989.
17. Freinkiel N, Ogata E, Metzger BF. The offspring of the mother with diabetes. En *Diabetes Mellitus, Theory and Practice*. Rifkin H, Porte D, editors. New York: Elsevier; 1990.
18. Cabero RL. *Obstetricia y medicina materno fetal*. Barcelona: Editorial Panamericana. 2007.
19. Schwartz R, Teramo KA. Effects of diabetic pregnancy on the fetus and newborn. *Semin Perinatol* [Internet]. 2000;24(2):120–35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/sp.2000.6363>
20. Billionet C, Mitanchez D, Weill A. Gestational diabetes and adverse perinatal outcomes from 716,152 births in France in 2012. *Diabetologia*. 2017;60:636–44.
21. Hunter LE, Sharland GK. Maternal gestational diabetes and fetal congenital heart disease: an observational study. *J Preg Child Health*. 2015;2.
22. Intechopen.com. [cited 2024 May 7]. Available from: <https://www.intechopen.com/books/gestational-diabetes/applications-of->
23. Garcia-Flores J, Jañez M, Gonzalez MC, Martinez N, Espada M, Gonzalez A. Fetal myocardial morphological and functional changes associated with well-controlled gestational diabetes. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* [Internet]. 2011;154(1):24–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejogrb.2010.08.002>
24. Weiner Z, Zloczower M, Lerner A, Zimmer E, Itskovitz-Eldor J. Cardiac compliance in fetuses of diabetic women. *Obstet Gynecol* [Internet]. 1999;93(6):948–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/00006250-199906000-00011>

25. Ichizuka K, Matsuoka R, Hasegawa J, Shirato N, Jimbo M, Otsuki K, et al. The Tei index for evaluation of fetal myocardial performance in sick fetuses. *Early Hum Dev* [Internet]. 2005;81(3):273–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2004.07.003>
26. Rizzo G, Arduini D, Capponi A, Romanini C. Cardiac and venous blood flow in fetuses of insulin-dependent diabetic mothers: evidence of abnormal hemodynamics in early gestation. *Am J Obstet Gynecol* [Internet]. 1995;173(6):1775–81. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9378\(95\)90426-3](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9378(95)90426-3)
27. Zielinsky P, Piccoli AL Jr. Myocardial hypertrophy and dysfunction in maternal diabetes. *Early Hum Dev* [Internet]. 2012;88(5):273–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2012.02.006>
28. Sanhal CY, Daglar HK, Kara O, Uygur D, Yucel A. Assessment of fetal myocardial performance index in women with pregestational and gestational diabetes mellitus: Fetal MPI in maternal diabetes. *J Obstet Gynaecol Res* [Internet]. 2017;43(1):65–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/jog.13174>
29. Miyake T. Doppler echocardiographic studies of diastolic cardiac function in the human fetal heart. *Kurume Med J* [Internet]. 2001;48(1):59–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.2739/kurumemedj.48.59>
30. Hatém MAB, Zielinsky P, Hatém DM, Nicoloso LH, Manica JL, Piccoli AL, et al. Assessment of diastolic ventricular function in fetuses of diabetic mothers using tissue Doppler. *Cardiol Young* [Internet]. 2008;18(3):297–302. Available from: <http://dx.doi.org/10.1017/S1047951108002138>
31. Wang X, Lian Y, Wang X, Tian M. Study of regional left ventricular longitudinal function in fetuses with gestational diabetes mellitus by velocity vector imaging. *Echocardiography* [Internet]. 2016;33(8):1228–33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/echo.13238>
32. Tei C, Ling L, Hodge D. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: A simple and reproducible measure of cardiac function—a study in normals and dilated cardiomyopathy. *J Cardiol*. 1995;26:357–66.
33. Balli S, Pac FA, Ece İ, Oflaz MB, Kibar AE, Kandemir Ö. Assessment of cardiac functions in fetuses of gestational diabetic mothers. *Pediatr Cardiol* [Internet]. 2014;35(1):30–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00246-013-0734-0>
34. Tsutsumi T, Ishii M, Eto G, Hota M, Kato H. Serial evaluation for myocardial performance in fetuses and neonates using a new Doppler index. *Pediatr Int* [Internet]. 1999;41(6):722–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1442-200x.1999.01155.x>
35. Chu C, Gui YH, Ren YY, Shi LY. The impacts of maternal gestational diabetes mellitus (GDM) on fetal hearts. *Biomed Environ Sci* [Internet]. 2012;25(1):15–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.3967/0895-3988.2012.01.003>

36. Figueroa H, Silva MC, Kottmann C. Fetal evaluation of the modified- myocardial performance index in pregnancies complicated by diabetes. *Prenatal Diagn.* 2012;32:943–8.
37. Hernandez-Andrade E, López-Tenorio J, Figueroa-Diesel H, Sanin-Blair J, Carreras E, Cabero L, et al. A modified myocardial performance (Tei) index based on the use of valve clicks improves reproducibility of fetal left cardiac function assessment: Reproducibility of a modified fetal myocardial performance index. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2005;26(3):227–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/uog.1959>
38. Ghawi H, Gendi S, Mallula K. Fetal left and right ventricle myocardial performance index: defining normal values for the second and third trimesters -single tertiary center experience. *Pediatr Cardiol.* 2013;34:1808–15.
39. Opara PI, Jaja T, Onubogu UC. Morbidity and mortality amongst infants of diabetic mothers admitted into a special care baby unit in Port Harcourt, Nigeria. *Ital J Pediatr* [Internet]. 2010;36(1):77. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/1824-7288-36-77>
40. Kozák-Bárány A, Jokinen E, Kero P, Tuominen J, Rönnemaa T, Välimäki I. Impaired left ventricular diastolic function in newborn infants of mothers with pregestational or gestational diabetes with good glycemic control. *Early Hum Dev* [Internet]. 2004;77(1–2):13–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2003.11.006>
41. Al-Biltagi M, Tolba OARE, Rowisha MA, Mahfouz AE-S, Elewa MA. Speckle tracking and myocardial tissue imaging in infant of diabetic mother with gestational and pregestational diabetes. *Pediatr Cardiol* [Internet]. 2015;36(2):445–53. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00246-014-1033-0>
42. Nicolaides KH, Rizzo G. *Placental and fetal Doppler.* CRC Press; 2015.
43. Bradley RJ, Brudenell JM, Nicolaides KH. Fetal acidosis and hyperlacticemia diagnosed by cordocentesis in pregnancies complicated by maternal diabetes mellitus. *Diabet Med.* 1991;8:464–8.

