

ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE PULSATILIDAD DEL ISTMO AÓRTICO Y
LA FUNCIÓN CARDÍACA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO EN FETOS POR
DEBAJO DEL PERCENTIL TRES PARA LA EDAD GESTACIONAL

MALKA IRINA WADNIPAR GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE GINECOBSTETRICIA
ESPECIALIZACIÓN EN GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA
BUCARAMANGA
2019

ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE PULSATILIDAD DEL ISTMO AÓRTICO Y
LA FUNCIÓN CARDÍACA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO EN FETOS POR
DEBAJO DEL PERCENTIL TRES PARA LA EDAD GESTACIONAL

MALKA IRINA WADNIPAR GUTIÉRREZ

Proyecto de Grado para optar al título de:
Especialista En Ginecología Y Obstetricia

Director:

DR. JUAN CARLOS OTERO PINTO
Especialista en Medicina Maternofetal

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE GINECOBSTETRICIA
ESPECIALIZACIÓN EN GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA
BUCARAMANGA

2019

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	17
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. ESTADO DEL ARTE	19
4.1 BASES FISIOLÓGICAS	26
4.1.1 Circulación y función cardíaca fetal	26
4.1.2 Circulación uterina materna	34
4.1.3 Arteria umbilical	37
4.1.4 Arteria cerebral media (ACM)	40
4.1.5 Ductus venoso (DV)	45
4.2 DIAGNÓSTICO DE RCIU	47
4.3 FISIOPATOLOGÍA DE LOS CAMBIOS EN EL DOPPLER DE FETOS CON RCIU	48
4.4 ISTMO AÓRTICO	52
5. OBJETIVOS	57
5.1 OBJETIVO GENERAL	57
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	57
6. METODOLOGÍA	58
6.1 DISEÑO	58
6.2 POBLACIÓN ESTUDIO	58
6.2.1 Criterios de inclusión	58
6.2.2 Criterios de exclusión	58
6.2.3 Calculo de muestra y muestreo	59

6.3	PROCEDIMIENTOS	60
6.4	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	60
6.5	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	67
6.6	PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	67
7.	CONSIDERACIONES ÉTICAS	68
8.	RESULTADOS	71
9.	DISCUSIÓN	88
10.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	90
	BIBLIOGRAFÍA	91
	ANEXOS	96

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores de referencia del índice de TEI según edad gestacional, entre las semanas 11 y 41. Percentiles 50, 90 y 95.	34
Tabla 2. Índice de Pulsatilidad de la arteria uterina entre las semanas 18 a 40.	36
Tabla 3. Índice de Pulsatilidad y Resistencia e la arteria umbilical entre las semanas 24 y 42.	40
Tabla 4. Técnica adecuada para el registro de forma de onda de la Arteria Cerebral Media.	42
Tabla 5. Valores de referencia del índice de Pulsatilidad de la arteria cerebral Media entre las semanas 20 y 40.	43
Tabla 6. Valores de referencia del índice de resistencia de las arterias umbilical y cerebral media, así como del cociente AU/ACM.	43
Tabla 7. Valores de referencia longitudinales del índice de Pulsatilidad del Ductus Venoso.	46
Tabla 8. Estadíos de la evaluación doppler en fetos con rciu.	51
Tabla 9. Media y percentiles 5 (P5) y 95 (p95) para el índice de pulsatilidad istmo aórtico fetal (PI) y el índice de resistencia (RI) para los valores individuales de la edad gestacional (GA)	56
Tabla 10. Tabla de poder	59
Tabla 11. Características basales de la población de estudio realizado en la Unidad Materno-fetal del Hospital Universitario de Santander	75
Tabla 12. Motivos de finalización de la gestación	76
Tabla 13. Evolución de los estadios del doppler fetal a lo largo de la gestación, momento y motivo de finalización del embarazo	81

Tabla 14. Análisis exploratorio con características clínicas de los participantes discriminado de acuerdo con los tres estadios Doppler estudiados (I, II y III).	84
Tabla 15. Análisis exploratorio con variables del doppler fetal discriminado de acuerdo con los tres estadios Doppler estudiados (I, II y III).	85

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Objeto en movimiento acercandose y alejandose del transductor.	20
Figura 2. Forma de onda espectral de velocidad de flujo.	22
Figura 3. Representación espectral de una onda de flujo de baja resistencia.	23
Figura 4. Representación espectral de una onda de flujo de elevada resistencia.	23
Figura 5. Representación espectral de una onda de flujo de muy elevada resistencia.	23
Figura 6. Índices Doppler de uso habitual en ecografía obstétrica.	24
Figura 7. Circulación Fetal.	28
Figura 8. <i>Correlación de las fases cardíacas (A) y los registros del Doppler de los flujos sanguíneos venoso, intracardíaco y arterial (B).</i>	30
Figura 9. Índice de Rendimiento Miocárdico (índice de TEI).	32
Figura 10. Evolución de la forma de onda de velocidad de flujo de la arteria umbilical a lo largo del embarazo.	39
Figura 11. Forma de onda de velocidad de flujo del ductus venoso.	46
Figura 12. Secuencia cronológica de los cambios en el Doppler generados en un feto con RCIU y en proceso de descompensación hemodinámica. 1.	50
Figura 13. Algoritmo de manejo de fetos con RCIU.	52
Figura 14. Ubicación del Istmo Aórtico.	53
Figura 15. Plano longitudinal y transversal del Istmo Aórtico.	54
Figura 16. Diagrama de flujo de la población de estudio y la muestra analizada	72

Figura 17. Doppler fetal realizados por mes en la unidad materno-fetal del Hospital Universitario de Santander en el período de estudio	73
Figura 18. Distribución de la edad gestacional y los estadios Doppler	76
Figura 19. Distribución del peso estimado de acuerdo al estadio Doppler	77
Figura 20. Distribución del peso del RN de acuerdo al estadio Doppler	77
Figura 21. Distribución del Índice de TEI de acuerdo al estadio Doppler	78
Figura 22. Distribución del istmo aórtico de acuerdo al estadio Doppler	78
Figura 23. Distribución del IP de la A. umbilical de acuerdo al estadio Doppler	79
Figura 24. Distribución del IP de la ductus venoso de acuerdo al estadio Doppler	80
Figura 25. Distribución de la relación Cerebral/Umbilical de acuerdo al estadio Doppler	80
Figura 26. Gráfica de correlación entre el istmo aórtico y el ITEI	87

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Consentimiento informado	97
Anexo B. Asentimiento para participar en estudios de investigación	103
Anexo C. Formato para el registro de variables.	109
Anexo D. Variables	111

RESUMEN

TÍTULO: ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE PULSATILIDAD DEL ISTMO AÓRTICO Y LA FUNCIÓN CARDÍACA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO EN FETOS POR DEBAJO DEL PERCENTIL TRES PARA LA EDAD GESTACIONAL.*

AUTOR: MALKA IRINA WADNIPAR GUTIÉRREZ**

Palabras clave: Restricción del crecimiento intrauterino, istmo aórtico, índice de TEI.

Objetivo: Establecer la correlación entre el IP del istmo aórtico y la función del ventrículo izquierdo medida por el índice de TEI (ITEI) en fetos con peso fetal estimado por debajo del percentil 3 (PFE < p3).

Materiales y métodos: En la unidad maternofoetal del Hospital Universitario de Santander durante el 2018, se realizó un estudio descriptivo de cohorte en 51 gestantes con fetos con PFE < p3 entre la 24-37 semanas.

Resultados: Existe una correlación lineal positiva entre el IP del istmo aórtico y el ITEI de 17,07%. Es decir, a medida que aumenta el IP istmo aórtico aumenta el ITEI. A su vez, se encontró que a medida que incrementa el estadio Doppler hay un aumento en la correlación entre las dos variables analizadas, siendo en el estadio I de 4,94% , en el estadio II de 1 % y en el estadio III de 80 %. Al analizar cada uno de los estadios se pudo estimar un coeficiente de determinación (R^2) de: 0.001 para el estadio I, de 0.13 para el II y de 0.54 para el III. De acuerdo con el valor de coeficiente de determinación (R^2) la proporción de varianza es compartida por ambas variables, siendo para el estadio I pequeña, en el estadio II moderada y en el estadio III fuerte, lo que reafirma la correlación de las dos variables.

Conclusión: Existe una correlación positiva entre el IP del istmo aórtico y el ITEI en fetos con PFE < p3. Se encontró que a medida que incrementa el estadio Doppler hay un aumento en la correlación entre las dos variables analizadas. Sin embargo, se debe continuar con esta línea de investigación para establecer el papel predictivo de desenlace adverso al usar esta correlación.

*Trabajo de grado

** Universidad Industrial de Santander, Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Departamento de Ginecobstetricia, Especialización en Ginecología y Obstetrica. Director: DR. OTERO PINTO, Juan Carlos. Especialista en Medicina Maternofoetal

ABSTRACT

TÍTULO: ASSOCIATION BETWEEN THE PULSATILITY INDEX OF THE AORTIC ISTHMUS AND THE CARDIAC FUNCTION OF THE LEFT VENTRICLE IN FETOS BELOW THE PERCENTILE THREE FOR THE GESTATIONAL AGE.*

AUTHOR: MALKA IRINA WADNIPAR GUTIÉRREZ**

Keywords: Intrauterine Growth Restriction, Aortic isthmus, Tei index.

Objective: To establish the correlation between the pulsatility index of the aortic isthmus and the function of the left ventricle measured by the TEI index in fetuses with estimated fetal weight below the 3rd percentile (PFE <p3).

Methods: Descriptive cohort study in fetuses of gestations between 24-37 weeks with estimated fetal weight lower than percentile 3 (PFE < p3).

Results: It was found that there is a positive linear correlation between the pulsatility index of the fetal aortic isthmus and the TEI index of 17.07%. That is, as the aortic isthmus increases, the ITEI increases. In turn, it was found that as the Doppler stage increases there is an increase in the correlation between the two variables analyzed, being in stage I of 4.94%, in stage II it is 1% and in the Stage III 80%. By analyzing each of the stages it was possible to estimate a coefficient of determination (R2) of: 0.001 for stage I, 0.13 for stage II and 0.54 for stage III. According to the value of coefficient of determination (R2), the proportion of variance is shared by both variables, being for stage I small, stage II moderate and stage III strong, which reaffirms the correlation of two variables.

Conclusions: There is a positive correlation between the pulsatility index of the fetal aortic isthmus and the ITEI in fetuses with estimated fetal weight below the 3rd percentile (PFE <p3). In turn, it was found that as the Doppler stage increases there is an increase in the correlation between the two variables analyzed.

*Degree Paper

** Universidad Industrial de Santander, Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Departamento de Ginecobstetricia, Especialización en Ginecología y Obstetrica. Director: DR. OTERO PINTO, Juan Carlos. Especialista en Medicina Maternofetal

INTRODUCCIÓN

Los avances en el conocimiento de la fisiopatología de los embarazos con restricción del crecimiento intrauterino (RCIU) y el progreso en el conocimiento la fisiopatología de la hipoxia fetal han inducido al profesional en Medicina Materno-Fetal a buscar medidas útiles y objetivas para predecir el momento óptimo en el que el feto debe nacer, para de esta manera disminuir el riesgo de muerte fetal o de desarrollar secuelas permanentes al nacimiento. Uno de estos avances es el estudio de la circulación fetal, ya que a través de ella podemos identificar variables que predicen el comportamiento que hay entre la circulación materna y fetal (1).

En la mayoría de los casos de RCIU, se considera que la etiología es secundaria a una reducción de la perfusión útero-placentaria debido a anomalías o procesos patológicos en 3 grupos generales: injuria fetal global (aneuploidía fetal o infección), placentación anormal y a complicaciones del embarazo (tales como trastornos hipertensivos del embarazo)(2)(3). En tales casos, la evaluación de la arteria umbilical (AU), es el estándar clínico utilizado para valorar la evolución y pronóstico de estos pacientes (4).

Los vasos más comúnmente utilizados para evaluar circulación fetal son el flujo de la arteria umbilical (AU), arteria cerebral media (ACM) y ductus venoso (DV). En el estudio de la hemodinamia fetal es importante la fase de redistribución de flujo a nivel cerebral, que comprende un fenómeno compensatorio que protege al cerebro de daño neurológico, sin embargo, es de destacar que cuando esta redistribución termina comprometiendo otros vasos como el ductus venoso nos está expresando que la acidosis fetal está instaurada y por ende el daño neurológico en el recién nacido se va a hacer evidente (5). Por lo tanto, hay que concentrar los esfuerzos en estructuras intermedias que permitan determinar la extracción del feto sin que se haya comprometido el ductus venoso, para evitar desenlaces adversos en la sobrevivencia del mismo.

El istmo aórtico y la función cardíaca medida por el índice de TEI, han sido correlacionadas en distintos estudios (4)(6)(7)(8) para evaluar el problema a resolver. El presente estudio caracterizó estos dos marcadores en la población de estudio con el fin de determinar su beneficio en la extracción precisa del feto para evitar efectos hemodinámicos adversos (9) .

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La predicción del bienestar fetal es uno de los principales retos de la Medicina Materno-Fetal, ya que el RCIU sigue siendo una causa importante de morbilidad y mortalidad perinatal en nuestro medio. Pero a pesar de todos los avances no disponemos de un criterio eficaz que pueda establecer cuando el feto se encuentra sobre el límite de la descompensación cardiaca, ya que es este quien lidera el mecanismo de adaptación y el que redistribuye el gasto cardiaco, para conservar la función de diferentes órganos. El istmo aórtico, por su localización anatómica, es el punto de conexión entre los dos sistemas circulatorios fetales dispuestos en paralelo entre el ventrículo izquierdo y el derecho (10). Por esto, el análisis comparativo de las alteraciones de los valores de la onda de flujo del istmo aórtico, junto con los cambios iniciales en la función cardiaca medida por el índice de TEI, podrían indicar una correlación positiva, en primera instancia con relación directa o asociativa con el deterioro del bienestar fetal, lo que determinaría en consecuencia la indicación ,con estos parámetros, de la extracción fetal antes de la alteración del ductus venoso (11).

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la asociación entre el índice de pulsatilidad del istmo aórtico y la función cardíaca de los fetos con peso fetal estimado por debajo del percentil tres para la edad gestacional?

3. JUSTIFICACIÓN

Algunos estudios (6)(8)(10) contienen la hipótesis que el flujo sanguíneo en el istmo aórtico de los fetos con RCIU se altera y que este permite la monitorización de la adaptación y redistribución hemodinámica desde las fases más precoces, pero ninguno de ellos ha comprobado si la correlación que existe entre los valores de flujo del istmo aórtico y los cambios de la función cardiaca son graduales, lo que permitiría predecir el momento exacto en el cual el feto está en riesgo de descompensación cardiaca, describiendo los cambios iniciales, si son correlacionables o no, y poder determinar cuándo es mejor extraer un feto que se encuentra en un ambiente hostil frente a los riesgos de la prematuridad, generándonos en nuestro contexto actual, herramientas que probablemente pueden disminuir la morbi-mortalidad neonatal.

4. ESTADO DEL ARTE

El efecto Doppler fue descrito por Christian Andreas Doppler en 1842. Estableció el principio del cambio de frecuencias en la transmisión del sonido cuando existen movimientos relativos entre la fuente emisora del sonido y el receptor. Además desarrolló la fórmula para calcular la velocidad a partir del viraje de frecuencias (1).

Las primeras aplicaciones del efecto Doppler en ultrasonografía se inician 100 años después, a fines de 1950 con la aparición de un instrumento de ultrasonido Doppler con capacidad de registrar movimientos de las válvulas cardíacas. En obstetricia, la primera aplicación consistió en la detección de los latidos cardíacos fetales en 1964 (2).

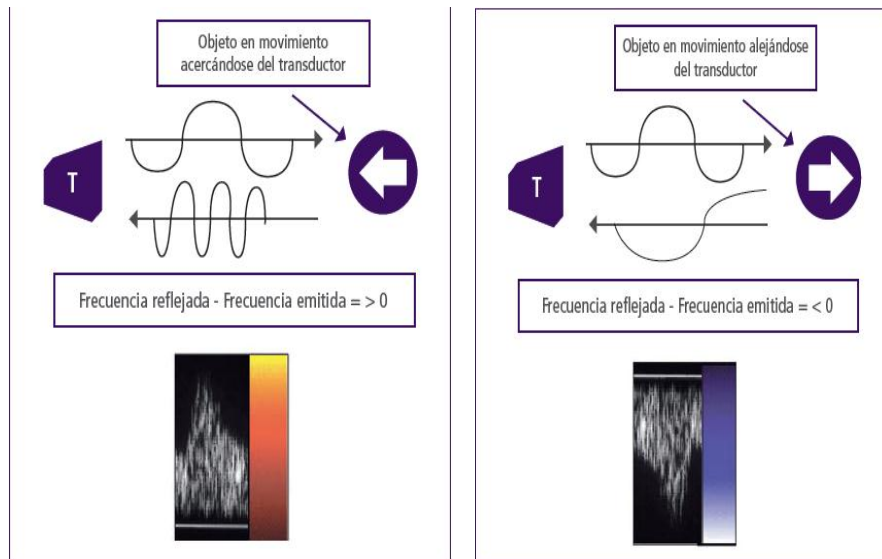
El efecto Doppler consiste en el cambio de frecuencia que ocurre en la onda transmitida cuando existe un cambio relativo de posición entre la fuente de emisión del sonido y el receptor. La variación de frecuencia que se produce se conoce como cambio de frecuencia Doppler o viraje de frecuencia Doppler. Cuando la fuente de emisión del sonido y el receptor se acercan, la longitud de onda se acorta por tanto la frecuencia del sonido aumenta. Por el contrario cuando la fuente emisora del sonido y el receptor se distancian, la longitud de onda se descomprime ampliándose la misma y por efecto la frecuencia disminuye. El efecto Doppler se aplica a todas las formas de transmisión de ondas y no depende de quién experimente el movimiento, es decir, el efecto Doppler se produce tanto si se mueve el receptor o la fuente emisora o ambos (4).

La utilidad del efecto Doppler reside en el hecho de que el cambio en la frecuencia se encuentra relacionado con la velocidad del movimiento entre la fuente y el receptor, y por lo tanto puede ser utilizado para estimar velocidades. Su aplicación

en los sistemas de ultrasonido médico diagnóstico nos permite registrar el cambio de frecuencia que se produce cuando evaluamos el movimiento de la sangre dentro de un vaso determinado (3).

Podemos establecer que cuando un haz de ultrasonido impacta contra un objeto que se encuentra en movimiento, el eco que retorna al transductor lo hace con una frecuencia modificada el equipo de ultrasonido puede representar ese cambio de frecuencia de diferentes maneras. De forma audible, con un sonido de frecuencias variables correspondientes al cambio producido en las mismas, de manera espectral, con trazos en función del tiempo de diferente altura, tanto mayor cuanto mayor sea el viraje de frecuencia o mediante codificación color, en la gama de los rojos si el movimiento es en sentido de aproximación o en la de los azules si el objeto registrado se aleja del transductor (Figura 1) (12).

