



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE  
POSTGRADO E INVESTIGACION

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES  
DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO

**CORRELACION DE LA FUNCION CARDIACA FETAL, EVALUADA  
EN EL TERCER TRIMESTRE A TRAVÉS DE LA MEDICIÓN DEL INDICE  
DE TEI MODIFICADO, CON LA FRACCION DE EYECCION EN EL  
RECIEN NACIDO EVALUADA EN LAS PRIMERAS 72 HORAS DE VIDA  
EN LOS HIJOS DE MADRES DIABETICAS**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

**Dra. Jeannelle Gómez Rodríguez**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA SUBESPECIALIDAD

**MEDICINA MATERNO FETAL**

ASESOR DE TESIS:

**Dr. Eduardo E. Mejía Islas**

NO. DE REGISTRO DE PROTOCOLO:

**735.2018**

2019

Ciudad de México





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

---

**DR. DANIEL ANTONIO RODRIGUEZ ARAIZA**  
**COORDINADOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN**

---

**DRA. FLOR MARIA DE GUADALUPE AVILA FEMATT**  
**JEFE DE ENSEÑANZA MEDICA**

---

**DRA. MARTHA EUNICE RODRIGUEZ ARELLANO**  
**JEFE DE INVESTIGACIÓN**

---

**DR. EDUARDO ERNESTO MEJIA ISLAS**  
**PROFESOR TITULAR**

---

**DR. EDUARDO ERNESTO MEJIA ISLAS**  
**ASESOR DE TESIS**

## RESUMEN

### Introducción:

La prevalencia mundial de Diabetes se estima en el 7% de los embarazos. En México la prevalencia oscila entre el 8 al 17%. Esta enfermedad tiene efectos fetales y perinatales. La hiperglucemia materna y el hiperinsulinismo fetal, incrementan el riesgo de defectos, cardiacos estructurales y funcionales. Existen diversos métodos para evaluar la función cardíaca fetal y neonatal, como el índice de TEI modificado, que es una medición sencilla de realizar para detectar fetos con posibilidad de mostrar disfunción cardíaca en el periodo neonatal, de madres con diabetes y embarazo aún con un control glucémico adecuado.

### Material y métodos:

Estudio observacional, correlacional, descriptivo, longitudinal, prospectivo, realizado en el servicio de Medicina Materno Fetal del Hospital Regional "Lic. Adolfo López Mateos". Se incluyó un grupo de pacientes embarazadas con el diagnóstico de diabetes gestacional y diabetes pre-gestacional de acuerdo a los criterios diagnósticos de Standards of Medical Care in Diabetes-2018 American Diabetes Association.

Se realizó la medición del índice de TEI en el tercer trimestre comparando los resultados con los valores de referencia normal (percentiles) de acuerdo a la edad gestacional.

Se analizó la medición de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) en los neonatos en sus primeras 72 hrs de vida extrauterina, considerando FEVI de 68.1 +/- 3.4 %.

### Análisis estadístico:

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el empleo del programa SPSS v 25 (IBM, USA). Realizando análisis de medidas de tendencia central para las variables cuantitativas y de frecuencias para las variables cualitativas. Posteriormente se realizaron las asociaciones que se encontraron en los fetos con alteraciones del índice de TEI modificado con variables como control glucémico, tipo de diabetes, edad gestacional al nacimiento, edad materna, tipo de tratamiento, entre otras, así mismo se valoró la correlación de la alteración del índice de TEI modificado fetal con la alteración de la Fracción de Eyección del Ventrículo izquierdo neonatal.

### Resultados:

Se incluyeron 165 mujeres; de estos casos 147 presentaron diabetes gestacional y 18 casos diabetes pregestacional. Se encontraron 27 pacientes con índice de TEI modificado alterado es decir el 16.3 %; de las cuales 18 presentaba diabetes pregestacional y 9 diabetes gestacional. Se encontró una fuerte asociación entre el descontrol glucémico, incluso leve, con las alteraciones del rendimiento cardíaco, así como una concordancia elevada de los hallazgos fetales como los neonatales.

### Conclusión:

Los fetos y neonatos hijos de mujeres con diabetes que presentaron un control glucémico inadecuado incluso leve y sin alteraciones estructurales aparentes, presentaron un rendimiento cardíaco alterado en la etapa fetal. Estos hallazgos fueron consistentes en la etapa neonatal inmediata.

**Palabras clave:** TEI, FEVI, EMBARAZO, DIABETES, FUNCION CARDIACA

## ABSTRAC

### **Introduction:**

The global prevalence of Diabetes is estimated at 7% of pregnancies. In Mexico, the prevalence ranges from 8% to 17%. This disease has fetal and perinatal effects such as macrosomia, polyhydramnios, congenital malformations, intrauterine growth restriction, perinatal death among others. Maternal hyperglycemia and fetal hyperinsulinism increase the risk of structural, cardiac and functional defects. There are several methods to assess fetal and neonatal cardiac function, such as the modified TEI index, which is a simple measurement to perform to detect fetuses with the possibility of showing cardiac dysfunction in the neonatal period, of mothers with diabetes and still under control adequate glycemic.

### **Material and methods:**

Observational, correlational, descriptive, longitudinal, prospective study carried out in the Maternal Fetal Medicine service of the Regional Hospital "Lic. Adolfo López Mateos ". A group of pregnant patients was included with the diagnosis of gestational diabetes and pre-gestational diabetes according to the diagnostic criteria of the Standards of Medical Care in Diabetes-2018 American Diabetes Association.

We did the measurement of the TEI index in the third trimester comparing the results with the normal reference values (percentile) according to gestational age.

We analyzed the measurement of left ventricular ejection fraction (LVEF) in infants in their first 72 hrs of extra uterine life, considering LVEF of 68.1 +/- 3.4%.

