



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
MÉDICAS ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

**Instituto Nacional de Perinatología  
Isidro Espinosa de los Reyes**

**EVALUACIÓN DIFERIDA DE LA ANATOMÍA CARDIACA FETAL  
CON VOLÚMENES CARDIACOS ADQUIRIDOS CON LA TÉCNICA  
DE CORRELACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE IMÁGENES (STIC)  
Y ANALIZADOS EN PLANOS SECTORIALES DE LAS 11 a 13+6  
SEMANAS DE EMBARAZO PARA LA DETECCIÓN DE DEFECTOS  
CARDIACOS CONGÉNITOS MAYORES**

**Tesis**

**Que para optar por el grado de:  
Maestría en Ciencias Médicas**

**PRESENTA**

**DR. VÍCTOR HUGO RAMIREZ SANTES**

**TUTOR: DR. RICARDO FIGUEROA DAMIAN  
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN  
CIENCIAS MEDICAS, ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

**MÉXICO, D.F. ENERO 2015**



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.

## **Autorización de Tesis**

### **TÍTULO DE TESIS**

**EVALUACIÓN DIFERIDA DE LA ANATOMÍA CARDIACA FETAL CON VOLÚMENES CARDIACOS ADQUIRIDOS CON LA TÉCNICA DE CORRELACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE IMÁGENES (STIC) Y ANALIZADOS EN PLANOS SECTORIALES DE LAS 11 a 13+6 SEMANAS DE EMBARAZO PARA LA DETECCIÓN DE DEFECTOS CARDIACOS CONGÉNITOS MAYORES**

---

**DR.RICARDO FIGUEROA DAMIÁN  
SUPLENTE DEL RESPONSABLE DE LA SEDE INPER**

---

**DR.RICARDO FIGUEROA DAMIÁN  
DIRECTOR DE TESIS Y ASESOR METODOLÓGICO**

### ***Agradecimientos y dedicatorias***

*Dedicado a mi madre por todo su apoyo a lo largo de mi vida así como a cada uno de mis hermanos.*

*Un agradecimiento profundo a cada uno de los profesores del posgrado de maestría en ciencias médicas, así como a los profesores de Medicina Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología.*

*A mis compañeros y amigos con los que realicé el curso de la maestría, y especialmente a Héctor Borboa por toda su ayuda*

*A el Dr. Ricardo Figueroa Damián, por su asesoramiento, comprensión e invaluable apoyo.*

## Índice

Capitulo I Resumen .....	05
Capitulo II Marco Teórico.....	02
Capitulo III Planteamiento del Problema.....	12
Capitulo IV Justificación.....	13
Capitulo V Pregunta de Investigación.....	13
Capitulo VI Hipótesis.....	13
Capitulo VII Material y Métodos.....	14
Capitulo VIII Descripción del Estudio.....	17
Capitulo IX Resultados.....	18
Capitulo X Discusión.....	21
Capitulo XI Conclusiones.....	22
Capitulo XII Bibliografía.....	23
Capitulo XIII Anexos.....	24

## Capítulo I. Resumen

**Título:** Evaluación diferida de la anatomía cardíaca fetal con volúmenes cardíacos adquiridos con la técnica de correlación espacio-temporal de imágenes (STIC) y analizados en planos sectoriales de las 11 a 13+6 semanas de embarazo para la detección de defectos cardíacos congénitos mayores.

**Autores:** Dr. Víctor Hugo Ramírez Santes. Dra. Lisbeth Lucía Camargo Marín. Dr. Mario Guzmán Huerta. Dr. Ricardo Figueroa Damián MCM.

**Objetivo:** Evaluar la concordancia y eficacia del análisis diferido de la técnica de correlación espacio temporal de imágenes (3D+STIC) en volúmenes cardíacos fetales y analizado en planos sectoriales en fetos de 11 a las 13.6 semanas de gestación para la detección de defectos cardíacos congénitos mayores, en comparación con la ecocardiografía en el segundo trimestre del embarazo o estructural en el departamento de Medicina Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología IER.

**Diseño:** Estudio transversal.

**Resultados:** Primero se realizó la estandarización de la adquisición de volúmenes cardíacos fetales, así como la estandarización del análisis diferido de 10 volúmenes cardíacos adquiridos con la modalidad STIC convencional y 10 en STIC Doppler color. La evaluación se realizó por dos observadores uno de ellos (observador 1) experto en evaluación cardíaca fetal, médico adscrito al servicio de medicina materno fetal del Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinosa de los Reyes y el segundo (observador 2) un médico de la sub-especialidad de medicina materno fetal adscrito al mismo servicio de esta Institución. Para la evaluación de la concordancia intraobservador se evaluaron al azar cada uno de los volúmenes en 3 ocasiones por cada observador. Los resultados obtenidos del análisis estadístico Kappa mostraron una concordancia intra e interobservador casi perfecta para la mayoría de las estructuras analizadas tanto en la modalidad STIC convencional como STIC Doppler color. La evaluación de la eficacia se realizó con 160 volúmenes cardíacos fetales tomados con la técnica de STIC convencional y 80 volúmenes cardíacos tomados en color para realizar el análisis diferido de los volúmenes cardíacos fetales adquiridos con STIC para la detección de defectos cardíacos congénitos mayores.

**Conclusiones:** La evaluación diferida de la anatomía cardíaca a partir de volúmenes cardíacos con STIC y planos sectoriales es una técnica factible de realizar en el primer trimestre (11.0-13.5 semanas de gestación) con concordancia inter e intraobservador casi perfecta en la mayoría de las estructuras evaluadas. El STIC con evaluación diferida en planos sectoriales es una técnica reproducible en el primer trimestre del embarazo. Además esta técnica permite la detección de cardiopatías fetales desde el primer trimestre del embarazo de forma fiable, similar a la obtenida en el segundo trimestre.

## Abstract

**Title:** Offline analysis of fetal cardiac anatomy with cardiac volumes acquired between 11-13+6 weeks of gestation with Spatio Temporal-image Correlation (STIC) and scanned drawings sectoral for diagnosis of complex cardiac congenic.

**Authors:** *Dr. Victor Hugo Ramirez Santes. Dra. Lisbeth Lucia Camargo Marín. Dr. Mario Guzmán Huerta. Dr. Ricardo Figueroa Damián.*

**Objective:** Value concordance and efficacy of fetal heart anatomy of cardiac volumes acquired by STIC technique between 11 to 13+6 weeks gestation or CRL 45 to 84 mm and analyzed at sectorial levels to detect major cardiac congenital defects compared with ultrasound on the second trimester of pregnancy.

**Design:** Cross-sectional study.

**Results:** First we realized the standardization of the acquisition and the offline evaluation of 10 volumes acquired with the conventional STIC modality and 10 in STIC Doppler color, the evaluation was conducted by two observers, one (observer 1) expert in fetal cardiac assessment, belonged to the service of maternal fetal medicine of the National Institute Of Perinatology Isidro Espinosa de los Reyes and the second (observer 2) a resident of the second year at the same institution. Inter-rater agreement and intra rater agreement assessed at random each volume 3 times for each observer. Results from kappa statistical analysis showed a kappa intra and interobserver almost perfect for most structures discussed both in conventional STIC modality as STIC Doppler color. The effectiveness was evaluated with 160 cardiac volumes acquired with conventional STIC technique and 80 with Doppler color for analysis off line with 4D View.

**Conclusions:** Offline evaluation of cardiac Anatomy by sectorial planes with STIC and flat volumes is a feasible to perform in (11.0-13.5 weeks gestation) with inter and almost perfect in most of structures fetal evaluated. The STIC evaluation delayed at sectorial level is a reproducible technique in the first trimester of pregnancy. The technique STIC allow to detect major congenital heart defects on the first trimester of pregnancy similar to second trimester of pregnancy.

