



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Instituto Nacional de Perinatología

“Isidro Espinosa de los Reyes”

**“DOPPLER TISULAR CARDIACO EN FETOS CON RESTRICCIÓN
INTRAUTERINA DEL CRECIMIENTO EN EL TERCER TRIMESTRE ”**

T E S I S

**Que para obtener el Título de
especialista en Medicina Materno Fetal**

PRESENTA

DR. EDUARDO NOE NAVA GUERRERO

DR. MARIO ESTANISLAO GUZMÁN HUERTA

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

Y DIRECTOR DE TESIS

MEXICO, DF

2011





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.

AUTORIZACION DE TESIS

**“DOPPLER TISULAR CARDIACO EN FETOS CON RESTRICCIÓN INTRAUTERINA DEL
CRECIMIENTO EN EL TERCER TRIMESTRE”**

Dr. Carlos Ramírez Isarraraz
Subdirector Académico y de Gestión Educativa
Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”

Dr. Mario Estanislao Guzmán Huerta
Profesor Titular del Curso de Especialización en Medicina Materno Fetal
y Director de Tesis
Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”

A mi esposa y amiga Rosalva, por estar conmigo en aquellos momentos en que el estudio y el trabajo ocuparon mi tiempo y esfuerzo.

Agradecimientos

**Al Dr. Mario Guzmán, por su tiempo y porque su trabajo representa el tronco del Servicio:
nosotros somos las ramas que crecerán con profesionalismo, ética y compromiso.**

**A la Dra. Sandra Acevedo, Doctor Manuel Gallardo, Dra. Berenice Velázquez y mis profesores de
Medicina Materno Fetal : por su ejemplo y por enseñarme a disfrutar de la ciencia.**

A la Universidad Nacional Autónoma de México

INDICE

CAPITULO 1. INTRODUCCION	5
CAPITULO 2. RESUMEN	6
ABSTRACT	7
CAPITULO 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
CAPITULO 4. ANTECEDENTES	9
CAPITULO 5. OBJETIVOS	24
CAPITULO 6. JUSTIFICACION	27
CAPITULO 7. METODOLOGIA	27
Pregunta de Investigación	27
Hipótesis	27
Diseño del estudio	27
Descripción de variables y operacionalización	27
Universo de estudio	30
Descripción del estudio	32
Análisis estadístico	32
CAPITULO 8. RESULTADOS	33
CAPITULO 9. DISCUSION	44
CAPITULO 10. CONCLUSIONES	47
CAPITULO 11. BIBLIOGRAFIA	47
CAPITULO 12. ANEXOS	50

CAPITULO I. INTRODUCCION

El ecocardiograma fetal es una herramienta diagnóstica comúnmente realizada en la práctica médica moderna, supone la técnica de elección para estudiar la función cardíaca fetal por ser un método no invasivo y que puede ser utilizado en prácticamente cualquier edad gestacional.

La valoración de la función cardíaca se utiliza de forma cada vez más frecuente para definir una conducta y establecer un pronóstico.

El Doppler Tisular es una herramienta ecocardiográfica reproducible que permite una evaluación cuantitativa del movimiento miocárdico, analizando la función diastólica y sistólica cardíaca fetal. Este tipo de evaluación ecocardiográfica permite una evaluación directa de las velocidades miocárdicas durante todo el ciclo cardíaco y evita las limitaciones de la alta frecuencia cardíaca y las condiciones asociadas con las cargas cardíacas con el análisis del flujo diastólico atrioventricular. Esta técnica ha sido utilizada para caracterizar la función miocárdica regional y global en adultos.

La disfunción del flujo placentario con un incremento en la resistencia vascular es una importante causa de restricción en el crecimiento intrauterino, el cual está relacionado con acidemia fetal e hipoxemia, nacimiento prematuro y muerte fetal.

La disfunción cardíaca con mantenimiento del gasto cardíaco constantemente ha sido reportada estar presente en fetos con Restricción del crecimiento intrauterino (RCIU). La identificación y monitoreo de la disfunción cardíaca puede ser relevante para propósitos clínicos y avanzar en el entendimiento de la relación entre restricción en el crecimiento intrauterino y resultados cardiovasculares a largo plazo.

Las velocidades miocárdicas son marcadores sensibles de daño leve de la función sistólica y diastólica en adultos y por lo tanto podría ser útil en la identificación temprana de disfunción cardíaca sutil en etapas subclínicas en fetos con restricción en el crecimiento intrauterino.

CAPITULO 2. RESUMEN

Objetivo.- Comparar las medias de los valores de las Velocidades miocárdicas diastólicas y sistólicas en la pared libre del ventrículo izquierdo, pared libre del ventrículo derecho y tabique interventricular entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación.

Material y Métodos.- La muestra en estudio incluyó un total de 27 pacientes, 9 casos con diagnóstico de restricción del Crecimiento Intrauterino y 18 controles de fetos sanos. Se realizaron 24 mediciones de las velocidades miocárdicas fetales con Doppler Tisular en la pared libre del ventrículo izquierdo, pared libre del ventrículo derecho y tabique interventricular. Las mediciones que se realizaron fueron Velocidad pico en la diástole temprana (onda E'), Velocidad pico en la contracción auricular (onda A'), Relación E'/A', Tiempo total de la onda E', Tiempo total de la onda A', Tiempo diastólico total, Tiempo del pico de la onda A' al pico de la onda E' y Velocidad pico sistólica.

Resultados.- La media para edad gestacional en el grupo control fue de 31 SDG (23-38 SDG) y para el grupo de los casos fue de 31.1 (27-37SDG). De las 24 mediciones realizadas a cada feto, la velocidad pico en la contracción auricular (onda A) en ventrículo izquierdo disminuyó en fetos con RCIU en comparación con los controles mostrando una diferencia significativa ($p=0.04$), así mismo la Velocidad pico sistólica en ventrículo izquierdo (onda S) también mostró una disminución en su velocidad en comparación con controles mostrando diferencia significativa ($p=0.001$).

Conclusión.- Se observó un cambio en las velocidades miocárdicas fetales en ventrículo izquierdo tanto en sístole como en diástole medido por Doppler Tisular en fetos con restricción en el crecimiento intrauterino. Por lo tanto el Doppler Tisular podría constituir una herramienta ecocardiográfica para evaluar disfunción cardiaca en fetos con restricción en el crecimiento intrauterino.

ABSTRACT

Objective .- To compare the mean values of diastolic and systolic myocardial velocities in the left ventricular free wall, right ventricular free wall and interventricular septum between healthy fetuses and fetuses with growth restriction between 22-38 weeks of gestation.

Material and Methods .- The study sample included a total of 27 patients, 9 patients with a diagnosis of IUGR fetuses and 18 healthy controls. 24 measurements were made of fetal myocardial velocities with tissue Doppler in the left ventricular free wall, right ventricular free wall and interventricular septum. Measurements were performed were speed peak early diastolic (E wave '), peak velocity at atrial contraction (wave A'), Value E ' / A', Total time of the wave E ', Total Time Wave A ', total diastolic time, peak time of the waveform A' to the peak of the wave E 'and peak systolic velocity.

Results .- Of the 24 measurements for each fetus, the peak velocity at atrial contraction (wave A) in left ventricle decreased in IUGR fetuses compared with controls showing a significant difference ($p = 0.04$), also the peak systolic velocity left ventricle (S wave) also showed a decrease in speed compared with controls showed significant difference ($p = 0.001$).

Conclusion.- There was a change in fetal myocardial velocities in both left ventricular systolic and diastolic as measured by tissue Doppler in fetuses with intrauterine growth restriction. Therefore the Tissue Doppler echocardiography may be a tool for assessing cardiac dysfunction in fetuses with intrauterine growth restriction.

CAPITULO 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Restricción en el crecimiento intrauterino (RCIU) causado por insuficiencia placentaria afecta el 1-3% de los embarazos y está asociado con un riesgo incrementado de morbilidad y mortalidad fetal.

La insuficiencia cardiaca fetal en el útero, no se detecta a menudo hasta tarde cuando el hidrops fetal se desarrolla. Esto se debe a la limitación en el acceso al feto in útero lo que dificulta las investigaciones de la función cardiaca. Aunque los estudios convencionales de Doppler pulsado del flujo sanguíneo a través de las válvulas auriculoventriculares se han utilizado para proporcionar información sobre la función cardiaca del feto en el útero, la anomalía usualmente ocurre cuando existe un grado significativo de insuficiencia cardiaca. La disfunción cardiaca con mantenimiento del gasto cardiaco ha sido reportado estar presente en fetos con RCIU.

Aunque estudios anteriores sugieren que los parámetros cardiacos se vuelven anormales solamente en fetos afectados severamente investigaciones más recientes sugieren fuertemente que la disfunción cardiaca subclínica podría estar presente desde las primeras etapas del deterioro fetal. El Doppler tisular fetal, al evaluar de forma directa las velocidades miocárdicas durante todo el ciclo cardiaco es una nueva herramienta con utilidad probada en adultos, de reciente implementación en la valoración cardiaca en fetos sanos.

A pesar de que el avance en las investigaciones sobre Doppler tisular en la función cardiaca fetal es evidente, es necesario conocer si los parámetros cardiacos sistólicos y diastólicos medidos con Doppler Tisular en fetos con RCIU demuestra diferencias en comparación con fetos sanos, esto con el fin de posteriormente realizar estudios de investigación para poder considera al Doppler Tisular como una herramienta diagnósticas más sensible que el ecocardiograma convencional para evaluar disfunción cardiaca en fetos con restricción en el crecimiento aun en estados sub-clínicos.

CAPITULO 4. ANTECEDENTES

La valoración de la función cardíaca se utiliza de forma cada vez más frecuente para definir una conducta y establecer un pronóstico¹.

El ecocardiograma fetal es una herramienta diagnóstica comúnmente realizada en la práctica médica moderna, supone la técnica de elección para estudiar la función cardíaca fetal por ser un método no invasivo y que puede ser utilizado en prácticamente cualquier edad gestacional. Todas sus modalidades son aplicables basadas en una adecuada imagen bidimensional, el Doppler pulsado y continuo para el cálculo de velocidades e índices de resistencia, el Doppler color para identificar la dirección del flujo sanguíneo (y de forma cualitativa evaluar la velocidad), el modo- TM (time motion) para medir distancias y diámetros de las cavidades, y paredes y el Doppler Tisular para analizar el acortamiento o la deformación de la fibra miocárdica².

El propósito de realizar un ecocardiograma es evaluar las estructuras cardíacas así como la función cardíaca. Aunque los estudios convencionales de Doppler pulsado del flujo sanguíneo a través de las válvulas auriculoventriculares se han utilizado para proporcionar información sobre la función cardíaca del feto en el útero, las anomalías observadas usualmente ocurre cuando existe un grado significativo de insuficiencia cardíaca.

La importancia de la función cardíaca diastólica ha sido reconocida en la reciente década. Estudios recientes muestran que en los adultos, en una serie de condiciones cardíacas, la función diastólica tiende a ser anormal tempranamente, mientras que la función sistólica sigue siendo normal. Por lo tanto, la disfunción diastólica representa una señal temprana de insuficiencia cardíaca³.

EVALUACION MORFOLOGICA CARDIACA POR ULTRASONIDO

El diagnóstico prenatal cardíaco fue introducido a mediados de los años 80 cuando una vista de 4 cámaras del corazón fetal fue incorporada al ultrasonido obstétrico de rutina entre la 18 y las 22 semanas de edad gestacional. Diversos factores afectan la calidad del éxito del tamizaje cardíaco fetal. Los factores que influyen a una adecuada exploración cardíaca son las semanas de gestación al momento del estudio, la posición fetal, la calidad de imagen y la característica de la pared abdominal materna. Una visualización satisfactoria de las estructuras cardíacas fetales es entre las 18 y 22 semanas. Las guías actuales enfatizan una “exploración básica” usando una vista satisfactoria de cuatro cámaras. Si técnicamente es posible una exploración “extendida básica” de los tractos de salida del ventrículo izquierdo y derecho son también recomendadas. La “exploración básica” requiere criterios ultrasonográficos específicos usando una adecuada vista de cuatro cámaras cardíacas los cuales se exponen en la siguiente tabla⁴:

Tabla 1. Descripción de los criterios ultrasonográficos de la vista de cuatro cámaras cardiacas

General	Situs cardiaco, axis, y posición normal
	Corazón ocupando un tercio del área torácica
	La mayoría del corazón en hemitórax izquierdo
	Cuatro cámaras presentes
	No fusión pericárdica ni hipertrofia
Aurículas	Aurícula aproximadamente igual en tamaño
	La hoja del foramen oval en la aurícula izquierda
	Septum Premium auricular presente
Ventrículos	Ventrículos del mismo tamaño
	No hipertrofia de la pared cardiaca
	Banda moderadora en el ápex del ventrículo derecho
	Septum ventricular intacto
Válvulas auriculoventriculares	Ambas válvulas auriculoventriculares se abren y mueven libremente
	Las hojas de la válvula tricúspide se insertan en el septum mas cercanas al ápex cardiaco en comparación con la válvula mitral

El funcionamiento del corazón fetal y el gasto cardiaco vienen determinados por tres factores: la precarga, la fuerza de contracción de la bomba cardiaca y la poscarga.

Precarga

Constituye el volumen ventricular al final de la diástole y está establecida en el ventrículo derecho por el flujo de las venas cavas superior e inferior y el seno coronario y en el ventrículo izquierdo por el flujo del foramen oval y de las venas pulmonares.

La precarga fetal se altera por diferentes razones; en general la que ofrece más información y se utiliza en clínica en el feto es la precarga derecha, dada la existencia de varios parámetros Doppler que permiten evaluarla. El corazón puede perder su capacidad de distensibilidad de la fibra cardiaca por un mal funcionamiento primario de la fibra o secundario a valvulopatías graves.

Poscarga

En el ventrículo derecho está condicionada por la vasculatura placentaria, pulmonar y del segmento corporal inferior, y en el ventrículo izquierdo por la parte superior del cuerpo fetal.

Fuerza de contracción

De acuerdo con la ley de Frank-Starling, la fuerza de contracción aumenta cuanto mayor es la longitud de la fibra cardíaca, incrementando así el volumen expulsado por latido. Sin embargo en el corazón fetal esta ley está limitada por un estrecho margen de reserva funcional y cuando el volumen sanguíneo sobrepasa esta capacidad la fuerza de contracción disminuye, al igual que el volumen de sangre eyectado.

Ciclo Auricular

La circulación de sangre en la aurícula durante el ciclo cardíaco sufre marcados cambios de velocidad de acuerdo con tres fases que se reflejan en las ondas de los flujos venosos que drenan el corazón.