### **Statistic analysis:**

The statistical analysis was carried out using the SPSS v 25 program (IBM, USA). Performing analysis of measures of central tendency for quantitative variables and frequencies for qualitative variables. Subsequently, the associations that were found in the fetuses with changes in the index of TEI were modified with variables such as glycemic control, type of diabetes, gestational age at birth, maternal age, type of treatment, among others, and the correlation of the alteration of the fetal modified TEI index with the alteration of the ejection fraction of the neonatal left ventricle.

### **Results:**

We included 165 women these cases, 147 presented gestational diabetes and 18 cases of pre gestational diabetes. We find 27 patients were found with an altered modified TEI index, that is, 16.3%; of which 18 had pregestational diabetes and 9 gestational diabetes. A strong association was found between glycemic decontrol, even mild, with alterations in cardiac output, as well as a high concordance of fetal findings such as neonatal findings.

### **Conclusion:**

The fetuses and neonates children of women with diabetes who presented an inadequate glycemic control even mild and without apparent structural alterations, presented an altered cardiac output; these findings were consistent in the immediate neonatal stage.

Key words: TEI, LVEF, PREGNANCY, DIABETES, CARDIAC FUNCTION

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios, que guía mis pasos y nunca me aleja de su mano...*

*A mi familia, que me enseñó a ser perseverante y me dio las herramientas para lograr mis metas...*

*A mi Maestro Dr. Mejía, que desde el inicio me hizo sentir en casa y dirigió mi formación en esta magnífica Subespecialidad...*

*A todos mis amigos, que de una u otra manera me apoyaron para lograra mis objetivos. Erika sin tu apoyo esto hubiera sido mucho más complicado...*

*A Fernando, por siempre estar...*

*A Diego, que toleró mis ausencias al mismo tiempo que me impulsaba a seguir con su hermosa sonrisa...*

*Eres mi motor... al final todo esto se trata de ti...*

## ÍNDICE

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
II. MARCO TEORICO .....	2
III. OBJETIVOS.....	6
IV. MATERIALES Y METODOS.....	7
VI, RESULTADOS.....	10
VII. ANALISIS ESTADISTICO .....	15
VIII. DISCUSIÓN.....	16
IX. CONCLUSIONES.....	17
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	18

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México la prevalencia oscila entre el 8 al 17%. En el servicio de Medicina Materno Fetal del Hospital Regional “Lic. Adolfo López Mateos”, es el segundo padecimiento más frecuentemente diagnosticado, solo después del hipotiroidismo subclínico.

La diabetes tiene efectos fetales y perinatales como son la macrosomía, polihidramnios, malformaciones congénitas, restricción del crecimiento intrauterino, muerte perinatal entre otras. La hiperglucemia materna y el hiperinsulinismo fetal, incrementan el riesgo de defectos cardiacos estructurales y funcionales. En fetos de madres diabéticas la fracción de eyección ventricular y rendimiento cardiaco en general va disminuyendo progresivamente a lo largo del embarazo sobretodo en mujeres con pobre control glucémico aunque recientemente se ha reportado que aún con control glucémico adecuado y sin alteraciones estructurales evidentes puede haber deterioro en la función cardiaca que puede ser detectado mediante ecocardiograma funcional.

Existen diversos métodos para evaluar la función cardiaca fetal y neonatal, como es el índice de TEI con el fin de detectar fetos con riesgo de desarrollar disfunción miocárdica y otras complicaciones letales que pueden presentar los fetos y neonatos hijos de mujeres diabéticas, por lo que es necesario estandarizar la valoración de la función cardiaca en fetos de alto riesgo, con una herramienta fácilmente reproducible y confiable; para realizar diagnósticos oportunos de complicaciones perinatales y facilitar el acceso a los servicios especializados en este grupo de pacientes.

## II. MARCO TEORICO

La diabetes gestacional se caracteriza por alteración en el metabolismo de los carbohidratos diagnosticada por primera vez en el embarazo y en el caso de diabetes pregestacional, si se diagnostica en el primer trimestre o antes del inicio del embarazo.

La prevalencia mundial se estima en el 7% de los embarazos. En México la prevalencia oscila entre el 8 al 17%. La mujer mexicana es de alto riesgo por cuestiones étnicas, así como la elevada prevalencia de obesidad en nuestro País. En el servicio de Medicina Materno Fetal del Hospital Regional "Lic. Adolfo López Mateos", es el segundo padecimiento más frecuentemente diagnosticado, solo después del hipotiroidismo subclínico.

De acuerdo a la literatura es bien sabido que la diabetes tiene efectos fetales y perinatales como son la macrosomía, polihidramnios, malformaciones congénitas, restricción del crecimiento intrauterino, muerte perinatal. La hiperglucemia materna y el hiperinsulinismo fetal, incrementa el riesgo de defectos cardiacos estructurales y funcionales. En fetos de madres diabéticas la fracción de eyección ventricular va disminuyendo progresivamente a lo largo del embarazo sobretodo en mujeres con pobre control glucémico.