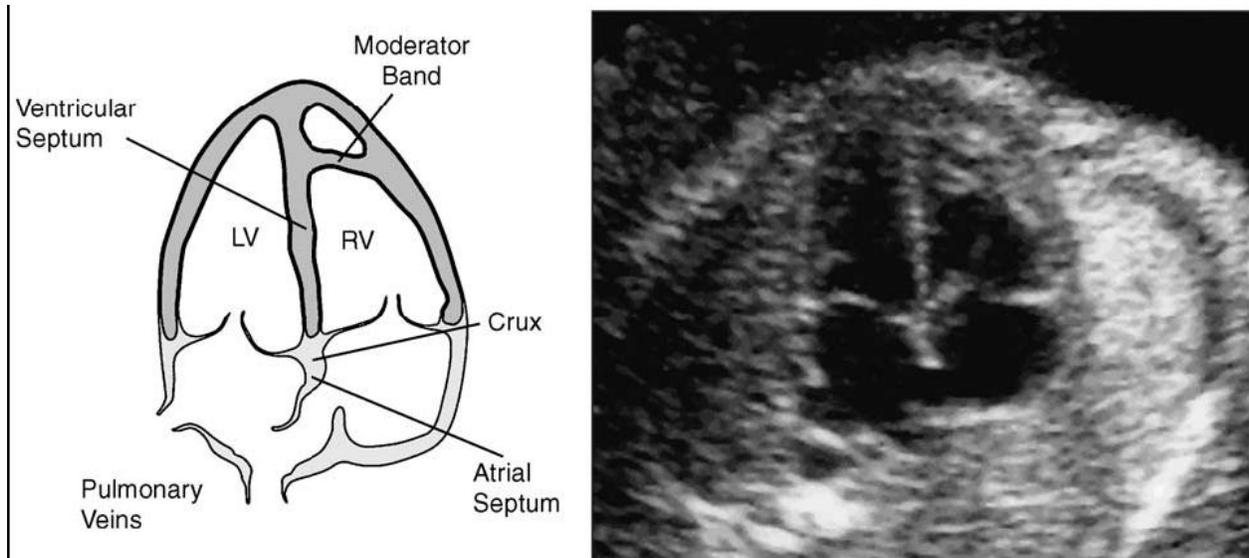
## **EVALUACIÓN DIFERIDA DE LA ANATOMÍA CARDIACA FETAL CON VOLÚMENES CARDIACOS ADQUIRIDOS CON LA TÉCNICA DE CORRELACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE IMÁGENES (STIC) Y ANALIZADOS EN PLANOS SECTORIALES DE LAS 11 a 13+6 SEMANAS DE EMBARAZO PARA LA DETECCIÓN DE DEFECTOS CARDIACOS CONGÉNITOS MAYORES**

### **Marco teórico**

La detección prenatal de los defectos al nacimiento es importante por las implicaciones clínicas que conlleva. En 2002 más de 28,000 infantes murieron dentro del primer año de vida, con un porcentaje de 7.0 por cada 1000 nacidos vivos en los Estados Unidos. Este porcentaje de muerte fue atribuido a defectos al nacimiento, dentro de los más importantes los defectos cardiacos congénitos. (1) Y de acuerdo a la OMS el 42% de las muertes de los niños fue atribuido a defectos cardiacos (2). La ultrasonografía prenatal ha jugado un papel importante en lo que se refiere al tiempo de la detección. En este rubro ha sido de gran importancia la detección en el periodo de 18 a 22 semanas de gestación con vista de 4 cámaras cardiacas por ultrasonograma (USG), Copel y colaboradores han detectado porcentajes de hasta 92% de sensibilidad y 99.7 % de especificidad en los defectos cardiacos congénitos (3). El incremento en la capacidad de detección esta determinado por los antecedentes de las pacientes que cuentan con una indicación de realizarles un ultrasonido fetal. (4) No obstante en un estudio de Fernández O. Carlos y colaboradores, en donde se identificaron 176 casos de enfermedad cardiaca congénita por ultrasonido obstétrico prenatal realizados en el periodo enero 1988 a diciembre de 1992, en 35631 y con 74 233 resoluciones de embarazos, la incidencia fue de 2.4/1000, de estos 176 casos: 62(35%) habían contado con USG de rutina entre las 15 a 39 semanas de gestación, y de estos casos 13 (21%) contaban con USG prenatal. Un total de 116 defectos morfológicos cardiacos se encontraron en los 62 casos y 18(15%) fueron observados por USG. Con defectos que incluyeron defectos septales, del ducto arterioso, hipertrofia del ventrículo izquierdo. Se observo que con imagen de 4 cámaras la sensibilidad para detectarlos depende del tipo de defecto cardiaco, con sensibilidades que van desde 26% y especificidad del 100%. Dentro de las indicaciones mas frecuentes se encuentran las maternas: historia familiar de cardiopatía, enfermedades metabólicas preexistente como diabetes, fenilcetonuria, infecciones por parvovirus B19, rubeola, coxackie, exposición a retinoides, fenitoínas, carbamazepina, carbonato de litio, acido valproico, anticuerpos maternos como Anti Ro(SSA), Anti La (SSB). Las indicaciones fetales incluyen: sospecha de anomalía cardiaca fetal, cariotipo fetal anormal, anomalía extra cardiaca mayor, translucencia nucal aumentada  $\geq 3.5$  mm antes de las 14 semanas por fecha de ultima menstruación, pliegue nucal aumentado  $\geq 6.0$  mm: 15 a 20 semanas de gestación por fecha de última menstruación, frecuencia cardiaca anormal. La evaluación básica requiere criterios sonográficos específicos como son la visualización de imagen de 4 cámaras cardiacas, con medición de la frecuencia

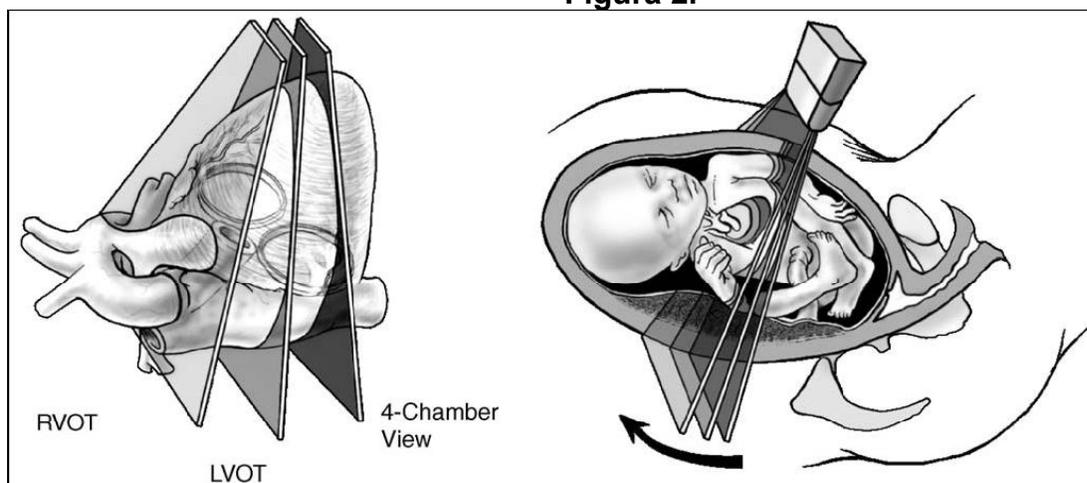
cardiaca fetal que oscile entre 120 a 160 latidos por minuto y ritmo regular. Y no debiendo ocupar mas de un tercio del área torácica a nivel de las 4 cámaras cardiacas y con una cantidad de liquido pericárdico que sea menor de 2 mm como se observa en la figura 1 y 2.(5)

**Figura 1**



*Imagen de 4 cámaras cardiacas, que incluye septum interventricular y septum intaraucicular. Hay una proporción entre el ventrículo derecho e izquierdo. La banda moderadora ayuda a identificar la morfología del ventrículo derecho.*

**Figura 2.**



*Imagen de 4 cámaras que se obtuvo de plano axial a través del tórax fetal.*

A mediados de 1980s, se introdujo el concepto de vista de 4 cámaras cardiacas en obstetricia, como una nueva forma de tamizaje en la detección de malformaciones cardiacas congénitas. El estudio RADIUS encontró que el ultrasonido realizado aun en centros de tercer nivel únicamente detecta 22.7% de fetos con defectos cardiacos congénitos. Posteriormente los investigadores determinaron que una de las limitaciones de la imagen de 4 cámaras es que no evaluaba con exactitud los tractos de salida resultando en una baja o nula detección de la tetralogía de Fallot, estenosis pulmonar aortica media o moderada, y transposición de los grandes vasos. (6)

La ecografía bidimensional convencional, ha demostrado ser una herramienta útil en el diagnóstico y en el manejo clínico diario, aunque la capacidad de obtener ciertas imágenes fetales pueda verse dificultada por la posición fetal durante el examen.