Onda S: pico de velocidad máxima durante la sístole (S) ventricular, que coincide con la diástole auricular; después de este pico máximo la velocidad empieza a reducir por el llenado de la aurícula.

Onda a: contracción atrial, que resulta en una caída brusca de velocidades por el aumento de presión auricular que se transmite de forma retrograda a las venas.

Diástole

La fase de llenado ventricular tiene dos fases: la temprana (onda E [early]), que depende de la relajación ventricular, y la tardía, dada por la contracción auricular (onda A). Las alteraciones en el retorno venoso o en la distensibilidad de la fibra ventricular se caracterizan por una alteración de los flujos en las dos ondas características de la diástole ventricular.

Sístole

Al final de la diástole se inicia la presión ejercida por el ventrículo y las válvulas atrioventriculares se cierran, en tanto que las válvulas sigmoideas aun no se abren; a este periodo se le denomina tiempo de contracción isovolumétrica. Al abrirse las válvulas sigmoideas comienza la fase de eyección, donde la sangre es enviada a través de las grandes arterias. El tiempo en alcanzar la velocidad máxima (tiempo de aceleración) es un parámetro indirecto del efecto que las resistencias periféricas ejercen sobre la poscarga; la integral de la velocidad durante la sístole aórtica y pulmonar permite calcular el volumen eyectado para cada ventrículo. Cuando los ventrículos han completado la expulsión y las válvulas sigmoideas se cierran, existe un tiempo en el cual las válvulas atrioventriculares todavía no se abren y la fibra cardíaca reposa sin cambiar de tamaño: a este periodo se le llama tiempo de relajación isovolumétrica. Cuando el corazón presenta signos de insuficiencia, los periodos isovolumetricos aumentan y el de eyección disminuye.

Evaluación de la precarga

El aumento patológico de la precarga puede evaluarse de forma indirecta por medio de varios parámetros

Onda E/A

En condiciones normales la onda E es de mayor velocidad que la A. En condiciones de dificultad de llenado ventricular esta proporción tiende a invertirse, de forma que la alteración progresiva de la función diastólica se refleja en un incremento en los valores de E: A. Las mediciones que se realizan son la velocidad máxima de las onda E y A, y el cálculo de la proporción entre ellas (relación E/A) ⁵.

FACTORES QUE AFECTAN EL GASTO CARDIACO

Como la circulación pulmonar y sistémica está separadas en el feto, cada ventrículo tiene un volumen determinado individual para la precarga, poscarga y contractilidad de cada cámara individual. Ambos ventrículos tienen un ritmo cardiaco en común, y las presiones auriculares son similares debido a la presencia del foramen ovale. Los ventrículos son unidos por el septum interventricular y tienen una presión arterial común debido al ducto arterioso permeable. La única característica de eyección del ventrículo izquierdo en paralelo es que si se aumenta la poscarga de un ventrículo el gasto de aquel ventrículo caerá y el gasto del ventrículo contralateral se incrementará de una manera compensatoria.

La comparación de la contractilidad miocárdica entre fetos y adultos animales ha mostrado que el miocardio fetal desarrolla menor tensión activa que el miocardio de los adultos a longitudes musculares similares. Diferencias estructurales como un menor sistema tubular-T y una menor organización de miofibrillas son observadas en el feto, y también hay una diferencia en la entrada de calcio dentro del retículo endoplásmico.

Una disminución en la inervación simpática en el miocardio inmaduro puede influir en la respuesta al estrés del miocardio. Los miocitos fetales son más pequeños en tamaño, tienen menos mitocondrias, retículo sarcoplásmico, miofilamentos, receptores adrenales alfa y beta, y t-tubulina, y una mayor concentración de DNA reflejando un mayor número de núcleos. En un corazón muy inmaduro, los miofilamentos están organizados en una manera más caótica, pero se vuelven mejor organizados conforme la gestación avanza. Estas diferencias morfológicas han sido usadas para explicar la habilidad reducida de los miocitos fetales para la contracción. La fuente principal de energía para el miocardio fetal es casi exclusivamente glucosa.

CIRCULACION CARDIOVASCULAR FETAL Y FALLO CARDIACO

Las diferencias fisiológicas entre el corazón fetal y del neonato o el adulto pone en tela de juicio la capacidad de traducir el conocimiento de los eventos fisiopatológicos que ocurren durante el fallo cardiaco en el neonato o adulto al feto. En el adulto las dos cámaras ventriculares del corazón trabajan en serie, con el ventrículo derecho bombeando sangre venosa desoxigenada hacia el circuito pulmonar y el ventrículo izquierdo suministrando sangre oxigenada hacia la circulación sistémica. El corazón fetal, sin embargo, trabaja en paralelo con poco gasto del ventrículo derecho hacia el circuito pulmonar. El ventrículo izquierdo

bombea sangre a la aorta y la porción superior del cuerpo, y el ventrículo derecho bombea sangre al ducto arterioso, la porción inferior del cuerpo y la placenta. Los pulmones tienen una alta resistencia in útero y la placenta cumple la función de oxigenar la sangre y liberar del cuerpo los desperdicios. La sangre altamente oxigenada pasa desde la placenta al ducto venoso donde una parte pasa al hígado y posteriormente pasa predominantemente a la aurícula izquierda. La sangre relativamente desoxigenada pasa desde la porción superior del cuerpo pasa por la válvula tricúspide y después al ducto arterioso y pulmones. La sangre desoxigenada desde la vena cava inferior y las venas hepáticas derechas pasan directamente a la aurícula derecha. Esta distribución del flujo en la parte inferior del cuerpo se logra mediante la porción posterior de la vena cava inferior que conecta directamente al foramen ovale, y a la porción superior del septum auricular, la crista dividens, que se superpone a la vena cava inferior efectivamente dividiéndola en dos corrientes. Por tanto la presencia de tres derivaciones (ducto venoso, foramen ovale, y ducto arterioso) permite al corazón fetal trabajar con dos circulaciones en paralelo en lugar de una circulación en serie. Las presiones auriculares derechas e izquierdas son casi iguales a causa de la presencia del foramen ovale, y la presiones ventriculares derechas e izquierdas son iguales debido al ducto arterioso. El corazón izquierdo expulsa sangre dentro de la porción superior del cuerpo y la circulación cerebral, y el ventrículo derecho expulsa sangre dentro de las arterias pulmonares y a través del ducto arterioso dentro de la porción inferior del cuerpo y la circulación placentaria. Las camas vasculares de la porción superior e inferior del cuerpo están conectadas vía istmo aórtico. Como consecuencia adicional de la disposición en paralelo de estas circulaciones, el gasto ventricular puede ser diferente; en el caso de obstrucción, por un lado del corazón, el otro lado es capaz de incrementar su función e incluso suministrar toda la circulación por si solo⁶.

Aunque hay retorno venoso hacia la aurícula izquierda fetal vía la vena pulmonar, el principal retorno venoso hacia el corazón es a través de las venas cava superior e inferior. La sangre desoxigenada desde la cabeza fetal retorna hacia la aurícula derecha por la vena cava superior y pasa directamente a través de la válvula tricúspide dentro del ventrículo derecho. En condiciones fisiológicas, 50-60% de la sangre venosa umbilical pasa la circulación hepática y entra directamente dentro de la cava inferior vía ducto venoso. De la vena cava inferior esta sangre altamente oxigenada fluye a través del foramen oval hacia la aurícula izquierda, ventrículo izquierdo, y aorta ascendente.

La insuficiencia cardiaca es una condición fisiopatológica en la cual hay incapacidad para proporcionar un adecuado gasto cardiaco para mantener los requerimientos circulatorios y metabólicos del organismo. Esta condición de agotamiento de la reserva cardiaca puede ser secundaria a anomalías estructurales, en las que existen sobrecargas de presión y / o volumen, de alteraciones intrínsecas de la función miocárdica o de trastornos del ritmo o de la conducción cardiaca. La presentación clínica de la insuficiencia cardiaca en el feto difiere en forma significativa de su presentación en adultos, por dos motivos principales:

- a) diferencia en la maduración de la función contráctil, la cual se logra en forma paulatina desde épocas gestacionales tempranas hasta la edad adulta.
- b) causas congénitas, estructurales, y genéticas, que o son modificadas, en algún momento, o llevan a una muerte temprana.

DOPPLER

En 1842 el matemático austriaco Johann Christian Doppler describe inicialmente el efecto Doppler para definir el cambio de frecuencias en la transmisión del sonido cuando el emisor y el objeto que lo refleja, se mueven uno con respecto del otro. Cuando el ultrasonido choca contra un objeto estacionado, la frecuencia de emisión (FE) será igual a la frecuencia de recepción (FR): línea 0; si el objeto se acerca a la fuente emisora ($FE < FR$), la señal Doppler se representa como un espectro positivo (color rojo), y si se aleja ($FE > FR$) se representa como negativo (color azul).

El análisis de las velocidades de los flujos sanguíneos dentro del corazón y de los grandes vasos utilizando las células sanguíneas como superficie reflectiva del ultrasonido han sido utilizados y perfeccionados ampliamente desde aquella época; siendo en la actualidad un estudio prácticamente imprescindible en la evaluación clínica cardiológica ⁶.

DOPPLER TISULAR

El Doppler tisular (DT) es una técnica Doppler que ha mejorado la caracterización de la función cardíaca permitiendo la evaluación directa de la velocidad miocárdica.

Este concepto fue primero publicado y probado en el feto por Harada (1999) y mostró ser técnicamente posible ⁷.

El DT representa uno de las más recientes enfoques ecocardiográficos con los cuales se analiza la función diastólica y sistólica cardíaca fetal. Este tipo de evaluación permite una evaluación directa de las velocidades miocárdicas durante todo el ciclo cardíaco y evita las limitaciones de la alta frecuencia cardíaca y las condiciones asociadas con las cargas cardíacas con el análisis del flujo diastólico atrioventricular.

El principio básico consiste en modificar los parámetros de las señales Doppler para detectar las bajas velocidades originadas a partir del movimiento de la pared ventricular, esto se logra eliminando con filtros las señales de alta velocidad provenientes del flujo de los vasos sanguíneos y del ruido sónico, y representar solo los ecos tisulares (la velocidad de la sangre es de aproximadamente 100 cm/seg.) y el de las paredes del corazón (ronda los 10 cm/seg. y ajustando el límite de Nyquist en +20 -20 cm/seg). Existen tres variantes: el Doppler tisular pulsado que estima la velocidad del movimiento del miocardio, el Doppler tisular color, que muestra en un mapeo color-codificado los movimientos, y el modo -M tisular (MMT), que puede representar el desplazamiento, la deformación (strain rate) y la aceleración de las fibras cardíacas. Esta tecnología es fácilmente

incorporada en los equipos convencionales de ultrasonido y otorga información en tiempo real en un examen ecocardiográfico regular ^{8,9}.

El Doppler tisular es relativamente independiente de la carga cardiaca, incluso en frecuencias cardiacas elevadas y permite un análisis directo del movimiento segmentario de la pared en cualquier área cardiaca del mismo ciclo cardiaco. Las velocidades pueden ser presentadas en forma de Doppler pulsado, ubicando el volumen muestra en la pared ventricular que uno desea investigar y se obtiene una imagen de manera espectral, donde las señales se inscriben como ondas similares a las de los flujos sanguíneos; durante el ritmo sinusal normal, los patrones de movimiento longitudinal de la pared que son obtenidos a partir del miocardio ventricular es típicamente formado por 4 ondas. Dos curvas diastólicas que son producidas por el movimiento tisular que se aleja del ápex del corazón durante la diástole temprana (**onda E´**) y durante la contracción auricular (**onda A´**). Seguido de dos curvas que se dirigen hacia el ápex durante la contracción isovolumétrica (CIV) y sístole ventricular (**onda S´**) ¹⁰. La contracción isovolumétrica (CIV) se detecta entre el final de la onda A y el inicio de la onda S, donde se pueden observar dos ondas de menor amplitud, la primera denominada CIV con una dirección que depende de la localización de la muestra Doppler, que correspondería temporalmente con el cierre de la válvula mitral, y la segunda CIVb, de dirección opuesta a la anterior correspondiente con el cierre de la válvula tricúspide. Entre el final de la onda S y el comienzo de la onda E se encuentra el tiempo de relajación isovolumétrica (TRIV), con la identificación de una primera deflexión habitualmente positiva denominada RIVa, que correlaciona con el cierre de la válvula aórtica, y otra deflexión opuesta RIVb con la apertura de la tricúspide ¹⁰.

Es posible establecer el ciclo cardiaco fetal claramente solo analizando el curso típico de las curvas de velocidades miocárdicas. La calidad de las curvas es comparable a los resultados en cardiología de los adultos. Consecuentemente, muchas opciones de análisis innovadores pueden ser obtenidos, por ejemplo la comparación de los movimientos de varias regiones miocárdicas en el ciclo cardiaco, la determinación de los intervalos pre y pos sistólicos (tiempo de contracción isovolumétrica, tiempo de relajación isovolumétrica), la evaluación de la función diastólica al analizar las ondas E´ y A´ y la detección de la contracción auricular. Esta técnica ha mostrado ser de utilidad en estudios clínicos con anormalidades en los movimientos segmentales de la pared en adultos, y es una herramienta invaluable para la evaluación de la disfunción diastólica. Así mismo en adultos ha sido utilizada para caracterizar la función miocárdica regional y global. Muchos autores han comparado los resultados obtenidos de la evaluación Doppler estándar con la información obtenida por el Doppler tisular reportando una estrecha correlación y una mejor reproducibilidad para el último método ¹¹.

El porcentaje de cuadros que se requieren en el Doppler Tisular son al menos 140 cuadros/segundo para analizar adecuadamente las velocidades pico de los movimientos de las paredes de los eventos cardiacos ¹².

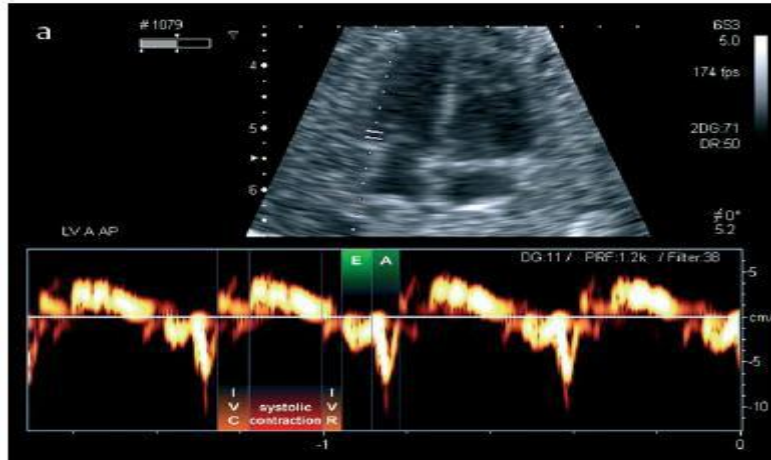


Figura 1. Doppler Tisular Fetal espectral con ventana Doppler en el anillo mitral identificándose las fases sistólicas y diastólicas. Sístole: contracción isovolumétrica (IVC), tiempo de eyección (S), y relajación isovolumétrica (IVR). Diástole: Onda E', Onda A'.