ANEXOS.

Anexo 1. Tamaño de la muestra.

Tamaño de la muestra para la frecuencia en una población

Tamaño de la población (para el factor de corrección de la población finita o fcp)(N):	5092
frecuencia % hipotética del factor del resultado en la población (p):	7.1%+/-5
Límites de confianza como % de 100(absoluto +/--%)(d):	5%
Efecto de diseño (para encuestas en grupo-EDFF):	1

Tamaño muestral (n) para Varios Niveles de Confianza

IntervaloConfianza (%)	Tamaño de la muestra
95%	100
80%	43
90%	71
97%	122
99%	170
99.9%	271
99.99%	371

Ecuación

Tamaño de la muestra $n = [EDFF * Np(1-p)] / [(d^2/Z^2_{1-\alpha/2} * (N-1) + p*(1-p)]$

Anexo 2. Tamaño de la población atendida en el Hospital General de México por el servicio de Medicina Materno fetal en el periodo del 2020 – 2022 fue de 5092 pacientes (N), donde 366 pacientes (7.1%) contaban con el diagnóstico de “Diabetes Mellitus que se originan con el embarazo” (CIE10 – O24.4).

	CIE 10	DIAGNÓSTICO CIE 10	NÚMERO
1	O300	SUPERVISION DE EMBARAZO DE ALTO RIESGO	1653
2	Z363	PESQUISA PRENATAL DE MALFORMACIONES USANDO ULTRASONIDO Y OTROS METODOS FISICOS	1137
3	O365	ATENCION MATERNA POR DEFICIT DEL CRECIMIENTO FETAL	426
4	O358	ATENCION MATERNA POR OTRAS (PRESUNTAS) ANORMALIDADES Y LESIONES FETALES	405
5	O244	DIABETES MELLITUS QUE SE ORIGINA CON EL EMBARAZO	366
6	O992	ENFERMEDADES ENDOCRINAS, DE LA NUTRICION Y DEL METABOLISMO QUE COMPLICAN EL EMBARAZO, EL PARTO Y EL PUERPERIO	299
7	O300	EMBARAZO DOBLE	237
8	O366	ATENCION MATERNA POR CRECIMIENTO FETAL EXCESIVO	94
9	O350	ATENCION MATERNA POR (PRESUNTA) MALFORMACION DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL EN EL FETO	82
10	O440	PLACENTA PREVIA CON ESPECIFICACION DE QUE NO HUBO HEMORRAGIA	67
11	O410	OLIGOHIDRAMNIO	50
12	O342	ATENCION MATERNA POR CICATRIZ UTERINA DEBIDA A CIRUGIA PREVIA	45
13	O420	RUPTURA PREMATURA DE LAS MEMBRANAS, E INICIO DEL TRABAJO DE PARTO DENTRO DE LAS 24 HORAS	39
14	O200	AMENAZA DE ABORTO	36
15	U071	ENFERMEDAD RESPIRATORIA AGUDA DEBIDA A CORONAVIRUS (SARSCoV2, COVID-19) CONFIRMADO	33
16	O13X	HIPERTENSION GESTACIONAL [INDUCIDA POR EL EMBARAZO]	29
17	O420	RUPTURA PREMATURA DE LAS MEMBRANAS, E INICIO DEL TRABAJO DE PARTO DENTRO DE LAS 24 HORAS	27
18	E038	OTROS HIPOTIROIDISMOS ESPECIFICADOS	26
19	O600	TRABAJO DE PARTO PREMATURO SIN PARTO	25
20	O432	PLACENTA ANORMALMENTE ADHERIDA	16

Anexo 3. Formato de recolección de datos

HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO "DR. EDUARDO LICEAGA"
SERVICIO DE MEDICINA MATERNO FETAL
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Índice de rendimiento miocárdico en fetos de madres con diabetes gestacional

DATOS GENERALES

ECU: _____ FOLIO: _____
FECHA: _____

EDAD _____
PESO _____ TALLA _____
IMC _____

ANTECEDENTES GINECOOBSTÉTRICOS:

GESTA _____ CESÁREA _____
ABORTOS _____ ABORTOS _____

ANTECEDENTES DIABETES GESTACIONAL:

DESCONTROL: _____

TRATAMIENTO: (selecciona una o varias según corresponda)

DIETA _____
METFORMINA _____
INSULINA _____

CTOG 75G	CTOG 100 G
AYUNO _____	AYUNO _____
1 HORA _____	1 HORA _____
2 HORA _____	2 HORA _____
	3 HORA _____

ULTRASONIDO:

SEMANAS POR FUM _____
FETOMETRÍA _____
PESO ESTIMADO FETAL _____
ÍNDICE DE TEI _____
GROSOR PLACENTARIO _____
PLIEGUE CUTÁNEO _____
TABIQUE INTERVENTRICULAR _____