### **Detección de defectos cardiacos congénitos (DCC)**

Los defectos cardiacos congénitos son la anomalía congénita severa mas frecuente. Con un porcentaje de aproximadamente 7 por cada 1000 recién nacidos vivos y sigue siendo la causa principal de mortalidad y morbilidad en la infancia. Y es ampliamente conocido que el diagnostico prenatal puede modificar los resultados posnatales de los recién nacidos afectados. Actualmente la mayoría de los defectos cardiacos congénitos y algunas formas menores pueden ser detectadas prenatalmente. Sin embargo en general la detección de la mayoría de los defectos cardiacos congénitos en la población en general permanece bajo, diagnosticándose solo cerca de un tercio del total, usualmente después de las 22 semanas de gestación. Esta baja detección es atribuida principalmente a la experiencia del examinador. Una de las formas sugeridas para mejorar el diagnostico prenatal de las cardiopatías, es disminuir la dependencia de las habilidades del examinador, donde sea mas confiable evaluar las imágenes por ejemplo a partir de volúmenes adquiridos con correlación espacio temporal de imágenes (STIC). El hallazgo de la traslucencia nucal aumentada en la semana 11 a 13.6 semanas de gestación con un cariotipo normal, ha mostrado ser un fuerte predictor de cardiopatías en etapas tempranas de la gestación. Lo que ha llevado a utilizarse como un tamizaje de patología cardiaca en el primer trimestre en pacientes de alto riesgo. En un estudio reciente se concluyo que en manos expertas la ecocardiografía fetal temprana antes de las 14 semanas de gestación es muy precisa, con una sensibilidad del 85 % y una especificidad cercana al 100%. Desafortunadamente la ecocardiografía fetal temprana es limitada únicamente a ciertos centros y no esta disponible para la mayoría de los pacientes con factores de riesgo. (11)

En un estudio de Viñals y colaboradores cuyo objetivo fue evaluar si se pueden obtener volúmenes con STIC por no expertos de fetos a las 11 a 13.6 semanas de gestación y si la ecocardiografía fetal se puede realizar vía telemedicina, dando un diagnostico remoto y reproducible de la condición cardiaca fetal, en este estudio los volúmenes se tomaron por un obstetra general, se enviaron las imágenes vía internet y posteriormente se analizaron sistemáticamente por dos observadores. Se estudiaron 35 fetos entre las 11 a 13.6 semanas de gestación, 34 fueron por vía abdominal y uno por vía vaginal. Se realizó una lista que incluía 18 estructuras e imágenes en relación con la evaluación del corazón fetal y cada observador asignó la variable como anormal, normal o inseguro. La edad materna promedio fue de 33 años (promedio de 26 a 41 años); 12 de 35 (34%) fueron mayores de 35 años, la vista de 4 cámaras que se obtuvo, fue apical en 22 de 35 (63%) casos y lateral en 13 (13%), los volúmenes se obtuvieron después de las 12 semanas de gestación en 30 de 35 fetos. Tres casos

tuvieron la traslucencia nucal arriba de la percentila 99 y 2 de estos tuvieron un corazón anormal. Cinco casos tuvieron resultados anormales. Se tomaron un promedio de 3 volúmenes STIC por paciente. La concordancia interobservador se evaluó con kappa de Cohen y los hallazgos reportados se compararon con los resultados cuando estuvieron disponibles, el índice de Kappa confirmó la fiabilidad interobservador, con una buena o muy buena concordancia (kappa mayor a 0.6) en 14 de las 18 vistas y estructuras relacionadas al corazón. (12)

### **Ecografía 3D**

Desde la aparición de la ecografía 3D comienzan a generarse estudios esporádicos donde en forma casi anecdótica se publican descripciones de fetos normales o con malformaciones aisladas. (7) El rango de visualización de los planos cardiacos de forma convencional ha demostrado ser un poco mayor y se puede obtener de forma mas fácil con ecocardiografía 3D entre las 24 a 28 semanas de gestación. (8) La ecografía tridimensional (3D) adquiere y almacena los datos ecográficos correspondientes a un volumen. Los datos almacenados, pueden ser analizados y modificados, pudiendo visualizar múltiples planos arbitrarios, de manera que la correlación de los tres planos perpendiculares obtenidos de la imagen multiplanar, permite verificar que se está obteniendo el plano deseado, especialmente cuando se desea un verdadero plano coronal o medio-sagital. La ecografía 3D permite obtener cualquier plano independientemente de la posición fetal a la hora de adquirir el volumen, aunque la calidad de la imagen puede variar dependiendo del plano adquirido en la imagen 2D. Al igual que ocurre en la ecografía 2D dicha calidad puede verse influida por factores como el oligohidramnios y la obesidad materna. (9)

### **Limitaciones de ecografía 3D**

Algunas limitaciones fetales encontradas en vista de cuatro cámaras: El tamaño del corazón varía en función de la edad gestacional. La posición fetal puede variar durante la evaluación, dando imágenes de estructuras mucho más difíciles de evaluar, presencia de movimientos fetales. El oligohidramnios puede hacer mas difícil la toma de imágenes. La adquisición de las imágenes del corazón puede consumir más tiempo. Igualmente todos los factores que afecten la ecografía 2D, influirán en la resolución de la ecografía 3D. (10)

### **Correlación Espacio-Temporal de Imágenes (STIC)**

La correlación espacio-temporal de imágenes (STIC por sus singlas en ingles Spatio-Temporal Image Correlation) es un nuevo método para la evaluación clínica del corazón fetal. Esta técnica permite obtener de forma fácil y rápida información del corazón fetal con ayuda de la visualización de imagen cardiaca en secuencias de cine en segunda y tercera dimensión. (Figura 3). (10). Del volumen adquirido se puede crear una imagen en 4D, en el plano Z se cuenta con profundidad, que se puede controlar al aumentarlo o disminuirlo. (Figura 4).