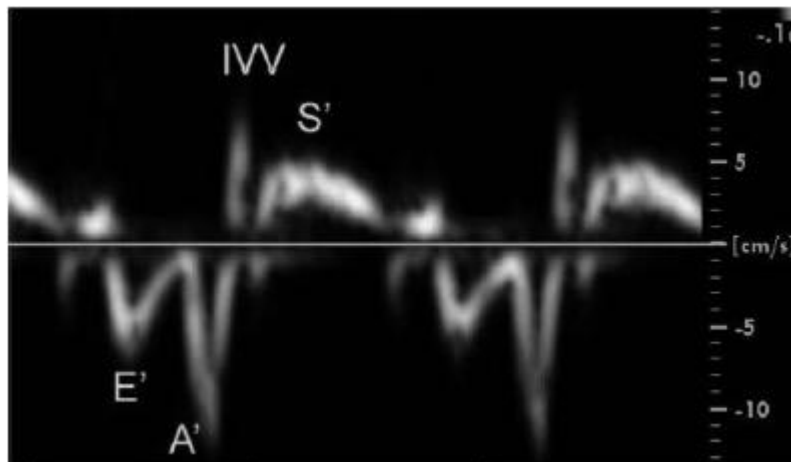


Figura 2. Doppler Tisular Fetal. Velocidad pico en diástole temprana (E'), Velocidad miocárdica pico en la contracción auricular (A'), Velocidad pico miocárdica en la sístole ventricular (S').

Los movimientos fetales y maternos reducen la viabilidad y la exactitud de la investigación del Doppler tisular. Esta técnica es extremadamente sensible a los movimientos, e incluso a los movimientos fetales causados por las pulsaciones aórticas maternas transmitidas a través de la pared uterina ¹³.

HARADA y cols. (1999) reportan por primera vez el estudio de Doppler tisular en fetos sanos. Midieron la velocidad de movimiento de la pared posterior del ventrículo izquierdo, de la pared anterior del ventrículo derecho y el septum interventricular en 30 fetos normales de las 19-38 semanas de gestación. En todos los fetos la velocidad miocárdica pico durante la diástole temprana (E') y la contracción auricular (A') fueron medidas. Los valores promedios para E', A' y E'/A' del ventrículo izquierdo fueron 5.5 +/- 1.7cm/s, 7.0 +/- 1.4 cm/s, y 0.77 +/- 0.19 cm/s, respectivamente, y aquellas del ventrículo derecho fueron 5.5 +/- 1.5 cm/s,

7.8+/-1.5 cm/s, y 0.70+/- 0.14 cm/s respectivamente. La onda E' y la onda A' del septum interventricular fueron significativamente menores que aquellos de las paredes ventriculares derecha e izquierda. La onda E' y el índice E/A' de la pared ventricular izquierda se incrementan significativamente al incrementarse la edad gestacional. Cambios similares son observados en la velocidad miocárdica de la pared del ventrículo derecho. La onda E' y el índice E/A' del septum interventricular también se incrementan significativamente con la edad gestacional. Sin embargo, la onda A' del septum interventricular muestra pequeños cambios ⁷.

PALADINI y cols. (2000) demostraron que la evaluación por Doppler tisular color del corazón fetal es viable y reproducible y esto permite imágenes directas de la dinámica miocárdica. Se estudiaron 89 fetos sanos entre las 17-37 semanas de gestación. Las velocidades miocárdicas fueron calculados en las capas de subepicardio y subendocardio midiendo la sístole, la diástole temprana (fase de llenado rápido) y diástole tardía (contracción auricular) en cada ventrículo y realizando una regresión contra la edad gestacional. El sitio de colocación del volumen muestra fue la porción media de la pared ventricular libre de cada ventrículo. La evaluación estadística demostró que todas las variables mostraron correlación positiva con el avance de la edad gestacional. La relación E'/A' mostró ser constante < 1 y no cambia con la edad gestacional. La velocidad miocárdica del pico diastólico fetal va de 0.1-4.8 cm/s. Esta técnica podría contribuir significativamente al estudio de los cambios de la función cardiaca asociado con condiciones patológicas como RCIU y enfermedades congénitas cardiacas ¹⁴.

JAMJUREERUK y cols. (2001) utilizaron el Doppler tisular en 28 fetos para evaluar las paredes anterior, posterior y septal del corazón. Llegaron a la conclusión de que el septum no se mueve, lo que podría ser fácilmente cuantificado. Ellos notaron que "el corazón fetal tiene un desplazamiento anterior durante la sístole y una translación posterior durante la diástole y también había una rotación contra horario durante la fase sistólica". Llegaron a la conclusión de que el uso de Doppler tisular para evaluar las velocidades miocárdicas del corazón fetal es limitado por el ángulo del haz del ultrasonido y el total del movimiento cardiaco fetal ¹⁵.

TUTSCHEKT y cols. (2003) estudiaron las velocidades axiales del corazón fetal e innovaron el uso de la pantalla en color para mostrar anomalías en la función cardiaca fetal. Llegaron a la conclusión de que la ecocardiografía Doppler tisular puede ser utilizada para estudiar la función cardiaca fetal normal durante toda la gestación ¹⁶.

CHAN y cols. (2004) realizaron rangos de referencia específicos para edad gestacional de la función sistólica y diastólica en el corazón fetal normal evaluados por Doppler tisular a partir del segundo trimestre al término del embarazo. El estudio incluyó 302 fetos de las 19-37 semanas de gestación. La velocidad miocárdica tisular fue evaluada durante la contracción y relajación. Se utilizó un volumen muestra de entre 2-4 mm. El volumen muestra fue colocado en la parte basal de la pared del ventrículo derecho (el anillo tricuspideo), el septum

interventricular (SIV), y la pared ventricular izquierda (anillo mitral) en una vista de cuatro cámaras. Fueron medidos, el pico de velocidad miocárdico durante diástole temprana (E´), la contracción auricular (A´), y la fase de eyección en pico sistólico (S´), así mismo se calculo el índice E´/A´. En este estudio se reporta que hay un incremento de 1.5-2 veces en la onda E´ de la mitad del embarazo al término. La onda A´ también se incrementó a través de la gestación pero la magnitud del incremento fue menor. Como un resultado el índice E´/A´ se incrementó progresivamente de las 19-37 semanas. Similarmente la onda S´ se incremento 1.6 a 1.8 veces de la mitad al término del embarazo. Hay una fuerte correlación positiva entre la onda E´ y la edad gestacional. También hubo una correlación débil positiva entre la onda A´ y la edad gestacional. El índice E´/A´ también se correlacionó positivamente con la edad gestacional. También se presenta correlación positiva entre la onda S´ y la edad gestacional.

Estos valores de referencia nos permiten identificar fetos con una función diastólica anormal. Además fueron obtenidos rangos de referencia para la función sistólica (onda S´). La onda S´ representa la velocidad de contracción miocárdica durante la sístole, por lo tanto es una medición de la función cardiaca sistólica el cual es el más importante factor determinante del gasto cardiaco. Así mismo se reportó que la medición de la función sistólica es viable por el Doppler tisular in útero y provee un rango de referencia ¹⁷.

Posteriormente NII y col. (2006) evaluaron la evolución de la función diastólica fetal normal durante la mitad del embarazo y el tercer trimestre por Doppler tisular y establecieron valores de referencia específicos para edad gestacional en fetos sanos. En este estudio fueron analizados los picos de las velocidades diastólicas tempranos (Ea) y tardío (Aa) en 114 fetos (rango de edad 14-42 semanas) en la base de la pared libre del ventrículo derecho, septum ventricular, y pared libre del ventrículo izquierdo y comparada con las velocidades pico diastólicas de entrada temprana (E) y tardía (A). Un incremento lineal en Ea, Aa y en la relación Ea/Aa fue documentada en todos los sitios con el avance de la edad gestacional.

Se concluyó que hubo una fuerte correlación positiva entre las velocidades Ea y Aa y la edad gestacional indicando mejoría de la prolongación diastólica miocárdica. Estos valores de referencia de las velocidades para Doppler tisular podrían identificar anomalías de la función diastólica ¹².

Tabla 2. Velocidades Diastólicas por Doppler Pulsado y por Doppler Tisular agrupadas por edad gestacional en fetos normales. Válvula Tricúspide (TV), Válvula Mitral (MV), Ventriculo Derecho (RV), Ventriculo Izquierdo (LV), Septum Ventricular (VS)

Demographics	14-19 wk	20-24 wk	25-29 wk	30-34 wk	35-42 wk
Case No.	26	24	21	20	23
TV E velocity, cm/s	33.0 ± 3.7	35.5 ± 5.9	40.7 ± 6.6	48.3 ± 5.5	50.3 ± 6.5
TV A velocity, cm/s	51.2 ± 6.4	54.9 ± 6.4	55.7 ± 5.9	63.4 ± 6.4	63.1 ± 9.2
TV E/A ratio	0.65 ± 0.06	0.65 ± 0.06	0.73 ± 0.12	0.76 ± 0.08	0.81 ± 0.11
MV E velocity, cm/s	29.7 ± 5.1	33.0 ± 5.3	39.5 ± 8.0	44.2 ± 8.1	41.9 ± 5.9
MV A velocity, cm/s	49.6 ± 6.4	53.8 ± 6.1	55.8 ± 6.2	58.2 ± 8.3	50.1 ± 6.5
MV E/A ratio	0.60 ± 0.06	0.61 ± 0.07	0.71 ± 0.12	0.77 ± 0.14	0.84 ± 0.08
RV Ea velocity, cm/s	1.58 ± 0.42	2.57 ± 0.67	3.73 ± 0.80	4.94 ± 1.45	5.47 ± 1.47
RV Aa velocity, cm/s	4.52 ± 0.93	5.61 ± 1.09	6.63 ± 1.17	6.90 ± 1.47	7.55 ± 2.11
RV Ea/Aa ratio	0.35 ± 0.06	0.47 ± 0.11	0.57 ± 0.10	0.73 ± 0.19	0.74 ± 0.16
VS Ea velocity, cm/s	1.34 ± 0.41	1.79 ± 0.42	2.65 ± 0.59	3.00 ± 0.67	3.18 ± 0.53
VS Aa velocity, cm/s	3.02 ± 0.68	3.67 ± 0.73	4.03 ± 0.96	4.50 ± 0.80	4.50 ± 0.83
VS Ea/Aa ratio	0.44 ± 0.09	0.49 ± 0.08	0.67 ± 0.14	0.68 ± 0.15	0.72 ± 0.13
LV Ea velocity, cm/s	1.17 ± 0.41	1.77 ± 0.46	2.76 ± 0.79	3.79 ± 0.73	4.17 ± 1.04
LV Aa velocity, cm/s	3.02 ± 0.84	4.19 ± 0.86	4.79 ± 0.92	5.26 ± 1.01	4.94 ± 1.52
LV Ea/Aa ratio	0.39 ± 0.10	0.42 ± 0.07	0.59 ± 0.20	0.74 ± 0.19	0.92 ± 0.38

Unidad de investigación de medicina Materno Fetal (2009) se estandarizo la técnica de medición de Doppler Tisular de la velocidad miocárdica pico en diástole temprana (E'), en la velocidad pico en la contracción auricular (A'), la relación entre dichas velocidades (E'/A') y la velocidad miocárdica pico en sístole ventricular (S'), colocando el volumen muestra en la pared libre del ventrículo derecho, izquierdo y en tabique interventricular.

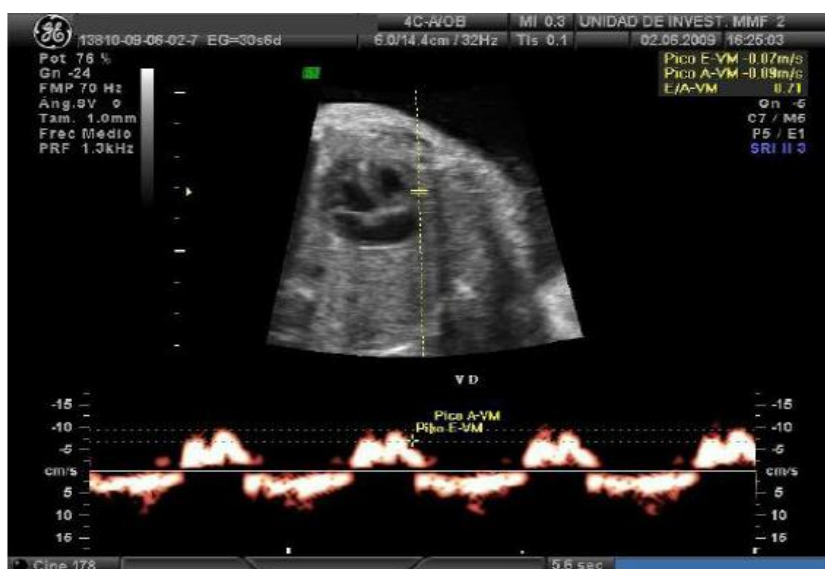


Figura 3. Imagen de Doppler Tisular espectral para la medición de la Velocidad pico en la diástole temprana (E') y en la contracción auricular (A'), así como la relación E'/A', obtenida en el ventrículo derecho.