Figura 1. Objeto en movimiento acercándose y alejándose del transductor.



Tomado de: http://www.clinicalascondes.com/area-academica/pdf/MED_19_3/08DOPPOBSTETRICIA.pdf

El cambio en la frecuencia que se produce cuando el haz de ultrasonido impacta contra un vaso sanguíneo no depende únicamente de los cambios de la velocidad

de la sangre sino también de otros factores. Esos diferentes factores que determinan el cambio de frecuencias o viraje de frecuencias Doppler están contenidos en una fórmula conocida como “ecuación Doppler”. La ecuación Doppler nos dice que el viraje de frecuencia que se produce es directamente proporcional a la velocidad del objeto en movimiento por la frecuencia de ultrasonido emitida y por el coseno del ángulo de insonación e inversamente proporcional a la velocidad de transmisión del sonido en los tejidos (12).

El estudio de la velocidad de la sangre circulando y la evaluación de la resistencia periférica son dos elementos de gran utilidad en la evaluación hemodinámica fetal y por lo tanto es importante conocer los principios que las regulan. La imagen espectral que nos demuestra el equipo de ultrasonografía Doppler consiste en la representación gráfica del movimiento de los glóbulos rojos con respecto al tiempo. En el eje vertical se representan los virajes de frecuencia (en KHz), convertidos a velocidades (cm/seg o m/seg) y en el eje horizontal el tiempo que se relaciona con la amplitud de la onda (Figura 2) (4).

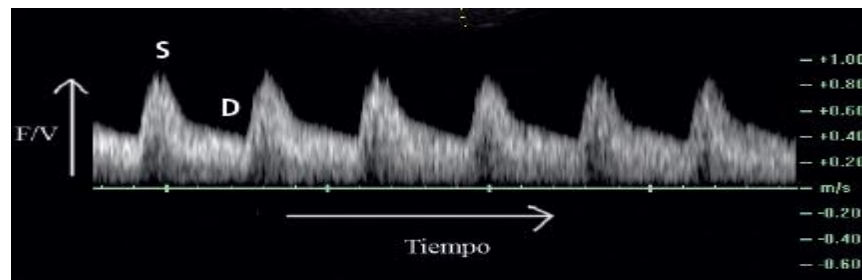
Cuando se está registrando la circulación arterial entonces una onda completa corresponde a un ciclo cardíaco. El inicio de la onda corresponde al comienzo de la sístole ventricular. Se produce entonces la fase ascendente de la sístole hasta alcanzar el pico de mayor velocidad correspondiente a la velocidad sistólica máxima, luego desciende la velocidad, en la fase descendente de la sístole. Al final de esta fase suele apreciarse en territorios de elevada velocidad una escotadura que corresponde al cierre de la válvula aórtica. Este hallazgo es poco frecuente en la circulación fetal. Se inicia a partir de ahí la diástole y se alcanza el extremo derecho de la onda que representa la velocidad de fin de diástole. Por lo tanto en una forma de onda de flujo arterial se pueden considerar tres velocidades (12):

A o S: velocidad sistólica máxima

B o D: velocidad de fin de diástole.

M: velocidad media. Corresponde a un promedio que efectúa el equipo de las diferentes velocidades registradas a lo largo de todo el ciclo.

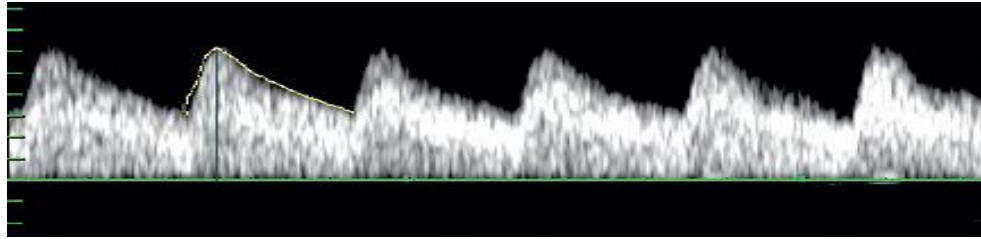
Figura 2. Forma de onda espectral de velocidad de flujo.



Tomado de: http://www.clinicalascondes.com/area-academica/pdf/MED_19_3/08DOPPOBSTETRICIA.pdf

Una de las aplicaciones más importantes del Doppler en obstetricia consiste en la determinación de los diferentes índices de resistencia de un vaso con el propósito de determinar la resistencia del lecho distal al mismo. El ejemplo más representativo lo constituye la evaluación de la resistencia de la arteria umbilical que nos brinda una idea de la resistencia del lecho vascular placentario y consecuentemente de su integridad. Por lo tanto, cuanto menor sea la velocidad del flujo de fin de diástole y por ende mayor la diferencia entre la velocidad sistólica máxima y la velocidad de fin de diástole, mayor será la resistencia en el lecho distal (Figuras 3-4-5) (13).

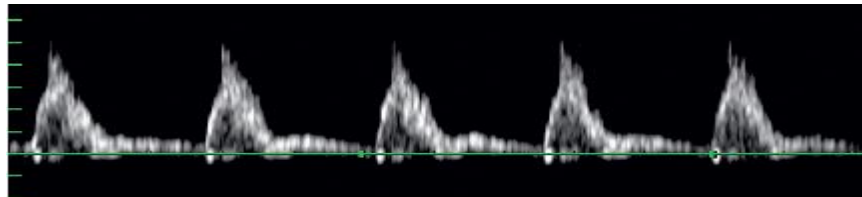
Figura 3. Representación espectral de una onda de flujo de baja resistencia.



Se observa abundante flujo diastólico.

Tomado de: http://www.clinicalascondes.com/area-academica/pdf/MED_19_3/08DOPPOBSTETRICIA.pdf

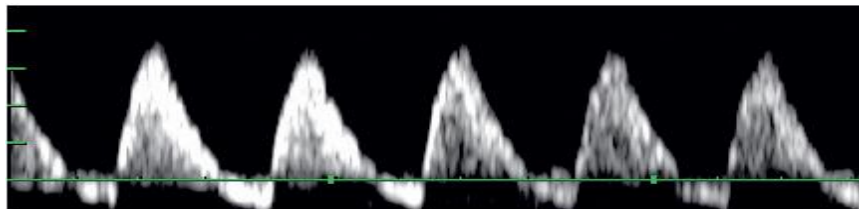
Figura 4. Representación espectral de una onda de flujo de elevada resistencia.



Se observa escasa cantidad de flujo de fin de diástole.

Tomado de: http://www.clinicalascondes.com/area-academica/pdf/MED_19_3/08DOPPOBSTETRICIA.pdf

Figura 5. Representación espectral de una onda de flujo de muy elevada resistencia.



Se observa flujo reverso durante la diástole.

Tomado de: http://www.clinicalascondes.com/area-academica/pdf/MED_19_3/08DOPPOBSTETRICIA.pdf

Vemos que subjetivamente podemos calificar una onda como “de elevada o baja resistencia”, según la proporción de flujo de fin de diástole. Sin embargo, con el

propósito de estandarizar las determinaciones y tornarlas más reproducibles es mejor emplear los índices elaborados para tal fin.

Los más utilizados son (figura 6):

Índice A/B o S/D = (A/B)

Índice de Resistencia = (A-B) /A

Índice de Pulsatilidad = (A-B) /M

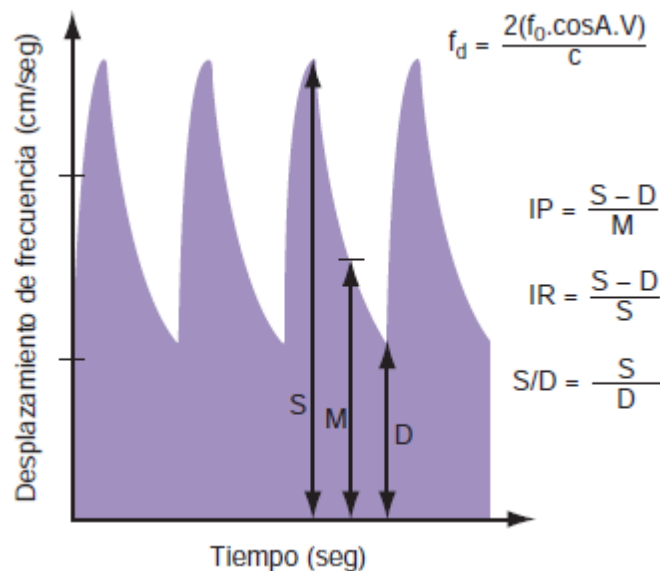
Donde

A: velocidad sistólica máxima

B: velocidad de fin de diástole

M: velocidad media

Figura 6. Índices Doppler de uso habitual en ecografía obstétrica.



Tomado de: Callen P, *Ecografía En Obstetricia Y Ginecología*. Quinta edición, (2009) Elsevier, Capítulo 22, pág 795 (1)

Respecto a la elección del índice más adecuado para el estudio doppler se debe tener en cuenta las características del índice además del segmento vascular estudiado, por tanto tenemos que el índice A/B o S/D relaciona la velocidad

sistólica máxima (A o S) con la velocidad de fin de diástole (B o D). A medida que disminuye la velocidad de fin de diástole, este índice aumenta de manera exponencial. Ante la manifestación de ausencia de flujo diastólico, la presencia del número 0 en el denominador arrojará un resultado infinito, por tanto este índice no puede ser empleado en dichas circunstancias (14).

Ahora bien tenemos el índice de Resistencia, el cual se encuentra relacionado con el índice A/B y tiene como limitación la misma imposibilidad de reflejar aumentos de impedancia cuando el flujo es reverso. Sin embargo tenemos a la mano el índice de pulsatilidad el cual incluye una cantidad mayor de información hemodinámica respecto a los anteriores, ya que este comprende datos referentes a la onda completa ya que incluye la velocidad media en el denominador. Además puede registrar valores de resistencia aun en situaciones donde existe flujo diastólico reverso o ausente (12).

Por ejemplo en caso de que se presentase un cambio en la morfología de la onda que incluya un notch los índices A/B y de resistencia no los serán evidentes, ya que solo contemplan dos puntos de la onda. Por el contrario el índice de pulsatilidad al considerar toda la extensión de la onda reflejará notablemente todos los cambios en la morfología de la onda (13).

Teniendo en cuenta esto, una forma adecuada de la aplicación del Doppler en obstetricia y sus respectivos índices sería utilizar los índices A/B y de resistencia en los territorios materno fetales y placentarios que poseen una forma de onda de velocidad de flujo regular sin muchos accidentes como lo es la umbilical y la cerebral media ; reservando el índice de pulsatilidad (IP) para aquellos territorios que presenten una forma de ondas más accidentada o más dinámica como lo es el ductus venoso, la aorta y las arterias uterinas (15), sin embargo, en nuestra práctica clínica el IP es el índice más utilizado en la evaluación hemodinámica

fetal, basados en los protocolos de ISOUG (International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology) (16).

4.1 BASES FISIOLÓGICAS

4.1.1 Circulación y función cardiaca fetal. El oxígeno es captado por el feto a partir de la placenta y a través de la vena umbilical, posteriormente debe ser distribuido de manera óptima a los órganos que requieren mayor aporte como son el corazón, el cerebro y suprarrenales; debido a que el feto cuenta con 3 shunts fisiológicos (ductus venoso, foramen oval, ductus arterioso) que permiten que la sangre con una concentración más alta de oxígeno, llegue rápidamente a su destino y a nivel placentario se dé un intercambio adecuado de nutrientes y fluidos. Inicialmente, la sangre altamente oxigenada ingresa al feto por la vena umbilical, de allí, el torrente sanguíneo que viene por este vaso toma dos rutas: la vena hepática izquierda (que lleva los nutrientes al hígado) o el ductus venoso (que se une a la vena cava inferior) (5).

Entre el 20 y el 30% de la sangre venosa umbilical evita su paso por el hígado a través del ductus venoso, el cual es una estructura vascular muy pequeña (aproximadamente 2 mm a las 12 semanas de gestación) que por tener un calibre menor que el de la vena umbilical actúa como un acelerador de flujo o jet (similar a lo que sucede al ocluir parcialmente el orificio de una manguera) (figura 7). El estrechamiento del conducto venoso transforma el flujo venoso umbilical continuo lento en un chorro pulsátil de alta velocidad, alcanzando velocidades máximas de hasta 75 cm/seg (1).

La sangre altamente oxigenada ingresa a una mayor velocidad a la vena cava y así evita ser mezclada con la sangre poco oxigenada que normalmente transporta

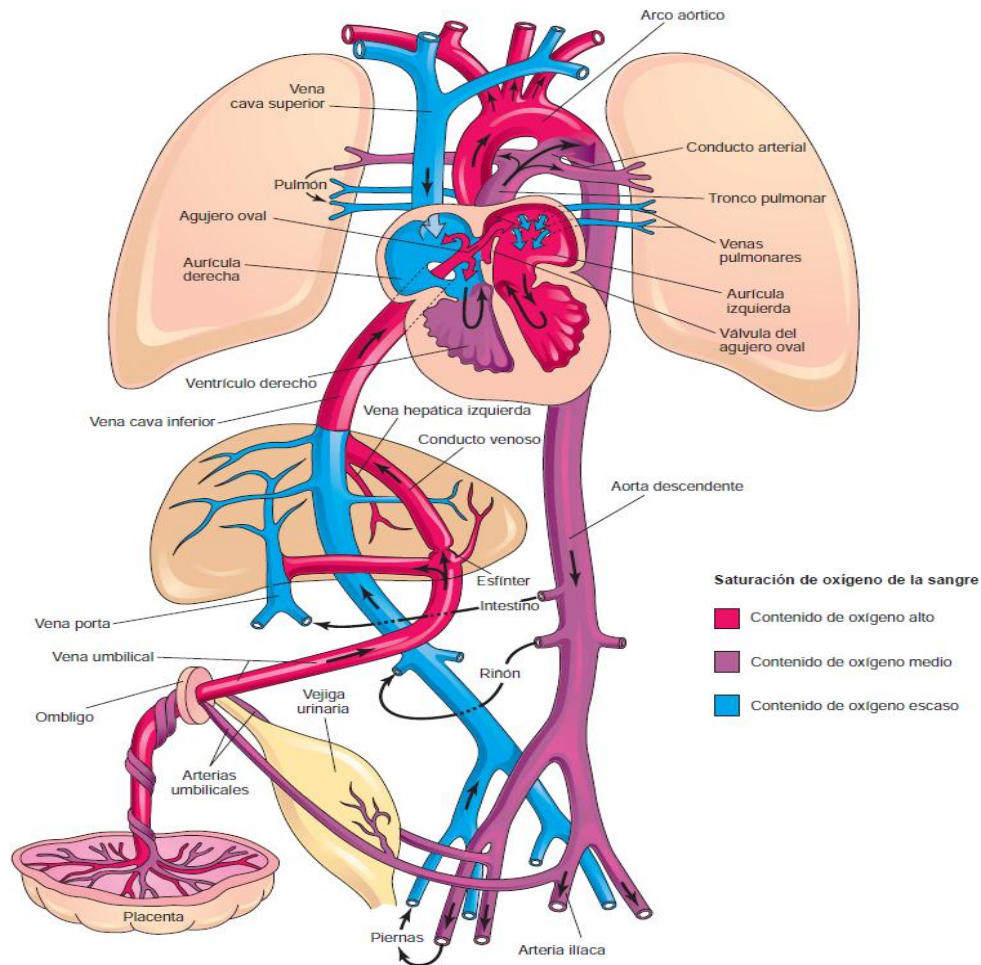
este vaso; de la misma manera, esa mayor velocidad del flujo sanguíneo facilita su paso de la aurícula derecha a la aurícula izquierda a través del foramen oval (14). Es de vital importancia la función paralela que cumplen ambos ventrículos, ya que estos trabajan en conjunto con el fin de aportar sangre oxigenada a la circulación sistémica. Aproximadamente el 70% del gasto cardíaco izquierdo con sangre oxigenada se distribuye hacia la parte superior del feto irrigando al miocardio y al cerebro (17).

Respecto al gasto cardíaco derecho, el volumen pasa de la aurícula derecha al ventrículo derecho y de allí es eyectado por la arteria pulmonar. Para obviar la circulación pulmonar, poco funcional en el estado fetal, existe un tercer shunt y más del 90% se dirige vía ductus arterioso-aorta descendente, a la parte inferior del cuerpo fetal, distribuyendo sangre parcialmente oxigenada a los órganos intra-abdominales y a las extremidades inferiores y finalmente, la sangre con poco contenido de oxígeno es llevada a la placenta a través de la arteria umbilical para que allí se genere un intercambio gaseoso y nutricio. Por tanto, el gasto cardíaco ventricular combinado está cercano a 450 ml/min/kg de peso fetal, de los que las cavidades cardíacas derechas contribuyen con un 20 a un 30% más que las cavidades izquierdas (18).

La sangre procedente del DV se dirige por la VCI al foramen oval-VI (el 40% de la sangre que circula por la VCI, con un alto contenido de oxígeno procedente de la vena umbilical vía ductus venoso), así como a la AD-VD (el 60% de la sangre que circula por la VCI, con un bajo contenido de oxígeno procedente de las extremidades inferiores y de las venas hepáticas). Por lo tanto, el volumen de precarga del VD lo constituye el retorno venoso de la VCS y el 60% del flujo de sangre que de la VCI que se dirige a la AD-VD, mientras que el volumen de precarga de VI lo constituye principalmente el 40% del flujo de sangre que de la VCI que se dirige por el foramen oval al VI y en un mínimo porcentaje del retorno venoso de las venas pulmonares. Por tanto la existencia in útero de los

tres shunts, foramen oval, ductus venoso y ductus arterioso, son elementos clave en la circulación fetal (5).

Figura 7. Circulación Fetal.