Es sabido que la diabetes mellitus es una de las patologías medicas que complican el embarazo con bastante frecuencia. La asociación de diabetes y embarazo puede ocasionar graves complicaciones, sobre la madre, el feto y el recién nacido. La mortalidad tanto materna como fetal, era muy elevada hace menos de un siglo, pero actualmente existe un descenso de esta, gracias al interés y avances en el conocimiento de esta patología y los efectos deletéreos sobre el embrión y el feto, la mejora en los cuidados neonatales y la estandarización de las evaluaciones de los recién nacidos hijos de madres con diabetes. La estrategia diagnóstica de la enfermedad en el caso de la diabetes gestacional resulta de vital importancia para evitar o minimizar las complicaciones materno-fetales. En lo que a malformaciones congénitas se refiere, éstas se presentan como la principal causa de muerte perinatal en hijos de madre diabética, con una incidencia de 40-50%. La etiología exacta de estas malformaciones no está del todo clara, si bien algunos estudios demuestran que son las alteraciones metabólicas los principales factores causales. Actualmente se realiza un cribado de malformaciones estructurales y cada vez más se incluye la valoración funcional cardiaca en fetos hijos de mujeres con diabetes. La mejora en los equipos de ecografía, así como la mejor preparación de los especialistas, hace que la mayoría de las alteraciones estructurales y funcionales se detecten en el segundo trimestre, tanto en gestantes diabéticas como no diabéticas. Actualmente y a pesar del mejor control metabólico, el riesgo de alteraciones cardiovasculares en hijo de madre diabética es cinco veces superior al de la población general. La presencia de estas anomalías a hecho recomendar por la mayoría de los protocolos internacionales, la realización de al menos una ecocardiografía fetal. En nuestro país se recomienda realizarla entre las 18 y las 22 semanas de gestación, de manera inicial y posteriormente a la semana 28 para valorar la rendimiento cardiaco, ya que a esa edad gestacional se presenta la miocardiopatía hipertrófica que se presenta hasta en el 40% de los recién nacidos de madre diabética .

Esta patología puede ocurrir a pesar de que exista un buen control metabólico materno. Su etiología, a día de hoy, no está del todo clara, pues se relacionó con un mal control metabólico pero en mujeres con buen control metabólico logrados con bomba de insulina, se observaron una tasa de miocardiopatía hipertrófica del 25 %.

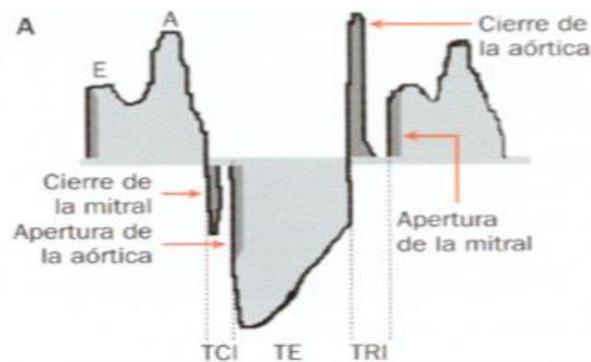
Respecto a las consecuencias clínicas de esta patología aunque la evolución postnatal parece ser benigna tendiendo a la desaparición espontánea a los seis meses de vida, potencialmente la afectación del septo interventricular puede dar lugar a una obstrucción en los tractos de salida, sobre todo a nivel del ventrículo izquierdo con graves consecuencias para el feto o recién nacido, incluso la muerte.

Recientemente se ha demostrado que existe una remodelación cardiaca fetal con hipertrofia del tabique interventricular y afección subsecuente la función sistólica.

En los últimos años el ecocardiograma fetal se ha convertido en una herramienta diagnóstica no invasiva de gran utilidad para evaluar las atenciones estructurales y funcionales del corazón fetal.

A la fecha existen múltiples parámetros para valorar la función cardiaca fetal tales como fracciones de contracción y eyección, regurgitación tricúspide, istmo cortico; sin embargo ninguno a tenido gran impacto en la práctica clínica debido a su baja reproducibilidad inter observador.

El índice de rendimiento miocárdico fue propuesto por primera vez por TEI et al en 1996 como una nueva forma de evaluar la función cardiaca. El índice de TEI es la relación entre la duración del periodo isovolumétrico (tiempo de contracción isovolumétrica + tiempo de relajación isovolumétrica) y la duración del periodo de eyección ventricular. La función cardiaca anormal se asocia con una prolongación del periodo isovolumétrico y una reducción en el tiempo de eyección lo que resulta en un incremento en el índice de TEI.



Actualmente en la cardiología fetal abarca no solo la detección prenatal y asesoramiento en las cardiopatías congénitas estructurales, sino que también tiene retos y compromisos por enfrentar, como lo es el afianzar los conocimientos en el estudio de la función cardiaca fetal. Esto sin duda traerá beneficios al mejorar tratamiento y pronóstico de los fetos portadores de defectos cardiacos.

Permitirá planificar intervención feto-neonatal temprana con el objeto de cambiar o modificar la historia natural de las enfermedades cardíacas congénitas.

Uno de los inconvenientes fundamentales a la hora de estudiar función cardíaca fetal es que su estudio se muestra como un asunto complejo o que solo puede ser practicado por médicos súper especializados. El objetivo es entender de manera sencilla, más no simplista, como podemos aproximarnos al estudio de la función cardíaca fetal de manera proactiva o asertiva mediante ultrasonidos, que es nuestra herramienta más empleada en diagnóstico prenatal. Del entendimiento de la fisiología fetal se puede obtener una mejor comprensión de las características particulares de su funcionamiento en condiciones normales y patológicas. La función cardíaca fetal también resulta de utilidad en todas aquellas complicaciones propias al embarazo.

Una muy reciente razón para el estudio de la función cardíaca fetal lo constituye el interés por establecer el pronóstico neurológico en cardiopatías en donde la perfusión cerebral depende del ventrículo derecho y en el estudio del riesgo cardiovascular a largo plazo como consecuencias de los fenómenos de remodelación miocárdica y los cambios de la fibra producto de presión, volumen o alteraciones crónicas del rendimiento cardíaco.

El cardiomiocito fetal es más resistente a la hipoxia y el feto posee una resiliencia cardíaca impresionante, por lo tanto, cuando el feto muestra signos como cardiomegalia, derrames serosos o hidrops, está expresando una falla tardía, que tuvo generalmente una fase subclínica o clínica temprana que pasó inadvertida, Podemos ir más allá, señalando que, aunque el feto tiene un sistema circulatorio independiente de su madre, algunas alteraciones maternas repercuten en su dinámica de flujos y su respuesta cardiovascular.

