



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA MATERNO FETAL
MATERNIDAD “CONCEPCIÓN PALACIOS”

**EXCURSIÓN SISTÓLICA ANULAR ATRIOVENTRICULAR FETAL: NOMOGRAMA
POR PERCENTILES**

Trabajo Especial de Grado que se presenta para optar al título de Especialista en Medicina
Materno Fetal

Laysbel Karina Leal Morillo
Osmar Nathalee Alcalá Cermeño

Tutora: Alexandra Rivero Fraute

Caracas, marzo 2020



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



VEREDICTO

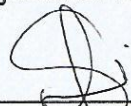
Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por: **Laysbel Karina Leal Morillo**, Cédula de identidad N° V-19.340.406, bajo el título **"EXCURSIÓN SISTÓLICA ANULAR ATRIOVENTRICULAR FETAL: NOMOGRAMA POR PERCENTILES"**, a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **ESPECIALISTA EN MEDICINA MATERNO FETAL - MCP** dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 14 de marzo de 2020 a las 08:00 AM., para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que esta hizo en el Auditorio de la Policlínica "La Arboleda", mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

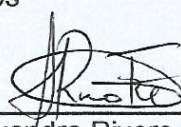
2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobarlo**, por considerar, sin hacerse solidario con las ideas expuestas por la autora, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de **EXCELENTE** al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad, innovador, sin precedentes en nuestro país.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 14 días del mes de marzo del año 2020, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinadora del jurado Alexandra Rivero Fraute.


Carmen Sarmiento
C.I. V- 12.740.489.
Maternidad Concepción Palacios
Miembro Principal


Onleda Brencio
C.I. V- 7.128.927
Hospital Universitario de Caracas
Miembro Principal


Alexandra Rivero Fraute
C.I. V- 15.972.807
Maternidad Concepción Palacios
Tutora

L.L. 14/03/20





UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



VEREDICTO

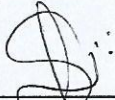
Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por: **Osmary Nathalee Alcalá Cermeño**, Cédula de identidad N° V-18.593.185, bajo el título "**EXCURSIÓN SISTÓLICA ANULAR ATRIOVENTRICULAR FETAL: NOMOGRAMA POR PERCENTILES**", a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **ESPECIALISTA EN MEDICINA MATERNO FETAL - MCP** dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 14 de marzo de 2020 a las 08:00 AM., para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que esta hizo en el Auditorio de la Policlínica "La Arboleda", mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

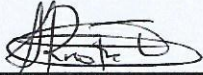
2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobarlo**, por considerar, sin hacerse solidario con las ideas expuestas por la autora, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de **EXCELENTE** al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad, innovador, sin precedentes en nuestro país.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 14 días del mes de marzo del año 2020, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinadora del jurado Alexandra Rivero Fraute.


Carmen Sarmiento
C.I. V- 12.740.489
Maternidad Concepción Palacios
Miembro Principal


Onleda Brencio
C.I. V- 7.128.927
Hospital Universitario de Caracas
Miembro Principal

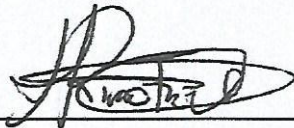

Alexandra Rivero Fraute
C.I. V- 15.972.807
Maternidad Concepción Palacios
Tutora

O.A. 14/03/20



CERTIFICACIÓN DEL TUTOR
PARA LA ENTREGA DEL TRABAJO ACADÉMICO
EN FORMATO IMPRESO Y FORMATO DIGITAL

Yo, Alexandra Rivero Fraute portador de la Cédula de identidad N° 15.972.807, tutor del trabajo: EXCURSIÓN SISTÓLICA ANULAR ATRIOVENTRICULAR FETAL: NOMOGRAMA POR PERCENTILES, realizada por los estudiantes Laysbel Karina Leal Morillo y Osmay Nathalee Alcalá Cermeño. Certifico que este trabajo es la **versión definitiva**. Se incluyó las observaciones y modificaciones indicadas por el jurado evaluador. La versión digital coincide exactamente con la impresa.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'ARF', is written over a horizontal line.

Firma del Profesor

En Caracas a los 02 días del mes de octubre de 2020

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

VICERRECTORADO ACADÉMICO

SISTEMA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA, HUMANÍSTICA Y TECNOLÓGICAS (SICHT)

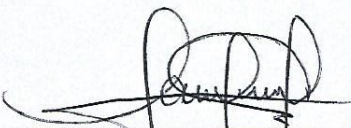
FECHA: 14 MARZO DE 2020

**AUTORIZACIÓN PARA LA DIFUSIÓN ELECTRÓNICA DE LOS TRABAJOS DE
LICENCIATURA, TRABAJO ESPECIAL DE GRADO, TRABAJO DE GRADO Y TESIS
DOCTORAL DE LA**

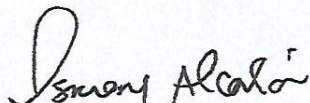
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

Yo, (Nosotros) Laysbel Karina Leal Morillo y Osmar Nathalee Alcalá Cermeño, autor(es) del trabajo o tesis EXCURSIÓN SISTÓLICA ANULAR ATRIOVENTRICULAR FETAL: NOMOGRAMA POR PERCENTILES. Presentado para optar al título de Especialista en Medicina Materno Fetal. Autorizo a la Universidad Central de Venezuela, a difundir la versión electrónica de este trabajo, a través de los servicios de información que ofrece la Institución, sólo con fines de académicos y de investigación, de acuerdo a lo previsto a la Ley sobre Derecho del Autor, Artículo 18, 23 y 42 (Gaceta Oficial N° 4.638 Extraordinaria, 01-10-1993).

X	Si autorizo
	Autorizo después de 1 año
	No autorizo
	Autorizo sólo a difundir algunas partes del trabajo
Indique:	


C.I: V-19.340.406
e-mail: laysbell.m@gmail.com

Firma (s) de autor (es)


C.I: V-18.593.185
e-mail: osmaryalcerm@hotmail.com

En Caracas, a los 14 días del mes de marzo de 2020

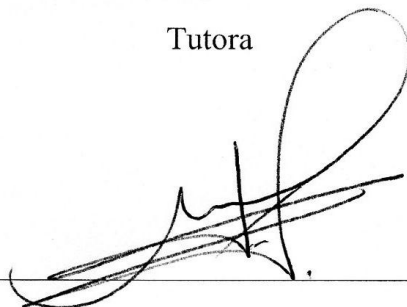
Nota: En caso de no autorizarse a la Escuela o a la Comisión de Estudios de Postgrado publicará la referencia bibliográfica, tabla de contenido (índice) y un resumen descriptivo, palabras claves, y se indicará que el autor decidió no autorizar el acceso al documento a texto completo.

La cesión de derechos de publicación electrónica, no es cesión de los derechos del autor, porque este es intransferible.



Alexandra Rivero

Tutora



Carlos Cabrera

Director del Programa



Alexandra Rivero

Coordinadora del curso



Mireya González Blanco

Asesora Metodológica

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme ser su instrumento, por guiar siempre mi camino y darme la oportunidad de alcanzar mis sueños.

A mis padres, fuente de mi vida, mi mayor y mejor ejemplo, mi pilar, mi motivo, toda mi vida es y será para hacerlos sentir orgullosos, a ustedes, este el fruto de su esfuerzo y dedicación.

A mis abuelos Eduardo e Isabel, mi apoyo incondicional, mi fuente inagotable de amor, gracias por tanto.

A mi luz en el cielo, mi inspiración, te amo.

A mi hermana Isabel Cristina, quien celebra cada una de mis alegrías y me impulsa a ser cada día mejor, mi vida va dedicada a siempre ser un buen ejemplo para ti.

A mi novio José Antonio, quien me acompañó en este camino, me enseñó tanto y fue mi apoyo constante e incondicional.

A mis adjuntos y profesores, quienes fueron pilares fundamentales en mi formación como especialista en Medicina Materno Fetal, mil gracias por sus enseñanzas.

LAYSBEL K. LEAL M.

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, quien nos da vida y mantiene nuestra salud; quien ha permitido que llegue a estas instancias y sirva de instrumento para brindar salud mediante los conocimientos que he podido obtener.

A mi hijo, Fernando, quien me ha hecho vivir un amor que no se describe con palabras y me ha hecho sentir lo que nadie más me puede dar.

A mi familia (Mamá, hermanos, sobrinos, tíos, abuela), pilar fundamental en mi vida, mi soporte, mi incentivo y mi piedra de sostén en todos los ámbitos de mi vida.

A mi hermano, Jesús Alcalá, quien ha demostrado ser un hermano incondicional, tío como pocos, te admiro y lo haré siempre.

A las hermanas que me regalo la vida: Delimar, Mariugenia y Verónica, por siempre estar incondicionalmente; y a mis compañeros de postgrado que más que compañeros son parte de mi familia.

A todos los maestros y profesores que tuve en todos estos años, el pregrado, postgrado y sub – especialidad, esto es de ustedes...

OSMARY N. ALCALÁ C.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINAS
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	12
MÉTODOS	24
RESULTADOS	27
DISCUSIÓN	29
AGRADECIMIENTOS	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS	38

EXCURSIÓN SISTÓLICA ANULAR ATRIOVENTRICULAR FETAL: NOMOGRAMA POR PERCENTILES

Laysbel Karina Leal Morillo. C.I. V-19340406. Sexo: Femenino, E-mail: laysbell.m@gmail.com. Telf.: 04146228932. Dirección: Maternidad Concepción Palacios. Programa de especialización en Medicina Materno Fetal.

Osmar Nathalee Alcalá Cermeño. C.I. V- 18593185. Sexo: Femenino, E-mail: osmaryalcerm@hotmail.com. Telf.: 04263042645. Dirección: Maternidad Concepción Palacios. Programa de especialización en Medicina Materno Fetal.

Alexandra Rivero Fraute. C.I. V-15972807. Sexo: Femenino, E-mail: doctora_rivero@hotmail.com. Telf.: 04142161837. Dirección: Maternidad Concepción Palacios, Caracas. Especialista en Perinatología.

RESUMEN

Objetivo: Elaborar el nomograma por percentiles de la excursión sistólica anular atrioventricular fetal con gestantes entre 20 y 38 semanas que acuden a la Maternidad Concepción Palacios, en el lapso entre septiembre y diciembre de 2019. **Métodos:** Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo y transversal. Se incluyeron 270 pacientes entre 20 y 38 semanas de gestación, a las cuales se midió la excursión sistólica anular atrioventricular fetal, para luego ser relacionado con la edad gestacional y área cardíaca fetal. **Resultados:** La medición de la excursión sistólica del anillo tricuspídeo (TAPSE) del 55,2 % de la población se ubica entre los 5,6 y 8 mm; mientras que para la excursión sistólica del anillo mitral (MAPSE) el 51 % de los pacientes presenta valores que van desde 3,1 a 5 mm. Se denota claramente una tendencia al incremento en ambos, a medida que transcurren las semanas de embarazo y el área cardíaca fetal obteniendo que el TAPSE aumenta, en 0,29 mm ($r=0,869$; $p=0,000$) y MAPSE aumenta, en 0,212 mm ($r=0,856$; $p=0,000$) en promedio, por cada semana de gestación. **Conclusiones:** La excursión sistólica anular atrioventricular fetal aumenta bajo tendencia lineal en relación a la edad gestacional y al área cardíaca fetal. Los nomogramas obtenidos pueden ser de utilidad tanto para el cribado de disfunción cardíaca fetal en pacientes sin comorbilidades como en la evaluación de gestantes con patologías maternas o fetales que condicionen disfunción cardíaca sistólica fetal.

Palabras claves: Anillo tricuspídeo, Anillo mitral, Excursión sistólica, Edad gestacional, Área Cardíaca.