Figura 4. Imagen de Doppler Tisular Espectral para la medición de la Velocidad pico sistólica (S'), obtenidas en el ventrículo derecho
Unidad de Investigación Medicina Materno Fetal (UNIMEF) INPerIER

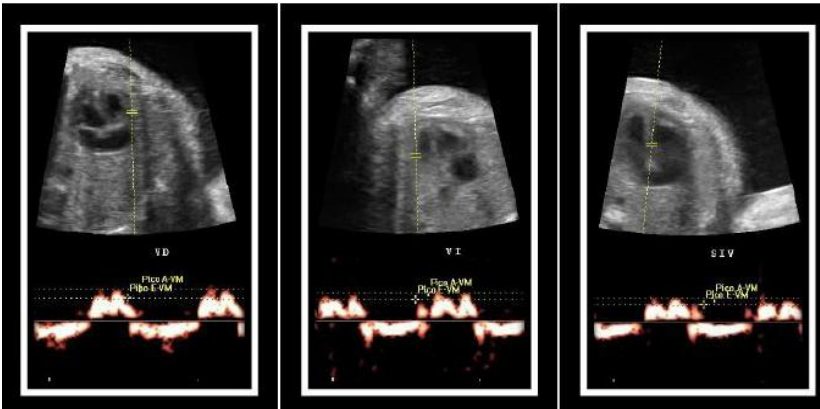


Figura 5. Doppler Tisular Espectral comparativo de la onda E' y A' en Ventrículo derecho (VD), Ventrículo izquierdo (VI) y Tabique Interventricular (TIV)
Unidad de Investigación Medicina Materno Fetal (UNIMEF) INPerIER

A través de coeficiente de correlación intraclase se determinó la reproducibilidad en la medición de tres observadores. En este estudio se agregaron nuevas mediciones como el Tiempo total de la onda E', Tiempo total de la onda A', Tiempo diastólico total, Tiempo del pico de la onda A' al pico de la onda E', Tiempo de aceleración de la onda E', Tiempo de deceleración de la onda E', Tiempo de aceleración de la onda A', Tiempo de deceleración de la onda A'. Se realizó la determinación del grado de concordancia entre tres observadores. Los resultados que se obtuvieron en la evaluación por Doppler tisular espectral de las velocidades miocárdicas pico tanto en diástole como en sístole, así como los tiempos totales de dichas fases, son de manera general reproducibles en el ventrículo derecho, izquierdo y el tabique interventricular. El ventrículo izquierdo fue el área en la cual la concordancia para la medición de la velocidad miocárdica pico en diástole (onda E y onda A) fue más robusta. Las tres regiones mostraron fiabilidad muy similar y llamativa para la introducción de mediciones nuevas como las descritas anteriormente. No así para los tiempos de aceleración y desaceleración. Se concluye que la evaluación cardíaca fetal mediante Doppler

tisular espectral de las velocidades miocárdicas pico tanto en diástole como en sístole, así como los tiempos totales de dichas fases, presentan una reproducibilidad que va de moderada a buena, en el ventrículo derecho, izquierdo y en el tabique interventricular.

Las mediciones relacionadas con el tiempo de aceleración y deceleración durante la diástole temprana y tardía no obtuvieron coeficientes de correlación significativos ¹⁸.

RESTRICCION EN EL CRECIMIENTO INTRAUTERINO

La disfunción del flujo placentario con un incremento en la resistencia vascular es una importante causa de restricción en el crecimiento intrauterino ¹⁹, el cual está relacionado con academia fetal e hipoxemia, nacimiento prematuro y muerte fetal ²⁰.

El Colegio Americano de Ginecología y obstetricia define a la Restricción del Crecimiento Intrauterino como todo feto con peso estimado por debajo del percentil 10 para la edad gestacional²¹. Aunque la definición más utilizada es la falla del feto de alcanzar su óptimo crecimiento intrauterino genéticamente predeterminado. Existen varias definiciones, y casi todas involucran al peso fetal, pero al usar sólo este parámetro, no se puede clasificar adecuadamente a estos fetos, ya que no podríamos diferenciar a fetos sanos pequeños para edad gestacional o con restricción del crecimiento intrauterino, debido a esto se han usado otras herramientas para evaluar esta diferencia mediante flujometría Doppler de los vasos sanguíneos fetales ²².

Existen varias clasificaciones, pero en el INPer, se utiliza la clasificación que toma en cuenta las alteraciones en los flujos de los vasos sanguíneos (fetales y uterinos) evaluados con Doppler y el peso fetal estimado, en:

1.- **PEG anormal:** Peso fetal estimado por debajo del percentil 10, con anomalía estructural mayor, genética o cromosómica.

2.- **PEG normal:** Peso estimado entre el percentil 3 y el 10, con todas las pruebas dentro de lo normal.

3.-**Restriccion del Crecimiento Intrauterino** En la tabla 3 se definen los estadios clínicos clasificados a partir del deterioro hemodinámico descrito en fetos con Insuficiencia Placentaria.

Tabla 3. Estadios clínicos de RCIU por Insuficiencia Placentaria.

Clasificación	PesoFetal Estimado	Alteración Doppler
Tipo I	PFE < al percentil 3	Índice Cerebro-placentario > percentil 5 IP promedio de las arterias Uterinas (IPm AU) < 1.2
Tipo II	PFE < al percentil 10	Índice Cerebro-placentario < p5 ó IPm AU > 1.2
Tipo III	PFE < al percentil 10	Flujo diastólico ausente de la Arteria Umbilical en más del 50% de los ciclos
Tipo IV	PFE < al percentil 10	Índice Cerebro-placentario < p5 + IP Arteria Cerebral Media < p5
Tipo V	PFE < al percentil 10	Uno de los siguientes criterios de gravedad Perfil biofísico < 4/10 ó 6/10 con oligohidramnios Registro cardiotocográfico patológico (Variabilidad < 5 l/min en ausencia de efectos farmacológicos o en presencia de descensos con patrón ominoso) Flujo reverso durante la diástole en la arteria umbilical (> 50% de los ciclos) IP del Ducto venoso > p 95 y/o pulsaciones de la vena umbilical persistentes (con dos determinaciones en un lapso de 12 horas)

La Restricción en el crecimiento intrauterino causado por insuficiencia placentaria afecta el 1-3% de los embarazos y está asociado con un riesgo incrementado de morbilidad y mortalidad perinatal ²⁴.

En el crecimiento del feto encontramos múltiples variables involucradas como: la salud fetal, el crecimiento predeterminado genéticamente, la salud materna y la función placentaria.

Los principales factores etiológicos que ocasionan Restricción del crecimiento intrauterino, se encuentran divididos así:

Factores Fetales: Debida principalmente a alteraciones estructurales, aneuploidías, infecciones, y embarazo múltiple.

Factores Placentarios: Relacionadas a alteraciones en la angiogénesis, es decir, a una anómala invasión trofoblástica, que no modifique los vasos sanguíneos a ser de baja resistencia; lo que puede provocar fibrosis, infartos en el piso placentario materno, etc. y de manera importante una disminución del intercambio de oxígeno y por lo tanto una perfusión materno- fetal que se encuentre alterada.

Factores Maternos: Enfermedades como Diabetes Mellitus, Hipertensión Arterial Crónica, Síndrome Anticuerpos antifosfolípidos, Enfermedad Renal, Tabaquismo, Anomalías Uterinas, Desnutrición, etc.

Naujorks y cols. ²³ evaluaron el uso del Doppler Tisular en la valoración de la función cardíaca diastólica en 14 fetos con RCIU con insuficiencia placentaria, 13 fetos pequeños para edad gestacional hijos de madres hipertensas y 29 fetos con pequeño para edad gestacional de madres sanas. También se evaluaron los flujos a través de la válvula tricúspide y mitral por Doppler pulsado convencional. Se reportaron diferencias significativas entre los grupos para E'/A' en el septum interventricular y ventrículo izquierdo con un valor media mayor en el grupo de fetos con restricción intrauterina que en los otros dos grupos. En el ventrículo derecho, no se encontró diferencia significativa en el índice E'/A'. No se observaron diferencias significativas en las velocidades de flujo mitral y tricúspideo y en los índices. Se concluye que el uso del Doppler Tisular, el índice entre las velocidades miocárdicas diastólicas temprana y tardía son mayores en fetos con RCIU que en pequeños para edad gestacional en el septum interventricular y en el

ventrículo izquierdo a pesar de la presencia de la hipertensión materna. El Doppler Tisular podría ser más sensible que el Doppler espectral atrioventricular para la detección de la disfunción en fetos con RCIU.

La disfunción cardíaca con mantenimiento del gasto cardíaco constantemente ha sido reportado estar presente en fetos con RCIU ²⁵. Aunque estudios anteriores sugieren que los parámetros cardíacos se vuelven anormales solamente en fetos afectados severamente²⁶⁻²⁷, investigaciones más recientes sugieren fuertemente que la disfunción cardíaca subclínica podría estar presente desde las primeras etapas del deterioro fetal ²⁵. La identificación y monitoreo de la disfunción cardíaca puede ser relevante para propósitos clínicos y avanzar en el entendimiento de la relación entre RCIU y resultados cardiovasculares a largo plazo ²⁸. Las velocidades miocárdicas son marcadores sensibles de daño leve de la función sistólica y diastólica y por lo tanto útil en la identificación temprana de disfunción cardíaca sutil en etapas subclínicas ²⁹.

Comas y cols. (2010) evaluaron la función cardíaca por Doppler Tisular vs ecocardiografía convencional en fetos con restricción del crecimiento intrauterino mediante un estudio prospectivo en el que incluyeron 25 fetos con RCIU y 50 fetos con crecimiento normal entre las 24 y 34 semanas de gestación. Se midieron por ecocardiografía fetal convencional el Índice E/A, velocidades del tracto de salida y el índice de desempeño miocárdico y, por Doppler Tisular las velocidades miocárdicas picos, el Índice E'/A' y el índice de desempeño miocárdico. En este estudio se demuestra que con la ecocardiografía convencional, los fetos con RCIU muestran un incremento en el Índice de desempeño miocárdico izquierdo pero valores similares en el Índice E/A, velocidades del tracto de salida y en el Índice de desempeño derecho en comparación con los controles. El Doppler tisular demuestra que los fetos con RCIU tienen significativamente menores las velocidades miocárdicas sistólicas y diastólicas en el anillo mitral y tricúspideo, mayor el Índice E'/A' mitral, y mayores valores del Índice de desempeño miocárdico mitral, tricúspideo y septal. Concluyendo que el Doppler Tisular demuestra la presencia de disfunción cardíaca tanto de sístole como de diástole en fetos con restricción en el crecimiento. Por lo que el Doppler Tisular puede constituir una herramienta más sensible que el ecocardiograma convencional para evaluar la disfunción cardíaca en fetos con restricción del crecimiento ³⁰.

En contraste con la ecografía convencional, el Doppler Tisular muestra diferencias significativas entre fetos con RCIU y fetos sanos en la mayoría de los parámetros sistólicos y diastólicos. La disminución de las velocidades miocárdicas es uno de los primeros signos de disfunción sistólica y diastólica. Estos parámetros constituyen marcadores preclínicos sensibles de alteración en la función cardíaca ³⁰.

CAPITULO 5. OBJETIVOS

GENERAL

Determinar si existen diferencias en las velocidades miocárdicas propuestas en la pared libre del ventrículo derecho, pared libre del ventrículo izquierdo y septum interventricular tanto en sístole como en diástole evaluados por Doppler Tisular en fetos con RCIU comparadas con fetos Sanos en edades gestacionales comprendidas entre las 22-38 semanas.

ESPECIFICOS

Comparar las medias de los valores de la Velocidades miocárdica pico en la diástole temprana (onda E´) en el ventrículo izquierdo entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación.

Comparar las medias de los valores de la Velocidades miocárdica pico en la contracción auricular (onda A´) en el ventrículo izquierdo entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación.

Comparar las medias de los valores de la Relación E´/A´ en el ventrículo izquierdo entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación.

Comparar las medias de los valores del tiempo total de la onda E´ en el ventrículo izquierdo entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

Comparar las medias de los valores del tiempo total de la onda A´ en el ventrículo izquierdo entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

Comparar las medias de los valores del tiempo diastólico total en el ventrículo izquierdo entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

Comparar las medias de los valores del tiempo del pico de la onda A´ al pico de la onda E´ en el ventrículo izquierdo entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

Comparar las medias de los valores de la Velocidades miocárdica pico en la diástole temprana (onda E´) en el ventrículo derecho entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación.

Comparar las medias de los valores de la Velocidades miocárdica pico en la contracción auricular (onda A´) en el ventrículo derecho entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación.

Comparar las medias de los valores de la Relación E´/A´ en el derecho entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación.

Comparar las medias de los valores del tiempo total de la onda E´ en el ventrículo derecho entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

Comparar las medias de los valores del tiempo total de la onda A´ en el ventrículo derecho entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

Comparar las medias de los valores del tiempo diastólico total en el ventrículo derecho entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

Comparar las medias de los valores del tiempo del pico de la onda A´ al pico de la onda E´ en el ventrículo derecho entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

Comparar las medias de los valores de la Velocidades miocárdica pico en la diástole temprana (onda E´) en el tabique interventricular entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación.

Comparar las medias de los valores de la Velocidades miocárdica pico en la contracción auricular (onda A´) en el tabique interventricular entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación.

Comparar las medias de los valores de la Relación E´/A´ en el tabique interventricular entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación.

Comparar las medias de los valores del tiempo total de la onda E´ en el tabique interventricular entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

Comparar las medias de los valores del tiempo total de la onda A´ en el tabique interventricular entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

Comparar las medias de los valores del tiempo diastólico total en el tabique interventricular entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

Comparar las medias de los valores del tiempo del pico de la onda A´ al pico de la onda E´ en el tabique interventricular entre fetos sanos y fetos con Restricción del Crecimiento entre las 22-38 semanas de gestación

CAPITULO 6. JUSTIFICACION

El diagnóstico prenatal temprano de la disfunción miocárdica fetal es importante para la consejería a las pacientes sobre las opciones en el embarazo, las intervenciones terapéuticas, los cambios en el manejo obstétrico y proporcionar pronósticos fiables de resultados postnatales. La identificación y monitoreo de la disfunción cardíaca puede ser relevante para propósitos clínicos y avanzar en el entendimiento de la relación entre RCIU y resultados cardiovasculares a largo plazo. Nuevos desarrollos en la ecocardiografía permiten una evaluación mucho más completa de la función cardíaca, incluyendo mediciones del movimiento miocárdico por Imagen de Doppler Tisular. En adultos y niños, el Doppler tisular ha demostrado su uso en la predicción de enfermedades cardiovasculares futuras. La capacidad de movimiento de las fibras miocárdicas del ventrículo derecho, izquierdo y septum interventricular podría cambiar la velocidad de desplazamiento miocárdico medido por Doppler Tisular en fetos con restricción en el crecimiento intrauterino y esto podría ser valioso en el seguimiento ultrasonográfico de estos fetos. El examen de Doppler Tisular en el corazón fetal es una herramienta ecocardiográfica reproducible, factible que permite una evaluación cuantitativa del movimiento miocárdico.

El Instituto Nacional de Perinatología ya se encuentra realizada la estandarización de las mediciones de los parámetros cardíacos fetales con Doppler Tisular, por lo tanto se cuenta con personal capacitado para la realización de dichas mediciones, así mismo se cuenta con los ultrasonidos para realizar dichas mediciones así como con pacientes con diagnóstico de RCIU por lo que es factible realizar un estudio prospectivo para conocer si se encuentra diferencias entre fetos sanos y fetos con RCIU para posteriormente realizar estudios en estos tipos de pacientes y saber si el Doppler Tisular podría ser una herramienta ecocardiográfica mas sensible en la detección de disfunción cardíaca subclínica en fetos con RCIU.