El feto posee increíbles cualidades de adaptación hemodinámica, de redistribución, y puede mantenerlas por largo tiempo, antes de manifestar desadaptación, puede descompensarse, sufrir isquemia o infarto, caer en insuficiencia o morir. Pero estos cambios adaptativos generan invariablemente consecuencias que repercuten en su función cardíaca pre y posnatal. Cabe señalar también que mientras en la vida posnatal la falla cardíaca es estudiada o entendida a través de fenómenos sistólicos, en el feto las alteraciones de esa fase ocurren tardíamente. El feto presenta cambios iniciales y progresivos de su función diastólica que deben ser atendidos y que anteceden su disfunción sistólica,

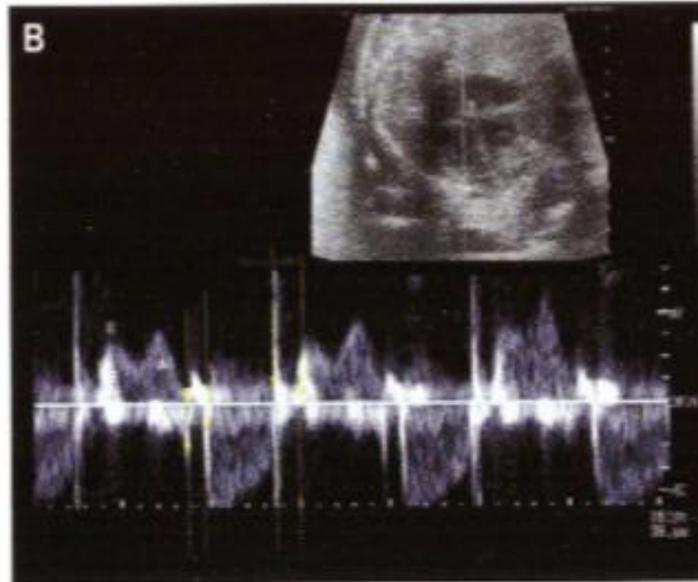
En la actualidad contamos con muchas herramientas clínicas para estudiar eventos uní o bi ventriculares en función del ciclo cardíaco y principalmente relacionados con la fase diastólica y hasta podrían ser nuestra ruta para la detección de alteraciones en etapas subclínicas o clínicas iniciales que sean útiles para el seguimiento u ofrezcan tiempo para intervenir o prevenir secuelas.

El índice de TEI se ha convertido en parte de la valoración de rutina en niños, adultos y recientemente evaluado en fetos. En 2005 se realizó una modificación en la técnica de medición colocando el volumen muestra entre la válvula Mitral y la aortica, lo que condujo a una disminución en las variaciones y mayor reproducibilidad de la técnica.

De acuerdo a la literatura el índice de TEI ha sido evaluado en fetos de mujeres diabéticas y en otros grupos de edades, sin embargo aún queda por investigar su correlación con la función cardíaca del recién nacido.

Hoy en día se requiere de herramientas que nos ayuden a una evaluación cardiaca fetal adecuada, que sea reproducible, factible y técnicamente sencilla.

La evaluación del índice de TEI es de gran valor al evaluar fetos de alto riesgo, como son los hijos de embarazos con diabetes.



El reconocimiento precoz del deterioro en el funcionamiento cardiaco fetal puede anticipar complicaciones fetales y neonatales lo que permite establecer un diagnostico e implementar acciones en el embarazo y en el periodo neonatal así como la referencia oportuna, plan de seguimiento y determinación del pronóstico del recién nacido.

### III. OBJETIVOS

#### **General:**

Evaluar la correlación de la función cardíaca fetal y neonatal a través de la valoración del Índice de TEI modificado en fetos y la medición de la fracción de eyección en los recién nacidos, mediante el análisis de los ecocardiogramas realizados en el tercer trimestre y las primeras 72 hrs de vida extrauterina en los hijos de las pacientes con diagnóstico de Diabetes Gestacional y Diabetes Pregestacional del Hospital Regional "Lic. Adolfo López Mateos" del ISSSTE.

#### **Específicos:**

1. Valorar la función cardíaca fetal a través de evaluación del índice de TEI en el tercer trimestre de pacientes con diabetes pregestacional y diabetes gestacional
2. Evaluar la función cardíaca a través de la valoración de la fracción de eyección en los recién nacidos dentro de las primeras 72 hrs de vida extrauterina de los hijos de mujeres con diabetes gestacional y diabetes pregestacional
3. Evaluarla la consistencia en los hallazgos detectados de la función cardíaca fetal y neonatal de los hijos de mujeres con diabetes gestacional y pregestacional

## IV. MATERIALES Y METODOS

### **Diseño:**

Se incluyen todas las pacientes embarazadas con el diagnóstico de diabetes gestacional y diabetes pregestacional que llevan control prenatal en el servicio de Medicina Materno Fetal del Hospital Regional "Lic. Adolfo López Mateos" y se encuentren en el tercer trimestre. Se recolectarán datos durante 6 meses con un tamaño de muestra aproximado de 150 pacientes.

Los criterios diagnósticos que se usarán para diabetes Gestacional y pregestacional serán los incluidos en Standards of Medical Care in Diabetes-2018 American Diabetes Association.

### **Definición de las unidades de Observación:**

Se realizó la medición del índice de TEI modificado para valorar el rendimiento cardiaco fetal en las pacientes las pacientes con diagnóstico de diabetes gestacional y pregestacional, obtenido en el tercer trimestre.

Se analizará la fracción de eyección del ventrículo izquierdo para valorar el rendimiento cardiaco de los neonatos en las primeras 72 hrs de vida extrauterina hijos de las pacientes incluidas en el protocolo de estudio.