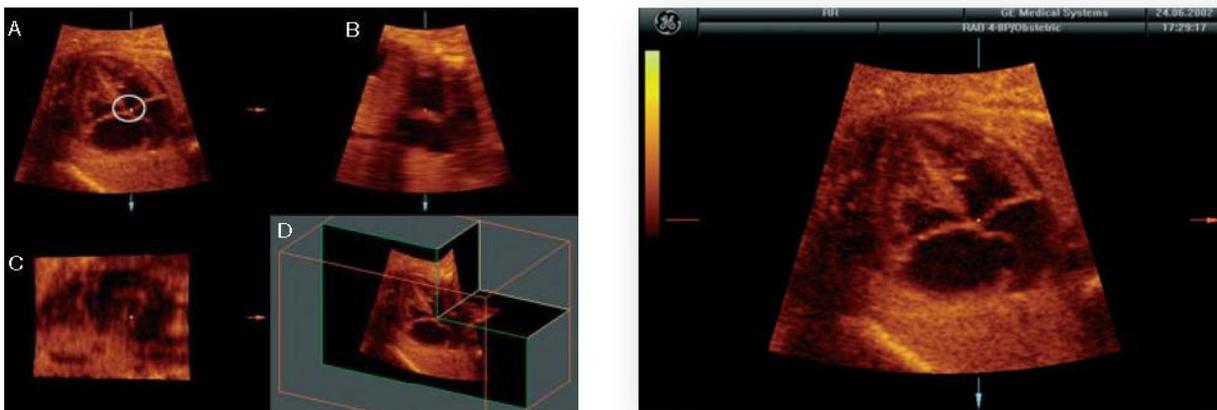
La adquisición se lleva a cabo en dos secuencias, primero; Las imágenes son adquiridas por un solo barrido automático de volumen. Segundo. El sistema analiza la imagen de acuerdo a su dominio espacial y temporal y las procesa en una secuencia de imágenes 3D dinámica online que se despliega en un formato multiplanar. Este volumen consiste en un gran número de imágenes 2D, una detrás de otra. El examinador puede navegar dentro del corazón, recortar, y producir todos los planos de imágenes estándar necesarios para un diagnóstico adecuado. Las ventajas de utilizar STIC en la evaluación del corazón fetal son los siguientes: la técnica permite una

resolución temporal que corresponde a un número de imágenes en modo B de aproximadamente 80 a 150 imágenes por segundo; que provee al examinador de un número ilimitado de imágenes para su revisión, asumiendo una adquisición de volumen de 10 segundos y un barrido sobre un área de 25 grados, existen 1500 imágenes en modo-B en el volumen. Durante esta adquisición el corazón fetal late de 20 a 25 veces, lo que significa que existen de 20-25 imágenes mostrando un pico sistólico contenido dentro de esas 1500 imágenes en modo-B. Lo que permite hacer una correlación entre los planos que son perpendiculares al plano de adquisición principal de la imagen; esto puede acortar el tiempo de evaluación cuando se sospecha un defecto cardiaco complejo; esto permite la reconstrucción de la imagen en 3D, con profundidad y volumen y que puede proporcionar información adicional que no esta disponible en el corte delgado de la imagen multiplanar. Con STIC es posible el almacenamiento y revisión de un volumen obtenido en una secuencia de cine loop ya sea por el examinador o por expertos en ecocardiografía fetal. (6)

### Descripción del STIC

STIC almacena la información del volumen completo del corazón fetal y disminuye la dependencia de la experiencia del examinador para escanear la anatomía cardiovascular. Las imágenes grabadas no están solo disponibles en cortes 2D de la región de interés, sino toda la información adyacente. Como consecuencia, el usuario puede almacenar digitalmente la información adquirida, optimizar el tiempo y tomar vistas del corazón durante la evaluación clínica, o recrear las imágenes mas tarde. También posteriormente los archivos pueden ser transferidos a sitios remotos para su revisión por un experto en cardiología fetal (6).

Figura 3 y 4



Planos utilizados en la técnica de STIC

### Planteamiento del problema

Los defectos cardiacos congénitos, tienen una prevalencia del 4-13 por cada 1000 nacidos vivos, por lo que el aumentar su detección prenatal es de suma importancia debido a la alta mortalidad que se asocia a estos padecimientos (42% de las muertes infantiles).(13) Además de la mortalidad, también con una morbilidad importante. El diagnóstico aunque se realice entre las 18 a 24 semanas de gestación puede considerarse como tardío. Las formas de detección son primero por sospecha en poblaciones de riesgo tanto maternas como fetales. De ahí que existen los diferentes apoyos diagnósticos como son la toma USG en segunda dimensión en el segundo trimestre, la TAC, los marcadores USG del primer trimestre.

Aunque se cuenta con marcadores ultrasonográficos de primer trimestre para detectar trisomías y cardiopatía, como la translucencia nucal, es necesaria una evaluación cardiaca fetal mas detallada posteriormente. Dentro del seguimiento se debe ofrecer a los padres la toma de cariotipo, y si este es normal, incluir una ecocardiografía fetal. En los casos de translucencia nucal aumentada que requieran en un momento dado de un seguimiento cardiaco fetal este debería hacerse por un experto ecocardiografista fetal, en los grupos de alto riesgo evitando así los falsos positivos, sin embargo estos servicios no siempre están disponibles.

En muchos países, como en México, el acceso a la evaluación podría estar claramente limitado por el pequeño número de ecocardiografistas fetales o cardiólogos pediatras con la capacidad de interpretar las pequeñas estructuras fetales. Y que si bien se realizan de forma aislada no todos los expertos están estandarizados en la adquisición del volumen o en la evaluación de la eficacia de la técnica de STIC. Una desventaja que se ha observado es que el diagnóstico se sigue haciendo tardíamente, tanto en el segundo como en el tercer trimestre, limitando así la atención en el recién nacido con cardiopatías que puedan corregirse de forma precisa y oportuna con intervención quirúrgica o manejo medico, lo que empeora el diagnóstico y pronóstico del recién nacido.

Pudiendo limitarse este problema con la toma de volumen cardiaco en el primer trimestre por cualquier examinador ya sea dentro del Instituto Nacional de perinatología o de forma externa y ser enviado por telemedicina y ser evaluado por un experto ecocardiografista fetal o pediatra en nuestro instituto.

## **Justificación**

Actualmente las mejores tasas de detección de defectos cardiacos congénitos se obtienen en centros especializados en embarazos entre las 18 y las 22 semanas de gestación, limitando y retrasando este diagnóstico.

La tecnología actual permite adquirir volúmenes cardiacos con STIC y analizarlos en planos sectoriales de forma diferida e incluso a distancia. Estas herramientas podrían facilitar y hacer más accesible la evaluación cardiaca prenatal especializada. Pero es necesario probar su utilidad diagnóstica antes de incorporarla a los programas médicos. Como una primera etapa se planteó realizar una fase de estandarización del análisis diferido de la anatomía cardiaca a partir de las imágenes adquiridas con la técnica de STIC y evaluadas en planos sectoriales entre las 11 y 13+6 semanas de gestación, para evaluar su reproducibilidad en el Departamento de Medicina Fetal del Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes” (INPerIER).

En este Departamento se cuenta con la infraestructura, equipo ultrasonográfico con STIC, equipo de cómputo con el software 4Dview y personal altamente capacitado en la evaluación ecocardiográfica fetal lo cual hace factible la realización de esta investigación.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Es concordante y eficaz la evaluación diferida de la anatomía cardiaca fetal con la adquisición de volúmenes cardiacos con la técnica de correlación espacio temporal de imágenes (STIC) y analizado en planos sectoriales de las 11 a las 13.6 semanas de gestación para la detección de defectos cardiacos congénitos mayores comparado con el ultrasonido 2D?

## **HIPÓTESIS**

La evaluación diferida de la anatomía cardiaca fetal de volúmenes cardiacos adquiridos con la técnica de STIC y analizado en planos sectoriales de las 11 a las 13.6 semanas de gestación tiene una concordancia de un kappa de mas de 0.80 y una sensibilidad  $\geq$  a 50 % y una especificidad  $\geq$  50 % para la detección de defectos cardiacos congénitos mayores.

## **DISEÑO METODOLÓGICO**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la concordancia y eficacia del análisis diferido de la técnica de correlación espacio temporal de imágenes (3D+STIC) en volúmenes cardiacos fetales y analizado en planos sectoriales en fetos de 11 a las 13.6 semanas de gestación para la detección de defectos cardiacos congénitos mayores, en comparación con la ecocardiografía en el segundo trimestre del embarazo o estructural en el departamento de Medicina Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología IER.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Calcular la concordancia entre el ultrasonido de primer trimestre adquirido con técnica de STIC y con el ultrasonido de segundo trimestre (2D).

Cuantificar el numero de pacientes detectados con cardiopatía congénita mayor mediante correlación espacio temporal de imágenes (STIC) en embarazos 11 a 13.6 semanas de gestación y registrar el tipo de cardiopatía detectada.