Tomado de: Callen P, Ecografía En Obstetricia Y Ginecología. Quinta edición, (2009) Elsevier, Capítulo 14, pág 578 (1)

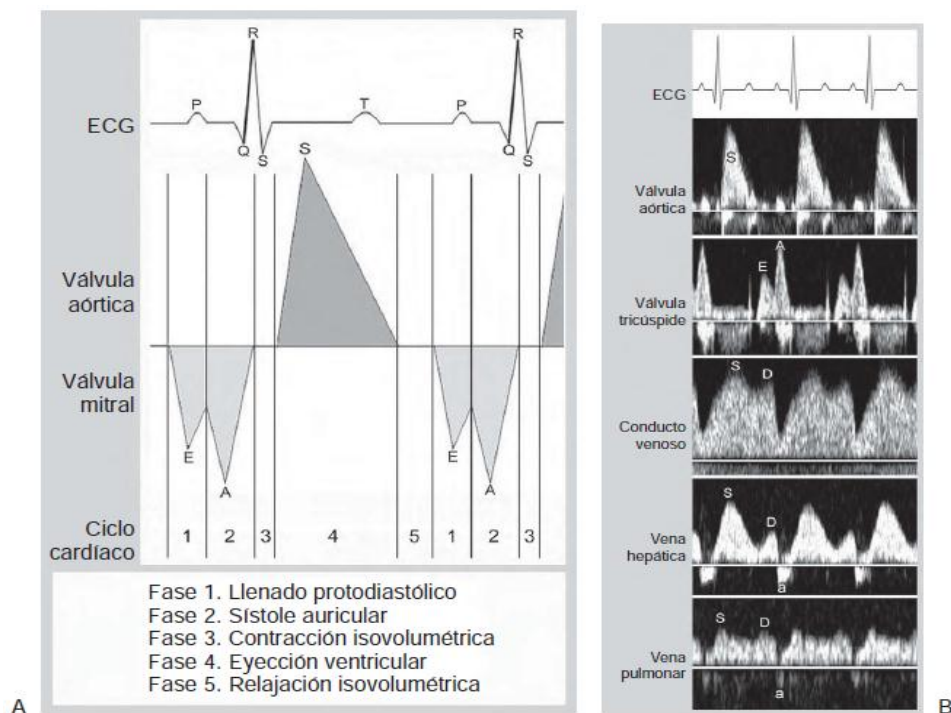
Es de suma importancia además, tener claro otra de las diferencias fundamentales de la circulación fetal, comparada con la circulación posnatal, de la cual destaca una frecuencia cardíaca mayor de 120 a 150 latidos por minuto, una presión arterial y una resistencia periféricas menores, así como una distensibilidad y una contractilidad miocárdica más bajas. Esto último se explica por una constricción

creciente debida al contenido líquido de los pulmones, a una proporción mayor de elementos no contráctiles, un colágeno de tipo 1 rígido en el miocardio fetal y un retraso en la eliminación del ion calcio por la presencia de un retículo sarcoplásmico inmaduro. Los cambios de la maduración, como el incremento en la densidad de receptores miocárdicos adrenérgicos, el cambio a isoformas proteicas contráctiles más maduras y una homeostasis mejorada del calcio, dan lugar a una mejoría mantenida de la función miocárdica conforme avanza la gestación (1).

Ahora bien, para lograr comprender los hallazgos ecográficos cardiovasculares es vital conocer la fisiología cardíaca fetal. Entonces tenemos que el ciclo cardíaco Fetal consta de cinco fases (figura 8), de las cuales tres acontecimientos repetitivos son responsables del aporte anterógrado de sangre durante cada ciclo cardíaco: contracción ventricular durante la sístole, a continuación relación ventricular activa y contracción auricular en la diástole. Con el inicio de la contracción ventricular, las válvulas AV se cierran y la presión intraventricular aumenta sin que se produzca un acortamiento ventricular hasta que se supera la presión en las grandes arterias. Como el volumen ventricular no varía en este período inicial de contracción ventricular se le denomina período de contracción isovolumétrica (CI). Al aumentar la contracción ventricular, la presión ventricular supera a las presiones en las grandes arterias, las válvulas semilunares se abren y la sangre es expulsada desde los ventrículos hacia las grandes arterias. La contracción ventricular durante la eyección del volumen sistólico provoca un descenso rápido del anillo fibroso valvular AV, permitiendo un aumento del flujo anterógrado a través de las venas cavas, lo que se denomina onda S en el registro de Doppler. Las válvulas semilunares se cierran a medida que la presión ventricular desciende por debajo de las presiones en las grandes arterias. La presión ventricular disminuye entonces con la relajación ventricular hasta que las presiones auriculares superan a las ventriculares (19)(1).

Como los volúmenes ventriculares no varían en este período inicial de relajación ventricular activa, se lo denomina período de relajación isovolumétrico (RI). Al proseguir la relajación, las presiones ventriculares descienden por debajo de las presiones auriculares y se abren las válvulas AV. Esto permite la entrada rápida de sangre hacia ambos ventrículos durante la protodiástole (onda e), un descenso en las presiones auriculares y un incremento en el flujo anterógrado venoso sistémico (onda D). A medida que disminuye el gradiente de presión a través de las válvulas AV, la contracción auricular contribuye al llenado ventricular en la telediástole (onda A). El ascenso rápido en la presión auricular durante la sístole auricular se transmite hacia el sistema venoso provocando una inversión del flujo (onda a) en las venas hepáticas y las cavas, y un descenso del flujo anterógrado en el conducto venoso y las venas pulmonares (5).

Figura 8. Correlación de las fases cardíacas (A) y los registros del Doppler de los flujos sanguíneos venoso, intracardíaco y arterial (B).



Tomado de: Callen P, *Ecografía En Obstetricia Y Ginecología*. Quinta edición, (2009) Elsevier, Capítulo 14, pág 579 (1)

Respecto a la evaluación cuantitativa de la función cardiaca se han propuesto múltiples parámetros de los cuales se usan individualmente o en combinación, ya sea el mapeo de flujo Doppler, o la biometría del corazón o el tiempo de los eventos del ciclo cardiaco. Dentro de estos se Incluyen volumen sistólico (área de la válvula $\times$ integral velocidad tiempo), el gasto cardiaco (volumen sistólico $\times$ frecuencia cardíaca) y la fracción de eyección (FE) (volumen $\div$ volumen diastólico final). Otros son la fracción de acortamiento (diámetro diastólico final del ventrículo-- Diámetro telesistólico ventricular izquierdo) $\div$ diámetro ventricular diastólica final); fuerza de expulsión del miocardio ($1.055 \times$ área de la válvula $\times$ tiempo integral velocidad de aceleración) $\times$ tiempo de la velocidad sistólica pico de aceleración $\div$); y el índice de performance miocárdica (MPI o TEI) (tiempo de contracción isovolumétrica + tiempo de relajación) $\div$ tiempo de eyección isovolumétrica (17).

En nuestro estudio utilizaremos el índice de función miocárdica (MPI o TEI), el cual fue informado por primera vez por Tei y colaboradores en 1995, siendo este la suma de las veces de contracción y relajación isovolumétrica, dividido por el tiempo de eyección. El índice comprende ambos componentes la sístole y diástole, y se puede utilizar para analizar cada ventrículo independiente. Una de las ventajas que posee dicho índice es que no requiere un estudio anatómico detallado con el fin de analizar la función cardiaca. Esta se obtiene mediante la evaluación ecocardiográfica de los patrones de flujo a través de las válvulas AV y tractos de salida. El tiempo de eyección se mide como la duración del flujo a través del tracto de salida (aorta). El tiempo de contracción isovolumétrica es el intervalo entre el cese del flujo de la válvula de AV (mitral) y el inicio del flujo del tracto de salida (aorta). El tiempo de relajación isovolumétrica es el intervalo entre el cese del flujo del tracto de salida (aorta) y la aparición de flujo de la válvula mitral (figura 9) (15).

Figura 9. índice de Rendimiento Miocárdico (índice de TEI).

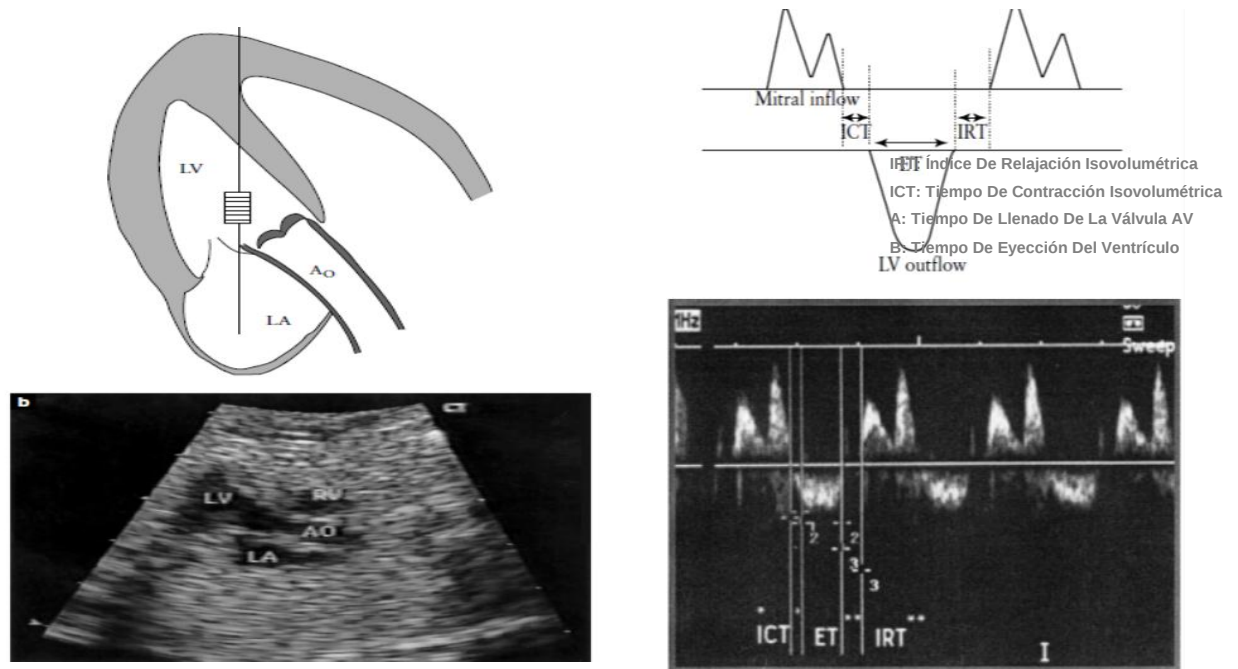


Diagrama de un ejemplo del Doppler pulsado colocado en el ventrículo izquierdo (VI) en la unión de la valva anterior de la válvula mitral y del tracto de salida del ventrículo izquierdo (A). Dibujo esquemático que muestra los intervalos de tiempo que son medidos por el índice Tei (B).

Tomado de: Friedman *et al.* *Fetal cardiac function assessed by Doppler myocardial performance index (Tei Index)*(15).

Los patrones de flujo se obtienen generalmente con PW Doppler, pero también se pueden obtener utilizando el modo M y Doppler tisular (TDI), ya que utiliza intervalos de tiempo solamente y es independiente de la frecuencia cardíaca y la estructura ventricular. Su uso en ecocardiografía fetal se informó por primera vez en 1999, cuando Tsutsumi *et al.* mostraron que el índice de Tei se puede utilizar en los fetos, y que hay una disminución en el índice de Tei de ambos ventrículos durante la gestación, con un aumento transitorio inmediatamente después del nacimiento. Posteriormente, se sugirió que el uso de "clics" podría ayudar a estandarizar los límites de las duraciones de forma de onda isovolumétrica. Estos pertenecen a los ecos Doppler desde el cierre de las válvulas mitral y aórtica, y

proporcionan un estándar objetivo conveniente para definir los límites de flujo valvular (20).

El uso de este 'MPI modificado', que demostró entonces, la existencia de un ligero aumento global en el índice LV Tei de semanas de gestación 19 en adelante, con tiempo de relajación isovolumétrica creciente, ET decreciente y tiempo de contracción isovolumétrica que permanece constante (21)(22).

Se ha demostrado que un valor MPI planteado es un sensible, aunque no específica, marcador de la disfunción cardíaca fetal. Sin embargo, el índice de Tei ha demostrado tener algunas limitaciones. En primer lugar, la competencia en la técnica en sí parece ser algo difícil de adquirir, como se ha demostrado por Cruz-Martínez *et al.* Se tarda una media de 65 exámenes antes de que el practicante inexperto puede alcanzar la competencia en esta habilidad (23). Esto limita la aplicabilidad del índice Tei a centros de referencia de alto volumen, en el que los profesionales podrán desarrollar y mantener la competencia (15)(20)

El índice de Tei ha sido utilizado previamente en múltiples condiciones clínicas, en adultos en contexto de infarto de miocardio (IAM), Miocardiopatía Dilatada y amiloidosis para predecir el resultado clínico. Adicionalmente, en pediatría su utilidad se ha descrito con el fin de evaluar la función miocárdica en pacientes sometidos a terapia con Antraciclinas, en aquellos con enfermedad cardíaca congénita (ECC) con fisiología del ventrículo único y también en pacientes pediátricos que han sido sometidos a un trasplante cardíaco. Se han Publicado valores normales para el índice de Tei en fetos según edad gestacional (tabla 1) (24), en niños (de 3-18 años) oscilar entre 0,32 y 0,33 , y en los adultos (edades comprendidas entre 18-51 años) 0,28 y 0,39 (17).

Tabla 1. Valores de referencia del índice de TEI según edad gestacional, entre las semanas 11 y 41. Percentiles 50, 90 y 95.

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

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

Tomado de: Cruz, et al. Normal reference ranges from 11 to 41 weeks' gestation of fetal left modified myocardial performance index by conventional Doppler with the use of stringent criteria for delimitation of the time periods(24).

4.1.2 Circulación uterina materna. La arteria uterina es un vaso dinámico durante todo el embarazo; La posibilidad de estudiar los cambios en la circulación uterina mediante la evaluación con Doppler fue reportada por primera vez por Campbell *et al* y desde entonces esta aplicación se ha convertido en un método de utilidad para la detección de pacientes con riesgo elevado de padecer

preeclampsia u otras complicaciones durante el embarazo (12). Este vaso en estadios iniciales de la gestación presenta un patrón de bajo flujo y alta resistencia, asociado a presencia de notch prediastólica en la valoración Doppler (4).

Alrededor de la octava a novena semana de gestación se da la primera ola de invasión trofoblástica que genera cambios iniciales en la vasculatura placentaria. Luego, alrededor de la semana 15-16 de embarazo se da la segunda ola de invasión, la cual genera una pérdida de la capa muscular vascular de las arterias espirales llevando a un cambio profundo en los patrones de flujo de la arteria uterina, convirtiéndola en un vaso de baja resistencia, altos volúmenes diastólicos (aumento de hasta 10 veces sobre el flujo basal) y además con pérdida de la notch. Desde el punto de vista anatómico, la arteria uterina es rama de la arteria hipogástrica (ilíaca interna) y cruza la arteria ilíaca externa (13).

La forma de buscarla por vía transabdominal, consiste en la colocación del transductor en la fosa ilíaca materna por dentro de la espina ilíaca anterosuperior. Allí se visualiza la arteria ilíaca externa, luego se activa el power Doppler o el Doppler color y aparecerá la arteria uterina cruzando a la ilíaca. El punto exacto para ubicar el Doppler gate es justo antes del entrecruzamiento vascular (12).

Respecto a la vía transvaginal consiste en identificar un corte longitudinal del útero y desplazarse hacia la región del cuello y tercio inferior del cuerpo uterino a fin de incluir la unión del cuello con el cuerpo. Posteriormente el operador debe desplazar lentamente el transductor hacia un lado alcanzar el borde uterino y activar el doppler color para identificar un vaso que se destaca por su calibre y por presentar un trayecto más o menos tortuoso. Una vez identificado el vaso se activa el doppler pulsado y se busca colocar el volumen de muestra de modo que alcance un ángulo de isonación menor de 30°. Los índices utilizados para valorar la arteria uterina son la relación sístole/diástole (S/D), el índice de pulsatilidad (IP),

el índice de resistencia (IR) y el índice de la incisura (de poco uso en la actualidad) De todos ellos, el que tiene mayor uso y aplicabilidad es el IP (7).

Los puntos de corte para la normalidad son los siguientes: S/D con valor menor de 2,4, IR menor de 0,56 e IP menor de 1,45.m Hasta hace poco tiempo se daba mayor valor al IP obtenido de la arteria correspondiente al lado placentario, sin embargo, en la actualidad se toma un promedio de los resultados de ambas arterias y ese es el reportado (13) .

Tabla 2. índice de Pulsatilidad de la arteria uterina entre las semanas 18 a 40.

PERCENTILES DE LOS ÍNDICE DE RESISTENCIA DE LAS ARTERIAS UTERINAS POR EDAD GESTACIONAL			
Edad gestacional	P 5	P 50	P 95
18	0.222	0.447	0.659
19	0.204	0.429	0.641
20	0.194	0.419	0.630
21	0.186	0.411	0.622
22	0.180	0.405	0.615
23	0.175	0.400	0.610
24	0.171	0.395	0.605
25	0.167	0.391	0.601
26	0.163	0.387	0.597
27	0.160	0.384	0.593
28	0.157	0.380	0.590
29	0.154	0.378	0.587
30	0.152	0.375	0.584
31	0.150	0.372	0.581
32	0.147	0.370	0.578
33	0.145	0.368	0.576
34	0.144	0.366	0.574
35	0.142	0.364	0.571

36	0.140	0.362	0.569
37	0.139	0.360	0.567
38	0.137	0.358	0.566
39	0.136	0.357	0.564
40	0.135	0.355	0.562

Tomado de: Merz E Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology, vol 1. Stuttgart, New York, Thieme, 2005, page 469 – 480, 614.

4.1.3 Arteria umbilical. El primero en intentar evaluar por medio del doppler la arteria umbilical fue en el año de 1977 Fitzgerald y Drumm, convirtiéndose en la arteria más estudiada de la circulación feto-placentaria, por ser una arteria de fácil acceso, además que este vaso refleja la resistencia placentaria. El cordón umbilical se forma entre la 5ª y la 12ª semana de embarazo. Es el resultado de la fusión del conducto onfalomesentérico y el alantoides, formado por dos arterias y una vena en disposición espiralada, rodeadas por tejido mesenquimal conocido como la gelatina de Wharton, cuya función es proteger a estos vasos de traumatismos, compresiones o torsiones (14).

Las arterias umbilicales se originan de los vasos ilíacos internos del feto. La vena umbilical alcanza el hígado fetal (circulación portal) y se continúa con ductus venoso para desembocar en la vena cava inferior. Los diámetros de los vasos umbilicales son variables reportados entre 3,6 y 4,7 mm para la vena umbilical y de 1,9 a 2,4 mm para la arteria. A pesar que el cordón umbilical ha sido visualizado a partir de la 5ª semana, es identificado por la ecografía partir de la 8ª semana de embarazo en esta época se conoce como pedículo de fijación (5).

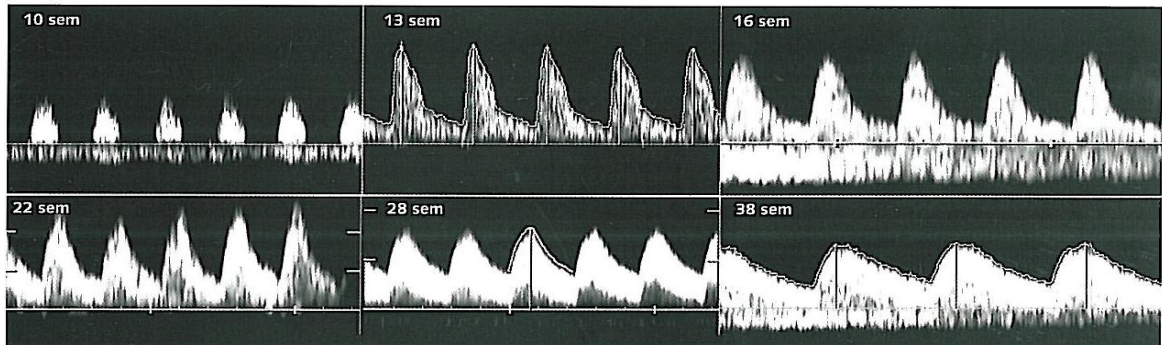
La exactitud para evaluar los componentes de este cordón aumenta desde la décima semana con pico máximo sobre la semana 12 de gestación. Por lo general, la evaluación de la forma de onda de flujo de la arteria umbilical requiere de ciertas especificaciones técnicas entre las que cabe destacar, la posición de la

paciente la cual debe ser en posición semisentada para disminuir los efectos compresivos de los vasos iliacos contra la pared abdominal, en ausencia de contracciones uterinas, evitarse en periodos de bradicardia o taquicardia, o durante apnea fetal. Para disminuir errores, se deben visualizar correctamente al menos 5 ondas de velocidad de flujo pulsátil, sin movimientos corporales aumentados que modifiquen la ubicación y muestreo de la arteria desde distintos ángulos, el ángulo de isonación debe ser adecuado, con filtro ausente o mínimo, volumen de muestra adecuado, no registrar la vena y la arteria en el mismo canal y la variabilidad interobservador (10-14%) e intraobservador (5-9%) (10).