CAPITULO 7. METODOLOGIA

PREGUNTA DE INVESTIGACION

Existe diferencia significativa en las medias de los valores de las velocidades miocárdicas sistólicas y diastólicas evaluadas en la pared libre del ventrículo izquierdo, ventrículo derecho y septum interventricular, entre fetos sanos y fetos con restricción en el crecimiento intrauterino entre las 22-38 semanas de gestación?

HIPOTESIS

Se encuentra una diferencia significativa ($p < 0.05$) en la velocidades miocárdicas sistólicas y diastólicas evaluadas en la pared libre del ventrículo izquierdo, pared libre del ventrículo derecho y tabique interventricular, entre fetos sanos y fetos con Restricción en el crecimiento intrauterino entre las 22-38 semanas de gestación.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Transversal Comparativo

LUGAR

Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”, en la Unidad de Investigación de Medicina Materno Fetal (UNIMEF) del Departamento de Medicina Materno Fetal.

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Velocidad pico en la diástole temprana (onda E')

- Definición Conceptual: Máxima velocidad de relajación de las fibras miocárdicas durante el llenado pasivo ventricular.
- Definición Operacional: Cuantificación de las señales de alta amplitud y baja velocidad del tejido miocárdico en movimiento (por técnica de Doppler tisular) durante el llenado o relajación ventricular. Se obtendrá al colocar el volumen muestra en la base de la pared del ventrículo derecho, en la pared libre del ventrículo izquierdo y en el septum interventricular.
- Tipo de variable: Cuantitativa continua
- Escala de medición: cm/seg.

Velocidad pico en la contracción auricular (onda A')

- Definición Conceptual: Máxima velocidad de relajación de las fibras miocárdicas durante la contracción auricular o llenado activo ventricular.
- Definición Operacional: Cuantificación de las señales de alta amplitud y baja velocidad del tejido miocárdico en movimiento (por técnica de Doppler tisular) durante la contracción auricular. Se obtendrá al colocar el volumen muestra en la base de la pared del ventrículo derecho, en la pared libre del ventrículo izquierdo y en el septum interventricular.
- Tipo de variable: Cuantitativa continua
- Escala de medición: cm/seg.

Relación E'/A'

- Definición Conceptual: Índice de velocidad de movimiento miocárdico de llenado ventricular en diástole temprana, respecto al llenado ventricular durante la contracción auricular.
- Definición Operacional: Índice obtenido de la división de la velocidad miocárdica pico en diástole temprana (E'), por la velocidad miocárdica pico en contracción auricular (A')
- Tipo de Variable: Dicotómica
- Escala de Medición: presente sí o no

Velocidad pico en la sístole ventricular (onda S')

- Definición Conceptual: Máxima velocidad de acortamiento de las fibras miocárdicas durante la sístole ventricular
- Definición Operacional: Cuantificación de las señales de alta amplitud y baja velocidad del tejido miocárdico en movimiento (por técnica de Doppler tisular) durante la sístole ventricular. Se obtendrá al colocar el volumen muestra en la base de la pared del ventrículo derecho, en la pared libre del ventrículo izquierdo y en el septum interventricular.
- Tipo de variable: Cuantitativa continua
- Escala de medición: cm/seg.

Tiempo total de la onda E'

- Definición conceptual: Duración de la fase correspondiente al llenado ventricular pasivo o diástole temprana, desde la apertura de las válvulas aurículo-ventriculares hasta el inicio de la contracción auricular.
- Definición operacional: Tiempo medido del inicio al fin de la primera onda del ciclo cardiaco obtenida por Doppler Tisular, correspondiente a la fase de llenado ventricular pasivo.
- Tipo de variable: Cuantitativa continua
- Escala de medición: milisegundos

Tiempo total de la onda A'

- Definición conceptual: Duración de la fase correspondiente al llenado ventricular activo o diástole tardía, desde el inicio de la contracción auricular hasta la apertura de la válvula aórtica o pulmonar.
- Definición operacional: Tiempo medido del inicio al fin de la segunda onda del ciclo cardiaco obtenida por Doppler Tisular, correspondiente a la fase de llenado ventricular activo.
- Tipo de variable: Cuantitativa continua
- Escala de medición: milisegundos.

Tiempo diastólico total

- Definición conceptual: tiempo de duración de la diástole completa, incluyendo la fase de llenado ventricular pasivo y activo (o contracción auricular)
- Definición operacional: Suma obtenida del tiempo total de la onda E' y el tiempo total de la onda A'.
- Tipo de variable: Cuantitativa continua
- Escala de medición: milisegundos.

Tiempo del pico de la onda A' al pico de la onda E'

- Definición conceptual: tiempo que tarda la fase máxima de desplazamiento miocárdico en el llenado pasivo ventricular a la fase máxima de llenado ventricular activo en la contracción auricular.
- Definición operacional: Tiempo del pico máximo generado por la onda E', al pico máximo generado por la onda A', medido mediante Doppler Tisular.
- Tipo de variable: Cuantitativa continua
- Escala de medición: milisegundos

Restricción en el crecimiento Intrauterino por insuficiencia placentaria

- Definición Conceptual: Patología del embarazo debida a la falla del feto para llevar a cabo su potencial de crecimiento, lo que depende de un potencial de crecimiento determinado genéticamente y su modulación por factores fetales, maternos y del medio ambiente.
- Definición operacional: Peso fetal estimado por debajo de la percentil 10 para edad gestacional en combinación con Doppler Normal (IP de la arteria umbilical >p95, IP Arteria cerebral media <p5 o IP Arteria Uterina >P95 para edad gestacional)
- Tipo de Variable: Cualitativa dicotómica.
- Escala de Medición: Presente o Ausente.

Feto Sano

- Definición Conceptual: Feto sin alteraciones estructurales, cromosómicas, ni del crecimiento valorado prenatalmente con crecimiento acorde a fecha de última gestación confiable o ultrasonido del primer trimestre medido con longitud cráneo rabadilla.
- Definición Operacional: Feto sometido a ultrasonido de II nivel como método de diagnóstico prenatal en quien se excluya alteraciones del crecimiento, alteraciones estructurales o marcadores de cromosomopatía.
- Tipo de variable: Cualitativa dicotómica
- Escala de medición: Presente o ausente

UNIVERSO DEL ESTUDIO

Pacientes con embarazo único, de la semana 22 a 38 semanas de gestación por fecha de última menstruación segura y confiable o por fetometría del primer trimestre.

POBLACION ACCESIBLE

Pacientes que acudan al servicio de Medicina Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes" con embarazo único de 22 a 38 semanas de gestación con diagnóstico de Restricción en el crecimiento Intrauterino

CRITERIOS DE SELECCION

CRITERIOS DE INCLUSION

- Pacientes que acepten participar en el estudio con carta de consentimiento informado firmada
- Fetos con vitalidad en el momento del estudio de 22 a 38 semanas
- Fetos con crecimiento fetal normal por ultrasonidos previos y sin defecto estructural ni marcadores para cromosomopatías
- Fetos con diagnóstico de Restricción en el crecimiento intrauterino de causa placentaria de cualquier estadio clínico (I-V) de las 22 a 38 semanas de gestación
- Fetos con valoración hemodinámica de la Arteria Umbilical, Arteria Cerebral Media, Índice cerebro placentario, Ducto Venoso, Arterias Uterinas

CRITERIOS DE NO INCLUSION

- Pacientes que no acepten participar en el estudio
- Pacientes en los que no sea posible la medición de los parámetros cardiacos por Doppler tisular fetal
- Fetos de madres diabéticas
- Fetos con arritmias
- Fetos con Restricción del crecimiento intrauterino de causa infecciosa o alteración estructural

TIPO DE MUESTREO

No probabilístico de casos consecutivos

TAMAÑO DE MUESTRA

Se determinó por conveniencia el tamaño de muestra de 10 pacientes

DESCRIPCION DEL ESTUDIO

El estudio se llevara a cabo en el servicio de Medicina Materno Fetal en el área de UNIMEF (Unidad de Investigación de Medicina Fetal) del Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinosa de los Reyes.

Las pacientes que acudan al servicio de Medicina Materno Fetal y que cumplan con los criterios de inclusión, serán invitadas a participar en el estudio previa firma de la Carta de Consentimiento Informado (Anexo I) y recolección de los datos generales (Anexo II). Posteriormente las pacientes serán valoradas en la UNIMEF donde se realizarán las mediciones de los parámetros del Doppler Tisular fetal por médicos previamente estandarizados en la técnica. Se dividirán en dos grupos a las pacientes, un grupo de pacientes con fetos sanos que se utilizaran como controles y otro grupo de pacientes con fetos con diagnóstico previo de Restricción del crecimiento intrauterino. Posteriormente se realizará en una sola ocasión las mediciones de parámetros cardiacos con Doppler Tisular (Anexo III) las cuales quedaran registradas en las hojas de recolección para el análisis estadístico.

Se realizarán mediciones en la pared libre del ventrículo izquierdo, pared libre del ventrículo derecho y tabique interventricular, posteriormente estas mediciones se guardarán en la memoria interna del equipo ultrasonográfico para posteriormente enviarlas a un equipo de cómputo de la UNIMEF para su análisis offline. Un total de 24 mediciones de los parámetros cardiacos tanto sistólicos como diastólicos serán medidos offline en el programa de computo *Viewpoint*® por cada feto evaluado ya sea que pertenezca al grupo de caso o control. La evaluación del Doppler Tisular se realizarán con equipos de ultrasonido de alta resolución marca General Electric Voluson 730 Expert; General Electric Medical System Europe -78

Se utilizó el programa *View Point*® de *GE Health Care*, versión 5.6. Se ingresó al menú principal del programa y se accede al submenú de exploración y lista de estudios. Se introduce el nombre de la paciente para acceder al grupo de imágenes correspondientes al caso, se selecciona la imagen del Doppler Tisular a evaluar y se pulsa en el submenú superior de la pantalla la ventana que indica “medir”. (ANEXO IV).

Dentro de la imagen seleccionada, se coloca el cursor en cualquier parte dentro de la imagen y se pulsa el click derecho del mouse para obtener la opción de calibrar, cuestión que es imprescindible para la precisión en las mediciones. Se realizó lo correspondiente, calibrando a 25 cm/seg para las mediciones de velocidades pico de las ondas E', A' y S'. Dichas mediciones se obtuvieron y registraron. Posteriormente se realiza la calibración para el tiempo, considerando un estándar de 1000ms, habiendo hecho esto, se midieron por cm/seg las velocidades pico de la onda E', velocidad pico de la onda A', velocidad pico de la sístole y posteriormente se midieron en ms los tiempos totales de las ondas E', onda A', y tiempo del pico de la onda E' a la onda A'. Las mediciones de la relación E'/A', tiempos diastólicos totales, se obtuvieron mediante la operación aritmética correspondiente derivada de los datos básicos ya obtenidos y registrados de las ondas previas.

Al tener las mediciones offline se realizara el análisis estadístico con comparación de medianas entre los dos grupos con Test de la U de Mann-Whitney y se tomaran un caso para 2 controles.

Ningún resultado de las mediciones se utilizara como determinante para normar la conducta obstétrica. Toda la información quedara registrada en las hojas de recolección de datos correspondientes.

ANALISIS ESTADÍSTICO

Utilizaremos estadística descriptiva y análisis descriptivo para las características generales de la población.

La comparación de medias se evaluará con una prueba no paramétrica ya que la muestra de un grupo de pacientes es < 10 observaciones. Se utilizará test de la U de Mann-Whitney utilizando el programa SPSS 18. Se incluirán dos controles por cada caso. Se formarán dos grupos de datos, siendo A el tamaño de la primera muestra (fetos sanos) y B (fetos con restricción en el crecimiento intrauterino) de la segunda muestra.

Posteriormente hay que comparar cada pareja de valores entre sí. Al tener los resultados se valorará para ver si estos resultados obtenidos son lo suficientemente grande para rechazar la hipótesis nula al nivel 0.05.

CAPITULO 8. RESULTADOS

Se realizó un estudio transversal para evaluar las velocidades miocárdicas en la pared libre del ventrículo izquierdo, pared libre del ventrículo derecho y tabique interventricular en fetos con RCIU y fetos sanos entre las 22-38 semanas de gestación.

La población en estudio incluyó un total de 27 pacientes, 9 casos con diagnóstico de Restricción del Crecimiento Intrauterino y 18 controles de fetos sanos.

Los pacientes fueron seleccionadas de mujeres que asistieron al área de investigación del Departamento de Medicina Materno Fetal UNIMEF del INPerIER. Las pacientes dieron su consentimiento informado por escrito antes de la realización del estudio.

Se formaron 2 grupos de pacientes. El Grupo 1 incluyó fetos con RCIU y el Grupo 2 fetos sanos. La edad gestacional fue calculada basada en la longitud cráneo rabadilla por ultrasonido de primer trimestre o por fecha de última regla confiable. El RCIU fue definido como un peso fetal estimado debajo de la percentil 10 de acorde a las curvas de referencia locales, junto con alteración de la flujometría Doppler de los siguientes vasos fetales: Arteria Umbilical, Arteria Uterinas, Ducto venoso, Arteria Cerebral Media valorando el Índice de Pulsatilidad o un peso fetal estimado por debajo del percentil 3 con flujometria de los vasos fetales normales.

La media para edad gestacional en el grupo control fue de 31 SDG (23-38 SDG) y para el grupo de los casos fue de 31.1 SDG (27-37SDG). Los 27 pacientes contaban con ultrasonido estructural en el 2do trimestre para excluir restricción del crecimiento por defecto estructural. Las madres de los fetos controles fueron consideradas sanos al no presentar ninguna patología previa al embarazo ni relacionada con el embarazo. Así mismo se consideró un feto sano como aquel con un crecimiento normal verificado por longitud cráneo rabadilla de primer trimestre o con crecimiento acorde a fecha de última regla y sin alteraciones estructurales. Todos los pacientes fueron evaluados ultrasonográficamente utilizando un ultrasonido Voluson 730 expert para medición de Doppler Tisular. El Doppler Tisular fue obtenido en tiempo real usando un transductor 2-10 MHz. Primero una vista de cuatro cámaras fue obtenida en una vista apical o basal. El Doppler Tisular fue colocado en modo pulsado con un volumen muestra de 2.3 mm. El volumen muestra fue colocado en la parte basal de la pared libre del ventrículo izquierdo (anillo mitral), septum interventricular y pared libre del ventrículo derecho (anillo tricuspideo). Se utilizó un ángulo de corrección < 20 grados. Fueron medidos las velocidades pico en la diástole temprana (E'), Contracción auricular (A').