FETAL ATRIOVENTRICULAR ANNULAR PLANE SYSTOLIC EXCURSION NOMOGRAM

SUMMARY

Objective: To design the fetal atrioventricular annular plane systolic excursion nomogram in a group of patients with a pregnancy between 20 and 38 weeks who attend Maternidad Concepción Palacios, in the period between September and December 2019. **Methods:** Prospective, descriptive and transversal study was carried out. 270 patients between 20 and 38 weeks of gestation were included to whom it was measured the fetal tricuspid and mitral annular plane systolic excursion and this were related to gestational age and fetal heart area.

Results: The measurement of the tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) of 55.2% of the population is between 5.6 and 8 mm; while for the mitral annular plane systolic excursion (MAPSE) 51% of patients have values ranging from 3.1 to 5 mm. A tendency to increase in both is clearly denoted, as the weeks of pregnancy pass and the fetal heart area grows, obtaining that TAPSE increases, in 0.29 mm ($r = 0.869$; $p = 0.000$) and MAPSE increases, in 0.212 mm ($r = 0.856$; $p = 0.000$) on average, for each week of gestation.

Conclusions: Fetal atrioventricular annular systolic excursion increases under a linear tendency in relation to gestational age and fetal heart area. The obtained nomograms can be useful both for the screening of fetal cardiac dysfunction in patients without comorbidities and in the evaluation of pregnant women with maternal or fetal pathologies that condition fetal systolic cardiac dysfunction..

Key words: Tricuspid annular plane, Mitral annular plane, Systolic excursion, Gestational age, Heart area.

INTRODUCCIÓN

El corazón fetal es el órgano central de circulación fetal que se encarga de garantizar la perfusión de todos los órganos fetales. La formación y función de la cámara se evidencia desde etapas precoces, lo que garantiza un gasto cardiaco continuo que es el responsable del desarrollo armónico fetal.⁽¹⁾

Embriológicamente, la estructura cardiaca inicia como una estructura tubular, siendo objetivable su función contráctil desde los 22 días posfecundación en los humanos.⁽²⁾ Su ulterior desarrollo concluye en una estructura conformada por 4 cámaras, con conexiones atrioventriculares, ventriculoarteriales y venoatriales, que permiten el flujo hacia los diferentes territorios intracardiacos y extracardiacos.^(3 - 5)

Para evaluar el funcionamiento cardiaco, es necesario tener conocimiento de los eventos suscitados en el ciclo cardiaco en condiciones normales; los componentes principales son un periodo de llenado cardiaco o diástole donde ocurre el vaciamiento de sangre de las cámaras atriales a las ventriculares y el periodo sistólico donde se desplaza la sangre de los ventrículos hacia la arteria aorta y pulmonar.⁽⁶⁾ A su vez, los cambios en su estructura y funcionamiento están determinados por la contractilidad miocárdica, la orientación de las fibras miocárdicas, condición de presión/volumen y los cambios secundarios a la maduración miocárdica que se suscitan durante la gestación.^(7 - 9)

En vista del estudio detallado y mayor conocimiento de la función cardiaca fetal a lo largo del tiempo, aunado al advenimiento tecnológico, se han desarrollado métodos reproducibles para su cuantificación, la mayoría de ellos extrapolados de estudios en adultos y niños; entre los cuales están: cálculo de la fracción de eyección, gasto cardiaco, índice de rendimiento miocárdico, fracción de acortamiento miocárdico, relación onda E/A. A pesar de que la fracción de eyección ventricular izquierda permanece como parámetro de función sistólica en adultos y niños, no lo es a nivel fetal; la fracción de eyección depende significativamente de la precarga y poscarga fetal y en el feto, debido al arreglo en paralelo de la circulación fetal (diferente a la circulación posnatal caracterizada por ser en serie), cada cámara ventricular tiene condiciones de carga y poscarga distintas.^(7, 10)

Durante el ciclo cardiaco, el anillo atrioventricular se desplaza hacia el ápex cardiaco durante la sístole y regresa hacia la base en diástole, mientras que los demás contornos ventriculares

permanecen relativamente sin cambios; estos movimientos recíprocos del anillo atrioventricular conllevan a un desplazamiento longitudinal rítmico objetivable por ultrasonografía, constituyendo un parámetro de función cardíaca global independientemente de la función ventricular izquierda.⁽¹¹⁾ En el feto, la evaluación de la excursión sistólica y diastólica de los anillos tricuspídeo y mitral tiene la ventaja de utilizar tecnología Modo M que se encuentra a disposición con equipos de ultrasonografía modernos, brindando información de funcionalismo cardíaco, al igual que en el adulto.⁽¹²⁾

Planteamiento y delimitación del problema

La función cardíaca fetal constituye un marcador de severidad de enfermedades en múltiples condiciones, tales como: restricción de crecimiento intrauterino, cardiopatías congénitas, síndrome de transfusión fetofetal, *hidrops* y arritmias cardíacas, entre otros.

La evaluación de la morfología cardíaca, así como de su funcionalismo, es una parte importante de la evaluación ultrasonográfica ya que, según sus resultados, condiciona el pronóstico y el manejo; por lo cual se hace importante establecer si su funcionamiento es adecuado.^(13 - 15) Es por ello que se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál será el valor normal de la excursión sistólica de los anillos tricuspídeo y mitral en fetos de pacientes con embarazo entre 20 y 38 semanas, que acuden la Maternidad Concepción Palacios, en el lapso entre septiembre y diciembre de 2019?

Justificación e importancia

La insuficiencia cardíaca es el punto final de diferentes patologías, y se reconoce por la presencia de cardiomegalia, insuficiencia atrioventricular y el desarrollo de *hidrops* fetal. No obstante, en los estadios iniciales de la enfermedad, el corazón tiene la capacidad de adaptarse y responder de forma adecuada para mantener la economía de los órganos, atravesando por un periodo subclínico prolongado de disfunción cardíaca antes de desarrollar la falla cardíaca.⁽¹⁵⁾ En vista de que la evaluación de la excursión sistólica de los anillos tricuspídeo y mitral fetales se ha descrito como un marcador altamente sensible de disfunción cardíaca en diferentes patologías, se propone realizar un nomograma para su evaluación utilizando tablas de percentiles que permitan evaluar los puntos de corte normales.

Existen investigaciones a nivel mundial donde se realiza la evaluación de la excursión sistólica de los anillos tricuspídeo y mitral fetales; no obstante, en Venezuela, no han sido reportados

por lo que se hace necesario el presente estudio, donde se realizará un nomograma de la excursión sistólica de los anillos tricuspídeo y mitral fetales, según la edad gestacional.

Antecedentes

En el año 1984, Kaul *et al.*,⁽¹⁶⁾ analizaron la función ventricular derecha en 30 individuos utilizando la ecocardiografía bidimensional y la compararon con la obtenida mediante el uso de angiografía por radionucleotidos, utilizando en el primer método de estudio la medida de la excursión sistólica del anillo tricuspídeo (TAPSE) y la fracción de eyección en el segundo; concluyendo que el TAPSE tiene la ventaja sobre el otro método en estimar la fracción de eyección del ventrículo derecho, ya que es un método simple, reproducible y es independiente de la geometría ventricular.

Carvalho *et al.*,⁽¹²⁾ en 2001, evaluaron la función de las fibras miocárdicas longitudinales de los ventrículos derecho e izquierdo midiendo la excursión de sus válvulas, en 18 fetos entre las 17 y 29 semanas de gestación, mediante el uso de modo M, evidenciándose que el anillo valvular se acorta durante la sístole y se elonga durante la diástole; la excursión ventricular total derecha fue de 5,2 mm (rango, 3,9 – 7,2 mm) y la excursión ventricular total izquierda fue de 4,5 mm (rango, 3,0 – 6,8 mm). Demostraron que no hubo diferencias significativas entre la excursión sistólica de los anillos valvulares tricuspídeo y mitral, ofreciendo un nuevo método de estudio de la función sistólica y diastólica fetal.

En el año 2011, Koestenberger *et al.*,⁽¹⁷⁾ determinaron los cambios en el TAPSE relacionados con el crecimiento y el peso al nacer para establecer valores de referencia en neonatos a término y pretérmino; se llevó a cabo la determinación del TAPSE en 258 neonatos (rango de edad gestacional: 25 semanas hasta las 40 semanas más 6 días y un rango de peso al nacer: 530 gr hasta 4,200 gr), se establecieron los valores de TAPSE y percentilaron, sirviendo como base de referencia para el estudio de la función cardiaca en neonatos con y sin patología cardiaca estructural.

En el año 2012, Germanakis *et al.*,⁽¹⁸⁾ evaluaron la factibilidad del uso de modo M fuera de línea para evaluar el desplazamiento de los anillos valvulares fetales y compararlo con la evaluación mediante modo M convencional en tiempo real. Se estudiaron 91 fetos, entre una edad gestacional de 12 a 36 semanas (media de 23 semanas más 6 días); se evaluó el anillo valvular lateral y septal mitral y a nivel lateral del anillo valvular tricuspídeo, evidenciándose

que mediante dicha evaluación se obtuvieron valores similares a los obtenidos por modo M convencional.

Messing *et al.*,⁽¹⁹⁾ en 2013 evaluaron 341 fetos sanos entre 20 y 39 semanas con el objetivo estudiar TAPSE fetal en la segunda mitad de la gestación en fetos normales, establecieron rangos de referencia para esta medida según edad gestacional y peso fetal, y evaluaron la utilidad del modo M de correlación de imagen espaciotemporal (STIC) para obtenerlo y lo compararon con el modo M convencional. Obtuvieron que para ambas modalidades, TAPSE aumentó linealmente con edad gestacional y el peso fetal. Así mismo encontraron una buena correlación entre los dos métodos ($r = 0.904$)

En 2013, Cruz-Lemini *et al.*,⁽²⁰⁾ compararon la habilidad de la determinación del movimiento longitudinal del anillo atrioventricular utilizando modo M y del doppler tisular para demostrar la disfunción cardíaca en fetos con crecimiento fetal restringido. Evaluaron el movimiento del desplazamiento longitudinal anular mitral, tricuspídeo y a nivel del septo ventricular en 23 fetos con crecimiento fetal restringido precoz y 43 fetos normales (controles) con los dos métodos anteriormente descritos y evidenciaron que todos los parámetros anulares estaban significativamente disminuidos en los fetos con crecimiento fetal restringido comparados con los fetos control, en ambos estudios.

En 2015 Ortiz *et al.*,⁽²¹⁾ Evaluaron en un estudio prospectivo en 24 pares fetales con síndrome de transfusión intergemelar (STIG) a través de la medición de la excursión sistólica del anillo mitral (MAPSE) y TAPSE 24 h antes y dentro de las 48 h posteriores a la fetoscopia y 13 pares fetales monocoriónicos normales de la misma edad gestacional. Obtuvieron que los valores de MAPSE y TAPSE preoperatorio medio se redujeron significativamente en ambos fetos con STIG. Al subdividir según las etapas STIG, los cambios fueron significativos en los subgrupos de las etapas I – II y III – IV, aunque las diferencias fueron más pronunciadas en este último. Todas las observaciones permanecieron sin cambios 48 h después de la fetoscopia. Concluyeron que tanto los fetos receptores como los donantes tuvieron una disminución de la movilidad longitudinal global, incluso en las primeras etapas de STIG.

En 2017, Mao *et al.*,⁽²²⁾ evaluaron ecográficamente 261 fetos con edades gestacionales comprendidas entre 22 y 40 semanas, en los cuales realizaron medición prospectiva de TAPSE y MAPSE, a través de modo M convencional y modo M angular, para proporcionar valores

normales por cada edad gestacional, así mismo correlacionaron estos valores con el área cardiaca. Encontraron alta correlación entre las mediciones a través de modo M convencional y modo M angular, de igual forma se proporcionaron datos normales y las Z-score de MAPSE y TAPSE fetales contra edad gestacional y área cardiaca, las cuales mostraron un aumento progresivo con el avance de la gestación y el aumento del área cardiaca.