La arteria umbilical se puede estudiar a nivel paravesical, en asa libre o en la inserción placentaria. A menor distancia de la placenta menor pulsatilidad ya que entre más cerca a la placenta el calibre de la arteria aumenta lo que también influiría en una menor resistencia y es importante tener en cuenta este principio especialmente a partir del segundo trimestre. La forma de onda de velocidad de flujo de la arteria umbilical tiene la morfología típica de una señal arterial bifásica con un pico de máxima velocidad coincidente con la sístole ventricular fetal y una progresiva disminución de la velocidad de manera tal de alcanzar el valor más bajo al final de la diástole (13).

Existe una progresiva disminución de los índices umbilicales a lo largo del embarazo. Este fenómeno es explicado por el desarrollo de arterias de pequeño calibre y arteriolas a nivel de las vellosidades terciarias, lo que disminuye la resistencia global de lecho vascular (figura 10).

Figura 10. Evolución de la forma de onda de velocidad de flujo de la arteria umbilical a lo largo del embarazo.



Tomado de: Cafici D. *Ultrasonografía Doppler en Obstetricia*(12).

El significado de una onda de velocidad de flujo anormal se basa en que el aumento de los índices de circulación umbilical, se da por la disminución en el número de vasos de pequeño calibre en las vellosidades terciarias. Esta vascularización anormal genera que la resistencia de la arteria umbilical aumente. Según el grado de oclusión se comienza a generar primero un aumento progresivo de los índices de resistencia, posteriormente ausencia de flujo de fin de diástole, hasta terminar en flujo reverso. En consecuencia, índices elevados umbilicales no indican directamente condición fetal, sino lesión vascular placentaria que repercutiría en un estado final de hipoxia-acidosis in útero, con mayor incidencia de RCIU y elevada morbilidad perinatal (13).

Los valores de referencia del índice A/B de la arteria umbilical fueron modificados por Baschat y colaboradores en 2003 y los valores del índice de resistencia por Kurmanavicius y cols en 1997 (Tabla 5) (12) (13).

Tabla 3. índice de Pulsatilidad y Resistencia e la arteria umbilical entre las semanas 24 y 42.

IP ARTERIA UMBILICAL			
Edad Gest.	5p	50p	95p
20	0.97	1.28	1.6
21	0.95	1.26	1.56
22	0.94	1.23	1.53
23	0.92	1.21	1.5
24	0.9	1.18	1.46
25	0.89	1.16	1.43
26	0.87	1.13	1.4
27	0.85	1.11	1.37
28	0.82	1.09	1.35
29	0.8	1.06	1.32
30	0.78	1.04	1.29
31	0.75	1.01	1.27
32	0.73	0.99	1.25
33	0.7	0.96	1.22
34	0.67	0.94	1.2
35	0.65	0.91	1.18
36	0.62	0.89	1.16
37	0.58	0.86	1.14
38	0.55	0.84	1.13
39	0.52	0.81	1.11
40	0.49	0.79	1.09

IR ARTERIA UMBILICAL			
Edad Gest.	5p	50p	95p
24	0.61	0.71	0.82
25	0.6	0.7	0.81
26	0.59	0.69	0.81
27	0.58	0.68	0.8
28	0.57	0.67	0.79
29	0.56	0.66	0.78
30	0.55	0.65	0.77
31	0.54	0.64	0.76
32	0.52	0.63	0.75
33	0.51	0.62	0.75
34	0.5	0.61	0.74
35	0.49	0.6	0.73
36	0.48	0.59	0.72
37	0.47	0.58	0.71
38	0.46	0.57	0.7
39	0.45	0.56	0.69
40	0.44	0.55	0.69
41	0.43	0.55	0.68
42	0.42	0.54	0.67

Percentiles 50, 90 y 95.

Tomado de: <http://www.fetaltest.com/cgi-bin/dopplerfetoplacentario.cgi>

Valores de anormalidad, según la experiencia publicada, han sido IP > de 2 DS en relación al promedio, o relación S/D > percentil 95 para la edad gestacional, o > 3,0 en valores absolutos. Siendo un circuito de baja resistencia, la anormalidad extrema es la ausencia o flujo reverso durante el diástole (10).

4.1.4 Arteria cerebral media (ACM). La circulación cerebral fetal fue evaluada por Bada y colaboradores en 1979, y sobre 1986 se aplica la velocimetría Doppler al estudio de la circulación cerebral fetal. La circulación arterial cerebral se nutre de dos sistemas fundamentalmente, uno anteriomedial, formado por las carótidas internas, que dan lugar a la cerebral media y a la cerebral anterior, que son la parte anterior del polígono de Willis, la circulación posterior está formado por la

arteria basilar (originada por las dos vertebrales), que emiten las arterias cerebrales posteriores (5).

La arteria cerebral anterior y cerebral media las responsables de la irrigación de la mayor parte del cerebro. Se considera a la arteria cerebral media la principal arteria la cual recorre la parte lateral de la cisura de Silvio como prolongación de la arteria carótida interna en su porción intracerebral. Transporta aproximadamente el 80% del flujo de cada hemisferio cerebral. Esta a su vez posee cuatro segmentos, M1 porción desde su origen hasta la bifurcación, M2 desde la bifurcación hasta su salida por la cisura de Silvio, M3 y M4 son las ramas distales porción temporal y frontal respectivamente (12).

En la evaluación doppler de la arteria cerebral media se debe empezar por identificar un corte axial del polígono de Willis observándose un trayecto de unos 2-4 cm desde su parte proximal en la salida de la carótida interna hasta su parte distal adyacente al hueso parietal. Para localizar los segmentos en sus porciones proximales empezando por M1, debe ubicarse la muestra sobre el recorrido de las alas mayores del esfenoides a 2 mm de su origen de la arteria carótida interna. El segundo segmento M2 se logra ubicando la muestra en el extremo más distal de la arteria cerebral media y en este mismo plano evaluarse la carótida interna, antes de su bifurcación en las arterias cerebrales anterior y cerebral media. Los requisitos técnicos para el estudio de la circulación cerebral fetal tienen unos principios básicos a cualquier doppler, con algunas particularidades como no efectuar excesiva presión del transductor ya que podría generar alteración en la onda de flujo, efecto que desaparece conforme como avanza la gestación, debido a la mayor solidez de los huesos del cráneo, y una mayor distancia entre los vasos cerebrales por el crecimiento de la cabeza fetal (13). Las principales características para el registro de la forma en la onda de la arteria cerebral media se evidencian en la tabla 4.

Tabla 4. Técnica adecuada para el registro de forma de onda de la Arteria Cerebral Media.

TÉCNICA ADECUADA PARA EL REGISTRO DE FORMA DE ONDA DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA

Paciente semisentada sin contracciones
Frecuencia cardíaca fetal dentro de rangos normales
Sin movimientos respiratorios, ni movimientos corporales energéticos o hipo fetal
Localizar el área del polígono de Wills en modo B y luego activar el doppler color
Amplificar el área correspondiente a la Arteria Cerebral Media
Colocar la muestra en la porción proximal de la arteria cerebral media (a 1-2 mm de su origen)
Angulo de insonación adecuado - Volumen de muestra adecuado (aproximadamente 1 mm)
No efectuar excesiva presión al transductor
Filtro ausente o mínimo
Determinación de algún índice objetivo (resistencia o de Pulsatilidad)
Registrar 5 a 10 ondas de forma similar y evaluar la mayor velocidad sistólica

Adaptado de: Cafici D. *Ultrasonografía Doppler en Obstetricia*(12).

La circulación intracerebral puede ser detectada por Doppler desde las 8 semanas de gestación (Kurjak, 1993). La diferencia entre la circulación cerebral y las otras zonas en etapas tempranas del embarazo es que la impedancia disminuye progresivamente durante el transcurso del embarazo. Este fenómeno ocurre precozmente a nivel cerebral (flujo diastólico positivo desde las 11 semanas), en relación a territorio aórtico o umbilical (flujo diastólico positivo desde las 15 semanas). Este mecanismo de autorregulación es el más importante ante situaciones críticas de disminución de perfusión intracraneana. La forma de la onda se caracteriza por tener un patrón altamente pulsátil, de alta resistencia, de crecimiento parabólico, en el que el flujo de fin de diástole no se presenta de manera constante durante el embarazo, incluso durante algunos casos puede estar ausente durante el trimestre sin que sea un hallazgo anormal (5).

Antes de considerar la ausencia de flujo diastólico, se recomienda ajustar la parte técnica, sobretodo corroborar que no se haya aplicado demasiada fuerza y presión sobre la calota fetal, así como tener un ángulo de insonación cercano a 0°, y comprobar que el nivel de filtro se haya disminuido, ya teniendo esto se ajustan los parámetros técnicos como descender la frecuencia de repetición de los pulsos y

aumentar la ganancia. El flujo diastólico se comienza a evidenciar hacia la semana 11 de gestación, con un aumento de la resistencia desde la semana 15, con valores máximos entre la semana 25 y 30, con un descenso en el tercer trimestre, dado por el aumento de la actividad metabólica cerebral en estas etapas, por aumento del ADN en el cerebro fetal (12).

Tabla 5. Valores de referencia del índice de Pulsatilidad de la arteria cerebral Media entre las semanas 20 y 40.

SEMANAS DE GE	-2 DE	MEDIA	+ 2DE	SEMANAS DE GE	-2 DE	MEDIA	+ 2DE
20	1,28	1,66	2,04				
21	1,27	1,67	2,07	31	1,46	2,12	2,78
22	1,29	1,71	2,13	32	1,25	1,95	2,65
23	1,31	1,67	2,03	33	1,16	1,92	2,68
24	1,22	1,86	2,5	34	1,26	1,86	2,46
25	1,63	1,91	2,19	35	1,06	1,84	2,62
26	1,49	1,93	2,37	36	1,14	1,78	2,42
27	1,27	1,97	2,67	37	1	1,72	2,44
28	1,29	1,97	2,65	38	0,96	1,6	2,24
29	1,42	1,98	2,54	39	0,77	1,4	2,21
30	1,49	2,07	2,65	40	0,77	1,25	1,73

Tomado de: Cafici D. *Ultrasonografía Doppler en Obstetricia*(12).

Tabla 6. Valores de referencia del índice de resistencia de las arterias umbilical y cerebral media, así como del cociente AU/ACM.

Gestación (semanas)	Índice de resistencia de la arteria umbilical (IR AU)			Índice de resistencia de la arteria cerebral media (IR ACM)			IR AU/IR ACM		
	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
24	0.615	0.717	0.828	0.778	0.867	-	0.696	0.809	0.968
25	0.605	0.707	0.819	0.789	0.881	-	0.676	0.791	0.955
26	0.594	0.697	0.810	0.795	0.892	-	0.658	0.775	0.945
27	0.583	0.687	0.802	0.798	0.898	-	0.642	0.761	0.937
28	0.572	0.678	0.793	0.797	0.901	-	0.628	0.750	0.932
29	0.562	0.668	0.785	0.793	0.900	-	0.616	0.740	0.929
30	0.551	0.658	0.776	0.786	0.897	-	0.606	0.732	0.928
31	0.540	0.648	0.767	0.776	0.891	-	0.597	0.726	0.929
32	0.530	0.638	0.759	0.764	0.883	-	0.590	0.722	0.931
33	0.519	0.629	0.750	0.750	0.872	-	0.585	0.719	0.936
34	0.508	0.619	0.742	0.734	0.860	-	0.581	0.717	0.941

35	0.498	0.609	0.733	0.717	0.846	-	0.578	0.717	0.949
36	0.487	0.599	0.724	0.698	0.831	-	0.576	0.718	0.957
37	0.476	0.589	0.716	0.677	0.814	-	0.575	0.720	0.967
38	0.465	0.580	0.707	0.655	0.795	-	0.576	0.724	0.978
39	0.455	0.570	0.699	0.632	0.776	-	0.577	0.728	0.991
40	0.444	0.560	0.690	0.607	0.755	-	0.580	0.734	1.004
41	0.433	0.550	0.681	0.582	0.734	-	0.583	0.740	1.018
42	0.423	0.540	0.673	0.556	0.711	-	0.588	0.747	1.034

Tomado de: *Callen P, Ecografía En Obstetricia Y Ginecología Quinta edición, (2009) Elsevier, Capítulo 22, pág 797 (1).*

Los cambios de forma en la onda también varían según el sitio de medición, con velocidades sistólicas más elevadas, con índices de pulsatilidad más bajos, a nivel proximal, que en el intermedio y distal, por lo que se recomienda evaluar es en la porción proximal (12).

El feto reacciona frente a la hipoxia modificando su ritmo cardíaco, su presión arterial y la distribución de sus flujos vasculares. Cuando se presenta la hipoxia en el feto, se produce un mecanismo de adaptación circulatoria que le da prioridad a la circulación cerebral y otros órganos como corazón, bazo, glándulas suprarrenales, y los otros tejidos (renal, intestinal, músculo-esquelético) sufren deterioro circulatorio a expensas de la redistribución cerebral, conocido como el efecto (“brain - sparing effect”), el cual se presenta desde la semana 20 de gestación (28). Se considera esta contraregulación con vasodilatación cerebral, un signo temprano de la instalación de un RCIU con hipoxia, lo que se puede prever e identificar los pacientes en riesgo con un doppler de arteria cerebral media (13).

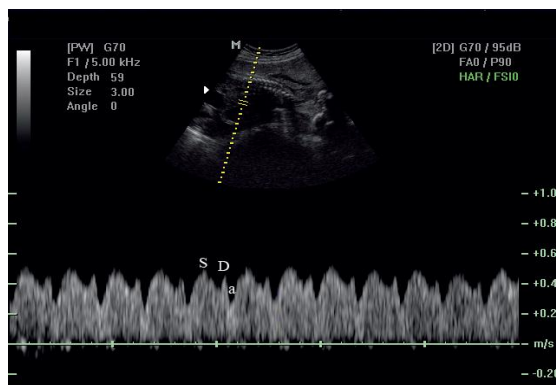
Estos hallazgos sugieren entonces que mediante la evaluación Doppler de la arteria cerebral media se podría identificar a un grupo de pacientes de riesgo antes de que ocurran cambios más severos, como de daño cerebral importante y disminuir el riesgo importante de estos fetos de hemorragia intracerebral, y que debe ser visto como un signo preventivo que muestra una compensación hemodinámica fetal ante una hipoxia (5).

Como predictor de muerte perinatal es más fiable la velocidad máxima de la arteria cerebral media la cual aumenta conforme la hipoxia avanza, por lo que tiene mayor sensibilidad que el índice de pulsatilidad de la ACM. El mecanismo de aumento de la velocidad en fetos con RCIU es diferente al que opera en la anemia fetal y se vincula con el mayor flujo de sangre hacia el cerebro mediado por un aumento del gasto cardíaco izquierdo y el aumento de la resistencia placentaria (12).

4.1.5 Ductus venoso (DV). El ductus venoso puede visualizarse fácilmente gracias al Doppler color o el modo power Doppler, en un plano sagital medio del abdomen fetal en su punto de origen a partir de la vena umbilical. Cuando este corte ecográfico no es posible, debido a la posición fetal, se puede identificar en un plano transverso oblicuo del abdomen fetal entre el corazón y la cámara gástrica, allí el Doppler es ubicado en la porción central de la imagen y usualmente se obtiene el sonido y la morfología características del ductus venoso (5).

La onda del ductus venoso en condiciones normales es de tipo bimodal (dos picos) monofásica (no traspasa la línea de base) y, quizá lo más importante de ella, es que la contracción atrial es positiva (onda A) figura 11. Cuando se dan alteraciones en su morfología, estas consisten básicamente en la pérdida de la positividad de la contracción auricular, lo cual podría suponer un mecanismo incipiente de falla cardíaca fetal y además un marcador de aneuploidías y cardiopatías. El diámetro del ductus venoso genera cierta dificultad en la valoración del mismo por lo que se requiere que el personal que realice este tipo de pruebas cuente con un entrenamiento especial, dado que una toma inadecuada puede permitir “contaminación” con vasos cercanos y terminar falseando el resultado (13).

Figura 11. Forma de onda de velocidad de flujo del ductus venoso.



Tomado de: http://www.clinicalascondes.com/area-academica/pdf/MED_19_3/08DOPPOBSTETRICIA.pdf

Tabla 7. Valores de referencia longitudinales del índice de Pulsatilidad del Ductus Venoso.

Edad Gestacional (Semanas)	5	10	Percentil 50	90	95
21	0,32	0,38	0,57	0,77	0,83
22	0,32	0,38	0,57	0,77	0,83
23	0,32	0,38	0,57	0,77	0,83
24	0,32	0,38	0,57	0,77	0,83
25	0,32	0,37	0,57	0,77	0,83
26	0,31	0,37	0,57	0,77	0,82
27	0,31	0,36	0,56	0,76	0,82
28	0,31	0,36	0,56	0,76	0,81
29	0,30	0,35	0,55	0,75	0,81
30	0,29	0,35	0,54	0,74	0,80
31	0,28	0,34	0,53	0,73	0,79
32	0,28	0,33	0,53	0,73	0,78
33	0,27	0,32	0,52	0,72	0,77
34	0,26	0,31	0,51	0,71	0,76
35	0,25	0,30	0,50	0,70	0,75
36	0,24	0,29	0,49	0,69	0,74
37	0,23	0,28	0,48	0,67	0,73
38	0,22	0,27	0,46	0,66	0,72
39	0,21	0,26	0,45	0,65	0,71

Tomado de: Cafici D. Ultrasonografía Doppler en Obstetricia(12)

El ductus venoso (DV) es el reflejo de la función del ventrículo izquierdo y permite hacerse una idea de la precarga y la contractilidad miocárdica. En procesos que lleven a hipoxemia crónica hay una alteración de la función miocárdica así como flujo revertido al final de la diástole, esto se refleja en la morfología Doppler de las

ondas del DV (inversión de la onda A). Esta morfología anómala sugiere que el feto está empezando un proceso de descompensación hemodinámica (14)(25).