Cuantificar el número de pacientes detectados con cardiopatía congénita mayor mediante ecocardiografía en el segundo trimestre y registrar el tipo de cardiopatía detectada

Calcular mediante tabla de 2x2 la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos y negativos para la detección de cardiopatía congénita mayor mediante vista de 4 cámaras y tractos de salida con ecografía 3D+STIC de las 11 a las 13.6 semanas de gestación.

### **DISEÑO DEL ESTUDIO**

Transversal

### **INTENCIÓN CLÍNICA**

Prueba diagnóstica

### **UNIVERSO DE ESTUDIO**

Embarazo con feto único vivo de 11 a 13.6 semanas de gestación por fecha de última regla (FUM).

### **POBLACIÓN DIANA**

Embarazo con feto único vivo de 11 a 13.6 semanas de gestación por fecha de última regla (FUM) segura y que lleve su control en el INPer IER.

## CRITERIOS DE SELECCIÓN

### Criterios de inclusión

- Embarazos de 11 a 13.6 semanas de gestación referidos al servicio de medicina materno fetal que deseen participar en el estudio.
- Embarazos de 11 a 13.6 semanas de gestación referidos a la UNIMEF con feto con sospecha de cardiopatía congénita mayor que deseen participar en el estudio.

### Criterios de no inclusión

Pacientes que no acepten participar en el estudio.

### Criterios de eliminación

- Pacientes en quienes no sea posible la adquisición de volumen cardiaco fetal por mala ventana sónica.
- Pacientes que no terminen su embarazo en el INPer.
- Pacientes en las que no se logre realizar el estándar de oro (ecocardiografía segundo trimestre, ultrasonido al nacimiento o necropsia).

### Tipo de muestreo

- No probabilístico de casos consecutivos por conveniencia.

## DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Se incluyeron las cardiopatías congénitas mayores dado que en 2002 más de 28,000 infantes murieron dentro del primer año de vida, con un porcentaje de 7.0 por cada 1000 nacidos vivos en los Estados Unidos. Este porcentaje de muerte fue atribuido a defectos al nacimiento, dentro de los más importantes los defectos cardiacos congénitos mayores en comparación con los defectos cardiacos congénitos menores. Y de acuerdo a la OMS el 42% de las muertes de los niños fue atribuido a defectos cardiacos congénitos. La mayoría observado en población no seleccionada o de bajo riesgo.

### Cardiopatía congénita mayor:

- **Definición conceptual:** Se denominan Cardiopatías Congénitas mayores a todos los defectos cardíacos que están presentes al momento del nacimiento y que requiere cirugía correctiva o paliativa y que son secundarias a alteraciones producidas durante la organogénesis del corazón, desconociéndose en la mayoría de los casos los factores causales.
- **Definición operacional:** cualquier defecto estructural cardiaco detectado por ultrasonografía realizada con la técnica 3D+STIC o con 2D sola a partir de las 11 a 13.6 SDG mediante la técnica (donde se evalúa la ubicación, integridad constitución normal de las 4 cámaras al igual que la ubicación, integridad y constitución de los tractos de salida).

**Para fines de este estudio se consideraran como cardiopatías congénitas mayores a:**

- Transposición de grandes vasos.
- Tetralogía de Fallot.
- Corazón derecho hipoplásico (atresia pulmonar y/o tricuspídea).
- Corazón izquierdo hipoplásico.
- Ventrículo único.
- Tronco arterioso común.
- Estenosis valvular aortica.
- Estenosis valvular pulmonar.
- Interrupción del istmo aórtico
- Coartación aortica
- Defectos del septo muscular interventricular.
- Atresia pulmonar con comunicación interventricular.
- Doble salida de ventrículo derecho.
- Canal Auriculo-ventricular
- **Tipo de variable:** nominal dicotómica
- **Escala de medición:** presente ausente

### **CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA 3D + STIC**

Tomando una sensibilidad de la prueba esperada del 95 % con una amplitud total de 0.10 (0.05 hacia arriba y 0.05 hacia abajo) con un nivel de confianza del 95% se necesitan 72 pacientes, lo cual se calcula con la formula siguiente:

$$n = \frac{4 Z_{\alpha}^2 P (1-P)}{w^2}$$

Donde  $Z_{\alpha}$  es igual a la desviación normal estandarizada para  $\alpha$ , donde  $(1 - \alpha)$  es el nivel de confianza. En este caso si el nivel de confianza es de 95%,  $\alpha$  es igual a 0.05.

Entonces  $Z_{\alpha} = 1.96$ .  $P$  es la proporción esperada, en este caso como se espera diagnosticar con una sensibilidad 95 % (0.95) entonces se calcula el tamaño de muestra partiendo de la población que se espera no sea diagnosticada, es decir 5 % (0.05).

$W$  es la amplitud del intervalo de confianza, es decir 0.10

$$n = \frac{4 [(1.96)^2 \times 0.95 \times 0.05]}{0.10^2} = 72 \text{ pacientes.}$$

Se incluyeron 72 pacientes para esta fase del protocolo.

### **ESTÁNDAR DE ORO**

El estándar de oro fue el ultrasonido cardiaco fetal en el segundo trimestre del embarazo o estructural, ya que es el mejor método para la evaluación de la anatomía cardiaca fetal como lo recomienda la ISUOG. Con sensibilidad para detectar las cardiopatías congénitas mayores (o complejas) desde un 80% a un 96%, y especificidades que van desde el 90 hasta el 100%.

## **DESCRIPCION DEL ESTUDIO**

El protocolo se realizó en la UNIMEF del departamento de Medicina Fetal del INPer IER, se captaron todas las pacientes que cumplieron con los criterios de selección, a las cuáles después de que se les explicó el protocolo aceptaron participar mediante la firma del consentimiento informado (Anexo 1) se les realizó la evaluación cardiaca fetal entre las 11 y las 13.6 semanas de gestación, previa recolección de datos generales (Anexo 2), se les asignó un número de identificación personal a cada paciente, Utilizando un Voluson 730 Expert, mediante vista de 4 cámaras y tractos de salida con ecografía 3D+STIC se realizó la adquisición de 3 tomas de volumen por cada paciente de acuerdo a la técnica descrita en anexo 3. Los datos de volumen 3D se guardaron en el disco duro del equipo del ultrasonido donde se realizó la adquisición. Posteriormente se seleccionaron los volúmenes en el panel de vista de pacientes de cada equipo de ultrasonido para ser transferidos en formato 3D a la computadora donde se realizó la evaluación diferida de los volúmenes cardiacos. Lo datos de cada volumen cardiaco se evaluaron de forma diferida con el software 4D View y en planos sectoriales por 2 médicos de la UNIMEF del departamento de MMF del INPer, con pacientes que se asignaron al azar.

Los datos obtenidos de la evaluación cardiaca diferida se vaciaron en la hoja de recolección de datos de evaluación cardiaca.

En todos los fetos incluidos en el estudio se les realizó el ultrasonido estructural como prueba diagnostica estándar de oro entre las 18.0 a 22.0 semanas de gestación. Del mismo modo los recién fueron evaluados clínicamente y con ecocardiografía cuando así lo requirió por el Cardiólogo pediatra del INPer.

Para reforzar la evaluación de las condiciones de los corazones fetales se realizo en el caso de que existiera una probable cardiopatía, óbito fetal o de muerte al nacimiento el estándar de oro será la necropsia realizada por el servicio de patología del Instituto Nacional de Perinatología.

## **Análisis estadístico**

- Se determinó la concordancia diagnostica entre los resultados del 3D +STIC y el estándar de oro o ultrasonido estructural 2D.
- Se calculó mediante una tabla de 2x2 la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo para 3D+ STIC de las 11 a 13.6 SDG para la detección de cardiopatías congénitas mayores, entre las 11 a las 13.6 semanas de gestación.

## **ASPECTOS ETICOS**

Riesgo mayor al mínimo por el uso del Doppler.