Las características demográficas así como la evaluación Doppler básica de las pacientes en quienes se realizó la evaluación cardiaca fetal por Doppler tisular se

muestran en la tabla 4. Presentando una media para edad gestacional de 31 semanas para ambos grupos.

Todos los casos de RCIU fueron evaluados por flujometría Doppler, reportándose en el 66% de los casos RCIU estadio clínico IV-V. Se obtuvo una media para peso fetal estimado de 1219 grs. (707-2265 grs.)

Se realizó análisis estadístico con test de U de Mann-Whitney para diferencia de medias. Se obtuvo diferencia significativa en las velocidades miocárdicas pico en la contracción auricular (onda A') del ventrículo izquierdo y en las velocidades miocárdicas pico sistólicas en el ventrículo izquierdo (figura 7,9).

En la velocidad pico de la contracción auricular (onda A') del ventrículo izquierdo se obtuvo una mediana de 6.10 cm/seg en fetos con RCIU comparado con una mediana de 7.80 cm/seg en fetos sanos con una $p=0.04$ (Tabla 5).

En la velocidad pico sistólico (onda S) del ventrículo izquierdo se obtuvo una mediana de 4.44 cm/seg en fetos con RCIU comparado con una mediana de 5.61 cm/seg en fetos sanos con una $p=0.001$ (Tabla 5).

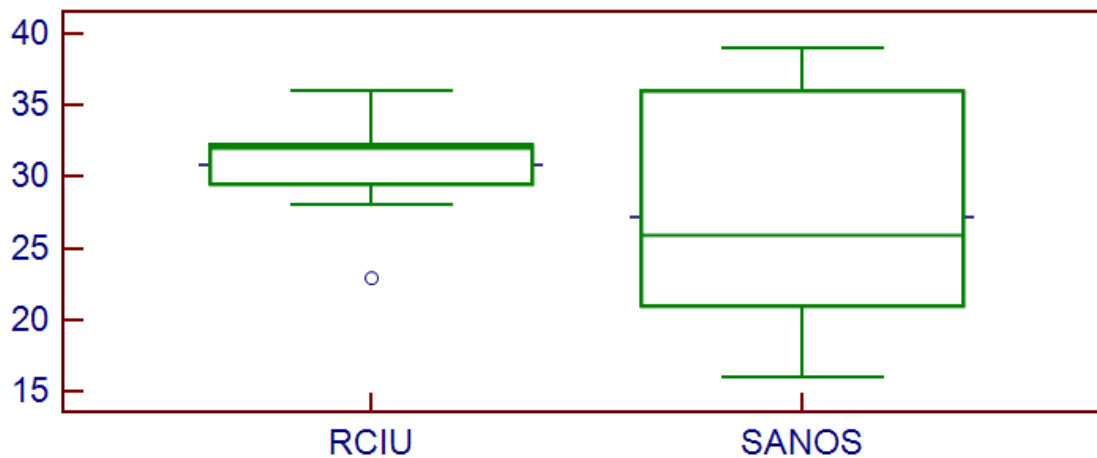
Tabla 4. Características Demográficas de los fetos controles

No. de Control	Edad Materna	SDG	Paridad G P C A	Diagnostico de Ingreso al INPerIER
1	36	31.1	G5 P 0 C1 A3	EMR
2	21	33.6	G3 P2 C0 A0	IIC
3	22	33	G1	Tumor Ovario
4	26	30.4	G1	Síndrome de Gilbert
5	21	33.4	G3 P2 C0 A0	ICC
6	37	38.2	G2 P0 C0 A1	EMR
7	39	34.4	G2 P0 C0 A1	EMR
8	21	33.5	G3 P2 C0 A0	Antec. Preeclampsia
9	26	30.4	G1	Antec.Preeclampsia
10	37	31.1	G5 P1 C0 A3	EMR
11	22	32.5	G1	Depresión Mayor
12	37	32	G5 P1 C0 A3	PGR
13	19	23.6	G2 P0 C0 A1	Rh(-) no aloinmunizada
14	26	28.3	G4 P0 C0 A3	PGR
15	16	25.2	G1 P0 C0 A0	Adolescente
16	29	25.6	G3 P0 C1 A1	Antec. de Infertilidad
17	24	23.3	G2 P1	Antec. Parto Inmaduro
18	31	35	G1 P0 C0 A0	Obesidad
Media 1DS	27.2 (±4.2)	31 (±5.5)		

Semanas de Gestación (SDG), Insuficiencia Ístmico-Cervical (IIC), Edad materna de Riesgo (EMR), Perdida Gestacional recurrente (PGR).

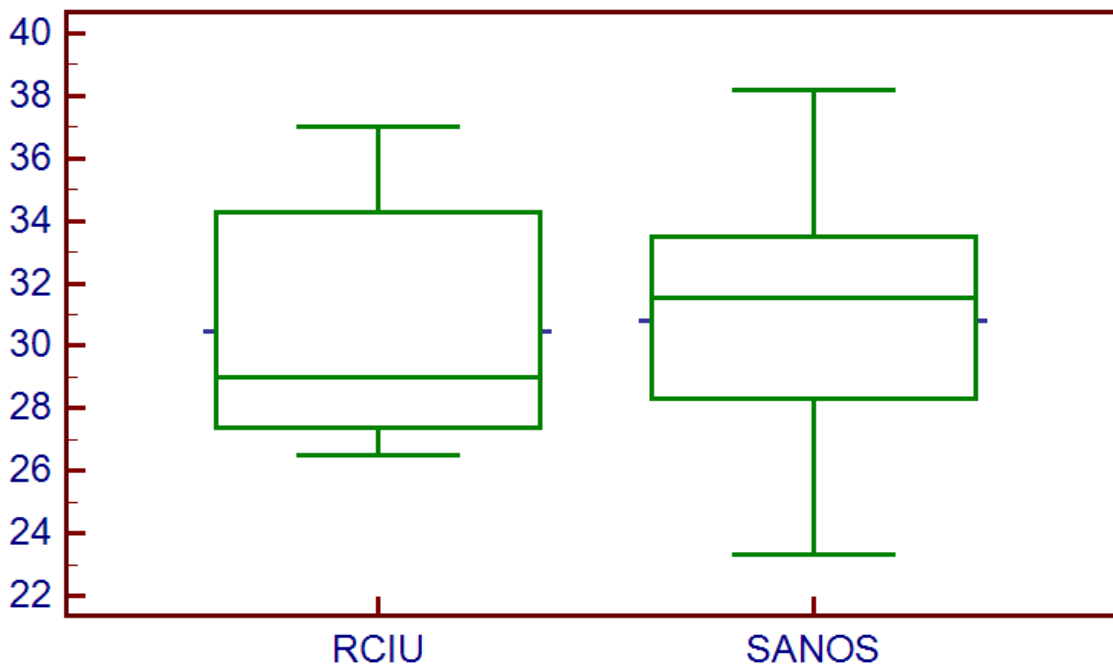
Fuente: Expedientes del INPerIER

Grafica 1. Características demográficas (edad materna) del grupo con RCIU y fetos controles.



Fuente: Expedientes del INPerIER de los casos y controles

Grafica 2. Características demográficas (edad gestacional) del grupo con RCIU y fetos controles.



Fuente: Expedientes del INPerIER de los casos y controles

Tabla 5. Características Doppler de los casos .El estadio clínico de la RCIU, peso fetal estimado y las semanas de gestación (SDG) son reportadas al momento de la evaluación cardiaca por Doppler Tisular. Índice de Pulsatilidad (IP).

No. de caso	SDG	Estadio Clínico RCIU	Peso Fetal estimado grs.	IP Arteria Umbilical Cm/seg	IP Arteria Cerebral Media cm/seg	Índice Cerebro placentario (ICP)	IP Ducto Venosos cm/seg	Índice de liquido amniótico	IP medio de Arterias Uterinas cm/seg	Resultado del Ultrasonido estructural
1	34.6	I	1769	0.64	1.44	2.68		6.2		Sin alteraciones estructurales
2	26.5	I		1.7	2.65	1.50	0.73	Normal		Sin alteraciones estructurales
3	27.5	V		1.88	1.69	0.89	0.94	Normal		Sin alteraciones estructurales
4	29	IV	758	1.92	1.40	0.72	1.29	3		Sin alteraciones estructurales
5	34.2	IV	1517	1.03	1.15	0.89		13.3	1.49	Sin alteraciones estructurales
6	37	I	2265	1.24	1.48	1.19		Normal	1.5	Sin alteraciones estructurales
7	27.1	V	707	2.83		0.46	2.10	3.16	3.16	Sin alteraciones estructurales
8	29.6	V	790	3.10 Sístole reversa			5.3 Onda A reversa	Anhidramnios		Sin alteraciones estructurales
9	28.5	IV	730	1.82	1.36	0.74	1.26	3		Sin alteraciones estructurales
Media	30.6		1219	1.79	1.59	1.13	1.93		2.05	

Fuente: Base de datos de la Unidad de Investigación de Medicina Materno Fetal (UNIMEF) del INPEerIER

Tabla 5. Resultados de Test de Mann-Whitney (Muestras impares)

VARIABLE	RCIU (n=9)		CONTROLES (18)		Valor <i>p</i>
	Md cm/seg (Rango)	IC 95%	Md cm/ seg(Rango)	IC 95%	
Ventrículo Izquierdo Velocidad pico en la diástole Temprana (onda E´)	5.65 4.44-9.07	4.95-6.87	5.92 4.74-9.28	5.55-6.83	0.70
Ventrículo Izquierdo Velocidad pico en la contracción auricular (onda A´)	6.10 3.47-8.77	4.40-8.28	7.80 5.47-13.4	6.34-8.94	0.04
Ventrículo Izquierdo Relación E´/A´	0.96 0.61-1.90	0.64-1.64	0.85 0.41-1.36	0.64-0.946	0.11
Ventrículo izquierdo Tiempo total de la onda E´	47.6 40.7-70.8	44.4-60.7	53.8 40.7-83.8	48.9-60.5	0.32
Ventrículo Izquierdo Tiempo total de la onda A´	50.5 38.9-79.1	44.9-58.9	47.1	34.3-72.2	0.57

Valor de *p* obtenido por U de Mann-Whitney. Fuente: Base de Datos de la Unidad de Investigación en Medicina Materno Fetal-INPerIER

VARIABLE	RCIU (n=9)		CONTROLES (n=18)		Valor p
	Md DS (Rango)	IC 95%	Md DS (Rango)	IC 95%	
Ventrículo Izquierdo					
Tiempo del pico de la onda E´ a la onda A´	48.2 41.6-78.8	44.7-78.6	57.1 28.7-81.9	48.6-67.3	0.75
Ventrículo Derecho					
Velocidad pico en la diástole Temprana (onda E´)	6.25 3.33-74.3	5.40-7.47	6.56 4.74-44.6	6.09-7.15	0.62
Ventrículo Derecho					
Velocidad pico en la contracción auricular (onda A´)	7.29 6.66-49.6	6.85-8.59	7.74 5.75-71.2	7.14-8.51	0.42
Ventrículo Derecho					
Relación E´/A´	0.85 0.50-1.49	0.68-0.95	0.83 0.55-1.20	0.70-0.91	0.69
Ventrículo Derecho					
Tiempo total de la onda E´	49.2 38.8-68.4	44.9-64.7	42.4 4.77-66.9	39.5-52.2	0.14

Valor de p obtenido por U de Mann-Whitney. Fuente: Base de Datos de la Unidad de Investigación en Medicina Materno Fetal-INPerIER

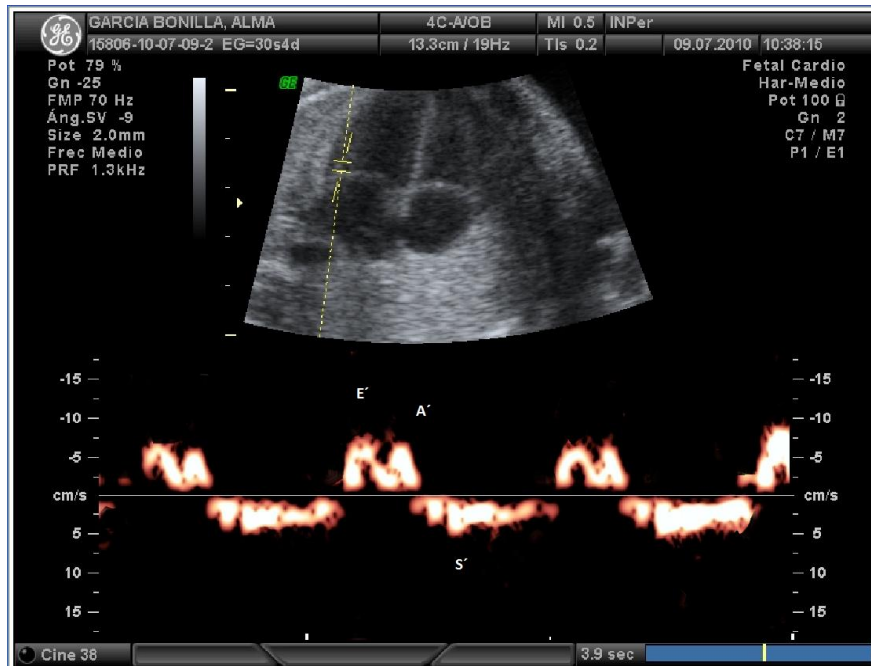
VARIABLE	RCIU (n=9)		CONTROLES (n=18)		Valor <i>p</i>
	Md DS (Rango)	IC 95%	Md DS (Rango)	IC 95%	
Ventrículo Derecho					
Tiempo del pico de la onda E´ a la onda A´	61 40.4-72.6	47.3-67.92	52.1 5.05-88.8	37.13-59.46	0.15
Tabique Interventricular					
Velocidad pico en la diástole Temprana (onda E´)	5.46 4.02-6.10	4.20-5.88	5.55 4.31-6.57	4.65-5.97	0.35
Tabique Interventricular					
Velocidad pico en la contracción auricular (onda A´)	5.26 3.22-6.11	4.12-5.99	5.58 3.96-7.39	4.93-5.89	0.36
Tabique Interventricular					
Relación E´/A´	0.90 0.76-1.82	0.82-1.44	0.93 0.64-10.9	0.86-1.08	0.95
Tabique Interventricular					
Tiempo total de la onda E´	54.9 41.4-68	42.4-62.5	47.3 32.3-66.5	43.2-53.3	0.24