4.2 DIAGNÓSTICO DE RCIU

Quizá el campo donde mayor desarrollo ha tenido el estudio de ecografía Doppler vascular fetal ha sido en la vigilancia de la restricción del crecimiento intrauterino. En la actualidad se conoce de manera más o menos clara cuáles son los fenómenos vasculares acaecidos en un feto con restricción y cuál es la secuencia cronológica de ellos. Además el Doppler facilita la distinción entre aquellos fetos sanos pequeños para la edad gestacional y aquellos con patología establecida. A lo largo del tiempo se han dado diferentes criterios para definir la restricción del crecimiento intrauterino, sin embargo se considera que aquellos productos de la gestación con peso fetal estimado por debajo del percentil 10 para la edad gestacional, deberían ir a un estudio Doppler como rutina, para así establecer o descartar el diagnóstico (14).

Establecer de manera clara el cuadro de restricción es de vital importancia, dado que a través del estudio Doppler podemos saber cuál es el momento adecuado para desembarazar a la paciente. A pesar de que múltiples vasos han sido valorados tratando de encontrar cuál es el que mejor rentabilidad diagnóstica ofrece, hoy día se ha estandarizado de manera importante el estudio y los vasos que deben ser evaluados son la arteria umbilical y la arteria cerebral media. En caso que estos vasos presenten patrones anormales se deberá realizar además estudio de vasos venosos (6).

4.3 FISIOPATOLOGÍA DE LOS CAMBIOS EN EL DOPPLER DE FETOS CON RCIU

La principal importancia dentro del estudio Doppler fetal es identificar a lo largo del proceso de descompensación hemodinámica del feto la serie de cambios secuenciales con el fin de identificar el momento óptimo para desembarazar a la paciente (26). Dentro de esta secuencia de eventos tenemos (figura 12):

- **CAMBIOS TEMPRANOS:** El primer cambio que se da es una disminución en el flujo a través de la arteria umbilical debido al aumento de la resistencia vascular placentaria, esto lleva a que en el feto se disparen mecanismos compensadores buscando redistribuir su flujo sanguíneo hacia áreas críticas de su economía (cerebro, corazón, adrenal), mientras de la misma manera se deja de perfundir adecuadamente otras áreas, lo que genera disminución en la tasa de crecimiento y oligoamnios (hipoperfusión ósea, hepática y renal). Esto en el sistema nervioso central es conocido como efecto brain-sparing y es visible con ecografía Doppler, la cual muestra aumento del flujo diastólico en la arteria cerebral media, así como caída en su índice de pulsatilidad. Este cambio refleja el aumento del flujo sanguíneo cerebral generado por la redistribución activada por los quimio y barorreceptores ubicados en el cayado aórtico y en las carótidas. Es de anotar que este cambio en la morfología de las ondas de la ACM no es signo de acidosis fetal y por tanto no es de manera aislada criterio para desembarazar a la paciente, ya que no se ha comprobado que genere secuelas a largo plazo en el producto de la gestación (14)(27).

El último paso de esta primera etapa de cambios tempranos, es la pérdida del flujo diastólico de la arteria umbilical. Parece ser que esta serie de cambios obedecen a un proceso de hipoxia compensada y que se dan alrededor de 7 a 10 días antes que el feto presente cambios de descompensación y academia (5)(12)(14).

- **CAMBIOS TARDÍOS:** Luego de los cambios descritos, se empieza a generar en el feto una alteración hemodinámica de tal magnitud que lleva a compromiso de la circulación venosa. El primer cambio de esta segunda etapa consiste en la pérdida de la onda A (contracción auricular) a nivel del ductus venoso, lo cual refleja compromiso de la función miocárdica. Ya para este momento el feto ha comenzado a entrar en un proceso de acidosis que lo puede llevar a la muerte. Solo hasta ahora, las pruebas de vigilancia fetal tradicionales (monitoria fetal sin estrés [Non-stress test NST], perfil biofísico) comienzan a alterarse. Posteriormente el feto presenta inversión del flujo a nivel de la arteria umbilical. Luego el compromiso venoso se hace más profundo, la redistribución es más severa y la hipoxia-acidosis se hace más marcada. El producto presenta luego inversión del flujo arterial a nivel del ductus venoso(14).

Los cambios finales se dan cuando la función ventricular está tan comprometida que lleva a que se genere flujo pulsátil a nivel de la vena umbilical (es normal que haya pulsaciones hasta la semana 13 de gestación). Finalmente el feto pierde los mecanismos de autorregulación cerebral (brain-sparing), por lo cual el flujo diastólico que se había aumentado inicialmente, cae de nuevo a límites normales y la morfología Doppler de la ACM aparece con un aspecto normal (12)(13)(11).

Figura 12. Secuencia cronológica de los cambios en el Doppler generados en un feto con RCIU y en proceso de descompensación hemodinámica. 1.



Disminución del flujo diastólico en la arteria umbilical **2.** Aumento del flujo diastólico en la cerebral media. **3.** Pérdida del flujo diastólico en la arteria umbilical. **4.** Pérdida de la onda de contracción atrial en el ductus venoso. **5.** Flujo invertido en la arteria umbilical. **6.** Flujo reverso en el ductus venoso **7.** Flujo pulsátil en la vena umbilical. **8.** Pérdida de la compensación generada en el SNC, con patrón de flujo en cerebral media aparentemente normal.

Tomado de: Victoria-G. *Valoración Por Ultrasonografía Doppler En Medicina Materno-Fetal* (14).

Es claro entonces que el proceso de descompensación hemodinámica fetal, en la mayoría de los casos, no se da al azar, y que por el contrario estos cambios llevan un orden secuencial lógico que ofrece la posibilidad de reconocer cuando el ambiente intrauterino es demasiado hostil para el feto y por tanto la madre debe ser desembarazada. Parece ser que el momento ideal para llevar a cabo el parto es cuando se empiezan a observar las alteraciones tardías en el Doppler; (1)(12)(14)(18). Por tanto la clasificación del Doppler en estadios de acuerdo a la

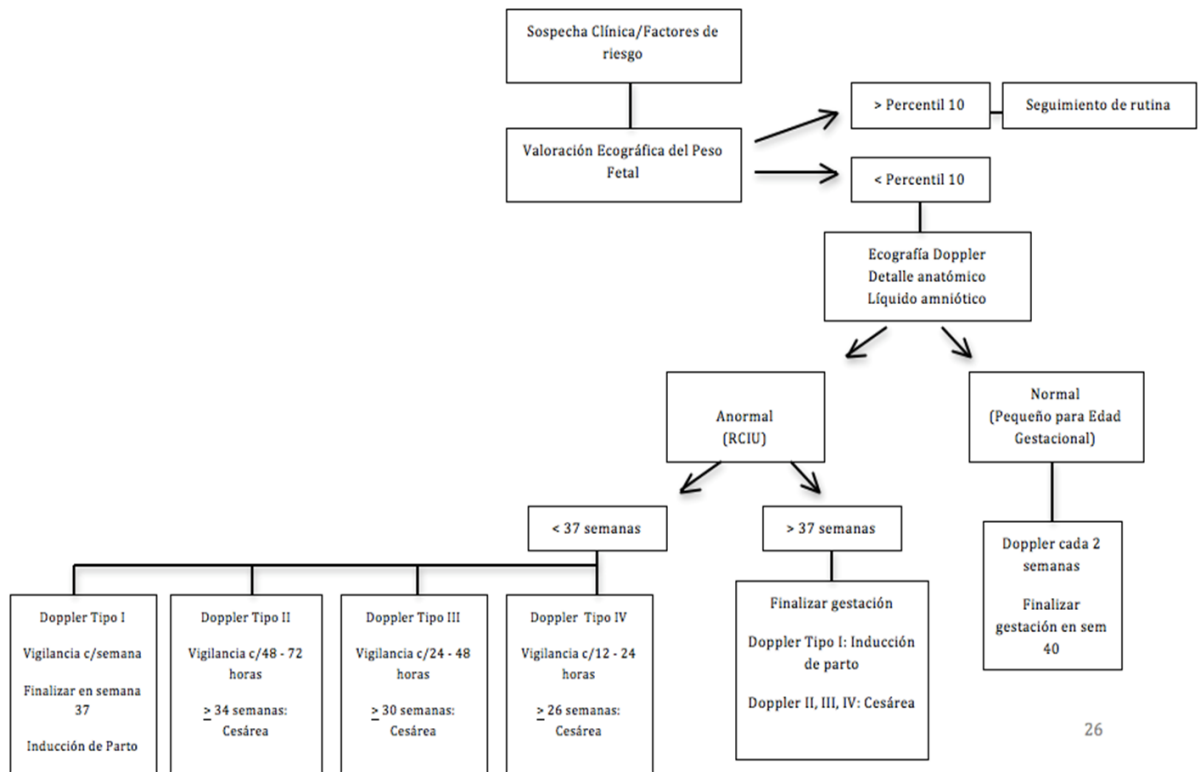
historia natural de los cambios en la circulación fetal (tabla 8) nos permite establecer los intervalos de seguimiento y los plazos de finalización de embarazo en función de los riesgos fetales (9):

Tabla 8. Estadios de la evaluación doppler en fetos con rcíu.

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Doppler Tipo I	PFE < P 3 - Relación Cerebro/Placenta < P5 - IP arteria umbilical > P 95 - IP de ACM < P5 - IP de arterias Uterinas > P 95
Doppler Tipo II	PFE < P 10 con alguno de los siguientes: - Flujo diastólico ausente en arteria umbilical (>50% de ciclos en asa libre en ambas arterias, en dos ocasiones > 12 horas) - Flujo diastólico reverso en el istmo aórtico
Doppler Tipo III	PFE < P 10 con alguno de los siguientes: - Flujo diastólico reverso en la arteria umbilical (>50% de ciclos en asa libre en ambas arterias, en dos ocasiones > 12 horas) - IP del ductus venoso > P 95.
Doppler Tipo IV	PFE < P 10 con alguno de los siguientes: - Registro cardiotocográfico patológico (variabilidad <5 latidos/minuto y/o patrón de desaceleraciones) - Flujo diastólico reverso en el ductus venoso

Por tanto el protocolo de manejo se basa según los estadios de la evaluación doppler para así según este esquema definir el momento adecuado del parto.

Figura 13. Algoritmo de manejo de fetos con RCIU.

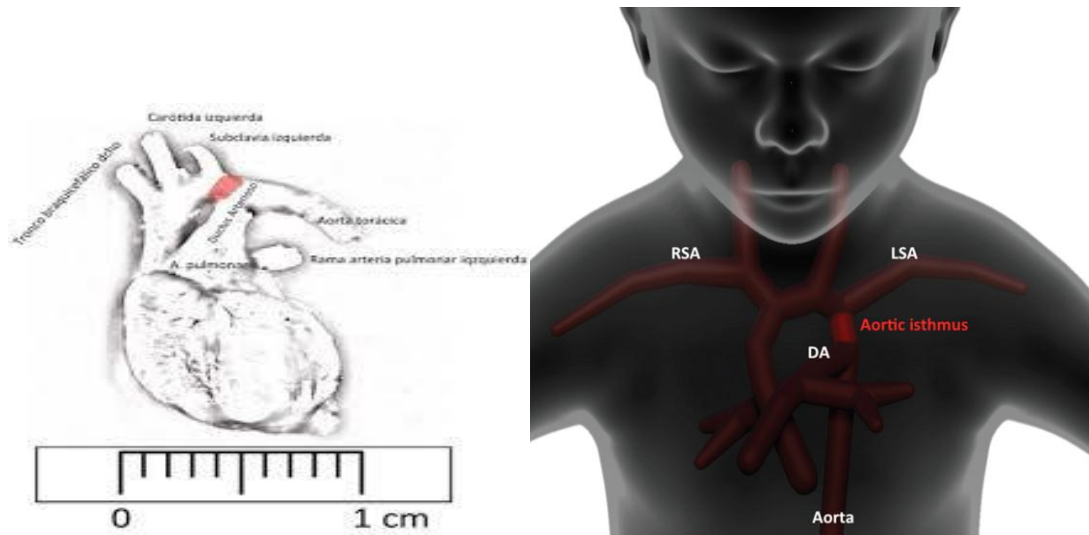


Tomado y adaptado de: *Update on the Diagnosis and Classification of Fetal Growth Restriction and Proposal of a Stage-Based Management Protocol.* Francesc Figueras Eduard Gratacós (28)(9),

4.4 ISTMO AÓRTICO

Es el segmento del arco aórtico localizado entre la salida de la arteria subclavia izquierda y la desembocadura del ductus arterioso (24). La técnica de evaluación se puede realizar en dos planos:

Figura 14. Ubicación del Istmo Aórtico.



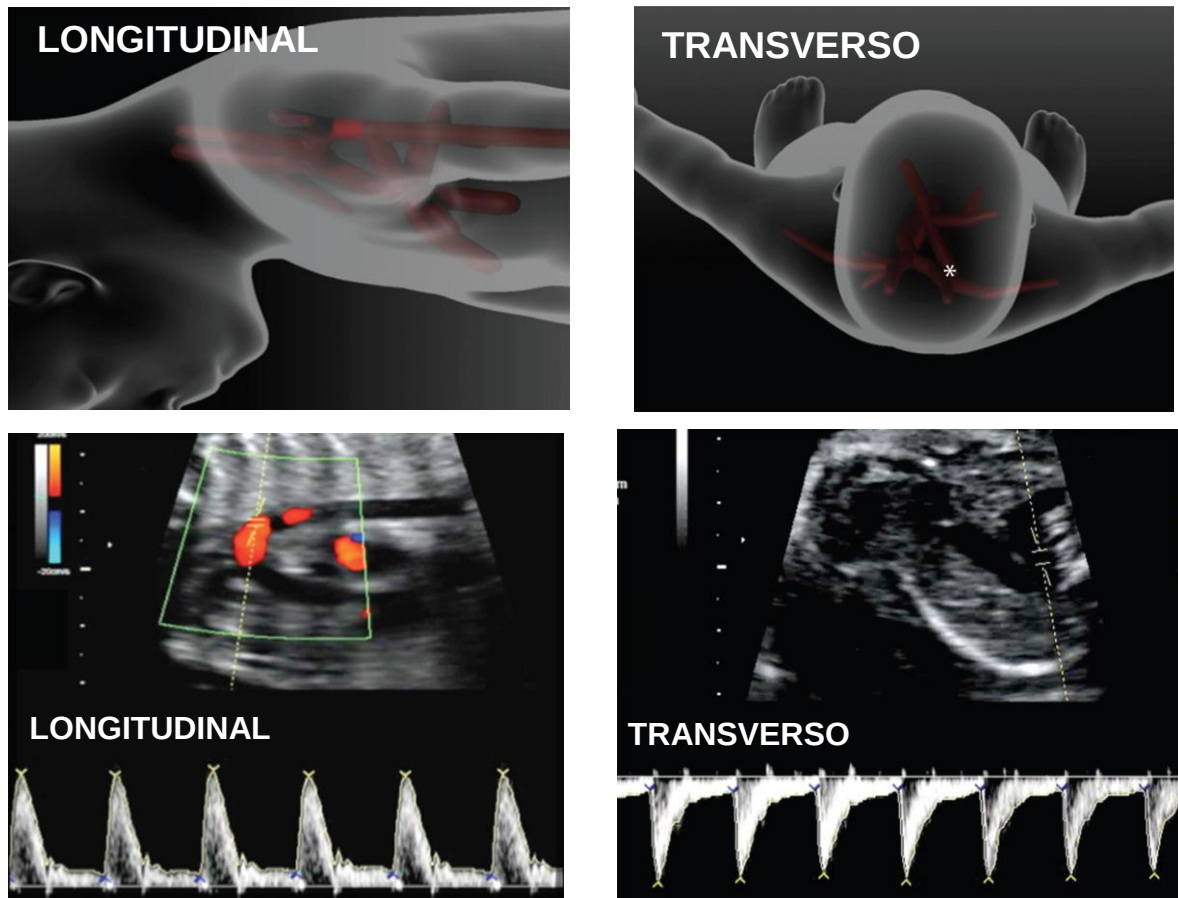
Tomado

de:

https://www.google.com.co/search?q=istmo+aortico+fetal&biw=1366&bih=623&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwiukcHrsILLAhVJmR4KHQtQC8UQ_AUIBigB#imgsrc=i0VLUq9rRRwrYM%3A. (29).

- **Plano Longitudinal del arco aórtico:** Tras localizar el arco aórtico en el plano sagital y aplicar el doppler color, se identifica el IA como el segmento vascular del arco localizado entre la salida de la arteria subclavia izquierda y la unidad del DA. Para la obtención de la onda d la velocidad de flujo (OVF) se coloca el cursor del doppler pulsado a 2-3 mm en dirección distal de la salida de la arteria subclavia izquierda (29).
- **Plano Transversal del arco aórtico:** Para identificar el IA en el corte de los 3VT se debe realizar un corte transversal a nivel del mediastino superior, paralelo al plano tetracameral, e identificar la confluencia anatómica del IA y el DA en forma de V, junto a la vena cava superior y la tráquea. La aplicación del doppler color confirma que la dirección del flujo es anterógrada y confluyente en las dos arterias, lo que facilita la colocación del cursor del doppler pulsado a nivel del IA para la obtención de la OVF del IA (12).

Figura 15. Plano longitudinal y transverso del Istmo Aórtico.



Tomado de Gamez F, Rodriguez MJ, Tenias JM, Garcia J, Pintado P, Martin R, et al. Reference Ranges for the Pulsatility Index of the Fetal Aortic Isthmus in Singleton and Twin Pregnancies. J Ultrasound Med(29)

Con independencia del plano, a partir de la OVF se obtienen los índices de pulsatilidad (IP), y resistencia (IR), y las velocidades siguientes: máxima velocidad sistólica (Vs), máxima velocidad diastólica al final de la diástole (Vd) y la media de las velocidades máximas (Vmed), mediante la aplicación del programa informático incorporado en el ecógrafo. Asimismo, se valora de forma cualitativa la dirección del flujo diastólico: considerándose flujo anterógrado cuando lo es durante la

mayor parte de la diástole sin presencia de flujo retrogrado en ningún momento del ciclo y flujo retrogrado cuando es adverso durante parte o toda la diástole (12).

Estudios experimentales y estudios clínicos han demostrado que la medición de la velocidad del flujo en el istmo aórtico nos provee indicadores válidos de la condición de la circulación cardiaca y periférica durante la vida fetal. En la RCIU secundaria a insuficiencia placentaria las alteraciones en la impedancia vascular provocan cambios en el istmo aórtico. En esta condición, la resistencia placentaria (la cual es normalmente la más baja en toda la circulación fetal) se incrementa, provocando una reducción en el flujo anterógrado diastólico o en casos más severos provocar un flujo retrogrado a través del istmo aórtico. Otro cambio importante en la hemodinámica de los fetos con RCIU es una reducción en la entrega de oxígeno (18).