Ghandi *et al.*,⁽²³⁾ en 2018, establecieron valores de referencia de TAPSE y MAPSE para la evaluación de la función sistólica, en 21 neonatos a término y 31 neonatos pretérmino, divididos en 3 grupos; 30 a 33 semanas, 34 a 36 semanas y 37 a 40 semanas. Estos autores obtuvieron valores promedio de MAPSE y TAPSE que se incrementaban en cada grupo a mayor edad gestacional, de la misma forma correlacionaron los valores obtenidos para estos parámetros con el peso al nacer y la superficie corporal resultando una correlación positiva. Crearon tablas con los valores promedio y sus respectivas desviaciones estándar para cada grupo, según edad gestacional y peso. Concluyeron que estos valores de referencia pueden ser útiles en la evaluación de la función cardiaca ventricular global en neonatos, constituyendo un estudio no invasivo y reproducible.

Zanardini *et al.*,⁽²⁴⁾ en 2019, hicieron un estudio prospectivo que incluyó 50 fetos sanos con embarazos entre 18 y 36 semanas de gestación. Midieron, a través de modo M y *doppler* tisular, MAPSE, TAPSE y SAPSE (excursión sistólica del plano anular septal); relacionaron estos parámetros con la edad gestacional y compararon los dos métodos de evaluación. Hubo aumento progresivo de cada parámetro evaluado con el avance de la gestación, así mismo encontraron correlación entre las medidas obtenidas con modo M y *doppler* tisular. Al estratificar los hallazgos por edad gestacional, la media de MAPSE, TAPSE y SAPSE obtenida por modo M fueron más altas que aquellas realizadas a través de *doppler* tisular, aunque la diferencia entre ambas técnicas fue más estrecha con edades gestacionales mayores. La media del TAPSE fue mayor que la del MAPSE y ambas medidas tuvieron asociación estadísticamente significativa con la edad gestacional. Estos autores concluyeron que el desplazamiento anular atrioventricular puede ser obtenido tanto a través de modo M como de *doppler* tisular con diferencias mínimas, pudiendo ser utilizados para la evaluación funcional del corazón fetal.

Marco teórico

El corazón es el elemento común en todo el sistema hemodinámico, es el órgano central, es la bomba de expulsión y succión en este sistema hidráulico. El corazón prenatal es un órgano distinto al posnatal, no solo en su anatomía, sino también en su funcionamiento. Es necesario cambiar o modificar algunos conceptos o términos para entender mejor y distinguir definitivamente algunos aspectos que difieren de los observados en la vida extrauterina. Se debe establecer que existe un corazón prenatal y otro corazón posnatal, aunque se esté hablando del mismo órgano. ⁽¹⁾

El miocardio fetal difiere del miocardio adulto en varios aspectos. El miocardio fetal está compuesto por una mayor proporción de elementos no contráctiles que en el adulto. Hasta el 60 % del miocardio fetal está compuesto de elementos no contráctiles frente al 30 % en el miocardio adulto. La replicación celular miocárdica es diferente en el feto que en el adulto, mientras que los cardiomiocitos fetales tempranos pueden dividirse y aumentar en número (hiperplasia), los cardiomiocitos adultos maduros solo pueden crecer en tamaño (hipertrofia). Las propiedades de relajación del miocardio fetal difieren de las del adulto, así mismo, existen diferencias en el combustible utilizado para el metabolismo celular del miocardio, los ácidos grasos de cadena larga son el combustible preferido en adultos, mientras que el lactato es el principal agente metabolizado en el miocardio inmaduro. ⁽²⁵⁾

Los cambios en la función y la forma cardíaca están determinados principalmente por:

- La contractilidad miocárdica: se define como la capacidad del músculo cardíaco de desarrollar fuerza para una longitud muscular dada esencialmente durante la sístole. La contractilidad miocárdica se puede evaluar midiendo el movimiento o la deformación con ultrasonido. La distancia cubierta por un punto, determinada por el desplazamiento y la velocidad, se define como movimiento miocárdico. El cambio en la longitud o grosor de un segmento (entre dos puntos) se denomina deformación. ^(7, 26)
- La orientación de la fibra: determinada por la geometría compleja de las fibras miocárdicas que implican movimiento y deformación longitudinal, radial y circunferencial. ^(26, 27)
- Las condiciones de volumen y presión de llenado: la precarga es la longitud muscular previa a la contractilidad, determinada principalmente por el llenado ventricular o el

volumen sanguíneo en la diástole final. La poscarga es la tensión contra la cual el ventrículo debe contraerse, determinada principalmente por la presión de la aorta/arteria pulmonar.⁽²⁶⁾

- Los cambios de maduración: ocurren dentro del miocardio durante la gestación, conducen a cambios en la densidad, compactación de miofibrillas, elasticidad y contractilidad miocárdica durante el embarazo.⁽⁹⁾ Además, la circulación fetal se alimenta del ventrículo izquierdo y derecho en paralelo, con tres derivaciones: ductus venoso (DV), conducto arterioso y agujero oval, conectan el corazón derecho e izquierdo. Las propiedades hemodinámicas y los rangos funcionales de estas derivaciones son determinantes importantes del desarrollo del corazón y la circulación fetales durante el segundo y tercer trimestre.^(1, 26)

Fundamentalmente, los ventrículos derecho e izquierdo funcionan en paralelo para perfundir el cuerpo, así como un circuito rico en vascularización y de baja resistencia: la placenta. La placenta es el órgano responsable del intercambio metabólico y recibe el 50 % del gasto cardiaco combinado del corazón fetal. La resistencia vascular placentaria continúa disminuyendo durante la gestación; sin embargo, puede alterarse primaria o secundariamente debido a estados de enfermedad. La alteración de la resistencia placentaria puede tener efectos profundos en los sistemas circulatorios en desarrollo dentro del feto y en el miocardio en desarrollo.⁽²⁵⁾

Los flujos provenientes de cada ventrículo se encuentran en el istmo aórtico (IAo), un pequeño segmento (trayecto) vascular entre la subclavia izquierda y el *ductus* arterioso (DA), en donde se demuestra que ventrículos con distintas velocidades de flujo se arreglan en paralelo y uno puede suplir el trabajo del otro, algo que solo ocurre en vida intrauterina. El feto posee entonces un único cortocircuito verdadero, que es el istmo aórtico (IAo), tiene dos derivaciones vasculares, *ductus* venoso (DV) y DA, y posee una ventana vascular, el foramen oval (FO), que favorece el flujo de derecha (placenta) a izquierda (cerebro).⁽¹⁾

La función principal del corazón es expulsar sangre y proporcionar una perfusión adecuada de los órganos. Los componentes principales involucran inicialmente la etapa de llenado diastólico o ventricular con el movimiento de sangre desde las aurículas hasta los ventrículos;

El periodo sistólico implica el movimiento sanguíneo desde los ventrículos hasta la aorta y las arterias pulmonares. El ciclo cardiaco puede subdividirse en cinco periodos:^(6, 26)

- Periodo de relajación isovolumétrica: tiempo después del cierre de la válvula aórtica/pulmonar y la apertura de la válvula mitral/tricúspide. Es la primera fase de la diástole, mientras que el miocardio comienza a relajarse, pero las válvulas auriculoventriculares aún no están abiertas y, por lo tanto, la sangre aún no ingresa a los ventrículos.
- Diástole temprana: después de la apertura de la válvula mitral/tricúspide, la sangre de las aurículas llena los ventrículos de forma pasiva debido a las diferencias de presión.
- Periodo de contracción auricular (diástole tardía): las aurículas se contraen y completan el llenado de los ventrículos.
- Periodo de contracción isovolumétrica: tiempo después del cierre de las válvulas mitral/tricúspide y antes de la apertura de las válvulas aórtica/pulmonar. Es el comienzo de la sístole, con el miocardio comenzando a contraerse, pero la presión dentro del ventrículo no es lo suficientemente alta como para abrir las válvulas aórtica/pulmonar.
- Periodo de eyección: la presión ventricular aumenta lo suficiente como para abrir las válvulas aórtica/pulmonar y la sangre es expulsada del ventrículo.

Existen diferencias distintivas entre los ventrículos derecho e izquierdo en el corazón fetal. Debido a la configuración del circuito paralelo y a las vías sanguíneas específicas de la circulación fetal, el volumen del ictus ventricular derecho excede el volumen del ictus ventricular izquierdo, y el ventrículo derecho suministra aproximadamente el 60 % - 70 % del gasto cardiaco total a la circulación. La salida del ventrículo derecho se dirige a través de la arteria pulmonar principal y el conducto arterioso permeable, con una pequeña porción que va al lecho vascular pulmonar vasoconstricto. El gasto ventricular derecho, a través del *ductus* arterioso, perfunde la aorta descendente, la parte inferior del cuerpo y la circulación placentaria. El gasto ventricular izquierdo se dirige hacia las circulaciones coronaria y cerebral, con una pequeña porción que cruza el istmo aórtico para perfundir la parte inferior del cuerpo.⁽²⁵⁾

Ambos ventrículos están compuestos por múltiples hojas que forman una red tridimensional de fibras. La pared del ventrículo derecho (VD) está compuesta por capas superficiales y profundas. Las superficiales se disponen en forma circunferencial y paralela al surco auriculoventricular, se dirigen oblicuamente hacia el ápex y se continúan con las fibras superficiales del ventrículo izquierdo (VI). Las fibras profundas se disponen longitudinalmente de la base al ápex. El VI, por el contrario, las dispone en forma oblicua en la superficie, longitudinal en el subendocardio y circular entre ellas. Esta distribución contribuye a la complejidad de sus movimientos (torsión, traslación, rotación y engrosamiento).⁽²⁸⁾

El volumen expulsado del VD es mayor que el del VI, según mediciones de ecocardiografía durante la gestación. El VD suministra a las arterias pulmonares y a la aorta descendente y la placenta a través del conducto arterioso. La alta resistencia de las arterias pulmonares está en paralelo con la menor resistencia de la parte inferior del cuerpo. La carga de trabajo del VD está determinada por el volumen de sangre bombeada y la poscarga. En general, el trabajo del VD puede describirse como el producto de la poscarga (presión sanguínea) multiplicado por el volumen sistólico de eyección. La poscarga del VD es única porque hay reflejos de presión de la resistencia sistémica. Estas reflexiones de las arteriolas proximales y, lo que es más importante, del *ductus* arterioso proximal, dan como resultado un mayor gasto de energía para un gasto cardíaco dado. Esto se ilustra por el tiempo de aceleración acortado en la válvula pulmonar en comparación con la válvula aórtica. En otras palabras, el VD debe realizar el trabajo de superar la inercia, mover la masa de sangre hacia adelante y el trabajo oscilatorio resultante de los reflejos de presión que regresan a la válvula pulmonar poco después del inicio de la eyección.⁽²⁹⁾

Solo se necesita una mirada superficial a un corazón que late para darse cuenta de que el corazón se contrae con un movimiento de torsión. Esto ha sido comentado durante varios siglos. Este movimiento de torsión tira de la válvula mitral y tricúspide hacia el ápice en la sístole e involucra la acción coordinada de las fibras orientadas longitudinal, circunferencial y radialmente. Inmediatamente después del cierre de la válvula aórtica, cuando los miocitos comienzan a relajarse, el desenrollamiento comienza a usar la energía almacenada durante la sístole dentro de los miocitos ventriculares y auriculares y el intersticio. Esta energía crea el gradiente de presión negativa que produce succión ventricular, que es un proceso vital en el

corazón normal, ya que permite un llenado rápido a bajas presiones. Después de que la presión del VI ha caído, el plano auriculoventricular (AV) vuelve a su posición de equilibrio, se mueve alrededor de la columna de sangre que pasa a través de la válvula mitral, ayudando así al llenado del ventrículo. Por lo tanto, el movimiento longitudinal de los anillos mitral y tricúspide, similar a una acción de bombeo, es un componente importante de la función normal en los ventrículos izquierdo y derecho.⁽³⁰⁾

El movimiento longitudinal cardiaco está determinado principalmente por las fibras longitudinales endocárdicas, que son las más sensibles bajo hipoxia, y por la sobrecarga de presión/volumen, considerándose un marcador muy sensible de disfunción cardíaca.^(25, 26) El movimiento longitudinal fetal puede evaluarse mediante varias técnicas. Un método simple, sensible y reproducible, es el modo M, que permite medir la amplitud del desplazamiento máximo de los anillos auriculoventriculares (MAPSE y TAPSE). La evaluación de la existencia y magnitud de los cambios en MAPSE y TAPSE podrían aportar más información sobre la comprensión de las adaptaciones cardiacas fetales.^(26, 30)

La medición de MAPSE es un método independiente de la carga para evaluar la función del VI incluso cuando la fracción de eyección del VI (FEVI) sigue siendo normal. Estudios previos demuestran que MAPSE es una herramienta potencialmente útil para identificar pacientes con insuficiencia cardíaca (IC) a pesar de una fracción de eyección normal. Además, se ha demostrado una correlación entre MAPSE y FEVI. A su vez TAPSE es una medida ecocardiográfica cuantitativa adecuada para evaluar la función longitudinal del VD que ha mostrado una buena correlación con la fracción de eyección del ventrículo derecho (FEVD).