## RESULTADOS

El estudio se llevo a cabo en el periodo comprendido entre Marzo de 2011 a Agosto de 2013. Se obtuvieron un total de 160 volúmenes cardiacos con técnica de STIC y 80 STIC con Doppler color de 80 pacientes entre las 11.0 y las 13.6 semanas de gestación. Todos lo volúmenes analizados se revisaron con el software 4D view de General Electric. Las características demográficas de la población analizada se muestran en la tabla 1. En la tabla 2 se muestran los hallazgos ultrasonográficos encontrados en la evaluación en vivo.

Tabla 1: Características de la población estudiada.

Característica	Media Mediana Porcentaje n: 80 pacientes
Edad Materna	28
Edad Gestacional	36.1
Paridad	2
Antecedente de hijo con cardiopatía	1
Antecedente personal de cardiopatía	1
Diabetes pre-gestacional	2
Hipertensión crónica	3
Ingesta de fármacos en primer trimestre	0

Tabla 2: Hallazgos ultrasonográficos de la evaluación en vivo.

Característica	Porcentaje n: 80 pacientes
Ultrasonido de primer trimestre normal	78
Traslucencia nual > 3 mm.	1
Traslucencia nual > percentil 95%	1
Alteración estructural fetal	1
Ducto venoso con onda A reversa	0
Regurgitación tricuspídea > 60 cm/seg	0
Riesgo para T21 > 1:100	1

De los volúmenes adquiridos 140 (87.5%) STIC y 70 (87.5%) STIC Doppler color, tuvieron la calidad necesaria para su evaluación diferida. De los volúmenes analizados 138/140 (98%) STIC se encontraron sin alteraciones estructurales cardiacas mayores y 68/70 (97%) STIC Doppler color se encontraron sin alteraciones estructurales cardiacas mayores. Se encontraron dos pacientes a las cuales se les diagnosticó alguna alteraciones cardiaca: Un foco hiperecogénico del ventrículo izquierdo y un aparente ventrículo único.

En la evaluación de la concordancia entre los hallazgos encontrados en la evaluación estructural diferida en primer trimestre y la evaluación de segundo trimestre con ultrasonido de segundo nivel se encontró una concordancia en el diagnóstico casi perfecta según la escala de Landis y Koch con un valor de Kappa de 0.957 (IC 95% 0.897 - 1.00) es importante mencionar que nuestros hallazgos son similares a los reportados previamente ya que en la mayoría de los casos se reporta una concordancia con la evaluación en segundo trimestre o con la evaluación al nacimiento mayor al 0.70 se debe de considerar que la evaluación en primer trimestre es complicada pues el tamaño de las estructuras cardiacas en su mayoría es menor a 10 mm por lo tanto una evaluación estructural detallada es muy difícil.

Se evaluó el rendimiento de la aun y cuando se contaba con pocos casos positivos, para esto se consideraron los 80 casos totales y de estos uno de ellos clasificado como verdadero positivo (foco hiperecogénico) y uno evaluado como falso positivo (probable ventrículo único), el resto (78 casos ) fueron clasificados de forma correcta como verdaderos negativos. El rendimiento de la prueba según los resultados fue: sensibilidad 100% (IC 95% 20-100%), especificidad 98% (IC 95% 93-99%), VPP 50% (IC 95% 9-90%) y un VPN de 100 (IC 95% 95-100).

Tabla 3. Rendimiento de la prueba (evaluación de prueba diagnostica)

	CARACTERÍSTICA EVALUADA		
	PRESENTE	AUSENTE	
	(Prueba de referencia +)	(Prueba de referencia -)	
PRUEBA DIAGNÓSTICA +	1	1	2
PRUEBA DIAGNÓSTICA -	0	78	78
	1	79	80
			IC 95%
Sensibilidad	100.0%	20.7%	a 100.0%
Especificidad	98.7%	93.2%	a 99.8%
Valor predictivo positivo	50.0%	9.5%	a 90.5%
Valor predictivo negativo	100.0%	95.3%	a 100.0%
Proporción de falsos positivos	1.3%	0.2%	a 6.8%
Proporción de falsos negativos	0.0%	0.0%	a 79.3%
Exactitud	98.8%	93.3%	a 99.8%

De todas las pacientes evaluadas 100 % tuvieron seguimiento con ultrasonido de segundo nivel entre la semana 18 y la 24 realizado por médicos especialistas en medicina materno fetal adscritos al departamento de medicina fetal del Instituto Nacional de Perinatología y 93.75% tuvieron seguimiento hasta el nacimiento. De las pacientes evaluadas en segundo trimestre en ninguna se encontraron alteraciones estructurales mayores solamente en una se encontraron dos focos hiperecogénicos en ventrículo izquierdo. Los resultados del seguimiento al nacimiento se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Hallazgos al nacimiento

Característica	Media n: 80 pacientes
Peso del recién nacido	2714 (D.E. 846)
Talla	48 cm
Edad gestacional al nacimiento	36.1
Complicaciones al nacimiento	2/78 (2.5%)
Ápgar al minuto	8 (4-9)
Ápgar a los 5 minutos	9 (7-9)
Silverman Anderson	1 (1-3)
Parto pretérmino	7/78 (8.9%)
Traslado a UCIN	1/78 (1.2%)

En la comparación entre los resultados obtenidos en la evaluación diferida en primer trimestre con STIC y la revisión en segundo trimestre se evaluó la concordancia mediante el estadístico Kappa encontrado una concordancia del 0.957 (IC 95% 0.897-1.00) ya que solamente se corroboró el hallazgo de un foco hiperecogénico en ventrículo izquierdo, en el paciente que se había encontrado un aparente ventrículo único en primer trimestre la evaluación de segundo trimestre descartó cualquier alteración estructural.

## **DISCUSIÓN:**

La técnica utilizada para nuestra evaluación ya había sido estandarizada previamente por Guzmán y Ramírez en 2011 en la tesis para obtención de grado de especialidad Medicina Materno Fetal UNAM en donde se evaluaron 12 mujeres embarazadas con edad gestacional entre 11 y 13.6 semanas de gestación encontrando una concordancia inter e intraobservador muy buena (mayor 0.8).

De todas las pacientes estudiadas solamente 4 pacientes tenían antecedentes maternos que podrían considerarse como de riesgo para presentar cardiopatías dentro de las principales diabetes mellitus pregestacional o ingesta de alguno fármacos en primer trimestre, sin embargo se debe de recordar que como se menciona en el marco teórico, el mayor número de alteraciones cardíacas se presenta en población de aparentemente bajo riesgo.

En la evaluación estructural en vivo en el primer trimestre en ninguna de las paciente se encontró alguna alteración morfológica y solamente 1 presentaron marcadores relacionados con cardiopatía como por ejemplo TN > 3.00 mm, ducto venoso con onda A reversa, regurgitación tricuspídea mayor a 60 cm/s. Ante estos hallazgos se debe también considerar que menos del 30% de los fetos que presentan alguno de estos marcadores positivos presentan cardiopatía o alteración estructural cardíaca mayor.

En nuestro estudio encontramos que de todos los volúmenes adquiridos solamente el 87% tanto en STIC convencional como en STIC con Doppler color tuvieron la calidad necesaria para la evaluación diferida. Esto concuerda con lo reportado previamente en la literatura en donde se menciona que solamente entre el 60-85% de las imágenes adquiridas pueden evaluarse de forma diferida. Las principales causas de mala calidad en la imagen son mala ventana sónica (tejido adiposo, cicatrices en la pared abdominal, o ausencia de llenado vesical materno) y movimiento maternos o fetales al momento de la adquisición.

Si bien es cierto que la técnica tiene sus limitaciones y tiene una capacidad similar o ligeramente inferior a la que se reporta en la evaluación en vivo tiene la ventaja de que los volúmenes pueden ser adquiridos en forma remota por personal no especializado y enviados a centros de tercer nivel para ser analizados por expertos y puedan ser evaluados sin la necesidad de que la evaluación con la paciente sea realizada por un experto.