Actualmente, está bien establecido que dependiendo del grado de severidad de la resistencia vascular placentaria, las ondas de velocidad de flujo de la arteria umbilical durante la diástole pueden estar disminuidas, ausentes o reversas. Los mismos cambios en la velocidad diastólica descritos para la arteria umbilical ocurren también en el istmo aórtico. Por lo tanto, la cantidad del flujo que pasa a través del istmo aórtico fetal se considera un excelente indicador del flujo placentario, permitiendo extrapolar y calcular la cantidad de oxígeno entregado al feto (11).

La monitorización del flujo a través del istmo aórtico en fetos con RCIU juega un importante papel en la prevención de secuelas postnatales causadas por hipoxia cerebral durante la vida fetal. De manera ideal, para prevenir las secuelas postnatales de la hipoxia cerebral, la decisión de interrumpir un embarazo se debe tomar justo antes de la descompensación fetal. Hasta el momento no hay signos que auxilien a los médicos a identificar a aquellos fetos cuyos mecanismos de defensa contra la hipoxemia están empezando a fallar. Experimentalmente, un aumento en la resistencia placentaria causa una caída en la concentración de

oxígeno en el cerebro solo cuando ocurre un flujo diastólico evidentemente reverso a través del istmo aórtico (30).

Tabla 9. Media y percentiles 5 (P5) y 95 (p95) para el índice de pulsatilidad istmo aórtico fetal (PI) y el índice de resistencia (RI) para los valores individuales de la edad gestacional (GA)

GA	RI			PI		
	p5	Mean	p95	p5	Mean	p95
19	0.88	0.91	0.94	2.16	2.55	2.94
20	0.88	0.91	0.94	2.16	2.56	2.97
21	0.88	0.91	0.94	2.15	2.58	3.00
22	0.88	0.91	0.95	2.15	2.60	3.04
23	0.88	0.91	0.95	2.15	2.61	3.07
24	0.88	0.92	0.95	2.14	2.63	3.11
25	0.88	0.92	0.95	2.14	2.64	3.14
26	0.88	0.92	0.95	2.14	2.66	3.18
27	0.89	0.92	0.95	2.13	2.67	3.21
28	0.89	0.92	0.95	2.13	2.69	3.25
30	0.89	0.92	0.95	2.12	2.70	3.28
31	0.89	0.92	0.95	2.12	2.72	3.32
32	0.89	0.92	0.95	2.12	2.73	3.35
33	0.89	0.92	0.95	2.11	2.75	3.38
34	0.89	0.92	0.95	2.11	2.76	3.42
35	0.89	0.92	0.95	2.11	2.78	3.45
36	0.89	0.92	0.96	2.10	2.80	3.49
37	0.89	0.92	0.96	2.10	2.81	3.52
	0.89	0.92	0.96	2.09	2.83	3.56

Tomado de: Del Río M, Ma, et al. Reference ranges for Doppler parameters of the fetal aortic isthmus during the second half of pregnancy. Ultrasound Obstet Gynecol (8).

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer el grado de correlación entre los valores del índice de pulsatilidad del istmo aórtico fetal y de la función del ventrículo izquierdo (medida por el índice de TEI) en fetos con peso fetal estimado por debajo del percentil 3 (PFE < p3).

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.** Analizar la evolución del índice de pulsatilidad del flujo del istmo aórtico, la función del ventrículo izquierdo (índice de TEI), el índice de pulsatilidad de la circulación fetal arterial (umbilical, arteria cerebral media) y venosa (ductus venoso), en fetos con RCIU severo a partir de semana 24 de edad gestacional
- 2.** Evaluar la capacidad predictiva del IP del istmo aórtico y del índice de TEI , para identificar resultado perinatal adverso.

6. METODOLOGÍA

6.1 DISEÑO

Estudio descriptivo de cohorte en fetos de gestaciones entre la 24-37 semanas con peso fetal estimado menor de percentil 3 (PFE < p3).

6.2 POBLACIÓN ESTUDIO

El estudio fue realizado en la Unidad Materno-fetal del Hospital Universitario de Santander en todas las gestantes (incluyendo menores de edad) con diagnóstico de RCIU (cuyos fetos se encontraban en crecimiento con un PFE < p3), entre marzo del 2018 y enero del 2019.

6.2.1 Criterios de inclusión.

- Gestantes (incluyendo menores de edad)
- Edad gestacional entre 24-37 semanas, confirmada por ecografía en el primer trimestre o fecha de última menstruación confiable (FURC)
- Peso fetal estimado < percentil 3 para edad gestacional calculado por ecografía en el primer trimestre y/o FURC
- Gestación única

6.2.2 Criterios de exclusión.

- Neonatos con peso al nacer adecuado para la edad gestacional.
- Cromosomopatías o malformaciones congénitas que alteren la función cardíaca.

6.2.3 Calculo de muestra y muestreo.

6.2.3.1 Hipótesis. En estudios anteriores en fetos con RCIU Figueras et al. (4) Evidenció que el IP del istmo aórtico se convierte en anormal, en promedio, 1 semana antes que sea anormal el flujo del ductus venoso. Además Cruz et al. (2) En su estudio con fetos pequeños para edad gestacional (PEG) vs. Fetos controles con pesos adecuados para su edad gestacional mostraron una proporción significativamente más alta de aumento de MPI de 28,1% vs. 6,7% ($p < 0,01$) respectivamente y un IP del IA anormal de 14,6 vs. 5,1% ($p < 0,01$) con un flujo sanguíneo retrógrado neto en el AoI en 7,3% de los casos de fetos PEG y en ninguno de los controles. Teniendo en cuenta lo anterior postulamos que entre el 80% - 100% de los fetos con RCIU presentan alteración del istmo antes que el ductus venoso, lo que con $\alpha=0.05$ y $\beta=0.20$ implica estudiar al menos 55 pacientes, al corregir por perdidas en el seguimiento 57-60 pacientes .

Tabla 10. Tabla de poder

Error	Prevalencia esperada de anormalidad del DV 1 semana después de la del istmo aórtico					
	100%	90%	80%	70%	60%	50%
5%	242	957	1504	1882	2092	2134
10%	117	286	412	496	538	538
15%	76	146	198	230	244	240
20%	55	92	119	134	140	134
25%	43	65	80	88	90	85

6.3 PROCEDIMIENTOS

La captación de las pacientes se realizó desde marzo del 2018 y enero del 2019, en la Unidad de Medicina Materno Fetal del Hospital Universitario de Santander, donde las pacientes asistieron a la realización de doppler fetal de control habitual por su patología de base como criterio de inclusión que es RCIU (PFE >p3) , exámenes realizados por 2 especialistas en Medicina Materno Fetal, a estas pacientes se les explicó e informó sobre la investigación con el fin de invitarlas a formar parte de la misma, una vez realizado esto se procedió a la firma del consentimiento o asentimiento informado en caso de las pacientes menores de edad (ver anexos) y posterior a su firma y aceptación, se tomaron los datos obtenidos del Doppler fetal y fueron consignados en el formato de recolección de datos donde se verificaron a su vez los criterios de exclusión. Antes de iniciar la recolección de datos se realizó una prueba piloto con el fin de proporcionar el adecuado desarrollo de la investigación. Posterior a esto se tabularon los resultados en base de datos de Microsoft Excel y se realizó el análisis estadístico al completar la recolección de la muestra.

Se aclara que todo esto se llevó a cabo previo visto bueno del Comité de Ética en Investigación Científica UIS (CEINCI-UIS) y el comité de ética del HUS con su debido proceso gestión de investigación y docencia, con el fin de permitir la realización de la investigación y el acceso a la historia clínica de las pacientes que autoricen, ya sea por medio del consentimiento informado o por el asentimiento informado en caso de las menores de edad.

6.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Las gestantes que cumplieron con los criterios de inclusión se les realizó un Doppler Fetal semanal de seguimiento entre las 24 – 37 semanas de gestación:

Se realizó el Doppler con las embarazadas decúbito supino, con ecógrafos GE Vóluson E6 y E8, Medison Accuvix V10, usando un transductor de 3.5 o 5 MHz y el filtro de paso alto se fijó en 100 Hz. Se realizaron técnicas específicas para la realización de cada vaso estudiado de la siguiente manera:

EVALUACIÓN DE LAS ARTERIAS UTERINAS: el transductor se colocó en los cuadrantes inferiores derechos e izquierdos de la pared materna abdominal, donde se visualizó la arteria iliaca externa y se identificó la arteria uterina medial a ella. Las ondas de velocidad de flujo se obtuvieron de cada arteria uterina cerca de la arteria iliaca externa antes de la división de la arteria uterina .

Fueron reportado dentro de sus variables:

- Índice de pulsatilidad (PI) que se consideraron alterados si se presentaba con el percentil ≥ 95 para la edad gestacional (Tabla 4)

EVALUACIÓN DE LA ARTERIA UMBILICAL: la evaluación de la forma de onda de flujo de la arteria umbilical requiere de ciertas especificaciones técnicas entre las que cabe destacar, la posición de la paciente la cual debe ser en posición semisentada para disminuir los efectos compresivos de los vasos iliacos contra la pared abdominal, en ausencia de contracciones uterinas, evitarse en periodos de bradicardia o taquicardia, durante apnea fetal , para disminuir errores se deben visualizar correctamente al menos 5 ondas de velocidad de flujo pulsátil, sin movimientos corporales aumentados que modifiquen la ubicación y muestreo de la arteria desde distintos ángulos, el ángulo de isonación debe ser adecuado, con filtro ausente o mínimo, volumen de muestra adecuado , no registrar la vena y la arteria en el mismo canal.

- La arteria umbilical se puede estudiar a nivel paravesical, en asa libre o en la inserción placentaria. A menor distancia de la placenta menor pulsatilidad.

- Se usó asa libre por facilidad técnica, porque la mayoría de curvas de referencia se han realizado a este nivel y porque todos los estudios randomizados que han establecido su utilidad han usado esta porción. El ángulo de isonación debe ser siempre inferior a 30°, lo cual es fácil en este vaso. Aunque los índices Doppler son matemáticamente independientes del ángulo, un ángulo de isonación excesivo afecta a la precisión de la medida. El tamaño de la muestra del Doppler debe ser equivalente al diámetro de la arteria y debe colocarse en el centro del vaso.

Fue reportado dentro de sus variables:

- Índice de pulsatilidad (IP) que se consideró alterados si se presentan con el percentil ≥ 95 para la edad gestacional (Tabla 5)
- Flujo diastólico reverso: flujo reverso en algún momento de la diástole, de manera constante ($>50\%$ de los ciclos), persistente (en 2 determinaciones separadas más de 12 horas) y en ambas arterias.

EVALUACIÓN DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA: Se identifica en un corte axial craneal a nivel del polígono de Willis, observándose su trayecto de unos 2-4cm desde su parte proximal en la salida en la carótida interna hasta su parte distal adyacente al hueso parietal. Existen diferencias a tener en cuenta entre los diferentes segmentos de la ACM. Cuanto más distal al polígono, mayor es la pulsatilidad. Además, en sus porciones más distales la ACM se divide en 2-4 vasos por lo que su evaluación es menos representativa. El estándar es explorar el vaso en su porción proximal, cerca de la salida de la carótida interna. Se debe identificar el vaso con Doppler color y utilizar escalas de velocidad medias (entre 20 y 40 cm/s) para la identificación selectiva del vaso. El ángulo de isonación debe ser siempre inferior a 15°, lo cual es fácil en este vaso.

- El estudio Doppler debe realizarse la exploración en ausencia de movimientos respiratorios fetales.
- La valoración del IP es poco valorable en bradicardia o taquicardia marcadas, por la interferencia en la morfología de la onda.
- Se debe tener en cuenta no ejercer una presión excesiva sobre la calota fetal, pues ésta puede aumentar artefactualmente la pulsatilidad y disminuir las velocidades máximas. Este fenómeno es más notable a edades gestaciones precoces, por ser la calota más deformable. Deben obtenerse tres o más OVF de similares características para la medición, con una ampliación adecuada, ocupando al menos tres cuartas partes de la pantalla.

Fué reportado dentro de sus variables:

- Vasodilatación: IP ACM < percentil 5 de manera persistente (en 2 determinaciones separadas > 12 horas). (Tabla 5)
- Redistribución: Índice Cerebroplacentario (IPACM IP arteria cerebral media/IPAU IP arteria uterina) < percentil 5 de manera persistente (en 2 determinaciones separadas > 12 horas). (Ver tabla 6).
- Flujo diastólico reverso: flujo reverso en algún momento de la diástole, de manera constante (>50% de los ciclos), persistente (en 2 determinaciones separadas más de 12 horas) y en ambas arterias.

EVALUACIÓN DEL DUCTUS VENOSO: El ductus venoso puede visualizarse fácilmente gracias al Doppler color o el modo power Doppler, en un plano sagital medio del abdomen fetal en su punto de origen a partir de la vena umbilical. Cuando este corte ecográfico no es posible, debido a la posición fetal, se puede identificar en un plano transverso oblicuo del abdomen fetal entre el corazón y la cámara gástrica, allí el Doppler es ubicado en la porción central de la imagen y

usualmente se obtiene el sonido y la morfología característicos del ductus venoso. La muestra de Doppler pulsado debería ser colocada en el punto más próximo a la salida de la umbilical, que corresponde al de máxima velocidad. El ángulo de isonación debe ser inferior a los 30. Se utilizarán escalas de velocidad altas (40-60 cm/s). Deben obtenerse tres o más OVF de similares características para la medición, con una ampliación adecuada, ocupando al menos tres cuartas partes de la pantalla.

Fué reportado dentro de sus variables:

- (IP) que se considerarán alterados si se presentan con el percentil ≥ 95 para la edad gestacional. (Tabla 7)
- Flujo diastólico reverso: flujo reverso en algún momento de la diástole, de manera constante ($>50\%$ de los ciclos), persistente (en 2 determinaciones separadas más de 12 horas)

EVALUACIÓN DEL ISTMO AÓRTICO: La evaluación del flujo del istmo aórtico se efectúa ubicando el volumen de muestra en la aorta, a pena debajo de la salida de la arteria subclavia izquierda, se puede realizar en dos planos según la posición fetal:

Plano Longitudinal del arco aórtico: Tras localizar el arco aórtico en el plano sagital y aplicar el doppler color, se identifica el IA como el segmento vascular del arco localizado entre la salida de la arteria subclavia izquierda y la unidad del DA. Para la obtención de la onda d la velocidad de flujo (OVF) se coloca el cursor del doppler pulsado a 2-3 mm en dirección distal de la salida de la arteria subclavia izquierda.

Plano Transversal del arco aórtico: Para identificar el IA en el corte de los 3VT se debe realizar un corte transversal a nivel del mediastino superior, paralelo al plano

tetracameral, e identificar la confluencia anatómica del IA y el DA en forma de V, junto a la vena cava superior y la tráquea. La aplicación del doppler color confirma que la dirección del flujo es anterógrada y confluyente en las dos arterias, lo que facilita la colocación del cursor del doppler pulsado a nivel del IA para la obtención de la OVF del IA.

Con independencia del plano, a partir de la OVF se obtienen los índices de pulsatilidad (IP), y resistencia (IR), y las velocidades siguientes: máxima velocidad sistólica (Vs), máxima velocidad diastólica al final de la diástole (Vd) y la media de las velocidades máximas (Vmed), mediante la aplicación del programa informático incorporado en el ecógrafo. Asimismo, se valora de forma cualitativa la dirección del flujo diastólico: considerándose flujo anterógrado cuando lo es durante la mayor parte de la diástole sin presencia de flujo retrogrado en ningún momento del ciclo y flujo retrogrado cuando es adverso durante parte o toda la diástole.

Se valora de forma cualitativa la dirección del flujo diastólico: considerándose flujo anterógrado cuando lo es durante la mayor parte de la diástole sin presencia de flujo retrogrado en ningún momento del ciclo y flujo retrogrado cuando es adverso durante parte o toda la diástole.

Fue reportado dentro de sus variables:

- (IP) que se considerarán alterados si se presentan con el percentil ≥ 95 para la edad gestacional. (Tabla 9)
- Flujo reverso: flujo reverso de manera constante ($>50\%$ de los ciclos), persistente (en 2 determinaciones separadas más de 12 horas)

EVALUACIÓN DE ÍNDICE DE TEI: Todas las estimaciones se realizaron en ausencia de movimientos corporales y respiratorios fetales y con la madre en la respiración suspendida voluntaria. La velocidad de la representación de barrido

Doppler de ultrasonido en la pantalla será la velocidad más alta disponible (15 cm / s) para la identificación clara de los componentes del trazado Doppler. Además, la forma del final de la onda A siempre se muestra como flujo positivo.

- El ángulo de isonación siempre se utilizó por debajo de 30 ° y los índices mecánico y térmico nunca excedió 1. Se obtuvo una imagen de la sección transversal del tórax fetal en la vista de cuatro cámaras y una proyección apical del corazón; el volumen de la muestra Doppler se colocó en la pared lateral de la aorta ascendente, por debajo del AV y justo encima de la VM. La traza Doppler mostró un claro eco de las formas de ondas correspondientes a la apertura y el cierre de las dos válvulas al principio y al final de la onda A (la válvula mitral) y flujo aórtico (válvula aórtica).
- Los períodos de tiempo se calcularon de la siguiente manera: el ICT se estimó a partir del cierre de la válvula mitral (VM), a la apertura de la válvula aórtica (AV), el ET desde la apertura hasta el cierre de la AV y la IRT desde el cierre de la AV para la apertura de la MV (Figura 9) de acuerdo con la fórmula $MPI = (TIC + IRT) / ET$.
- La disfunción miocárdica se evidenció con el aumento de los valores de MPI, principalmente debido a una prolongación de la IRT aunque a menudo acompañado de una reducción de ET. La recaptación de calcio en cardiomiocitos se suprime durante el deterioro de la función cardíaca que se extiende el tiempo requerido para que el miocardio pueda relajarse totalmente, y la IRT es el parámetro principal MPI para convertirse anormal temprano en la disfunción cardíaca.

6.5 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

- Verificación de criterios de inclusión (Anexo 1)
- Ecógrafo GE Vóluson E6 y E8 y Medison Accuvix V10

6.6 PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Inicialmente los datos obtenidos fueron digitados en una base de datos en formato Excel, se realizó una descripción de todas las características de las variables según su naturaleza: proporciones en las variables cualitativas y promedio o mediana (junto con desviación estándar o recorrido intercuartil) dependiendo de la presencia o ausencia de distribución Gaussiana.

Respecto a los datos obtenidos del Doppler fetal durante el seguimiento de la población, se digitaron los valores reportados por los ecógrafos del índice de pulsatilidad de los vasos estudiados y el MPI; para identificar si se encuentran dentro de límites normales según la edad gestacional se asignó el percentil. Todos los parámetros Doppler se convirtieron en Z -scores según las referencias publicadas normales y cualquier con valores por encima del percentil 95 (+ 1.645 Z-score) se consideraron anormales; el IP de la cerebral media y la relación cerebroplacenta cuando se encontraron por debajo del percentil 5, se consideró indicativos de la redistribución del flujo sanguíneo cerebral. Posteriormente para establecer el grado de diferencias entre las variables continuas y cualitativas, se compararon utilizando la prueba estadística t-Student y las variables cualitativas con la prueba de chi cuadrado de Pearson o la prueba exacta de Fisher, aceptando como significativo una $p < 0,05$. Finalmente, se estimó el grado de correlación entre los valores dados por el Doppler por análisis de correlación de Pearson y Spearman.