En grupos específicos de pacientes, como los que tienen defectos cardiacos congénitos, sepsis o asfixia, es necesario un método adecuado para evaluar la función longitudinal del VI/VD. Para estos pacientes, MAPSE y TAPSE pueden ser útiles. Por tanto, se necesitan valores normales de MAPSE y TAPSE de referencia, poblacionales, practicables, utilizables y disponibles.⁽²³⁾

Objetivo general

Elaborar el nomograma por percentiles de la excursión sistólica anular atrioventricular fetal con gestantes entre 20 y 38 semanas, que acuden a la Maternidad Concepción Palacios, en el lapso entre septiembre y diciembre de 2019.

Objetivos específicos

- 1.- Determinar la excursión sistólica del anillo tricuspídeo fetal
- 2.- Determinar la excursión sistólica del anillo mitral fetal
- 3.- Relacionar la excursión sistólica del anillo tricuspídeo fetal con la edad gestacional
- 4.- Relacionar la excursión sistólica del anillo mitral fetal con la edad gestacional
- 5.- Relacionar la excursión sistólica del anillo tricuspídeo fetal con el área cardiaca
- 6.- Relacionar la excursión sistólica del anillo mitral fetal con el área cardiaca

Aspectos éticos

Tomando en cuenta que el trabajo especial de grado se llevó a cabo en la Maternidad Concepción Palacios y dada la necesaria interacción con la paciente para el adecuado desarrollo del trabajo, se hizo imperativo cumplir con los principios universales de ética de Helsinki.

Fue indispensable obtener el consentimiento verbal de todas las pacientes y posteriormente el documento firmado (anexo 1) para su inclusión en la investigación, en el cual se le informo debidamente los objetivos, beneficios, implicaciones e importancia de dicha investigación, recalcando el deseo voluntario de participar, libre de coacción de ninguna clase o especie, con posibilidad de retirarse en cualquier momento del estudio, si así fuera su elección, respetándose el principio de autonomía.

En este trabajo se elaboraron tablas por percentiles de la excursión sistólica de los anillos tricuspídeo y mitral fetales, y se relacionó a la edad gestacional y área cardiaca fetal, permitiendo a la población identificar el comportamiento de estos parámetros, detectar de forma temprana la disfunción cardiaca fetal, establecer el pronóstico perinatal e indicar conductas terapéuticas en aquellas patologías susceptibles de tratamiento intrauterino así como preparar los cuidados y estrategias de tratamiento neonatal y mejorar la morbilidad perinatal, de esta manera, la investigación cumple con el principio de beneficencia. Así mismo, el estudio ecográfico no implicó ningún riesgo para la madre ni el feto por lo que se respeta igualmente el principio de no maleficencia. En este estudio fueron incluidas todas las pacientes que acudieron a la consulta de ecografía sin distinciones ningún tipo, teniendo en

cuenta solamente los criterios de inclusión y exclusión, por lo que se aplicó además el principio de justicia.

MÉTODOS

Tipo de investigación

Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo y transversal.

Población y muestra

La población estuvo conformada por todas las gestantes que acuden a la Maternidad Concepción Palacios, en el lapso entre septiembre y diciembre de 2019.

Para determinar un valor de excursión sistólica del anillo tricúspideo y excursión sistólica del anillo mitral fetal en un rango de normalidad que oscile entre percentiles 10 y 90, se tomó en cuenta la mejor aproximación a dichos valores según el criterio Jennen-Steinmetz-Wellek⁽³¹⁾, de $q=0,050$ considerado como valor óptimo de centro entre las dos variables analizadas, así para un poder de 0,80 y un nivel de significación de 0,05, se requieren como mínimo 235 pacientes a ser incluidos en el estudio. De esta forma la muestra estuvo conformada por 270 pacientes, estratificada por edad gestacional, entre 20 y 38 semanas.

Criterios de inclusión

1. Pacientes con embarazo simple entre 20 y 38 semanas, sin patologías asociadas

Criterios de exclusión

1. Fetos con alteraciones morfológicas o del crecimiento (peso fetal estimado < percentil 10 o > percentil 90)
2. Fetos con cardiopatía estructural y/o funcional
3. Fetos con *hidrops*
4. Oligohidramnios o fetos con estática que dificulte realizar la medición
5. Embarazos múltiples
6. Óbito fetal

Variables

Variable	Dimensión	Tipo	Indicador	Subindicador
Excursión sistólica del anillo tricuspídeo	Ecográfica	Cuantitativa continua	Ecografía	Milímetros
Excursión sistólica del anillo mitral	Ecográfica	Cuantitativa continua	Ecografía	Milímetros
Edad gestacional	Clínica	Cuantitativa continua	FUR Ecografía del I trimestre	Semanas cumplidas
Área cardiaca	Ecográfica	Cuantitativa continua	Ecografía	Centímetros cúbicos

Procedimiento

Previo consentimiento informado (anexo 1), se procedió a realizar un estudio ultrasonográfico con equipo de ecografía Hitachi Aloka ARRIETTA S70 o General Electric Logiq 7, ambos con transductor convex de 3,5 a 7 mHz, función modo B y modo M, con el fin de medir la excursión sistólica de los anillos tricuspídeo y mitral fetales, a través de un corte axial del tórax fetal a nivel de las 4 cámaras cardíacas en proyección apical, colocando el cursor en modo M desde el vértice del corazón hasta la base, colocado en los anillos de la válvula mitral y tricúspide en los segmentos izquierdo y derecho, respectivamente. La amplitud máxima de movimiento del eje largo se tomó como la extensión del desplazamiento entre la sístole final y la diástole final, dicha medida se expresó en milímetros, así mismo en modo B, se midió el área cardiaca en diástole, utilizando la herramienta de elipse o trazado manual, la medida obtenida se expresó en centímetros cúbicos. Luego se procedió a llenar la ficha de recolección

de datos (anexo 2), que incluye datos de identificación, edad gestacional calculada por fecha de última regla o ecografía del primer trimestre y los datos obtenidos en la evaluación ecosonografica antes descritos. La medida obtenida de la excursión sistólica de los anillos tricuspídeo y mitral se relacionó con la edad gestacional y con el área cardiaca, con la finalidad de elaborar las tablas por percentiles.

Tratamiento estadístico adecuado

Las variables cuantitativas se valoraron a través de medidas de tendencia central como la media y desviación estándar. Luego se clasificaron acorde a puntos de corte equidistantes (TAPSE, MAPSE y área cardíaca). Para variables cualitativas se analizó su frecuencia y porcentaje. Se calcularon los valores percentilares de TAPSE y MAPSE acorde a la edad gestacional y el área cardíaca. Los nomogramas se realizaron a través de una regresión logística, considerando los percentiles (P) 5, 10, 25, 50, 75, 90 y 95. Se utilizó la prueba de correlación de Pearson (r) para determinar el grado de asociación entre las variables cuantitativas. Finalmente, en el modelo de regresión logística se pudieron obtener ecuaciones para predicción de los valores de TAPSE o MAPSE a partir de la edad gestacional. Se consideró un valor de $p < 0,05$ para determinar si las pruebas de contraste de hipótesis eran estadísticamente significativas. Los análisis estadísticos se realizaron haciendo uso de los programas informáticos Excel® 2010 y SPSS® en su versión 23.

RESULTADOS

Se evaluaron a 270 pacientes gestantes con edades gestacionales comprendidas entre 20 y 38 semanas que cumplieron con los criterios de inclusión de este estudio, obteniendo los siguientes resultados:

Las distribuciones porcentuales de los pacientes de acuerdo al rango de valores de TAPSE y MAPSE se muestran en las tablas 1 y 2, respectivamente. Se observa para los valores de TAPSE que la mayoría de la población (55,2 %) se ubica entre los 5,6 y 8 mm, con un promedio general de $6,95 \pm 1,86$ mm; mientras que para el MAPSE el promedio general fue de $4,92 \pm 1,47$ mm y el 51 % de los pacientes presentó valores que van desde 3,1 a 5 mm.

En la tabla 3, se muestran los valores promedio y desviación estándar del TAPSE y MAPSE acorde a la edad gestacional de las pacientes. Se denota claramente una tendencia al incremento en ambos, a medida que transcurren las semanas de embarazo. En relación al TAPSE a las 20 semanas, el promedio fue de $4,26 \pm 0,67$ mm y a las 38 semanas fue de $9,88 \pm 1,04$ mm. Para el MAPSE el promedio fue de $2,93 \pm 0,52$ mm a las 20 semanas y de $6,88 \pm 1,01$ mm a las 38 semanas. El mayor número de pacientes se ubicó en la semana 25 (n=22) con un promedio de $6,21 \pm 0,63$ mm para TAPSE y $4,57 \pm 0,76$ mm para MAPSE.

La comparación de los valores de MAPSE y TAPSE acorde al área cardíaca del feto se muestra en la tabla 4. Se observa cómo el 57,4 % del grupo estudiado presenta un área cardíaca entre 3,5 y 10,4 cm². De forma similar a lo ocurrido con la edad gestacional, se manifiesta una tendencia al aumento de los valores estudiados a medida que se incrementa el área cardíaca, con un promedio de TAPSE de $4,30 \pm 0,57$ mm y de MAPSE de $2,90 \pm 0,14$ mm en aquellos fetos con área cardíaca < 2,5 cm², mientras que con área cardíaca > 19,4 cm² el promedio de TAPSE fue $10,50 \pm 1,84$ mm y de MAPSE fue de $6,70 \pm 1,84$ mm.

Posteriormente, se realizó una correlación entre las variables en estudio, se encontraron correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre el TAPSE y el MAPSE con las variables de edad gestacional y área cardíaca. El grafico 1, muestra las correlaciones entre TAPSE con la edad gestacional ($r=0,869$; $p=0,000$) y el área cardíaca ($r=0,856$; $p=0,000$) y MAPSE con edad gestacional ($r=0,787$; $p=0,000$) y área cardíaca ($r=0,771$; $p=0,000$).