En este estudio se incluyeron un total de 80 pacientes. En un principio se había considerado un tamaño de muestra de 195 pacientes, aunque debido a cuestiones técnicas y operacionales fue imposible completar el tamaño de muestra propuesto inicialmente. Sin embargo, consideramos que con los casos incluidos se pueden

obtener resultados válidos dado que todas las publicaciones revisadas incluían menos de 100 pacientes en cada una de ellas.

## **CONCLUSIONES:**

1. La técnica utilizada en nuestro estudio es reproducible y muestra una concordancia inter e intraobservador mayor de 0.8 como ya se había mostrado previamente.
2. La evaluación con STIC en primer trimestre permite el análisis de imágenes con calidad aceptable en más del 85% de los casos y en los casos en los que no se logra una calidad aceptable tampoco se puede realizar una evaluación satisfactoria en vivo.
3. El análisis con STIC/planos sectoriales muestra una concordancia con un Kappa mayor al 0.95 al ser comparado con la revisión en segundo trimestre que en este momento es el estándar de oro para la evaluación prenatal.
4. El uso de STIC/planos sectoriales permite la adquisición de imágenes en forma remota por personal no especializado para después ser enviados para su evaluación por expertos en centros de tercer nivel.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Wesley Lee MD, Christine H, Comstock, MD. *Ultrasound Clin* 1; 2006: 273-291.
- 2.- Rosano A, Botto LD, Botting B, Mastroiacovo P. Infant mortality and congenital anomalies from 1950 to 1994: an international perspective. *Epidemiol Community Health* 2000;54:660-6.
- 3.- Copel JA, Pilu G, Green J, Hobbins JC, Kleinman CS. Fetal echocardiographic screening for congenital heart disease: the importance of the four-chamber view. *Am J Obstet Gynecol* 1987;157: 648-55.
- 4.- Small M, Copel JA. Indications for fetal echocardiography. *Pediatr Cardiol* 2004;25:201-22.
- 5.- Yoo SJ, Min JY, Lee YH. Normal pericardial fluid in the fetus: color and spectral Doppler analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001;18:248-52.

- 6 Devore GR, Falkensammer P, Slanky MS, Platts LD. Spatio temporal image correlation (STIC) : new technology for evaluation of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003;22: 380-387.
- 7.-Rivera MM. Ecografía tridimensional en ginecología y obstetricia. *MedUNAB* 2005; 8:125-129
- 8.-Scharf A, Geka F, Steinborn A, Frey H, Schlemmer A, Sohn C. 3D Real-Time Imaging of the Fetal Heart. *Fetal Diagn Ther.* 2000; 15: 267-274
- 9.-Gonçalves L.F, Lee W, Espinoza J, Romero R. Examination of the fetal heart by four-dimensional (4D) ultrasound with spatiotemporal image correlation (STIC). *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006;27:336–348
- 10.-Pombo, M. García-Manero, J. Mazaira, P. Royo, JL. Alcázar. Papel de la ecografía tridimensional en obstetrician *Rev Med Univ Navarra/Vol 49, N° 4, 2005, 17-22.*
- 11.-Bennasar M, et al. Feasibility and accuracy of fetal echocardiography using four dimensional spatiotemporal image correlation technology before 16 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009;33: 645-651.
- 12.-Viñals F, Ascenso R, Naveas R, Huggon I, Giuliano A. Fetal echocardiography at 11 +0 to 13+6 weeks using four dimensional spatiotemporal image correlation telemedicine via an internet link: a pilot study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008;31: 633-638.
- 13.-Rasiah SV, Publicover M, Ewer AK, Khan KS, Kilby MD, Zamora J. A systematic review of the accuracy of first trimester ultrasound examination for detecting major congenital heart disease. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 28: 110–116.
- 14.- Sanchez F. 2008. Eficacia de la evaluación ultrasonográfica de cuatro cámaras y conexiones ventriculoarteriales para la detección de cardiopatías en embarazos de las 18 a 28 semanas. Tesis para obtener el título de Medicina Materno Fetal, Instituto Nacional de Perinatología, México D.F.

**ANEXO 1**  
**HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

FECHA (D/M/A) \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ REGISTRO \_\_\_\_\_ No DE IDENTIFICACIÓN \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA PACIENTE \_\_\_\_\_

EDAD \_\_\_\_\_ FUM o USG \_\_\_\_\_ SEMANAS DE GESTACIÓN \_\_\_\_\_

G \_\_\_\_\_ P \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_ C \_\_\_\_\_

Peso \_\_\_\_\_ Talla \_\_\_\_\_ IMC \_\_\_\_\_

**ANTECEDENTES**

ANTECEDENTE DE CARDIOPATÍA	SI	NO
QUIEN Y TIPO DE CARDIOPATÍA _____		
DIABETES MELLITUS	SI	NO
LUPUS ERITEMATOSO SISTÉMICO	SI	NO
INGESTA DE FÁRMACOS DURANTE EL EMBARAZO	SI	NO
CUAL(ES) Y EN QUE SEMANA _____		
OTRA PATOLOGÍA MATERNA _____		

**HALLAZGOS SONOGRÁFICOS PRENATALES DE PRIMER TRIMESTRE**

EDAD GESTACIONAL POR FUM O USG _____	FETOMETRÍA _____
RIESGO POR EDAD T21: _____	RIESGO POR TNT21 _____
MARCADOR USG ENCONTRADO:	
TRASLUCENCIA NUCAL: _____	
DUCTO VENOSO: _____	
REGURGITACION TRICUSPIDEA: _____	
OTRO: _____	

**DATOS DEL FETO Y DEL FETO Y DE LA MADRE AL MOMENTO DE LA TOMA:**

EDAD GESTACIONAL POR FUM \_\_\_\_\_

EDAD GESTACIONAL POR LCR (ULTRASONIDO DE 1ER TRIMESTRE) \_\_\_\_\_

POSICION DEL FETO \_\_\_\_\_ DORSO FETAL \_\_\_\_\_

SITUACION DE COLUMNA FETAL (HORAS DEL RELOJ) \_\_\_\_\_

PANICULO ADIPOSO MATERNO \_\_\_\_\_

## ANEXO 3

### TÉCNICA DE ADQUISICIÓN DE VOLUMEN CARDIACO CON STIC DE LAS 11 A 13.6 SEMANAS DE GESTACION

Para la evaluación cardiaca con 3D+STIC se utilizó el equipo VOLUSON 730 EXPERT, GE Medical Systems. Kretztechnik GmbH, Zipf, Austria, con transductor motorizado de 2-5 o 4-8MHz.

Con la paciente en decúbito dorsal o semilateral (para evitar la hipotensión supina) se obtuvo imagen fetal de cuatro cámaras cardiacas para la adquisición del volumen cardiaco fetal con las siguientes settings:

#### Settings 2D

- Posición de la paciente: Decúbito dorsal o semilateral y en ausencia de movimientos respiratorios o fetales
- Feto con dorso posterior ( columna situada a las 6 horas) o con dorso anterior y no se genere sombra acústica sobre el área cardiaca.
- imagen de 4 cámaras cardiacas
- Frecuencia cardiaca fetal de 120 a 160 latidos por minuto
- Modo 2 D fetal cardio
- X Beam: 1-2
- SRI: 3-5
- PRF 5
- FMP medio
- Filtro armónico acorde a la obesidad de la paciente
- Zonas focales:1
- Punto de enfoque en la cruz del corazón
- Profundidad de 6-12 cm

Una vez obtenida la imagen de 4 cámaras cardiacas, se realizó la adquisición del volumen usando un barrido automático transverso a través del tórax fetal y el abdomen, con el ápex cardiaco fetal orientado preferentemente en sentido anterior, con un ángulo entre 15-45° entre el septo interventricular y el eje del rayo del ultrasonido. La región de interés incluyo la circunferencia torácica total. La adquisición se realizó en ausencia de movimiento o respiración fetal. Se solicitó a la madre suspender momentáneamente la respiración y se utilizaron los siguientes settings:

#### Settings 3D

- Modo 3D: STIC fetal cardio.
- Ajustes de usuario: 1er trimestre.
- Tiempo de adquisición: 10 - 15 segundos. Optimizar al mayor tiempo posible de acuerdo a los movimientos fetales.
- Angulo de barrido: 20° de acuerdo a la edad gestacional, siempre adquiriendo la totalidad del tórax fetal incluyendo desde el cuello fetal hasta el estómago.
- Ventana 3D: ajustar al tamaño del diámetro torácico.
- Frecuencia cardiaca fetal de 120-160 lpm.