7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para la realización de este proyecto de investigación se tuvieron en cuenta los principios éticos instaurados en la declaración internacional de Helsinki modificadas en el 2013, donde se establece el principio de la privacidad y la confidencialidad de los participantes, tanto de su identidad como de su información personal, ya que ninguna de las variables estudiadas contiene información que identifique a los pacientes (31).

Dado que el estudio es de tipo cohorte, teniendo en cuenta la resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud, se considera que una investigación de riesgo mínimo para la salud e intimidad del paciente; ya que se realizaron procedimientos no invasivos los cuales se consideran que no causan efecto teratógeno, o daños a la madre, se diligenció un formato de consentimiento/ asentimiento informado por escrito, el cual se leyó y explicó a las pacientes. Este documento le permitió a la paciente tomar la decisión de hacer parte de la investigación o abstenerse de ello de manera voluntaria.

Para preservar el principio de confidencialidad el cual se rige por la normatividad colombiana en el proceso de obtención de datos en el diligenciamiento del instrumento, no se identificaron a las participantes, adicionalmente no se nombró a ninguno de los participantes en ningún apartado del proyecto, ni en los productos derivados. La obtención de la información recopilada en el proceso de revisión de reporte de resultados de eco Doppler fetal realizados, solo fue utilizada y estudiada por el investigador asegurando que esta fuese exclusivamente para cumplir los objetivos de este estudio. Los informes se realizaron de tal forma que no fuese posible la identificación de los participantes. A la paciente que decidía participar se le asignó un código al ingreso del estudio independiente al nombre o al documento de identidad con el cual fue identificada dentro del mismo, nunca se

expuso la identidad de las participantes.

El principio de justicia se cumplió tratando a los participantes de manera cordial, equitativa e imparcial. La paciente que decidía libremente participar en la investigación tuvo pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos, así como de los beneficios y posibles riesgos a los que se sometió, y en base a ello contó con libre elección de continuar en el proceso.

Los principios de autonomía y respeto se preservaron ya que se consideró a las participantes como personas autónomas, no coaccionables, que tomaron sus propias decisiones, esto se evidencia en la libertad que tuvieron para decidir ingresar o salir del estudio cuando ellas lo consideraron necesario. Adicionalmente a pesar que el director de la propuesta fue el mismo que atendió al participante esto no influyó en las conductas terapéuticas ya que el estudio no incluyó dentro de su objetivo, administrar algún tratamiento o medicación.

El consentimiento y el asentimiento informado fueron presentados de manera extensa y detallada, los objetivos del estudio, los procedimientos que se realizaron, beneficios y riesgos esperados, así como la libertad de retirarse del estudio cuando lo desearan sin que ello afecte su tratamiento, respetando así el principio de autonomía de cada paciente.

Se respetaron los principios de beneficencia y no maleficencia evitando al máximo cualquier daño posible que se pudiera generar, asegurando un correcto diagnóstico el cual sirve para direccionar un manejo adecuado de este tipo de pacientes. Los procedimientos se realizaron en condiciones óptimas, de forma cautelosa y con sobresaliente destreza del operador, garantizando cumplimiento de las normas de bioseguridad, asegurando un monitoreo minucioso del estado de salud tanto materno como fetal, además en los casos en los que se evidenció alteración en el Doppler fetal que requería finalización del embarazo según el

protocolo se enviaron a las pacientes a urgencias para su adecuado tratamiento oportuno.

Cabe anotar que la realización de Doppler fetal dentro del desarrollo de este estudio, fue descrito dentro de la actuales guías de manejo para seguimiento de feto con PFE<P3, dicho estudio será solicitado en pacientes con factores de riesgo, por tal motivo los costos de esta ayuda diagnóstica no fué asumida por la paciente sino por la seguridad social a la que pertenece, el presente estudio no genera la solicitud de otros exámenes adicionales que no se encuentran incluidos dentro de estas guías.

Los investigadores no obtuvieron beneficio económico alguno de los resultados derivados de su participación más allá de los que les fueron lícitos o rutinarios. Por tanto, no se vislumbran inconvenientes en los principios de beneficencia, no maleficencia, justicia y autonomía.

8. RESULTADOS

En la unidad maternofetal del HUS durante el 2018, se realizó doppler fetal a 1123 gestantes y en 305 se les diagnosticó fetos con RCIU severo lo que corresponde al 27,1% de nuestra población , siendo el 96% (293) estadio I, el 1% (5) estadio II, el 3% (7) estadio III y no se encontró ninguna paciente con doppler estadio IV (Figura 17).

De la población elegible 224 cumplían los criterios de inclusión, sin embargo 20 gestantes no aceptaron participar en el estudio. Se captaron 57 pacientes en total, se logró completar el seguimiento en 51 pacientes; 6 se censuraron, 3 pacientes se perdieron y 3 fueron atendidas fuera de la institución (figura 16). En total se obtuvieron 90 mediciones, el 73% de las gestantes fueron evaluadas en mínimo 2 ocasiones , el 25% fue valorada con una sola medición y solo el 2% contó con 5 mediciones.

Figura 16. Diagrama de flujo de la población de estudio y la muestra analizada

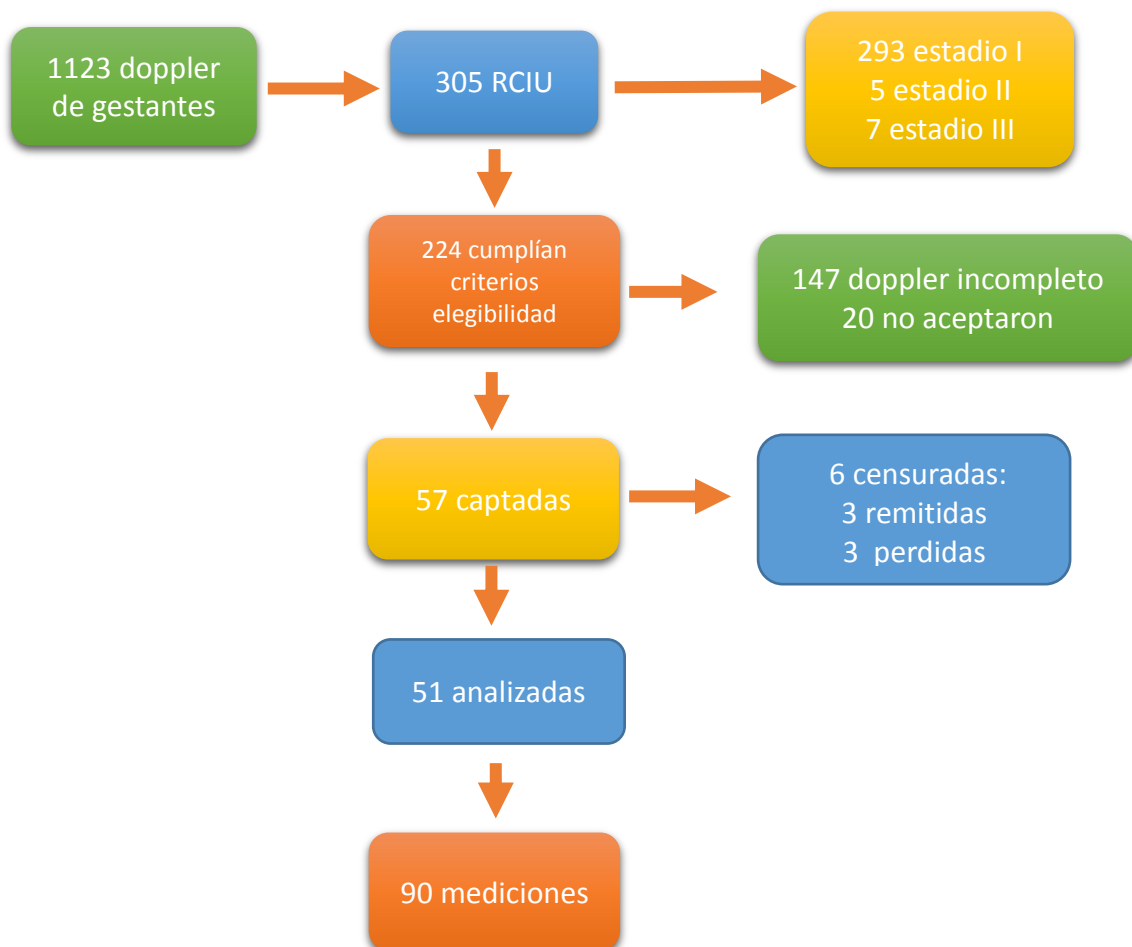
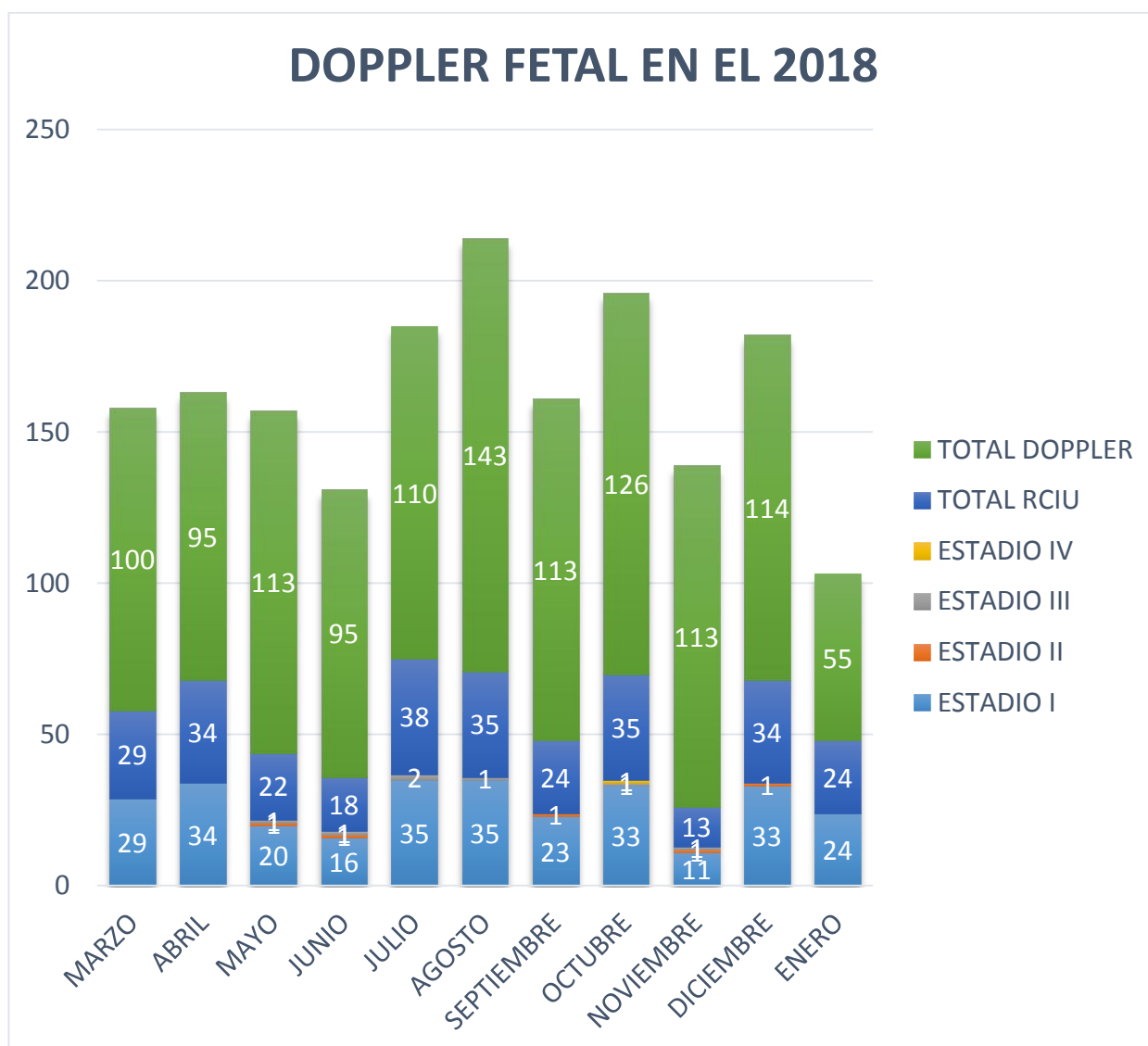


Figura 17. Doppler fetal realizados por mes en la unidad maternofetal del Hospital Universitario de Santander en el período de estudio



Para el análisis descriptivo se contó con una muestra analítica de 90 mediciones de las 51 pacientes, con una mediana de edad materna de 23 años (RIQ: 18 - 30) y mediana de la edad gestacional de 34,85 semanas (RIQ: 31,5-36,42). La mediana de la paridad fue de 2 gestaciones (RIQ: 1-3); dentro de los desenlaces de las gestaciones previas ninguna relató antecedente de óbito, pero 9 referían antecedente de abortos.

En tanto a la edad gestacional calculada (fecha de última menstruación confiable o primera ecografía) se notó una correlación del 94.6% entre la edad estimada por el diámetro transversal del cerebelo medido al ingreso de las gestantes al estudio.

En el análisis descriptivo, en relación al comportamiento de las variables continuas, estas tenían un comportamiento no normal o no paramétrico excepto el IP de la umbilical y el ILA, corroborado por gráficos de cajas y bigotes y pruebas estadísticas como Shapiro-Francia, por lo cual fue necesario transformar las variables explicatorias, la mejor recomendación fue con el inverso.

Para establecer diferencias en el comportamiento de las diversas variables en los tres grupos de comparación establecidos por estratos según el estadio del RCIU se realizó en el caso de las variables categóricas con la prueba de chi cuadrado de Pearson o la prueba exacta de Fisher, y para las variables no paramétricas se utilizó Kruskal-wallis y Anova para variables continuas normales.

Respecto al índice de TEI; la mediana encontrada fue de 0,51 (RIQ: 0,47-0,54). La mediana del índice de pulsatilidad del istmo aórtico fue de 2,50 (RIQ 2,33 – 2,72). Por otra parte, la mediana del índice de pulsatilidad del ductus venoso fue de 0,49 (RIQ 0,38-0,64), la mediana del índice de pulsatilidad de la arteria umbilical es 1,09 (RIQ 0,9-1,27), la mediana del índice de pulsatilidad arteria cerebral media es 1,63 (RIQ 1,45-1,92), la mediana de la relación cerebral/umbilical es 1,41 (RIQ 1,12-2,04) y la mediana del índice de pulsatilidad medio de las arterias uterinas fue 0,79 (RIQ 0,69-1,22).

En la siguiente tabla se presentan detalladamente las principales características clínicas.

Tabla 11. Características basales de la población de estudio realizado en la Unidad Materno-fetal del Hospital Universitario de Santander

Variables	n = 90		p¥
	Mediana	RIQ	
Edad	23	18-30	0,077
Número gestaciones	2	1-3	0,375
Edad gestacional (EG)	34,85	31,5-36,42	0,395
Biometría	31,28	28,42-32,57	0,221
Peso estimado al nacer	1793,5	1290-2050	0,593
Percentil del peso	1	1-2	0,568
Cerebelo cm	4,3	3,8-4,6	0,412
EG cerebelo	34	31-36	0,205
EG discreta	35	32-36	0,382
Índice de TEI	0,51	0,47-0,54	0,142
Percentil TEI	70	51-87	0,394
Índice de TEI alterado*	11	90	<0,01
IP Istmo aórtico	2,5	2,33-2,72	0,037
Percentil Istmo aórtico	44	24-62	0,111
IP uterina derecha	0,83	0,67-1,06	0,067
IP uterina izquierda	0,78	0,65-1,49	0,069
Media de uterinas	0,79	0,69-1,22	0,086
Percentil de uterinas	78,5	52-99	0,823
IP umbilical	1,07	0,9-1,27	<0,01
Istmo aórtico alterado (SI)*	4	4,44	<0,01
Uterinas alteradas*	27	30	<0,01
Umbilical alterada*	9	10	<0,01
Flujo reverso umbilical (no)	90	100	<0,01
IP cerebral media	1,63	1,45-1,92	<0,01
Percentil Cerebral media	34,5	13-56	0,387
Cerebral media alterada*	8	8,89	0,037
Relación cerebral umbilical	1,41	1,12-2,04	<0,01
Relación cerebral umbilical alterada*	27	30,34	<0,01
Ductus alterado*	7	7,87	<0,01
FR ductus venoso (no)*	90	100	<0,01
ILA**	11,14	3,62	0,281
ILA alterado*	12	13,33	0,035
Estadio doppler*			
0	76	84,44	
1	6	6,67	
2	8	8,89	
EG final	37	35-37	>0,05
Peso RN	2072,5	1740-2355	>0,05
Gases de cordón umbilical realizados*	21	23,33	0,038
PH	7,29	7,26-7,32	>0,05
BE**	-5,26	2,24	>0,05

Se presentan resultados por columnas.