Se obtendrán datos de las madres como son: edad, tipo de diabetes, tratamiento, hemoglobina glucosilada, control glucémico semanal durante el tercer trimestre, vía de resolución del embarazo, edad gestacional al nacimiento y alteraciones estructurales reportadas en el eco cardiograma.

Se obtendrán datos de los recién nacidos como son: peso al nacer, APGAR al minuto y a los 5 minutos, Capurro y alteraciones fetales encontradas.

### **Criterios de Inclusión:**

Los criterios de inclusión comprenden pacientes embarazadas con diagnóstico de diabetes gestacional y pregestacional que se encuentren en el tercer trimestre del embarazo y acudan al servicio de Medicina Materno Fetal del Hospital Reg. Lic. Adolfo López Mateos.

### **Criterios de Exclusión:**

Se excluyen del estudio las pacientes que no deseen participar en el estudio.  
Mujeres embarazadas en el primer y segundo trimestre.

### **Criterios de eliminación:**

Pacientes que no continuaron control prenatal en el servicio de Medicina Materno Fetal.

### Definición de Variables y Unidades de Medidas:

Se realizó la medición del índice de TEI en los fetos hijos de mujeres diabéticas en el tercer trimestre comparando los resultados con los valores de referencia normal (percentiles) de acuerdo a la edad gestacional.

**Table 1** Normal reference values (percentiles) of the modified myocardial performance index (Mod-MPI) throughout pregnancy estimated in 557 normal fetuses

<i>Gestational age (weeks)</i>	<i>Mod-MPI</i>		
	<i>5<sup>th</sup> percentile</i>	<i>50<sup>th</sup> percentile</i>	<i>95<sup>th</sup> percentile</i>
19	0.28	0.35	0.43
20	0.28	0.35	0.43
21	0.28	0.35	0.43
22	0.28	0.35	0.43
23	0.28	0.36	0.43
24	0.28	0.36	0.43
25	0.28	0.36	0.43
26	0.28	0.36	0.44
27	0.28	0.36	0.44
28	0.29	0.36	0.44
29	0.29	0.36	0.44
30	0.29	0.36	0.44
31	0.29	0.37	0.44
32	0.29	0.37	0.44
33	0.29	0.37	0.44
34	0.29	0.37	0.44
35	0.29	0.37	0.45
36	0.30	0.37	0.45
37	0.30	0.37	0.45
38	0.30	0.37	0.45
39	0.30	0.37	0.45

Se analizó la medición de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) comparada con los valores normales obtenidos en los neonatos en sus primeros 72 hrs de vida extrauterina hijos de las mujeres incluidas en este estudio, considerando FEVI de 68.1 +/- 3.4 %

### Otras Variables:

Datos de la madre:

Nombre de la paciente

Edad (años)

Edad Gestacional (semanas y días)

Tipo de diabetes (gestacional o pregestacional)

Tratamiento (dieta y ejercicio, metformina o insulina)

Hemoglobina Glucosilada tomada en primer trimestre (%)

Control glucémico medido con porcentaje de autocontrol de las bitácoras de glucemia capilar (%)

Tipo de resolución del embarazo (parto o cesárea)

Edad gestacional al nacimiento (semanas y días)

Datos del recién nacido  
Peso al nacer (gramos)  
APGAR (al minuto y a los 5 minutos)  
Capurro (semanas y días)  
Alteraciones detectadas al nacimiento

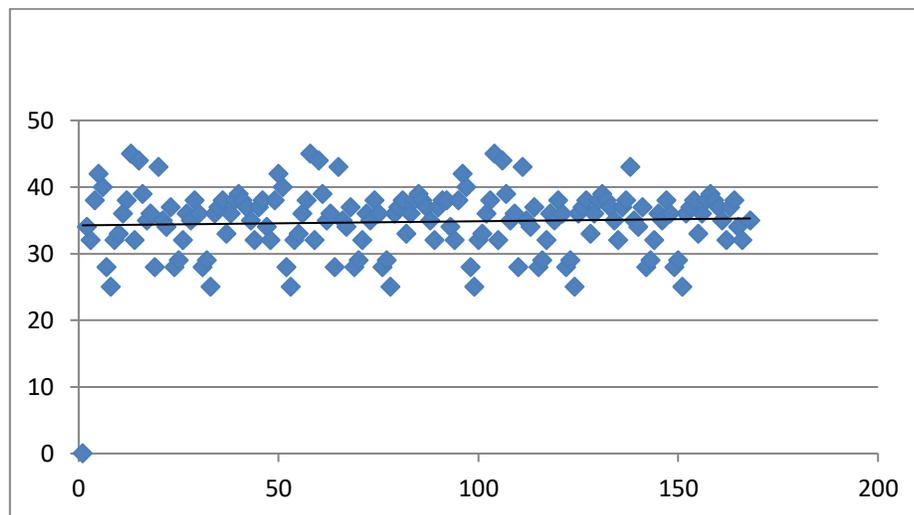
**Método de recolección de datos:**

Se realizaron bases de datos en Excel para la recolección de datos de acuerdo a las variables estudiadas, que fueron llenadas durante el control semanas de cada paciente y al nacimiento

## VI, RESULTADOS

Durante el periodo establecido para la recolección de datos se incluyeron en las bases de datos las variables que representaran el control glucémico y características específicas de las pacientes incluidas. Encontrando los siguientes resultados:

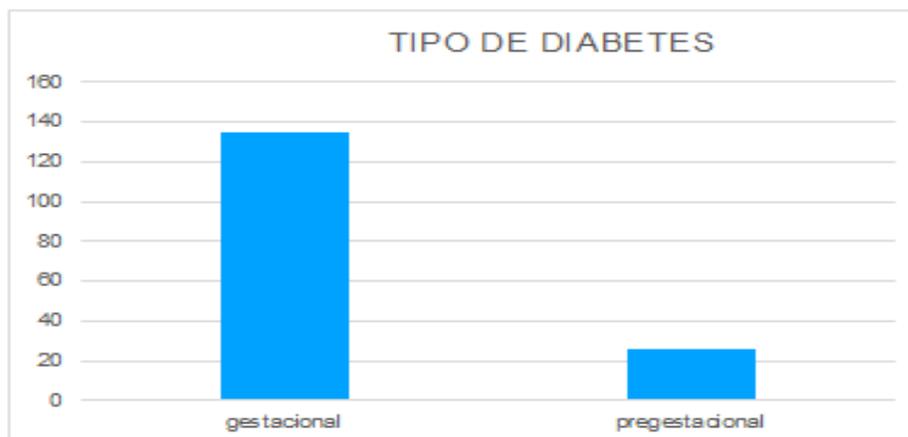
Se incluyeron 165 mujeres que cumplieron con los criterios de inclusión descritos. La edad materna se considero la cumplida al momento de la realización de la medición del rendimiento cardiaco fetal. La edad mínima fue de 24 y la mayor de 45 años La edad promedio de los casos estudiados fue de 34.9 años  $\pm$ 10.86 años.



Gráfica1. Edad materna

En cuanto a los diagnósticos encontrados de acuerdo a los criterios diagnósticos de Standards of Medical Care in Diabetes-2018 American Diabetes Association.

Se observando las siguientes tendencias: 147 pacientes presentaron diabetes gestacional y 18 casos diabetes pregestacional. Gráfica 2



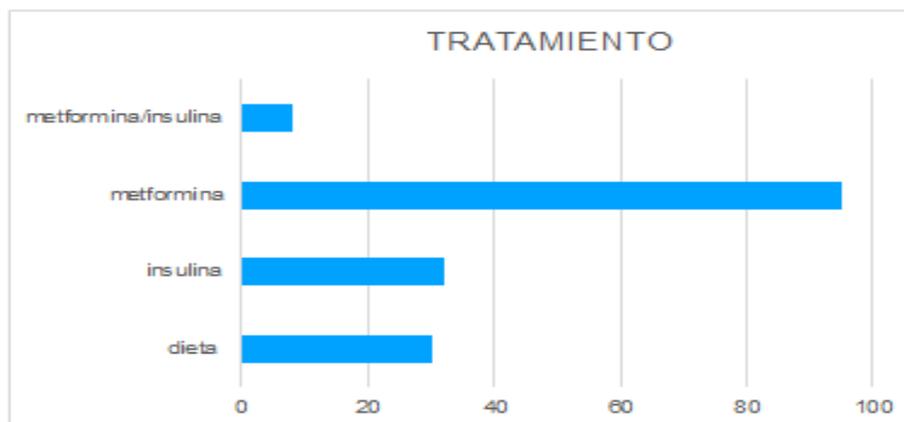
Gráfica 2. Tipo de Diabetes

Las pacientes que se reciben en el servicio de medicina materno fetal son referidas de los Hospital de Segundo Nivel que no cuentan con el servicio de Medicina Materno Fetal. Si la paciente cuenta con el diagnostico de Diabetes Pregestacional, la mayoría de las veces acude con diagnostico establecido iniciado desde su Clínica de Medicina Familiar o del Hospital de segundo nivel. Al llegar al servicio, se reajusta tratamiento farmacológico y no farmacológico de ser necesario y se inicia auto monitoreo de glucemia capilar.

Las pacientes con diagnóstico de diabetes gestacional, frecuentemente son diagnosticadas posterior a la primera consulta o en la semana 24 al realizar la curva de tolerancia a la glucosa.

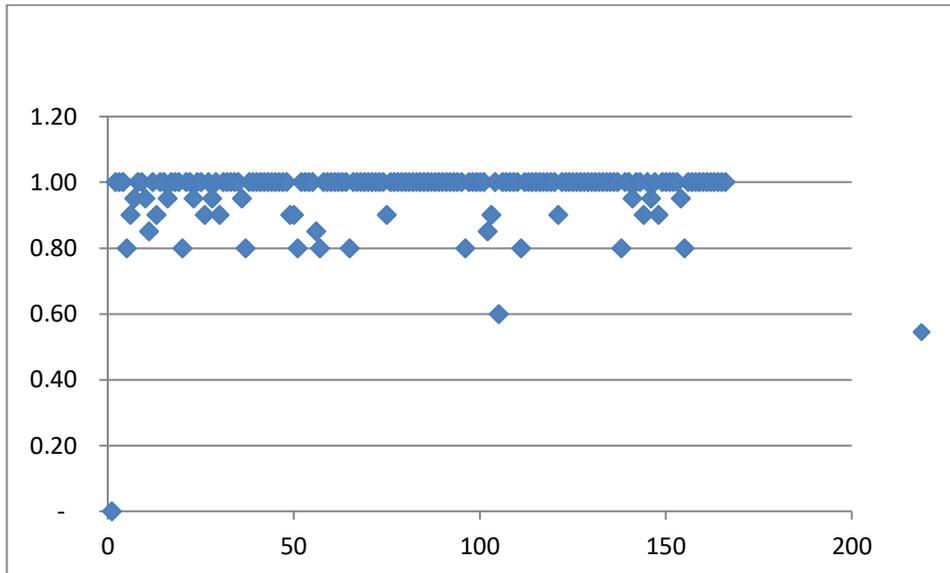
En conclusión todas las pacientes llegan al tercer trimestre con un diagnóstico y tratamiento establecido.