Valor de *p* obtenido por U de Mann-Whitney. Fuente: Base de Datos de la Unidad de Investigación en Medicina Materno Fetal-INPerIER

VARIABLE	RCIU (n=9)		CONTROLES (n=18)		Valor p
	Md DS (Rango)	IC 95%	Md DS (Rango)	IC 95%	
Tabique Interventricular Tiempo diastólico total	102.5 75.8-131.5	92.5-123.3	98.4 8.84-130-1	84.83-104.4	0.43
Tabique Interventricular Tiempo del pico de la onda E´ a la onda A´	48.6 32.4-73	32.5-62	53.9 33.3-75.8	46.43-63.48	0.17
Ventrículo Izquierdo Velocidad pico sistólico (onda S)	4.44 3.65-5.75	4.31-4.89	5.61 4.14-10.7	5.10-6.23	0.001
Ventrículo Derecho Velocidad pico sistólico (onda S)	5.35 4.12-6.8	4.62-5.91	5.18 4.18-6.9	4.81-5.47	0.71
Tabique Interventricular Velocidad pico sistólico (onda S)	4.3 3.17-5.97	3.50-5.72	4.39 3.57-5.76	4.12-4.74	0.79

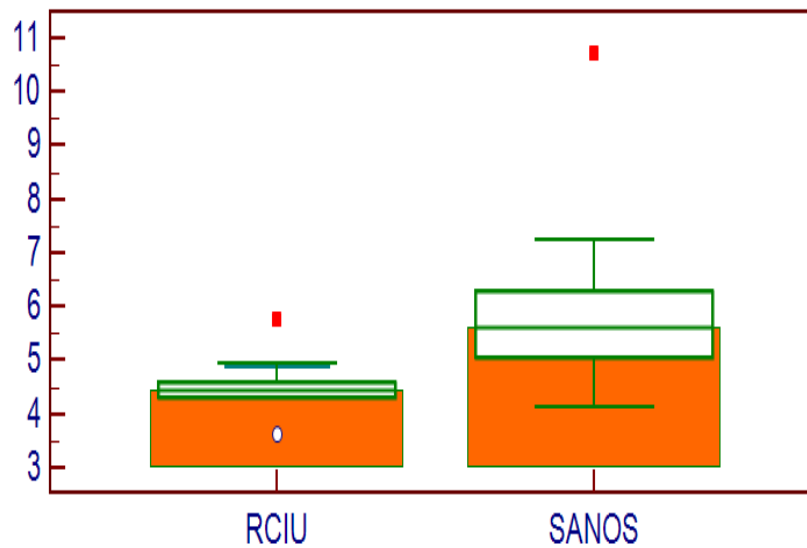
Valor de p obtenido por U de Mann-Whitney. Fuente: Base de Datos de la Unidad de Investigación en Medicina Materno Fetal-INPerIER

Figura 6. Espectro de Doppler Tisular de las velocidades Miocárdicas en diástole temprana (E'), en contracción auricular (A'), y en sístole (S') medidas en la pared libre del ventrículo izquierdo.



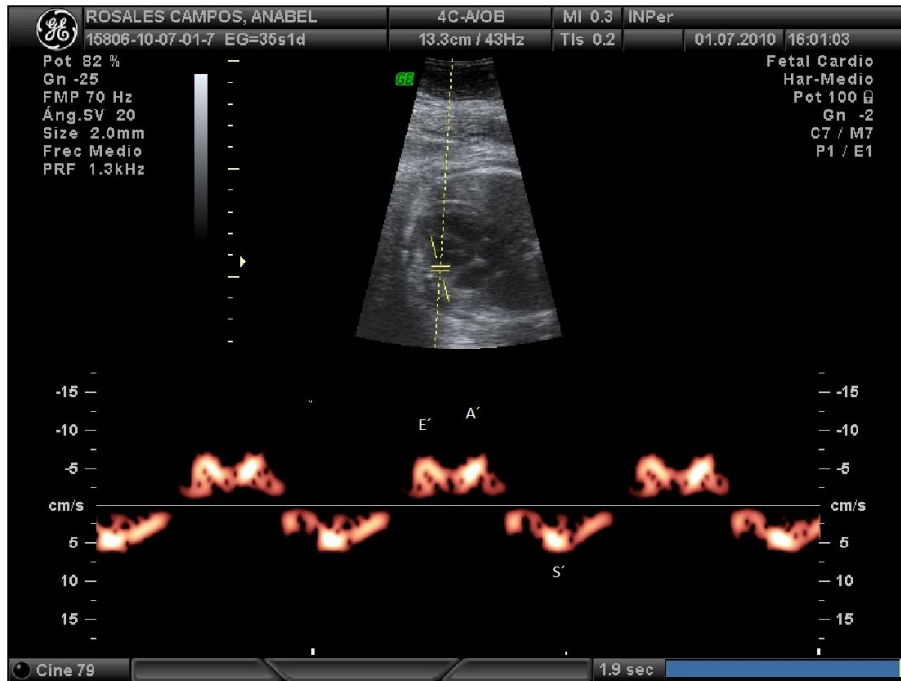
Fuente: Base de datos de la UNIMEF del INPerIER

Figura 7. Grafica de comparación en la medición de las Velocidades miocárdicas pico en la sístole en el ventrículo izquierdo (onda S) entre fetos con RCIU y fetos con sanos mostrando diferencia significativa



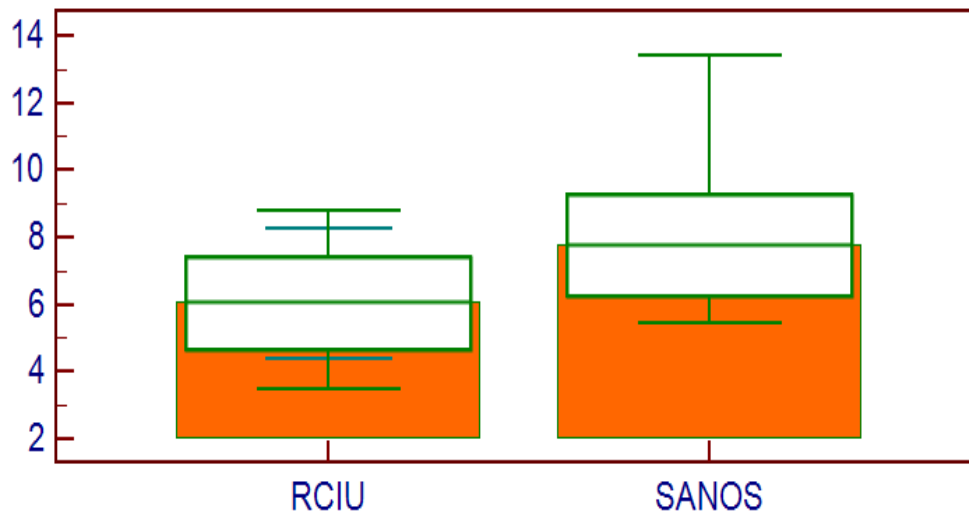
Fuente: Base de datos de la UNIMEF INPerIER

Figura 8. Espectro de Doppler Tisular de las Velocidades miocárdicas valoradas por Doppler Tisula en diástole temprana (onda E'), contracción auricular (onda A') y sístole en ventrículo derecho.



Fuente: Base de datos de la UNIMEF INPerIER

Figura 9. Grafica de comparación en la medición de las velocidades miocárdicas pico en la contracción auricular (onda A') entre fetos con RCIU y fetos sanos mostrando diferencias significativas.



Fuente: Base de datos de la UNIMEF INPerIER

CAPITULO 9. DISCUSION

En este estudio, el Doppler Tisular mostró diferencias en las velocidades miocárdicas fetales tanto en diástole como en sístole del ventrículo izquierdo, sugiriendo que el Doppler tisular podría ser una herramienta para evaluar la función cardíaca en fetos con RCIU.

Los dos parámetros que presentaron una diferencia significativa fueron la Velocidad pico en la contracción auricular (onda A') en ventrículo izquierdo y la Velocidad pico en la sístole (onda S) en el ventrículo izquierdo. Las modificaciones que se presentaron son las disminuciones en las velocidades de los parámetros mencionadas, medidas por cm/seg.

Las diferencias observadas en nuestro estudio entre fetos con RCIU y fetos sanos se contrasta con un estudio de Watanabe y cols.³¹ quienes fallaron en demostrar diferencia significativa en las velocidades miocárdicas usando Doppler Tisular en un grupo de 12 fetos con RCIU definido solamente en la base del peso fetal.

En este estudio no se logró detectar diferencias significativas en las velocidades medidas en el tabique interventricular esto podría explicarse por la estrechez del tejido miocárdico. Así mismo tampoco se demostró diferencia significativa en las velocidades miocárdicas del ventrículo derecho.

La fase de llenado ventricular consta de dos etapas: la temprana (onda E), que depende de la relajación ventricular, y la tardía, dada por la contracción auricular (onda A). Se ha descrito que las alteraciones en el retorno venoso o en la distensibilidad de la fibra ventricular se caracterizan por una alteración de los flujos en las dos ondas características de la diástole ventricular. Al considerar esta fisiopatología las velocidades miocárdicas disminuyen en el ventrículo izquierdo explicadas por los cambios hemodinámicos conocidos en el retorno venoso en fetos con restricción en el crecimiento.

Se podría argumentar que la reducción de las velocidades miocárdicas en fetos con RCIU podría ser explicada por el peso menor en estos fetos. Ha sido descrito que las velocidades miocárdicas se incrementan a través de la edad gestacional y esto es probablemente relacionado al incremento en el tamaño cardíaco⁷. Esto no se demuestra en nuestro estudio ya que tanto los casos como los controles presentan la misma media para edad gestacional, además solo se observaron diferencias en el ventrículo izquierdo y no en el ventrículo derecho y tabique interventricular.

La disfunción cardíaca y por consiguiente la disminución de la velocidad miocárdica podría ser debido a sobrecargas de presión y / o volumen, de alteraciones intrínsecas de la función miocárdica o de trastornos del ritmo o de la conducción cardíaca. Otra posible causa descrita de la posible disminución de las

velocidades es una disminución en la inervación simpática en el miocardio inmaduro que puede influir en la respuesta al estrés del miocardio. En un corazón muy inmaduro, los miofilamentos están organizados en una manera más caótica, pero se vuelven mejor organizados conforme la gestación avanza. Estas diferencias morfológicas han sido usadas para explicar la habilidad reducida de los miocitos fetales para la contracción. Sin embargo en nuestro estudio se compararon grupos de edad gestacional similares.

Con los resultados obtenidos en este estudio no es posible valorar si estos cambios en la disminución de las velocidades miocárdicas se presentan antes de los cambios de la flujometría doppler en fetos con RCIU o si podrían ser la consecuencia de las modificaciones en las resistencias vasculares debido a la insuficiencia placentaria. En nuestra muestra de casos de RCIU se incluyó el 66% de los casos estadios clínicos de RCIU IV-V por lo que habría considerar el posible cambio de las velocidades miocárdicas por la alteración en las resistencias vasculares fetales.

En caso de que se presentaran estos cambios antes de las modificaciones en la resistencia de los vasos fetales medidos por Doppler, podría ser una herramienta para detectar cambios tempranos de disfunción sistólica y diastólica antes de que aparezcan modificaciones en los parámetros del Doppler convencional o datos ultrasonográficos indirectos sugerentes de fallo cardiaco. Por lo tanto esta herramienta podría agregarse a las parámetros ultrasonográficos utilizados para la clasificación clínica RCIU.

En este estudio siguiendo todas los settings ultrasonográficos propuesto por el Departamento de Medicina Materno Fetal del INPerIER basados en una fase de estandarización previa fue posible obtener en todos los fetos las 24 mediciones propuestas.

Se podría considerar en los siguientes estudios aumentar el tamaño de la muestra cuando el objetivo sea la evaluación del comportamiento de estas mediciones a lo largo de la gestación y poder utilizar el Doppler tisular como una herramienta diagnóstica de disfunción cardiaca sub-clínica y poder contribuir en hacer más específicos los criterios de clasificación y seguimiento de los fetos con diagnostico de RCIU con el objetivo final de mejorar los resultados de mortalidad y morbilidad en este grupo de alto riesgo.

CAPITULO 10. CONCLUSIONES

En nuestro estudio se presentaron diferencias significativas tanto en la función diastólica como en la sistólica entre fetos sanos y fetos con restricción del crecimiento intrauterino.

Las velocidades que presentaron una disminución de la velocidad miocárdica son la Velocidad pico en la contracción auricular (onda A') del ventrículo izquierdo y la Velocidad pico en la sístole del ventrículo izquierdo.

Las velocidades miocárdicas medidas tanto en ventrículo derecho como en el Tabique interventricular no presentaron diferencia estadísticamente significativa.

Se incluyeron un total de 24 parámetros cardíacos para medición para cada feto. Las mediciones propuestas por la Unidad de Investigación de Medicina Materno Fetal (UNIMEF) del INPerIER son las siguientes: Tiempo Diastólico Total, Tiempo total de la onda E', Tiempo total de la onda A' y Tiempo del pico de la onda E' al pico de la onda A', las cuales en la fase de estandarización en un estudio previo en la UNIMEF mostraron coeficientes de correlación positivos, por lo que aunque en este estudio no se demostró diferencias significativas en fetos con RCIU deben de seguir utilizándose ya que podrían tener cambios en otras patologías fetales con una fisiopatología diferente al RCIU y causar cambios en los parámetros cardíacos evaluados por Doppler Tisular.

La vigilancia ultrasonográfica actual de fetos con RCIU involucra la evaluación Doppler arterial y venosa para predecir cambios críticos desde la adaptación a la descompensación y daño isquémico in útero. La detección de un precursor antes de la descompensación de la función cardíaca podría ser usada para mejorar los algoritmos actuales para la predicción y prevención de la mortalidad. Este precursor podría ser la ecocardiografía con la evaluación por Doppler Tisular al presentarse la disminución de las velocidades miocárdicas ventriculares tanto en diástole como en sístole.

Estos resultados obtenidos son preliminares de una línea de investigación de Doppler tisular que se lleva a cabo en la Unidad de Investigación del Servicio de Medicina Materno Fetal del INPerIER, ya que se considera importante determinar la función cardíaca fetal asociada con RCIU a fin de mejorar el proceso de toma de decisiones y contribuir a la determinación del pronóstico neonatal.