### **Setting 3D Doppler**

- Modo 3D Doppler Color / 3D fetal cardio / STIC Primer trimestre
- Frecuencias bajas
- Flujo de color: mapa 1
- Resolución de flujo: bajo
- Cierre de artefactos
- Imagen de cuatro cámaras cardíacas
- Tiempo de adquisición de 10-12.5 segundos
- Angulo de volumen de 20°
- Con las siguientes características: Columna fetal claramente visible, minimizando las sombras de los arcos costales o de la columna. Movimiento mínimo o nulo observado en un plano sagital

#### ANEXO 4

### TECNICA PARA LA EVALUACION DIFERIDA DE VOLUMENES CARDIACOS: Visualización de 4 cámaras cardiacas y tracto de salida de los grandes vasos

- Una vez abierto el archivo de volumen el primer paso consiste en asegurarse que el lado izquierdo del corazón estaba localizado en el lado izquierdo de la pantalla, y el lado derecho del corazón del lado derecho, si es necesario se rotara el volumen en el eje Y. se debe colocar el punto blanco en la cruz del corazón y que debe coincidir con los planos ortogonales.

Figura 6.



- Rotar el volumen alrededor del eje "z", hasta obtener una vista apical de 4 cámaras.

Figura 7.

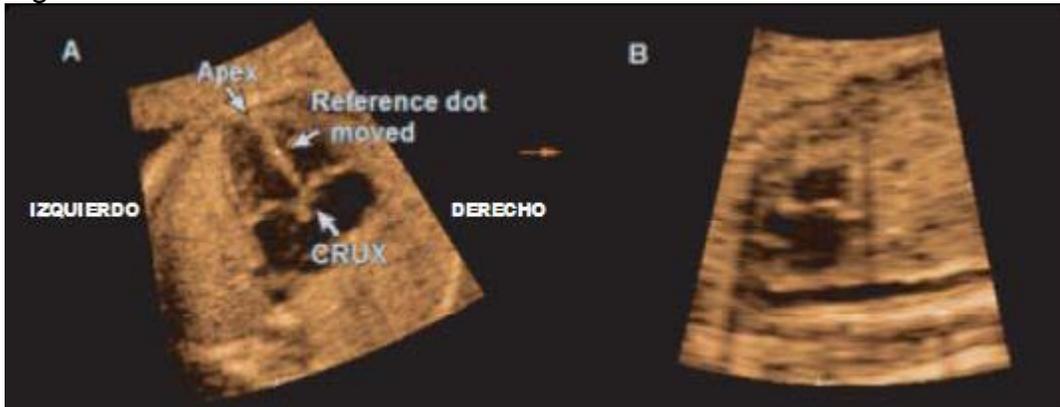


- Rotar el volumen en el eje "z" en sentido contrario a las manecillas del reloj hasta que el ángulo entre el ápex y el transductor sea de aproximadamente 30 a 40°.

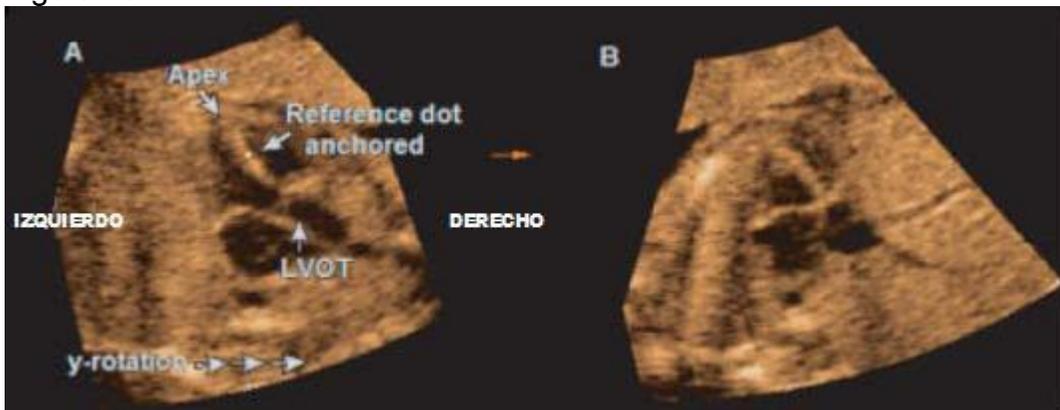
Figura 8.



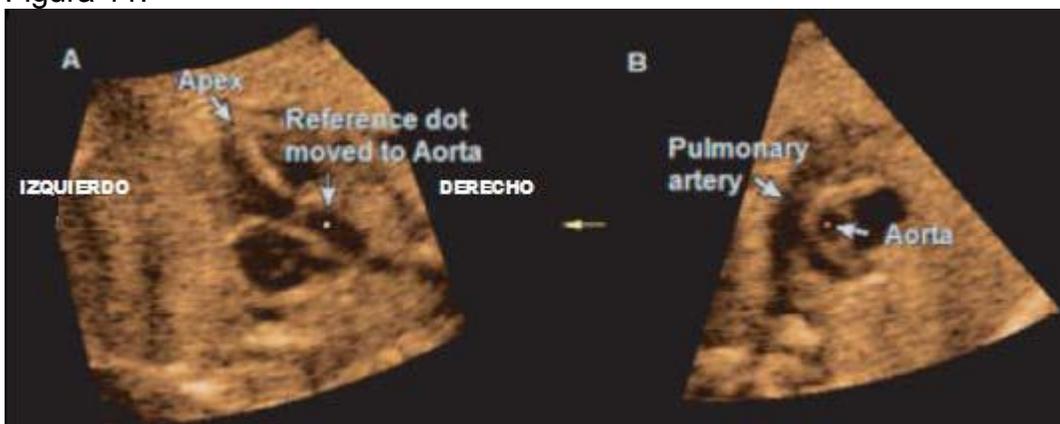
- Colocar el punto de referencia en el septo interventricular en la parte media entre la cruz del corazón y el ápex.  
Figura 9.



- Rotar el volumen en el eje Y, mostrando la continuidad del septo interventricular y la pared anterior de la aorta, la valva anterior de la mitral se observa en continuidad con la pared posterior de la aorta.
- Figura 10



- Mover el punto de referencia a nivel de la válvula aortica para desplegar en el plano B la imagen de 3 vasos, posteriormente mover el punto de referencia sobre la válvula aortica, desplegando la vista del eje corto del ventrículo derecho.  
Figura 11.



## ANEXO 5

### HOJA DE CAPTURA DE DATOS DEL ANALISIS DIFERIDO DE VOLUMENES CON STIC- 3 DIMENSION

Variable	Observador 1		Observado 2	
	E	NO	E	NE
Estómago a la izquierda				
Concordancia de vena cava inferior y aorta abdominal				
Tamaño normal del corazón				
Ápex cardiaco del mismo lado del estómago				
Eje cardiaco a 45°				
Mismo tamaño de las 2 aurículas				
Mismo tamaño de los 2 ventrículos				
2 válvulas de apertura auriculoventriculares				
Septum ventricular intacto en vista de 4 cámaras				
Cruz Intacta				
Al menos una vena pulmonar a la AI				
Tracto de salida del VI				
Tracto de salida de VD				
Bifurcación de arteria pulmonar				
Igual tamaño de las grandes arterias				

**E= EVALUABLE =1    NE= NO EVALUABLE=2**