Las pacientes que se incluyeron recibían tratamiento desde que ingresaron al servicio de Medicina Materno Fetal con solo dieta (n 42), metformina (n 83), insulina (n 32) y metformina/insulina (n 8). Cabe señalar que el 100% de las pacientes llevaron dieta y ejercicio además del tratamiento farmacológico. Gráfica 3.



Gráfica 3. Tratamiento

La evaluación del control glucémico se determinó por el porcentaje de autocontrol de glucemia capilar con el formato establecido por el servicio de Medicina Materno Fetal para dicho fin, cabe señalar que debido a los recursos con los que cuenta el hospital como son servicio de Nutrición, trabajo Social, fármacos disponibles, frecuencia de citas de control prenatal, entre otros; la gran mayoría de nuestras pacientes mantiene un adecuado control glucémico, sin embargo algunas pacientes mostraron descontrol en un grado muy leve del 80 y 90% y solo una paciente no logro metas por desapego al tratamiento.

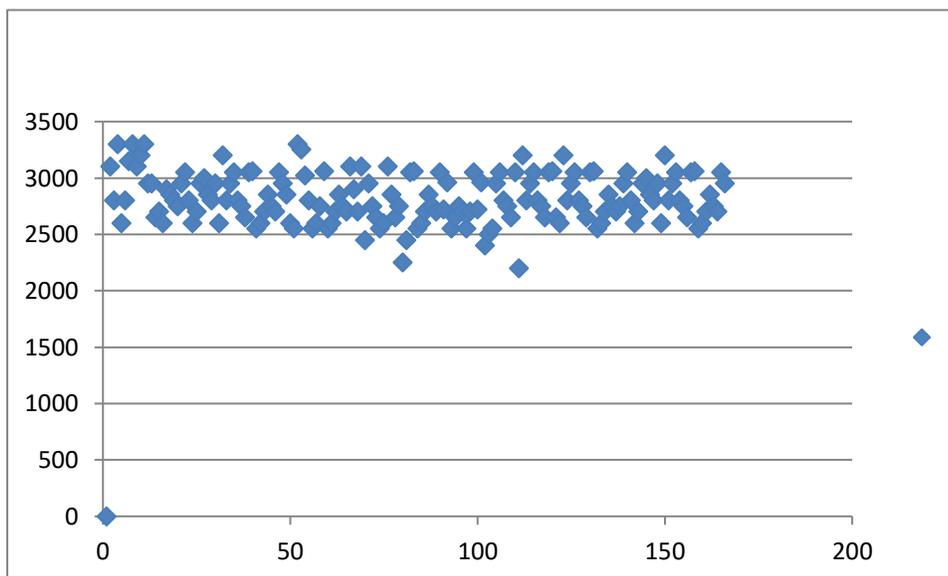


Gráfica 4. Porcentaje de control glucémico

De acuerdo a lo establecido se hizo la determinación del índice de TEI modificado en el tercer trimestre. La edad gestacional promedio en el momento de la medición del índice de TEI modificado fue de  $35.2 \pm 1.45$ .

Otra variable que fue considerada fue la edad gestacional al momento del nacimiento, sin considerar vía de nacimiento ni indicación obstétrica. Esta variable se consideró importante ya que la prematuridad es una variable independiente que puede alterar el performance cardíaco neonatal. La edad gestacional promedio en el momento de la interrupción fue de  $37.4 \pm 1.02$ .

Llama la atención que ningún neonato presentó macrosomía probablemente debido al adecuado control glucémico que llevaron las pacientes en general por las condiciones antes descritas. Así mismo no se presentó ningún recién nacido con bajo peso al nacer de acuerdo a la edad gestacional. Gráfica 6.



*Grafica 6 Peso al nacer*

Se encontraron 27 pacientes con índice de TEI modificado alterado es decir el 16.3 % del mtotal de mujeres incluidas; de las cuales 18 presentaba diabetes pregestacional y 9 diabetes gestacional.

De las 18 pacientes con diabetes pregestacional, 12 también se observó la FEVI alterada, es decir el 66.6%. La concordancia en las pacientes con diabetes gestacional fue del 55%. Llama la atención que el 100% y el 83% de las pacientes que presentaron TEI modificado alterado y FEVI alterada presentaron un leve descontrol glucémico a pesar del tratamiento.

## VII. ANALISIS ESTADISTICO

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el empleo del programa SPSS v 25 (IBM, USA). Realizando análisis de medidas de tendencia central para las variables cuantitativas y de frecuencias para las variables cualitativas. Resultado de dicho análisis se encontró lo siguiente:

Media		n	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	TEI	.4047	165	.07303
	FEVI	.6589	165	.03991

Tabla 1. Medidas de asociación.

Se observa una significancia estadística de  $p < 0.05$ . En cuanto al nivel de control glucémico y las alteraciones del TEI modificado y FEVI al nacer se observó lo siguiente:

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		M edia	Desvia ción típ.	E rror típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inf erior	Sup erior			
Par 1	% de autocontr ol - FEVI	.3 0958	.0697 8	.0 0543	.2 9885	.320 30	56 .983	16 4	.000

Tabla 1. Diferencias relacionadas.

De acuerdo al análisis estadístico paramétrico y no paramétrico se encontró una significancia estadística de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula.

## VIII. DISCUSIÓN

La asociación de diabetes en el embarazo es cada vez más común en las mujeres mexicanas, así como en las mujeres que acuden al servicio de Medicina Materno fetal del Hospital Regional “Licenciado Adolfo López Mateos”. Es bastante conocido que los fetos de madres con diabetes se encuentran expuestos a los efectos nocivos de la hiperglucemia materna y el hiperinsulinismo fetal que pueden repercutir en el rendimiento cardiaco fetal y neonatal, debido al acumulo de glucógeno en el corazón fetal secundario al incremento de receptores insulínico en el miocardio. En este tipo de pacientes, las alteraciones cardiacas son la complicación más frecuentemente encontrada, no solo estructural sino también funcional aún con control glucémico adecuado y un corazón estructuralmente sano.