CAPITULO 11. BIBLIOGRAFIA

1. - Huhta JC, Kales E, Casbohm A. Fetal Tissue Doppler-a new technique for perinatal cardiology. *Current Opin Pediat* 2003; 15: 472-474
- 2.- Gratacos E, Gómez R, Romero R. *Medicina Fetal*. Editorial Médica Panamericana 2007
- 3.- Deng J, Charles H. Rodeck. New fetal cardiac imaging techniques. *Prenatal Diagnosis* 2004; 24: 1092-1103
4. - Lee W, Comstock CH. Prenatal Diagnosis of Congenital Heart Disease: Where are we now? *Ultrasound Clinics* 1 (2006) 273-291
- 5.- Gratacos E, Gómez R, Romero R. *Medicina Fetal*. Editorial Medica Panamericana 2007.
6. - Matsui H, Gardiner H. Current Aspects of Fetal Cardiovascular Function, *Fetal and Maternal Medicine* 2008; 19:1 61-84
- 7.- Harada K. Tissue Doppler imaging in the normal fetus. *International Journal of Cardiology* 1999, Volume 71, Issue 3, Pages 227-234)
- 8.- García EH, Servicio de Ecografía del Instituto de Cardiología de Corrientes "Juan F. Carbajal", Argentina. *Revista de CONAREC*. Año17, No. 65. 2001
- 9.- Guzmán M. Principios físicos, metodología, consistencia y seguridad del ultrasonido Doppler en la evaluación fetoplacentaria. *Ginecol Obstet Mex* 2007;75 (10):621-9
- 10.- Huhta JC, Kales E, Casbohm A. Fetal Tissue Doppler-a new technique for perinatal cardiology. *Current Opin Pediat* 2003; 15: 472-474
- 11.- Steinhard J, Heining J, Schmitz R, O.A. Breithardt. Tissue Doppler Imaging of the Fetal Heart- A New Parametric Ultrasound Technique in Prenatal Medicine. *Ultraschall in Med* 2007; 28:578-583
- 12.- Nii M, Roman KS, John Kingdom. Assessment of the Evolution of Normal Fetal Diastolic Function during Midand Late Gestation by Spectral Doppler Tissue Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2006; 19:1431-1437
- 13.- Steinhard J, Heining J, Schmitz R, O.A. Breithardt. Tissue Doppler Imaging of the Fetal Heart- A New Parametric Ultrasound Technique in Prenatal Medicine. *Ultraschall in Med* 2007; 28:578-583

- 14.- Paladín D, Lamberte A, et al. Tissue Doppler imaging of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 530-535
- 15.- Jamjureeruk V. Evaluation of ventricular myocardial velocities and heart motion of the heart by tissue Doppler image. *J Med Assoc Thai*, 2001 Aug; 84 (8):1158-63
- 16.- Tutschek B, Zimmermann T, et al. Fetal Tissue Doppler Echocardiography: Detection rates of Cardiac Structures and Quantitative Assessment of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 21:26-32
- 17.- Chan L, Fok W, Wong J, Yu C, Leung T. Referent charts of gestation-specific tissue Doppler imaging indices of systolic and diastolic function in the normal fetal heart. *American Heart Journal*, Volume 150, Issue 4, Pages 750-755
- 18.-Garcia M. Guzman M. Tesis para obtener la tesis en subespecialidad de Medicina Materno Fetal “Concordancia de la implementación de una nueva técnica de evaluación cardiaca fetal mediante vectores de desplazamiento miocárdico Tissue Doppler”. InperIER, 2009.
- 19.- Salafria CM, Charles AK, Maas EM. Placenta and fetal growth restriction. *Clin Obstet Gynecol* 2006; **49**: 236–256.
- 20.- Haram K, Softeland E, Bukowski R. Intrauterine growth restriction. *Int J Gynaecol Obstet* 2006; **93**: 5–12
- 21.- Mari H. Intrauterine Growth Restriction: How to Manage and When Deliver. *Clinical Obstetrics and Gynecology*. 2007 Vol 50 Num 2. P. 497-509
- 22.- Pardi G, Marconi AM, Cetin I. Pathophysiology of intrauterine growth retardation: role of the placenta. *Acta Paediatr* 1997 Sup 423 p. 170-172.
- 23.- Naujorks A, Zielinsky P, Beltrame P. Myocardial tissue Doppler assessment of diastolic function in the growth-restricted fetus *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 34:68-73
- 24.- Alberry M, Soothill P. Management of fetal grow restriction. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2007;92:62-7
- 25.- Crispi F, Hernández-Andrade E, Pelsers M, et al. Cardiac dysfunction and cell damage across clinical stages of severity in growth-restricted fetuses. *Am J Obstet Gynecol* 2008; 199:254. E1-4
- 26.- Figueras F, Puerto B, Martinez JM, Cararach V, Vanrell JA. Cardiac function monitoring of fetus with growth restriction. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2003; 110:159-63

27.- Hecher K, Campbell S, Doyle P, Harrington K, Nicolaides K. Assessment of fetal compromise by Doppler ultrasound investigation of the fetal circulation : arterial, intracardiac, and venous blood flow velocity studies. *Circulation* 1995; 91: 129-38

28.- Barker DJ, Osmond C, Simmonds SJ, Wield GA. The relation of small head circumference and thinness at birth to death from cardiovascular disease in adult life. *BMJ* 1993; 306:422-6

29.- Waggoner AD, Biering SM. Tissue Doppler imaging: a useful echocardiographic method for the cardiac sonographer to assess systolic and diastolic ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr* 2001; 14: 1143-52

30.- Montse Comas, Fàtima Crispi, Rogelio Cruz-Martínez, Josep María Martínez, Francesc Figueras, Eduard Gratacós. Usefulness of myocardial tissue Doppler vs conventional echocardiography in the evaluation of cardiac dysfunction in early-onset intrauterine growth restriction. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* July 2010, page 45.e1, 45.e7)

31.-Watanabe S, Hashimoto I, Saito K, et al. Characterization of ventricular myocardial performance in the fetus by tissue Doppler imaging. *Circ J* 2009;73:943-7

ANEXO I

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO DOPPLER TISULAR EN FETOS DE 18 A 32 SEMANAS CON RESTRICCIÓN DEL CRECIMIENTO INTRAUTERINO

Esta siendo invitada a participar en un estudio que se llevar a cabo por la Unidad de Investigación en Medicina Fetal del servicio de Medicina Materno-fetal del Instituto Nacional de Perinatología, el cual pretende evaluar el uso de un tipo de ultrasonido que se llama “Doppler Tisular” (que consiste en medir la velocidad de movimiento del corazón fetal), para ayudar a diagnosticar problemas en el corazón de los bebés.

SI USTED ACEPTA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO:

- 1.- Se le realizara un cuestionario donde proporcionar información requerida para la investigación
- 2.- Se le realizara un ultrasonido con técnica de “Doppler Tisular” para ver el corazón de su bebé.
- 3.- En caso de que se observe o sospeche de alguna anomalía en el corazón de su bebé, el seguimiento y el manejo del embarazo será igual e independiente de este estudio de investigación
- 4.- La información obtenida será guardada en documentos para ser evaluada posteriormente, las únicas personas con acceso a la información serán los médicos del servicio de Medicina Materno- Fetal de este Instituto.

Se hará la evaluación del corazón por ultrasonido de su bebé en las instalaciones del servicio de medicina materno fetal en el área de Investigación en Medicina Fetal ubicada en el sexto piso, dentro del Instituto Nacional de Perinatología. En caso de que por medio de ultrasonido sospechemos alguna alteración en el corazón de su bebé usted autorizar el seguimiento por ultrasonido para investigar la evolución de su bebé.

RIESGOS: El estudio está considerado con un “Riesgo mayor al mínimo” porque involucra la realización de un estudio de ultrasonido para ver el corazón de su bebé

VENTAJAS: El estudio está planeado para tratar de buscar alteraciones en el funcionamiento del corazón de los bebés y, si podemos probar que este ultrasonido es de ayuda para el seguimiento y para planear mejor el tratamiento de los bebés.

DERECHO A RETIRARSE: La decisión de participar en el estudio no afectará la forma como Usted o su bebé serán tratados en este Instituto. Si decidiera entrar al estudio y retirarse después puede hacerlo sin dar ninguna explicación.

CONFIDENCIALIDAD: Toda la información que se obtenga del estudio será tratada de la manera más discreta posible. Los resultados del estudio se reportarán sin dar el nombre de la paciente y de manera que nadie sea identificado.

CONSENTIMIENTO: Si usted firma esta hoja, está reconociendo que tiene una copia de este formulario y que ha recibido toda la información sobre el estudio, aclarándole todas las preguntas referentes a su participación. En caso de que usted lo requiera, durante el curso del estudio, se le aclararán nuevas dudas que puedan surgir.

Yo reconozco que mi participación en el estudio es voluntaria y que soy libre de participar. Los médicos me han explicado todo lo referente al estudio y han respondido claramente mis preguntas. Ellos me han dado información complementaria y tiempo para tomar mi decisión.

México, DF a ____ de _____ de 200__

PACIENTE (Nombre y Firma) MÉDICO (Nombre y firma)

TESTIGO (Nombre y Firma)

TESTIGO (Nombre y firma)

ANEXO II

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS CARACTERISTICAS BASICAS

Caso # _____ Fecha _____

Nombre: _____ Registro: _____

Dirección: _____ Teléfono: _____

Edad Materna: _____ G _____ P _____ C _____ A _____ M _____ E _____

Peso Materno: _____ Kg. Talla: _____ FUM: _____/_____/_____

Patología Materna: _____ Tabaquismo: _____

Tratamiento: _____

Semanas de Gestación a la medición de Doppler Tisular: _____

Semanas de Gestación al Diagnostico de RCIU: _____

Tipo de RCIU: _____

Peso fetal estimado: _____ gramos. Percentil de Peso: _____

Datos Doppler a las semanas del diagnostico

IP Arteria Umbilical _____ cm/seg

IP Arteria Cerebral Media _____ cm/seg

Índice Cerebro placentario _____ cm/seg

IP Ducto Venoso _____ cm/seg Onda A _____

Índice de líquido amniótico (ILA):

ANEXO III

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARAMETROS DE LA FUNCION CARDIACA POR DOPPLER TISULAR

PARAMETROS DIASTOLICOS CM/SEG	VALORES
<u>Ventrículo Izquierdo</u>	
<u>Ventrículo Izquierdo</u> Velocidad pico en la diástole temprana (E')	
<u>Ventrículo Izquierdo</u> Velocidad pico en la contracción auricular (A')	
<u>Ventrículo Izquierdo</u> Relación E'/A'	
<u>Ventrículo Izquierdo</u> Tiempo total de la onda E'	
<u>Ventrículo Izquierdo</u> Tiempo total de la onda A'	
<u>Ventrículo Izquierdo</u> Tiempo diastólico total	
<u>Ventrículo Izquierdo</u> Tiempo del pico de la onda A' al pico de la onda E'	
VENTRICULO DERECHO	
<u>Ventrículo derecho</u> Velocidad pico en la diástole temprana (E')	
<u>Ventrículo derecho</u> Velocidad pico en la contracción auricular (A')	
<u>Ventrículo derecho</u> Relación E'/A'	
<u>Ventrículo derecho</u> Tiempo total de la onda E'	
<u>Ventrículo derecho</u> Tiempo total de la onda A'	
<u>Ventrículo derecho</u> Tiempo diastólico total	
<u>Ventrículo derecho</u> Tiempo del pico de la onda A' al pico de la onda E'	
TABIQUE INTERVNETRICUALR	
<u>Tabique Interventricular</u> Velocidad pico en la diástole temprana (E')	
<u>Tabique Interventricular</u> Velocidad pico en la contracción auricular (A')	

<u>Tabique Interventricular</u> Relación E'/A'	
<u>Tabique Interventricular</u> Tiempo total de la onda E'	
<u>Tabique Interventricular</u> Tiempo total de la onda A'	
<u>Tabique Interventricular</u> Tiempo diastólico total	
<u>Tabique Interventricular</u> Tiempo del pico de la onda A' al pico de la onda E'	
PARAMETROS SISTOLICOS CM/SEG	VALORES
<u>VENTRICULO IZQUIERDO</u> Velocidad Pico Sistólico (S')	
<u>VENTRICULO DERECHO</u> Velocidad Pico Sistólico (S')	
<u>TABIQUE INTERVENTRICULAR</u> Velocidad Pico Sistólico (S')	

ANEXO IV

TECNICA DE MEDICIÓN PARA DOPPLER TISULAR

La medición se efectuara en equipos ultrasonográficos Voluson 730 Expert® (GE Medical System) a través de transductores abdominales multifrecuencia (frecuencia central 3.5 MHz, rango de 2.5-5.0 MHz), con la paciente en posición semifowler y en ausencia voluntaria de movimientos respiratorios maternos, y en ausencia de movimientos fetales.

La imagen ultrasonográfico ideal para la medición es el corte de cuatro cámaras cardiacas que es un corte axial del tórax justo por encima del diafragma y que se observan las siguientes estructuras: tabique interventricular integro, septum primum auricular, vista de aurículas y ventrículos sin desproporciones, banda moderadora en ventrículo derecho e inserción de las valvas de las válvulas auriculoventriculares, esta imagen de cuatro cámaras se visualiza en una vista apical o basal tratando de lograr el mejor ángulo de insonación natural, siendo este siempre menor a 20 grados para aquellos casos en que se requiera corrección manual del mismo. Para las grabaciones de Doppler Tisular la amplitud, profundidad y límites Nyquist (16-19 cm/seg) se optimizan. El Doppler pulsado debe estar paralelo a la dirección longitudinal del movimiento de la pared ventricular y el tamaño del volumen muestra estar entre 1-2 mm¹².

Para la evaluación de los movimientos miocárdicos se modifican los parámetros de las señales Doppler para detectar bajas velocidades originadas a partir de los movimientos de la pared ventricular (<10cm/s), eliminando con filtros las señales de alta velocidad (10-100cm/s) provenientes de la circulación sanguínea. Se utiliza el *setting de cardio fetal* y en el momento de analizar el espectro de la onda se debe disminuir la frecuencia de repetición de pulsos (FRP) a 1.3 MHz para permitir que el espectro grafique valores máximos de hasta 15cm/s. Se colocó la máxima velocidad de barrido que permitía la visualización correcta de las ondas.

Los datos se excluyeron si eran adquiridos durante episodios de movimiento fetal o respiratorio. El volumen muestra para obtener las ondas de velocidad de movimiento se colocan en tres sitios: base de la pared libre del ventrículo derecho (anillo tricuspideo), base de la pared libre del ventrículo izquierdo (anillo mitral), y tabique interventricular. Posteriormente al obtener las ondas de velocidad miocárdica (velocidad pico miocárdica en la diástole temprana (E'), velocidad pico miocárdica en la contracción auricular (A') y en la sístole ventricular (S') en tres ciclos cardiacos consecutivos) se guardan en la memoria interna del equipo ultrasonográfico para después extraerlas y realizar las mediciones offline.