Debido a lo anteriormente observado, se realizó un análisis predictivo de los valores de TAPSE y MAPSE a partir de los valores de edad gestacional, obteniendo que TAPSE aumenta 0,29 mm y MAPSE aumenta 0,212 mm, por cada semana de gestación y que TAPSE aumenta 0,368 mm y MAPSE aumenta 0,268 mm, por cm^2 de área cardíaca fetal . De este análisis inferencial, se desprenden fórmulas predictivas que podrían resultar de utilidad en la determinación de estos valores:

$$\text{TAPSE (mm)} = (\text{N}^\circ \text{ Semanas de gestación} \times 0,29) - 1,477.$$

$$\text{MAPSE (mm)} = (\text{N}^\circ \text{ Semanas de gestación} \times 0,212) - 1,258.$$

$$\text{TAPSE (mm)} = (\text{Área cardíaca en cm}^2 \times 0,368) + 3,526.$$

$$\text{MAPSE (mm)} = (\text{Área cardíaca en cm}^2 \times 0,268) + 2,418.$$

Las tablas 5 y 6 presentan la distribución percentilar del TAPSE acorde a la edad gestacional por semana y área cardíaca respectivamente. Se muestran los valores correspondientes para los percentiles 5, 10, 25, 50, 75, 90 y 95, obteniendo que el P50 a la semana 20 fue de 4,52 mm y a la semana 38 fue 9,92 mm y en relación al área cardíaca el P50 fue de 4,48 mm en fetos con área $<2,5 \text{ cm}^2$ y de 12,02 mm para aquellos con área cardíaca $> 19,40 \text{ cm}^2$.

La distribución percentilar (P5, 10, 25, 50, 75, 90 y 95) del MAPSE según la semana de gestación y el área cardíaca, se muestran en las tablas 7 y 8 respectivamente. Evidenciando que el P50 a la semana 20 fue de 3,12 mm y a la semana 38 fue 7,04 mm y en relación al área cardíaca el P50 fue de 3,10 mm en fetos con área $<2,5 \text{ cm}^2$ y de 8,54 mm para aquellos con área cardíaca $> 19,40 \text{ cm}^2$.

Las gráficas 2 y 3 muestran los diagramas de dispersión para TAPSE en relación a la edad gestacional y el área cardíaca, respectivamente. Mientras que las gráficas 4 y 5, representan los diagramas de dispersión establecidos para el MAPSE según la edad gestacional y el área cardíaca, respectivamente. Los valores en rojo representan los límites del gráfico, correspondiente a los percentiles P5 y P95, de abajo hacia arriba. En anaranjado se encuentran representados los percentiles P10 y P90. El p50 se encuentra representado por la línea con valores en el medio del gráfico, en color azul para el TAPSE y en verde para el MAPSE. Los percentiles 25 y 75, se encuentran representados por las líneas continuas en color negro.

DISCUSIÓN

Durante el ciclo cardiaco, el anillo atrioventricular se desplaza hacia el ápex cardiaco durante la sístole y regresa hacia la base en diástole, estos movimientos recíprocos conllevan a un desplazamiento longitudinal rítmico objetivable por ultrasonografía, constituyendo un parámetro de función cardiaca global independientemente de la función ventricular izquierda.

⁽¹¹⁾ En el feto, la evaluación de la excursión sistólica y diastólica de los anillos tricuspídeo y mitral tiene la ventaja de utilizar tecnología Modo M que se encuentra a disposición con equipos de ultrasonografía modernos, brindando información de funcionalismo cardiaco. ⁽¹²⁾

De manera general, los resultados del presente estudio permitieron evidenciar que hay un aumento de la excursión sistólica anular atrioventricular fetal a medida que avanza la edad gestacional. El análisis estadístico arrojó que existe un coeficiente de correlación entre TAPSE y edad gestacional de 0,869 y una $p=0,000$ lo que demuestra que el modelo resulta significativo, ratificando que existe asociación entre las variables. La información recogida permitió obtener un modelo para predecir el TAPSE, partiendo de la constante - 1,477, que, al aplicarla, se demuestra que esta variable aumenta 0,29 mm por semana de gestación. De igual manera, se obtuvo que entre MAPSE y la edad gestacional existe un coeficiente de correlación de 0,787 y una asociación significativa ($p=0,000$); en este caso el modelo estadístico que permite predecir esta variable arrojó la constante - 1,258 y que esta aumenta 0,212 mm por cada semana gestacional.

En relación al área cardiaca se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,856 con el TAPSE y de 0,771 en el MAPSE, en ambos casos el modelo estadístico fue significativo ($p=0,000$) y arrojó un modelo para la predicción del TAPSE y MAPSE a partir del área cardiaca. Estas determinaciones resultan de gran utilidad, dado que, sirven para determinar de forma práctica un valor aproximado de TAPSE o MAPSE con tan solo el dato de la edad gestacional o el área cardíaca

El presente estudio se realizó en pacientes sanas que acudieron a la Maternidad Concepción Palacios en el lapso de septiembre a diciembre de 2019, con embarazos simples y fetos sin patología demostrada en el estudio ecográfico, criterios similares fueron utilizados en la mayoría de los estudios citados como el de Germanakis et al., ⁽¹⁸⁾ Mao et al., ⁽²²⁾ y Zanardini et al., ⁽²⁴⁾ quienes evaluaron embarazos con fetos sanos. Otros autores como Cruz-Lemini *et al.*,

⁽²⁰⁾ midieron la función del eje longitudinal cardíaco fetal (mitral, tricuspídeo y septal) en fetos normales y lo compararon con estos parámetros en fetos con crecimiento fetal restringido precoz, a su vez Ortiz *et al.*, ⁽²¹⁾ evaluaron 24 pares fetales con síndrome de transfusión intergemelar utilizando TAPSE y MAPSE y lo compararon con 13 pares normales, en ambos estudios encontraron que los fetos con patología tenían disminución significativa en las variables estudiadas. En estudios como el realizado por Koestenberger *et al.*, ⁽¹⁷⁾ y Ghandi *et al.*, ⁽²³⁾ evaluaron estos parámetros de función cardíaca en neonatos a término y pretérmino elaborando de igual forma tablas de normalidad.

La muestra quedó constituida por 270 pacientes la cual se aproxima a la utilizada por Mao *et al.* ⁽²²⁾ quienes además de utilizar el modo M convencional emplearon modo M angular, y a la estudiada por Koestenberger *et al.*, ⁽¹⁷⁾ sin embargo esta muestra estuvo constituida por neonatos en los cuales solo evaluaron los cambios en el TAPSE. Otros estudios como el de Carvalho *et al.*, ⁽¹²⁾ evaluaron una menor muestra siendo este uno de los primeros en aplicar la función longitudinal en la evaluación cardíaca fetal; por su parte, en el estudio de Zanardini *et al.*, ⁽²⁴⁾ solo se evaluaron 50 pacientes donde utilizaron modo M y doppler tisular para la medición de TAPSE, MAPSE y SAPSE. Una muestra más amplia fue la estudiada por Messing *et al.*, ⁽¹⁹⁾ quienes abarcaron 341 fetos en los cuales para la medición de TAPSE además de modo M convencional fue utilizado modo M a partir de STIC.

En este trabajo para la obtención de TAPSE y MAPSE se empleó modo M convencional, ya que es una herramienta fácil de utilizar que se encuentra en los equipos de ultrasonografía básicos, lo que hace que sea un método reproducible para la obtención de las medidas del desplazamiento longitudinal anular. En los estudios antes mencionados al compararlo con otros métodos como modo M angular, STIC y doppler tisular se encontró un aumento de las variables con relación a la edad gestacional, sin diferencias significativas entre los métodos de evaluación. ^(19, 22, 24)

El rango de edad gestacional a partir del cual se elaboraron los nomogramas estuvo comprendido entre las 20 y 38 semanas, con una media de 29 semanas, muy similar a los estudios ejecutados por Mao *et al.* ⁽²²⁾ y Zanardini *et al.* ⁽²⁴⁾ demostrando que en dicho rango la obtención de las variables es fácilmente reproducible por los exploradores y al evaluar estos parámetros se puede realizar un diagnóstico oportuno de disfunción cardíaca fetal. Así mismo

existen investigaciones en la que se evaluaron TAPSE y MAPSE a edades gestacionales más tempranas como la realizada por Germanakis *et al.*,⁽¹⁸⁾ sin embargo estos investigadores utilizaron modo M angular fuera de línea, permitiendo así la evaluación a edades gestacionales tan tempranas como las 12 semanas ya que no dependían de la posición fetal; a pesar de esto, reportan que con ángulos de insonación $> 30^{\circ}$ no pudieron hacer comparaciones que sustenten la confiabilidad del método ya que para las edades gestacionales inferiores a 20 semanas solo contaban con una muestra de 8 pacientes.

Cabe destacar que todas las publicaciones anteriormente mencionadas de forma similar a los datos obtenidos en el presente estudio demuestran una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la edad gestacional y los valores de TAPSE y MAPSE, excepto lo reportado por Carvalho *et al.*,⁽¹²⁾ lo cual pudiera ser explicado por su pequeña muestra, por lo que expresaron los rangos obtenidos entre las semanas 17 y 29 de gestación y no incluyeron fetos con edades gestacionales superiores, donde el diagnóstico de disfunción cardíaca es importante para establecer conductas.

Las medidas obtenidas para cada variable estudiada se correlacionaron con la edad gestacional para la construcción de tablas percentiladas obteniendo que el P50 para la medición de TAPSE a la semana 22 fue de 4,93 mm y a la semana 38 fue 9,92 mm, Mao *et al.*,⁽²²⁾ obtuvieron a las 22 semanas un P50 de 4,5 mm y de 8 mm a las 38 semanas, mientras Messing *et al.*,⁽¹⁹⁾ establecieron un P50 de 4,3 mm a las 22 semanas y a la semana 38 de 8 mm. Al comparar estas mediciones se evidencia que existe similitud en los resultados a la semana 22 y valores superiores a la semana 38. De igual manera, al comparar los resultados de MAPSE obtenidos por Mao *et al.*,⁽²²⁾ donde P50 a la semana 22 fue de 3,7 mm y a la semana 38 fue de 5,8 mm con los de este estudio donde P50 a la semana 22 fue de 3,41 mm y a la semana 38 fue de 7,04 mm, se demuestra un comportamiento similar a lo expuesto anteriormente para el TAPSE con valores mayores al final de la gestación, lo cual pudiera estar explicado por características morfométricas propias de las diferentes poblaciones estudiadas.

En relación a los percentiles de TAPSE y MAPSE según área cardíaca, solo ha sido reportada su elaboración en el trabajo de Mao *et al.*,⁽²²⁾ quienes obtuvieron para un área de $3,80 \text{ cm}^2$ un P50 para TAPSE de 4,3 mm y para MAPSE de 3,5 mm y con un área cardíaca de $17,4 \text{ cm}^2$ un P50 de 9,1 mm para TAPSE y 6,4 mm para MAPSE, al compararlos con los reportados en esta

investigación donde se agrupó por rango el área cardiaca, se encontró en el rango de 3,5-4,4 cm² valores de P50 de 5 mm y 3,47 mm y en el rango de 16,5-17,4 cm² valores 10,2 mm y 7,22 mm para TAPSE y MAPSE, respectivamente. En el presente trabajo se obtuvieron valores superiores, sin embargo, las variables aumentaron de forma lineal y con una correlación significativa en ambos estudios, por lo cual se puede proponer la utilización de este parámetro para establecer la normalidad de las variables en pacientes con edad gestacional incierta.

De la misma forma que las variables fueron relacionadas tanto con edad gestacional como con área cardiaca fetal, autores como Koestenberger *et al.* ⁽¹⁷⁾ y Ghandi *et al.*, ⁽²³⁾ correlacionaron los valores obtenidos de estos parámetros con el peso al nacer y evidenciaron una correlación positiva; establecieron promedios y desviaciones estándar, sin embargo, estos estudios fueron realizados en recién nacidos, solo Messing *et al.*, ⁽¹⁹⁾ correlacionó esta variable a nivel fetal a través de peso estimado por ecografía con TAPSE, obtuvieron que este último aumentó linealmente con el peso fetal constituyendo otro patrón de referencia para determinar normalidad de la función longitudinal cardiaca fetal.

Un aspecto muy importante que debe ser resaltado es el hecho de que los nomogramas obtenidos en esta investigación pueden ser de utilidad a la hora de evaluar la función cardiaca fetal. Si bien podrían utilizarse nomogramas elaborados por diversos autores, los aquí expuestos tienen la ventaja de haber sido elaborados a partir de los datos de pacientes que acudieron a la Maternidad Concepción Palacios, las cuales presentan características morfométricas propias de la región, lo cual permite que las medidas obtenidas correspondan más a la realidad de la población venezolana.