En este estudio se observaron características demográficas comunes en las derechohabientes como son una edad promedio mayor a otro tipo de poblaciones; un mejor control glucémico y consecuentemente menor proporción de complicaciones como macrosomía, polihidramnios y malformaciones mayores. Sin embargo si se encontró una fuerte asociación entre el descontrol glucémico, incluso leve, con las alteraciones del rendimiento cardiaco medido de manera antenatal por el índice de TEI modificado y posnatal valorado con la medición de FEVI. En este estudio no se observaron alteraciones cardiacas estructurales mayores. Solo 2 pacientes presentaron una hemoglobina glucosilada alterada en el primer trimestre lo que refuerza la hipótesis de que se puede alterar el rendimiento cardiaco aún con control glucémico adecuado.

Se observó también que las pacientes que más frecuentemente presentaron alteración del rendimiento cardiaco, fueron las pacientes con diagnóstico de diabetes pregestacional en comparación con las pacientes con diabetes gestacional lo que coloca a las primeras en un mayor riesgo.

En este estudio se observó una pequeña proporción de alteraciones neonatales frecuentemente encontradas en hijos de madres diabéticas como son cierre tardío del conducto arterioso, taquipnea transitoria del recién nacido, hipertensión pulmonar e hipertrofia del tabique interventricular.

La alteración del índice de TEI modificado fue consistente con los hallazgos en el recién nacido encontrando la FEVI alterada en el 72% de los casos.

Por lo anterior es necesario que como parte del seguimiento de la paciente embarazada con diabetes se incluya la valoración cardiaca funcional con una herramienta simple, reproducible y confiable como es la medición del índice de TEI, para detectar a los fetos con alteraciones funcionales y su correlación con lo función cardiaca al nacimiento para realizar diagnósticos, referencia y atención oportuna.

## IX. CONCLUSIONES

Los fetos y neonatos hijos de mujeres con diabetes que presentaron un control glucémico inadecuado incluso leve y sin alteraciones estructurales aparentes, presentaron un rendimiento cardiaco alterado en la etapa fetal. Estos hallazgos fueron consistentes en la etapa neonatal inmediata.

Por lo tanto se propone que se estandarice la medición del índice de TEI como parte de la valoración de las mujeres embarazadas con diabetes que acuden al servicio de Medicina Materno Fetal

## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Asma Khalil a, Kypros H. Nicolaides. (2013). Fetal heart defects: Potential and pitfalls of first-trimester detection. *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine*, 18, 251-260.
2. D. Friedman, J. Buyon, M. Kim and J. S. Glickstein. (2003). Fetal cardiac function assessed by Doppler myocardial performance index (Tei Index). *Ultrasound Obstet Gynecol*, 21, 33-36.
3. Usama M. Fouda, Mohamed M. Abou Elkassem, Shamel M. Hefny, Ragai M. Fouda<sup>2</sup> & Ahmed T. Hashem<sup>1</sup>. (2013). Role of fetal echocardiography in the evaluation of structure and function of fetal heart in diabetic pregnancies. *The Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine*, 26, 571-575.
4. S. Turan, O. M. Turan, J. Miller, C. Harman, E. A. Reece and A. A. Baschat. (2011). Decreased fetal cardiac performance in the first trimester correlates with hyperglycemia in pregestational maternal diabetes. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 38, 325-331.
5. Renata Bokinić, Paweł Własienko, Maria K. Borszewska-Kornacka, Dariusz Madajczak, Joanna Szymkiewicz-Dangel. (2016). Myocardial performance index (Tei index) in term and preterm neonates during the neonatal period. *Kardiologia Polsk*, 74, 1002-1009.
6. Olga Patey, Michael A. Gatzoulis, Basky Thilaganathan and Julene S. Carvalho. (2018). Perinatal Changes in Fetal Ventricular Geometry, Myocardial Performance, and Cardiac Function in Normal Term Pregnancies. *Fetal and Neonatal Echocardiography*, 1, 485-495.
7. N. Meriki, A. Izurieta and A. W. Welsh. (2012). Fetal left modified myocardial performance index: technical refinements in obtaining pulsed-Doppler waveforms. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 39, 421-429.
8. Zeev Weiner, Moshe Zloczower, Asaf Lerner, Etan Zimmer, and Joseph Itskovitz-Eldor. (2009). Cardiac Compliance in Fetuses of Diabetic Women. *Obstetrics & Gynecology*, 93, 948-951.
9. Horacio Figueroa, Maria Carolina Silva, Cristian Kottmann, Sebastian Viguera, Ignacio Valenzuela, Edgar Hernandez-Andrade<sup>2</sup>, Eduard Gratacos<sup>2</sup>, Jose Antonio Arraztoa<sup>1,3</sup> and Sebastián E. Illanes. (2012). Fetal evaluation of the modified-myocardial performance index in pregnancies complicated by diabetes. *Prenatal Diagnosis*, 32, 1-6.
10. Aditi Mahajan Amanda Henry, Neama Meriki, Edgar Hernandez-Andrade, Fatima Crispi, Linda Wu, Alec W. Welsh. (2015). The (Pulsed-Wave) Doppler Fetal Myocardial Performance Index: Technical Challenges, Clinical Applications and Future Research. *Fetal Diagnosis Therapy*, 38, 1-13.
11. Tei C. (1995) New non-invasive index of convined systolic and diastolic ventricular function. *J Cardiol*. 26, 135-6.

12. Tei C. (1995), Lieng H.L., Hodge Do. New Index of convined systolic and diastolic myocardial performance a simple and reproductive measure of cardiac function. A study in normal and dilated cardiomiopathy. J Cardiol. 26, 357-66.