De toda la información descrita anteriormente se puede concluir que:

El TAPSE y el MAPSE pueden ser medidos con éxito durante el periodo prenatal comprendido entre 20 y 38 semanas de gestación. Se evidencia un aumento bajo tendencia lineal de MAPSE y TAPSE en relación a la edad gestacional y el área cardiaca, existiendo una correlación estadísticamente significativa entre las variables. Los datos obtenidos en esta investigación permitieron la elaboración de los nomogramas los cuales pueden ser de utilidad tanto para el cribado de disfunción cardiaca fetal en pacientes sin comorbilidades como en la

evaluación de gestantes con patologías maternas o fetales que condicionen disfunción cardíaca sistólica fetal.

Por ello, se recomienda:

1. Validar los nomogramas obtenidos en esta investigación con el fin de que puedan ser utilizados en la evaluación de gestantes que acuden a las diferentes consultas del centro asistencial para identificar los fetos con riesgo de disfunción cardíaca fetal.
2. Realizar proyectos multicéntricos donde se involucre población de las diferentes regiones del país para así obtener una muestra representativa con el fin de realizar nomogramas que puedan ser utilizados como referencia a nivel nacional.
3. Llevar a cabo estudios donde se involucren fetos con riesgo de disfunción cardíaca o con patología cardíaca establecida y relacionarlos con resultados perinatales para establecer los percentiles que delimitan la normalidad.
4. Correlacionar las variables estudiadas con otros parámetros de disfunción cardíaca fetal.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra tutora, Dra. Alexandra Rivero, por sus orientaciones oportunas y certeras, su apoyo incondicional, lo cual permitió completar nuestra formación y culminar satisfactoriamente esta una nueva etapa.

Al servicio de Medicina Materno Fetal y su cuerpo de especialistas, por brindarnos el espacio físico y la ayuda humana para poder llevar a cabo este trabajo de investigación.

A la Dra. Mireya González, por aportar sus conocimientos en metodología de la investigación para la elaboración de la tesis.

REFERENCIAS

1. Zurita Peralta J, Sosa Olavarria A, Zielinsky P. Evaluación ecográfica de la función cardíaca fetal. *Rev. Latin. Perinat.* 2017 20 (2): 115-126.
2. Sadler T. Langman's Medical Embryology. Williams & Wilkins: Baltimore, USA, 1985.
3. Sedmera D. Form follows function: developmental and physiological view on ventricular myocardial architecture. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 28: 526–528.
4. Uemura H, Ho SY, Devine WA, Kilpatrick LL, Anderson RH. Atrial appendages and venoatrial connections in hearts from patients with visceral heterotaxy. *Ann Thorac Surg* 1995; 60: 561–569
5. Cook AC, Yates RW, Anderson RH. Normal and abnormal fetal cardiac anatomy. *Prenat Diagn* 2004; 24: 1032–1048.
6. Guyton AC. HJ. Textbook of Medical Physiology. 12 ed. Philadelphia: Elsevier Saunders 2011.
7. Bijmens B, Cikes M, Butakoff C, Sitges M, Crispi F. Myocardial motion and deformation: What does it tell us and how does it relate to function? *Fetal Diagn Ther* 2012; 32 (1–2): 5–16.
8. AIUM practice guideline for the performance of fetal echocardiography. *J Ultrasound Med* 2011; 30 (1): 127–36.
9. Tobita K, Garrison JB, Liu LJ, Tinney JP, Keller BB. Threedimensional myofiber architecture of the embryonic left ventricle during normal development and altered mechanical loads. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol* 2005; 283 (1): 193–201.
10. Lundbäck S. Cardiac pumping and function of the ventricular septum. *Acta Physiol Scand Suppl* 1986; 550: 1–101.
11. Hoglund C, Alam M, Thornstrand C. Atrioventricular valve plane displacement in healthy persons: an echocardiographic study. *Acta Med Scand* 1988; 224: 557–62
12. Carvalho JS, O'Sullivan C, Shinebourne EA, Henein MY. Right and left ventricular long-axis function in the fetus using angular M-mode. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 18: 619–622.
13. Crispi F, Hernandez-Andrade E, Pelsers MM, Plasencia W, Benavides Serralde JA, Eixarch E, et al. Cardiac dysfunction and cell damage across clinical stages of severity in growth-restricted fetuses. *Am J Obstet Gynecol* 2008; 199 (3): 254. e1–8.
14. Rychik J, Tian Z, Bebbington M, Xu F, McCann M, Mann S, et al. The twin-twin transfusion syndrome: spectrum of cardiovascular abnormality and development of a cardiovascular score to assess severity of disease. *Am J Obstet Gynecol* 2007; 197 (4): 392. e1–8.
15. Huhta JC. Guidelines for the evaluation of heart failure in the fetus with or without hydrops. *Pediatr Cardiol* 2004; 25 (3): 274–86.
16. Kaul S, Tei Ch, Hopkins JM, Shah PM. Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1984; 107: 526–31.

17. Koestenberger M, Nagel B, Ravekes W, Urlsberger B, Raith W, Avian A, Halb V, Cvirn G, Fritsch P, Gamillscheg A: Systolic right ventricular function in preterm and term neonates: reference values of the tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) in 258 patients and calculation of z-score values. *Neonatology* 2011; 100: 85–92.
18. Germanakis I, Pepes S, Sifakis S, Gardiner H: Fetal longitudinal myocardial function assessment by anatomic M-mode. *Fetal Diagn Ther* 2012;32:65–71.
19. Messing B, Gilboa Y, Lipschuetz M, Valsky D, Cohen S, Yagel S. Fetal tricuspid annular plane systolic excursion (f-TAPSE): evaluation of fetal right heart systolic function with conventional M-mode ultrasound and spatiotemporal image correlation (STIC) M-mode. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 42: 182–188.
20. Cruz-Lemini M, Crispi F, Valenzuela-Alcaraz B, Figueras F, Sitges M, Gómez O, Bijns B, Gratacos E. Value of annular M-mode displacement vs tissue Doppler velocities to assess cardiac function in intrauterine growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 42: 175–181.
21. Ortiz J, Crispi F, Yamamoto R, Masoller N, Cruz-Lemini M, Gómez O, Bennasar M, Lobmaier S, Eixarch E, Martinez J, Gratacós E. Longitudinal annular displacement by M-mode (MAPSE and TAPSE) in twin-to-twin transfusion syndrome before and after laser surgery. *Prenatal Diagnosis* 2015, 35, 1197–1201
22. Mao Y, Zhao B, Wang B. Z-Score reference ranges for angular M-Mode displacement at 22–40 weeks' gestation. *Fetal Diagn Ther*. 2017; 41: 115–126.
23. Ghandi Y, Habibi D, Farahani E. Reference values of longitudinal systolic right and left ventricular function measured by M-mode echocardiography in healthy preterm and term neonates. *J Cardiovasc Echography* 2018;28:177-81.
24. Zanardini C, D'Antonio F, Hvingel B, Vårtun A, Prefumo F, Flacco M, Manzoli L, Acharya G. Agreement between anatomical M-mode and tissue Doppler imaging in the assessment of fetal atrioventricular annular plane displacement in uncomplicated pregnancies: A prospective longitudinal study. *J. Obstet. Gynaecol. Res.* 2019.
25. Rychik, J. Fetal Cardiovascular Physiology. *Pediatr Cardiol.* 2004; 25: 201–209.
26. Crispi F, Valenzuela-Alcaraz B, Cruz-Lemini M, Gratacós E. Ultrasound assessment of fetal cardiac function. *AJUM.* November 2013; 16 (4): 158-167
27. Anderson RH, Smerup M, Sanchez-Quintana D, Loukas M, Lunkenheimer PP. The three-dimensional arrangement of the myocytes in the ventricular walls. *Clin Anat* 2009; 22 (1): 64–76.
28. Caviedes I, Uriarte P. Fisiopatología del ventrículo derecho. *Rev Chil Enf Respir* 2009; 25: 170-181
29. Huhta J. Right ventricular function in the human fetus. *J. Perinat. Med.* 2001; 29: 381-389
30. Sanderson J. Left and right ventricular longaxis function and prognosis. *Heart.* 2008; 94: 262–263.

31. Jennen-Steinmetz C, Wellek S. A new approach to sample size calculation for reference interval studies. *Statist. Med.* 2005; 24:3199–3212

Anexo 1

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Caracas __/__/__/

Título del trabajo: EXCURSIÓN SISTÓLICA ANULAR ATRIOVENTRICULAR FETAL: NOMOGRAMA POR PERCENTILES

Investigadores responsables: Laysbel Karina Leal Morillo y Osmay Nathalee Alcalá Cermeño, médicos residentes del curso de Especialización en Medicina Materno Fetal de la Universidad Central de Venezuela, sede Maternidad Concepción Palacios.

Se me ha solicitado la realización de un estudio ecográfico, para formar parte de un proyecto de investigación, el cual consiste en medir la excursión sistólica de los anillos tricuspídeo y mitral del feto.

El proceso identificado arriba, me ha sido explicado con detalle y todas mis preguntas e inquietudes me han sido contestadas y aclaradas por el médico que desarrolla el estudio.

Entiendo que:

- 1.- Autorizo a las personas encargadas de este proyecto, a que los resultados formen parte del estudio, y que los mismos sean publicados según lo crean conveniente, sin embargo la identidad de las pacientes no será revelada en forma alguna y bajo ningún concepto, a menos que la ley demande lo contrario.
- 2.- Declaro que mi autorización está dada voluntariamente, sin que haya sido forzada u obligada.
- 3.- Los investigadores se comprometen a informarme cualquier anormalidad que se detecte en mi estudio, a orientarme sobre su significado y a implementar las medidas necesarias para su manejo adecuado.
- 4.- Los beneficios derivados del estudio y del análisis de sus resultados, están reservados para el enriquecimiento intelectual y el provecho de la comunidad en general.

Nombre y Apellido _____

Anexo 2

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

FECHA: / /

- Nombre:

- Edad: años

- C.I.:

- FUR: / /

- Semanas:

- ECO:

- Semanas:

- Área cardíaca fetal: cm^3

- Excursión sistólica del anillo tricuspídeo fetal: mm

- Excursión sistólica del anillo mitral fetal: mm

Tabla 1
Distribución de los pacientes según rangos de TAPSE

Rangos de TAPSE (mm)	n	%
<=3,5	6	2,2
3,6-4,0	4	1,5
4,1-4,5	19	7,0
4,6-5,0	14	5,2
5,1-5,5	15	5,6
5,6-6,0	28	10,4
6,1-6,5	27	10,0
6,6-7,0	33	12,2
7,1-7,5	31	11,5
7,6-8,0	30	11,1
8,1-8,5	15	5,6
8,6-9,0	15	5,6
9,1-9,5	9	3,3
9,6-10,0	13	4,8
10,1-10,5	4	1,5
10,6-11,0	2	,7
11,1-11,5	1	,4
>11,5	4	1,5
Total	270	100

$\bar{X}$: 6,95 $\pm$ 1,86 mm

Tabla 2
Distribución de los pacientes según rangos de MAPSE

Rangos de MAPSE (mm)	n	%
< 2,1	3	1,1
2,1-2,5	3	1,1
2,6-3,0	17	6,3
3,1-3,5	27	10,0
3,6-4,0	26	9,6
4,1-4,5	41	15,2
4,6-5,0	44	16,3
5,1-5,5	25	9,3
5,6-6,0	30	11,1
6,1-6,5	19	7,0
6,6-7,0	15	5,6
7,1-7,5	5	1,9
7,6-8,0	8	3,0
8,1-8,5	4	1,5
> 8,5	3	1,1

$\bar{x}$: 4,92 $\pm$ 1,47 mm

Tabla 3
Valores promedio de TAPSE y MAPSE según edad gestacional

Edad Gestacional (semanas)	n	TAPSE (mm)		MAPSE (mm)	
		Media	DE	Media	DE
20	16	4,26	0,67	2,93	0,52
21	14	4,58	0,93	3,13	0,76
22	10	4,77	0,54	3,31	0,56
23	9	5,30	0,94	3,96	0,52
24	12	5,10	0,54	3,46	0,58
25	22	6,21	0,63	4,57	0,76
26	11	5,92	0,59	4,26	0,92
27	17	6,40	0,99	4,58	0,87
28	18	6,94	1,00	4,79	1,02
29	19	6,95	0,74	4,89	0,83
30	9	6,98	0,46	4,98	0,90
31	15	7,37	0,75	4,77	0,58
32	14	7,76	0,63	5,01	0,86
33	16	7,91	1,19	5,49	1,26
34	13	7,84	0,47	5,73	0,74
35	16	8,68	1,07	6,66	0,86
36	13	9,05	1,41	6,51	0,98
37	14	9,36	1,17	6,85	1,27
38	12	9,88	1,04	6,88	1,01

Tabla 4
Valores promedio de TAPSE y MAPSE según área cardíaca

Área Cardíaca (cm ²)	n	TAPSE (mm)		MAPSE (mm)	
		Media	DE	Media	DE
< 2,5	2	4,30	0,57	2,90	0,14
2,5-3,4	14	4,29	0,68	2,96	0,60
3,5-4,4	25	4,58	0,80	3,16	0,61
4,5-5,4	16	5,29	0,69	3,68	0,62
5,5-6,4	20	6,02	0,89	4,44	0,90
6,5-7,4	22	6,18	0,57	4,33	0,58
7,5-8,4	28	6,57	0,90	4,84	1,01
8,5-9,4	17	7,09	0,79	4,79	0,56
9,5-10,4	27	7,32	1,16	5,09	1,09
10,5-11,4	18	7,94	0,74	5,43	0,99
11,5-12,4	17	7,72	0,77	5,52	1,23
12,5-13,4	11	8,11	0,71	5,64	0,83
13,5-14,4	13	8,66	0,94	5,85	1,11
14,5-15,4	18	8,64	1,30	6,19	0,93
15,5-16,4	10	9,68	1,41	7,22	1,36
16,5-17,4	6	9,77	1,31	7,65	1,07
17,5-18,4	2	10,00	0,00	7,00	0,00
18,5-19,4	2	9,45	0,78	6,75	0,35
> 19,4	2	10,50	1,84	6,70	1,84

Gráfica 1

Correlaciones entre las variables en estudio. A: TAPSE y Edad gestacional ; B: TAPSE y Área cardíaca; C: MAPSE y Edad gestacional; D: MAPSE y Área cardíaca

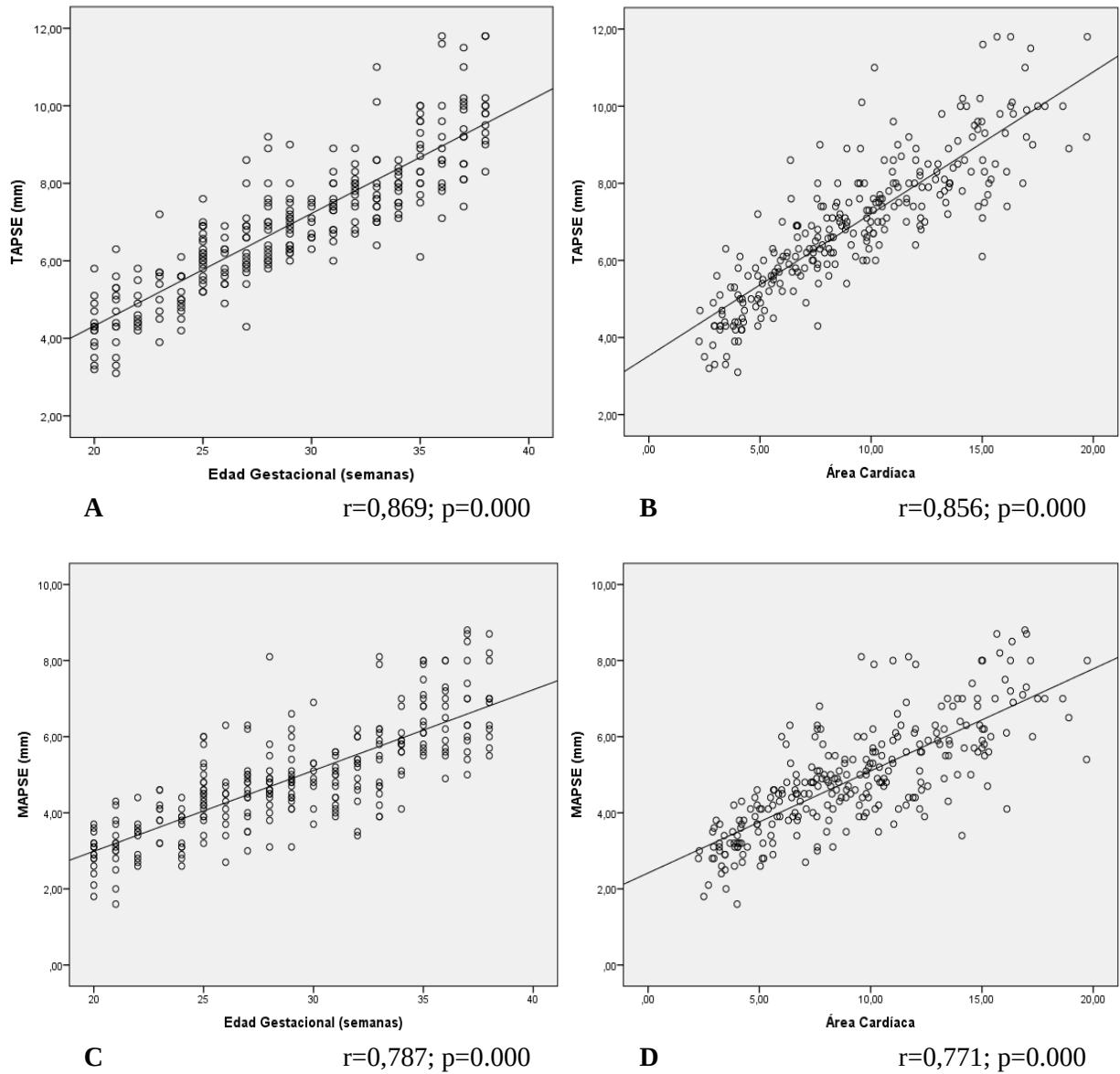


Tabla 5
Distribución percentilar de TAPSE según edad gestacional

Edad Gestacional (semanas)	n	Percentiles de TAPSE (mm)						
		P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
20	16	3,63	3,73	4,03	4,52	5,13	5,50	5,63
21	14	3,79	3,90	4,21	4,72	5,36	5,75	5,87
22	10	3,96	4,07	4,39	4,93	5,60	6,00	6,14
23	9	4,14	4,25	4,59	5,15	5,85	6,27	6,41
24	12	4,33	4,44	4,80	5,38	6,11	6,55	6,69
25	22	4,52	4,64	5,01	5,62	6,38	6,84	6,99
26	11	4,72	4,85	5,24	5,87	6,67	7,14	7,30
27	17	4,94	5,07	5,47	6,14	6,97	7,46	7,63
28	18	5,16	5,30	5,71	6,41	7,28	7,80	7,97
29	19	5,39	5,53	5,97	6,70	7,60	8,14	8,33
30	9	5,63	5,78	6,24	7,00	7,94	8,51	8,70
31	15	5,88	6,04	6,51	7,31	8,30	8,89	9,09
32	14	6,14	6,31	6,80	7,63	8,67	9,29	9,49
33	16	6,41	6,59	7,11	7,98	9,05	9,70	9,92
34	13	6,70	6,88	7,42	8,33	9,46	10,14	10,36
35	16	7,00	7,19	7,76	8,70	9,88	10,59	10,83
36	13	7,31	7,51	8,10	9,09	10,33	11,07	11,31
37	14	7,63	7,84	8,46	9,50	10,79	11,56	11,82
38	12	7,97	8,19	8,84	9,92	11,27	12,08	12,35

Gráfica 2.
Nomograma de TAPSE según edad gestacional

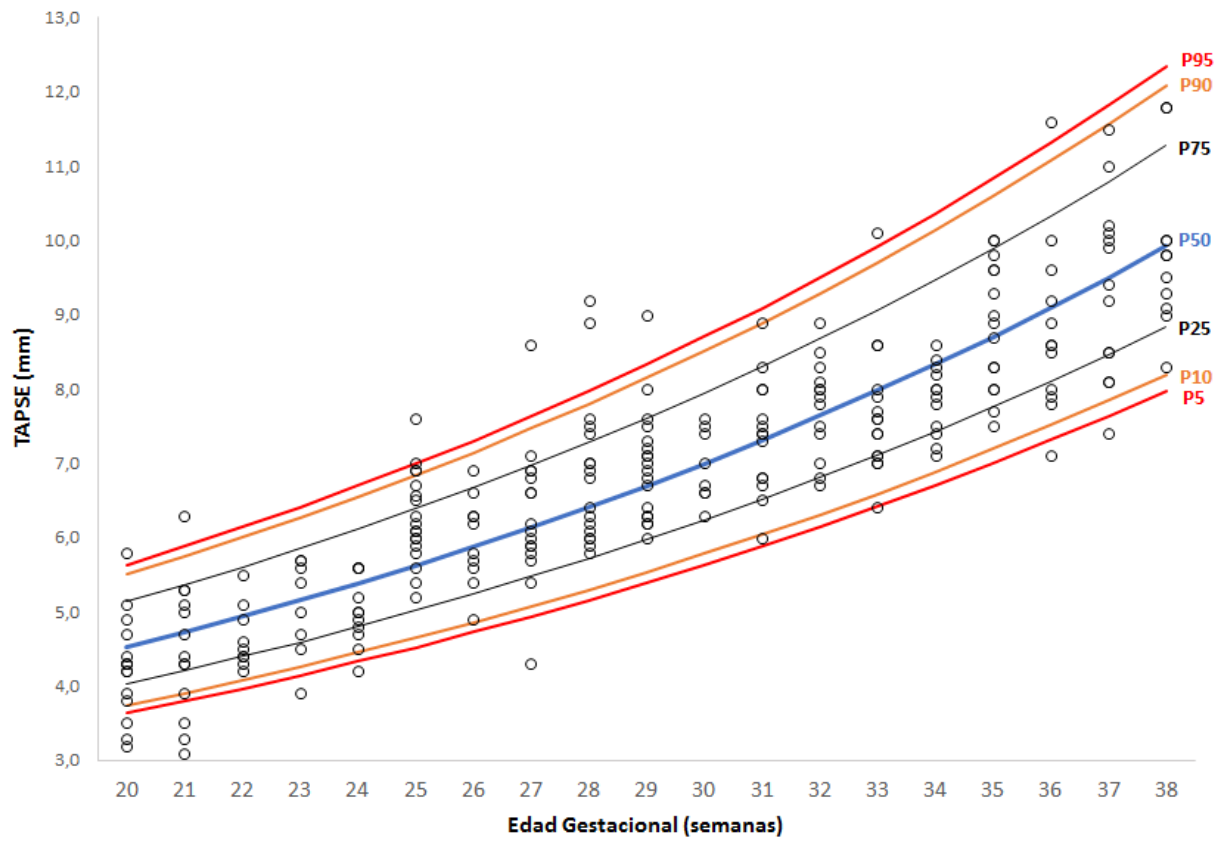


Tabla 6
Distribución percentilar de TAPSE según área cardíaca.

Área Cardíaca (cm ²)	n	Percentiles de TAPSE (mm)						
		P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
< 2,5	2	3,54	3,64	3,96	4,48	5,15	5,55	5,68
2,5-3,4	14	3,74	3,85	4,18	4,74	5,44	5,86	6,00
3,5-4,4	25	3,95	4,07	4,42	5,00	5,74	6,19	6,34
4,5-5,4	16	4,17	4,30	4,67	5,28	6,07	6,53	6,69
5,5-6,4	20	4,41	4,54	4,93	5,58	6,41	6,90	7,07
6,5-7,4	22	4,66	4,80	5,21	5,90	6,77	7,29	7,46
7,5-8,4	28	4,92	5,07	5,50	6,23	7,15	7,70	7,88
8,5-9,4	17	5,20	5,35	5,81	6,58	7,55	8,13	8,33
9,5-10,4	27	5,49	5,65	6,14	6,95	7,98	8,59	8,80
10,5-11,4	18	5,80	5,97	6,49	7,34	8,43	9,08	9,29
11,5-12,4	17	6,13	6,31	6,85	7,76	8,90	9,59	9,82
12,5-13,4	11	6,47	6,66	7,24	8,19	9,40	10,13	10,37
13,5-14,4	13	6,83	7,04	7,64	8,65	9,93	10,70	10,96
14,5-15,4	18	7,22	7,43	8,07	9,14	10,50	11,31	11,58
15,5-16,4	10	7,62	7,85	8,53	9,66	11,09	11,95	12,24
16,5-17,4	6	8,05	8,29	9,01	10,20	11,72	12,63	12,93
17,5-18,4	2	8,50	8,75	9,51	10,78	12,38	13,34	13,66
18,5-19,4	2	8,97	9,24	10,04	11,38	13,08	14,10	14,44
>19,4	2	9,47	9,76	10,61	12,02	13,82	14,90	15,26

Gráfica 3
 Nomograma de TAPSE según área cardíaca fetal

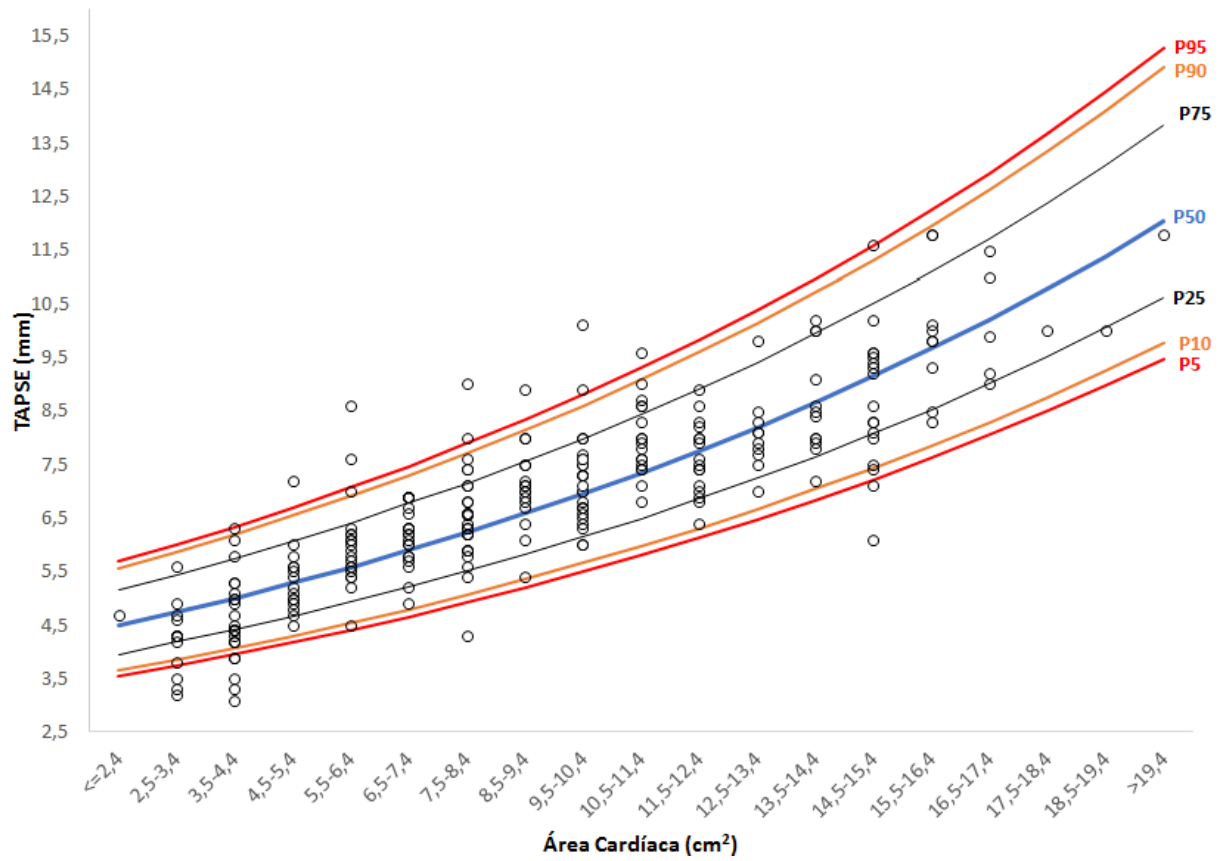


Tabla 7
Distribución percentilar de MAPSE estimada según edad gestacional

Edad Gestacional (semanas)	n	Percentiles de MAPSE (mm)						
		P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
20	16	2,28	2,38	2,65	3,12	3,75	4,13	4,25
21	14	2,39	2,49	2,78	3,26	3,92	4,32	4,45
22	10	2,50	2,60	2,91	3,41	4,10	4,52	4,65
23	9	2,62	2,72	3,04	3,57	4,29	4,72	4,87
24	12	2,74	2,85	3,18	3,74	4,49	4,94	5,09
25	22	2,87	2,98	3,33	3,91	4,70	5,17	5,33
26	11	3,00	3,12	3,49	4,09	4,91	5,41	5,57
27	17	3,14	3,27	3,65	4,28	5,14	5,66	5,83
28	18	3,29	3,42	3,82	4,48	5,38	5,92	6,10
29	19	3,44	3,58	3,99	4,68	5,63	6,19	6,38
30	9	3,60	3,74	4,18	4,90	5,89	6,48	6,68
31	15	3,76	3,92	4,37	5,13	6,16	6,78	6,99
32	14	3,94	4,10	4,57	5,37	6,45	7,10	7,31
33	16	4,12	4,29	4,78	5,61	6,75	7,43	7,65
34	13	4,31	4,48	5,00	5,87	7,06	7,77	8,01
35	16	4,51	4,69	5,24	6,15	7,39	8,13	8,38
36	13	4,72	4,91	5,48	6,43	7,73	8,51	8,77
37	14	4,93	5,13	5,73	6,73	8,09	8,91	9,18
38	12	5,16	5,37	5,99	7,04	8,47	9,32	9,61

Gráfica 4
Nomograma de MAPSE según edad gestacional

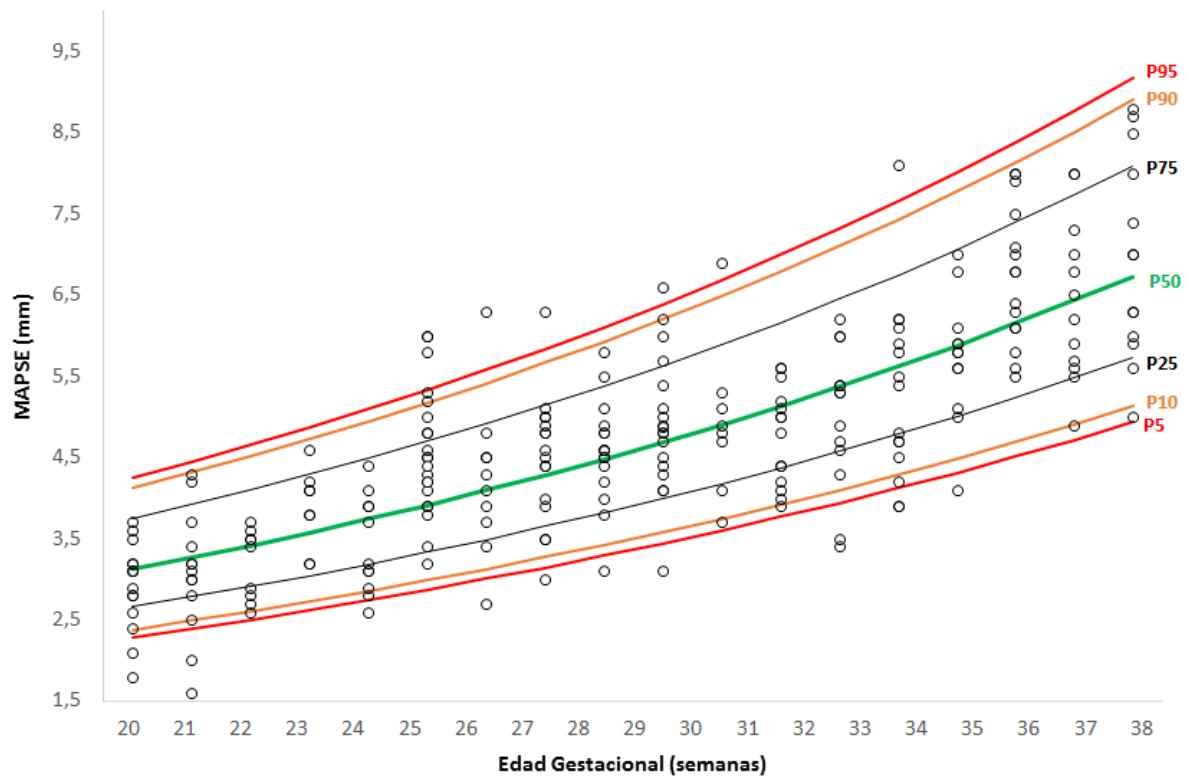


Tabla 8
Distribución percentilar de MAPSE estimada según área cardíaca

Área Cardíaca (cm ²)	N	Percentiles de MAPSE (mm)						
		P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
< 2,5	2	2,23	2,33	2,62	3,10	3,77	4,18	4,31
2,5-3,4	14	2,36	2,47	2,77	3,28	3,99	4,42	4,56
3,5-4,4	25	2,50	2,61	2,93	3,47	4,22	4,67	4,82
4,5-5,4	16	2,65	2,76	3,10	3,67	4,47	4,94	5,10
5,5-6,4	20	2,80	2,92	3,28	3,89	4,72	5,23	5,39
6,5-7,4	22	2,96	3,09	3,47	4,11	5,00	5,53	5,70
7,5-8,4	28	3,14	3,27	3,67	4,35	5,28	5,85	6,03
8,5-9,4	17	3,32	3,46	3,89	4,60	5,59	6,18	6,38
9,5-10,4	27	3,51	3,66	4,11	4,87	5,91	6,54	6,75
10,5-11,4	18	3,71	3,87	4,35	5,15	6,26	6,92	7,14
11,5-12,4	17	3,93	4,09	4,60	5,45	6,62	7,32	7,56
12,5-13,4	11	4,15	4,33	4,87	5,76	7,00	7,75	8,00
13,5-14,4	13	4,39	4,58	5,15	6,10	7,41	8,20	8,46
14,5-15,4	18	4,64	4,84	5,45	6,45	7,84	8,68	8,95
15,5-16,4	10	4,91	5,12	5,76	6,82	8,30	9,18	9,48
16,5-17,4	6	5,19	5,42	6,09	7,22	8,78	9,72	10,03
17,5-18,4	2	5,49	5,73	6,44	7,63	9,29	10,29	10,62
18,5-19,4	2	5,80	6,06	6,81	8,08	9,83	10,89	11,24
>19,4	2	6,13	6,40	7,20	8,54	10,41	11,52	11,90

Gráfica5.
Nomograma de MAPSE según área cardíaca fetal