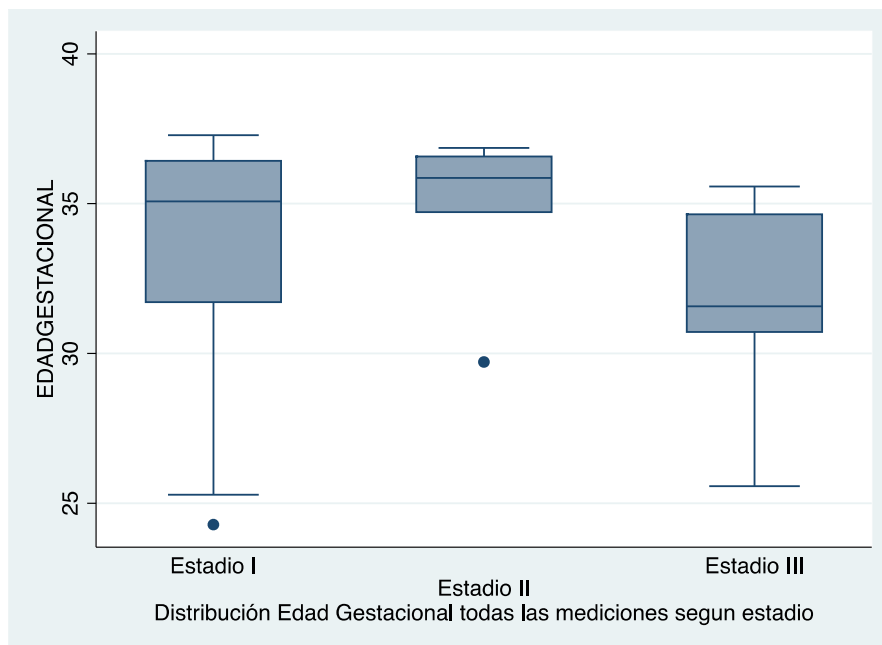
*Frecuencia (porcentaje) **media (desviación estándar) ¥ Valor de p obtenido mediante la prueba Fisher

La mediana de edad gestacional a la cual se indicó finalizar la gestación fue de 37 semanas (RIQ 35 – 37); existiendo una diferencia de 2 semanas en la mediana de edad gestacional entre el ingreso al estudio y la terminación del embarazo. Los motivos que llevaron a la finalización de la gestación se enuncian la siguiente tabla:

Tabla 12. Motivos de finalización de la gestación

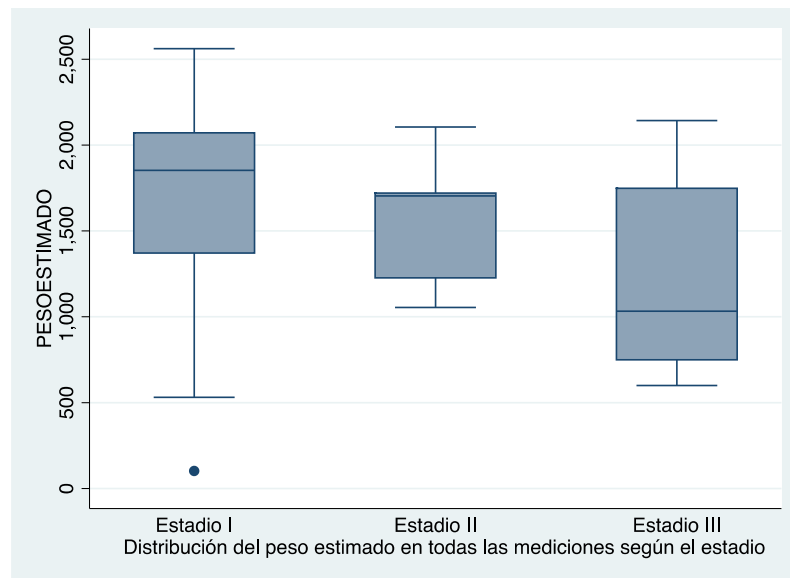
MOTIVO	NÚMERO	%
A TERMINO	46	51
PREECLAMPSIA SEVERA	17	20
DOPPLER TIPO III	12	13
OLIGOAMNIOS	10	11
TRABAJO DE PARTO PRETERMINO	2	2
RUPTURA PREMATURA DE MEMBRANAS	1	1
ANHIDRAMNIOS	1	1
BRADICARDIA FETAL	1	1

Figura 18. Distribución de la edad gestacional y los estadios Doppler



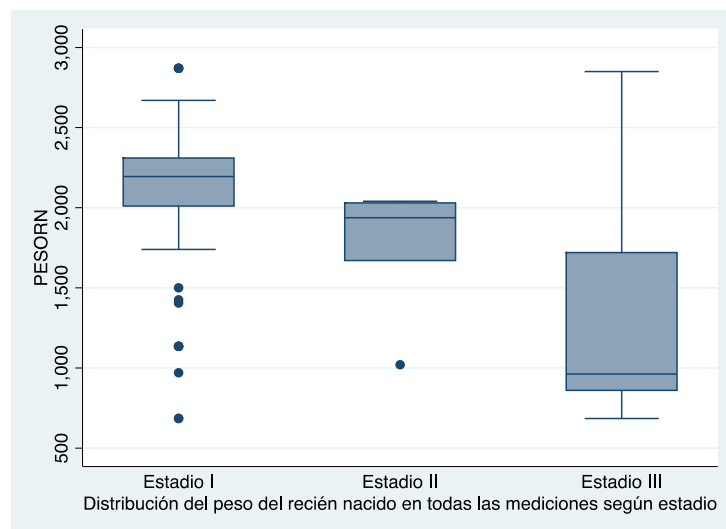
De acuerdo a la figura anterior, se observó en el grupo estudiado que la mediana de la edad gestacional fue mayor en las participantes del estadio I y II que las participantes del estadio III.

Figura 19. Distribución del peso estimado de acuerdo al estadio Doppler



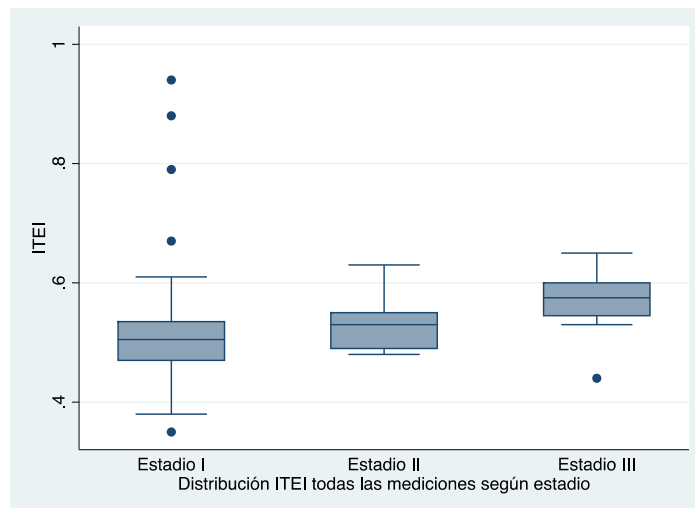
La anterior figura evidencia que en la población estudiada el peso estimado de los participantes fue inferior en aquellos que estaban en el estadio Doppler III.

Figura 20. Distribución del peso del RN de acuerdo al estadio Doppler



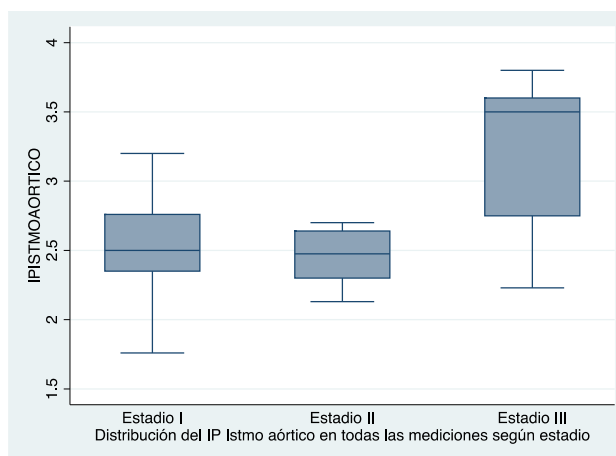
De acuerdo a la figura anterior, se observó en el grupo estudiado que la mediana del peso de los recién nacidos fue menor en aquellos con Doppler estadio III comparado con la mediana del peso de los recién nacidos con Doppler estadio I y II.

Figura 21. Distribución del Índice de TEI de acuerdo al estadio Doppler



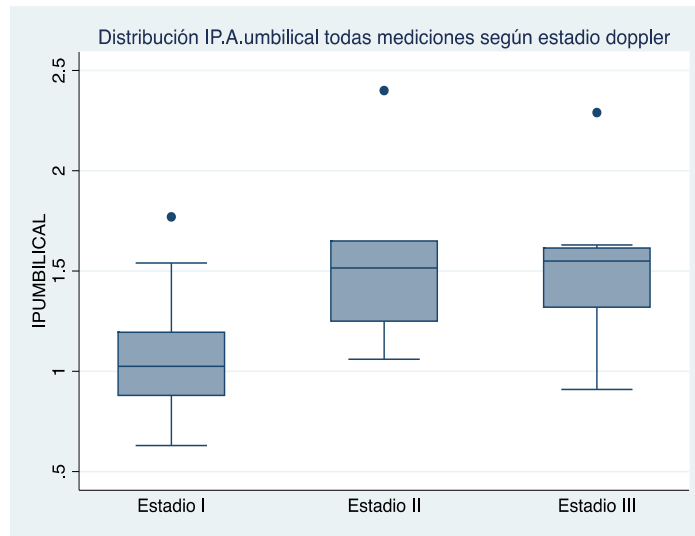
Se observa en la figura anterior que la mediana del índice de TEI en la población estudiada, va aumentando directamente proporcional al estadio del doppler fetal.

Figura 22. Distribución del istmo aórtico de acuerdo al estadio Doppler



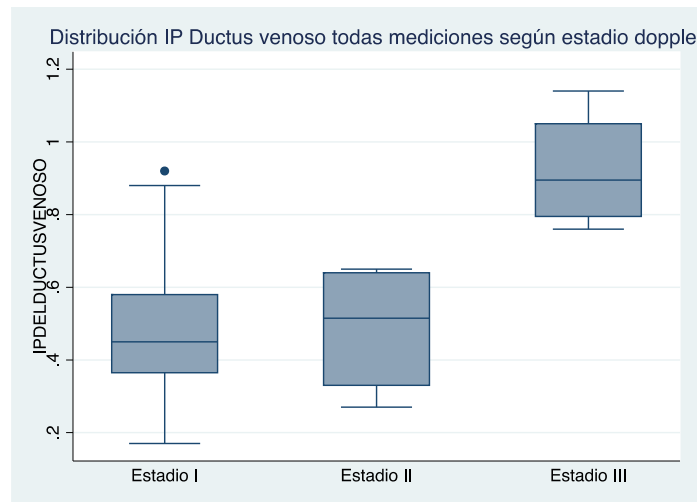
En esta figura se evidencia que en la población estudiada la mediana del IP del istmo aórtico es mayor en el doppler estadio III comparado con la mediana del Doppler estadio I y II.

Figura 23. Distribución del IP de la A. umbilical de acuerdo al estadio Doppler



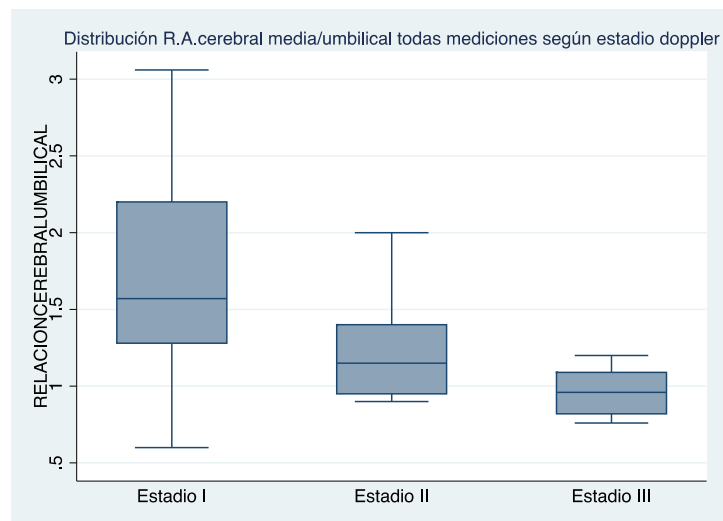
De acuerdo a la figura anterior, se observó en el grupo estudiado que la mediana del IP de la arteria umbilical va aumentando directamente proporcional al estadio del doppler fetal

Figura 24. Distribución del IP de la ductus venoso de acuerdo al estadio Doppler



Se observa en la figura anterior que la mediana del IP del ductus venoso en la población estudiada, va es mayor en el estadio III respecto a al estadio I y II.

Figura 25. Distribución de la relación Cerebral/Umbilical de acuerdo al estadio Doppler



En esta figura se evidencia que en la población estudiada la mediana del la relación cerebral/umbilical fue menor en aquellos con Doppler estadio III comparado con la mediana en los estadios de Doppler I y II.

En la siguiente tabla se expone la evolución de los estadios del doppler a lo largo de la gestación con su respectiva edad de finalización y motivo del mismo:

Tabla 13. Evolución de los estadios del doppler fetal a lo largo de la gestación, momento y motivo de finalización del embarazado

Pte	Semana de gestación															Motivo de finalización		
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37				
1													I	I	*	A término		
2															II*	Atérmino		
3																I*	A término	
4													I*		RPM			
5												I	I*	Oligoamnios				
6																I*	TPP	
7																I*	A término	
8							I								*	Oligoamnios		
9													II	II*	Oligoamnios			
10												I				*	A término	
11									I*								Preeclampsia severa	
12						I*											Preeclampsia severa	
13								I	I				I	II*	Preeclampsia severa			
14														I	II*	Preeclampsia severa		
15							II*										Preeclampsia severa	
16									I						I	I*	Oligoamnios	
17													I	I	*	A término		
18													I	I	*	A término		
19													I	I	*	A término		
20													III*				Doppler tipo III	
21									III*								Doppler tipo III	
22					I			I	III*							Doppler tipo III		
23										I*							Anhidramnios	
24													I				I*	A término
25																I*	Oligoamnios	
26	I	I			I				I					I*	A término			
27								I						I	I	I*	A término	
28															I	I*	A término	
29									III*								Doppler tipo III	
30									I							I*	Preeclampsia severa	
31									I			I	II*			Preeclampsia severa		
32																I*	A término	
33											I					I*	A término	

34										I *	A término
35										I *	A término
36									I	I *	A término
37										I *	A término
38										I *	Oligoamnios
39			I				I	I *			Preeclampsia severa
40										I *	A término
41										I *	A término
42									I	I *	A término
43									I	I *	A término
44									I	I *	A término
45										I *	Bradicardia fetal
46										I *	A término
47										I *	A término
48			III				III *				Doppler tipo III
49							I	I *			TPP
50										I *	A término
51										III *	Doppler tipo III

Se presentan resultados por columnas. * Momento del nacimiento

I	Estadio I
II	Estadio II
III	Estadio III

Adicionalmente en esta tabla se aprecia la evolución de los casos donde inicialmente fueron captadas con doppler estadio I con posterior evolución a estadios patológicos II y III, siendo la principal causa de finalización del embarazo en las pacientes con fetos con RCIU estadio I fue llegar a las 37 semanas (a término) sin repercusiones hemodinámicas, la paciente con estadio II la principal causa fue la preeclampsia severa en 3 pacientes (50%) , oligoamnios en 2 (40%) y embarazo a termino en la restante (10%); Las que presentaban fetos con doppler estadio III la alteración del doppler fue el motivo principal de finalización (100%).

Los parámetros para evaluar asfixia perinatal fueron la alteración de gases arteriales, lo cual no se evidencio en ningún paciente , teniendo en cuenta que la medición solo se le realizó en 21 pacientes que corresponde al 23,33% de las mediciones , de los cuales 15 son estadio I , 4 estadio II y 2 estadio III; la mediana el PH de sangre del cordón umbilical fue de 7.29 RI (7.26 – 7.21), base exceso mediana -4.9 (RIQ -7.1 - -3.1), sin embargo a las pacientes con doppler fetal

alterados en estadio II y III se les evaluó adicionalmente al recién nacido el APGAR para evaluar asfixia y todos presentaron resultados dentro de los límites normales. Destacando, además, que en ningún doppler evaluado se evidenció flujo reverso en las diferentes variables y el desenlace fetal fue satisfactorio ya que todos nacieron vivos y sin parámetros de asfixia.

Por otro lado, en el análisis comparativo entre la presencia de alteración de el istmo aórtico y los estratos del doppler, se observó que el estadio III presentaba mayor tendencia de tener alteraciones del istmo. Igual tendencia se encontró con las arterias uterinas alteradas, la arteria umbilical alterada, la arteria cerebral media alterada, el ductus alterado, el ILA alterado y los gases alterados. No se encontró una relación estadísticamente significativa con la edad de la gestante.

CASOS CON DOPPLER ESTADIO II Y III

Se realizó una análisis de subgrupos con una muestra analítica de 24 mediciones de las gestantes que llegaron en el seguimiento a estadios II y III. La mediana de edad de las participantes del estadio I fue de 22,5 años (RIQ 19-34,5), de 19.5 años (RIQ 18-23) en el estadio II y de 24 años (RIQ 22-23) en el estadio III, a su vez, la mediana de la edad gestacional de 32 semanas (RIQ: 30,35-35,07) en el estadio I, de 35.85 semanas (RIQ: 34.71-36.57) en el estadio II y de 31.57 (RIQ: 30,71-34.54) semanas en el estadio III. La mediana del peso estimado al nacer de los recién nacidos fue de 1260 (RIQ: 1010,5-1717,5) del estadio I, de 1704 (RIQ: 1227-1720) del estadio II y de 1032 (RIQ: 749-1748) del estadio III. Es importante mencionar que no se presentaron casos relacionados con abortos, óbitos ni nacidos muertos (ver tabla 14).

En las pruebas estadísticas aplicadas en el análisis exploratorio se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre las siguientes variables y el estadio Doppler: índice de TEI, IP del istmo aórtico, IP de la arteria umbilical, IP de

la arteria cerebral media, la relación cerebral umbilical, el IP del ductus alterado e ILA. A continuación, se presentan detalladamente las principales características clínicas de los participantes discriminado de acuerdo a cada uno de los estadios Doppler (ver tabla 15)

Tabla 14. Análisis exploratorio con características clínicas de los participantes discriminado de acuerdo con los tres estadios Doppler estudiados (I, II y III).

Variables	Estadio I			Estadio II			Estadio III		
	n = 10			n=6			n=8		
	Mediana	RIQ	p¥	Mediana	RIQ	p¥	Mediana	RIQ	p¥
Edad	22,5	19-34,5		19,5	18-23		24	22-23	
Edad gestacional (EG)	32	30,35-35,07	>0,05	35.85	34.71-36-57	>0.05	31.57	30.71-34.54	>0.05
Biometría	28,28	27,07-30,85	>0,05	30.78	28.14-32.14	>0.05	27.74	25.75-31.28	>0.05
Peso estimado al nacer	1260	1010,5-1717,5	>0,05	1704	1227-1720	>0.05	1032	749-1748	>0.05
Cerebelo cm	3,93	3,78-4,3	>0,05	4.45	4.27-4.7	>0.05	3.9	3.8-4.2	>0.05
EG Cerebelo	31,5	30-34	>0,05	35	34-37	>0.05	31	30.5-34	>0.05
EG discreta	32	30-35	>0,05	35.5	35-37	>0.05	31.5	30.5-37	>0.05
EG final	35,42	34,71-40	>0,05	36.14	35.42-37	>0.05	31.64	30.71-34.75	>0.05
Peso RN	1845	1740-2870	>0,05	1937	1670-2030	>0.05	962	860-1720	>0.05
PH	7,23	7,15-7,31	>0,05	7.24	7.2-7.28	>0.05	1.22	1.15-1.29	>0.05
BE	-7,05	-9,02 - -4,09	>0,05	-5.1	-5.1--4.9	>0.05	-5.7	-9.2 - -2.2	>0.05

Se presentan resultados por columnas.

¥ Valor de p obtenido mediante la prueba Kruskal-Wallis.

Tabla 15. Análisis exploratorio con variables del doppler fetal discriminado de acuerdo con los tres estadios Doppler estudiados (I, II y III).

Variables	Estadio I n = 10			Estadio II n=6			Estadio III n=8		
	Mediana	RIQ	p¥	Mediana	RIQ	p¥	Mediana	RIQ	p¥
Índice de TEI*	0,51	0,074	<0,05	0.53	0.49-0.55	<0,05	0.57	0.54-0.6	<0,05
P TEI ⁺	67,79	26,51	<0,05	65.5	47-72	<0,05	97	96-98	<0,05
Istmo aórtico ⁺	2,76	0,52	<0,05	2.4	2.3-2.6	<0,05	3.5	2.7-3.6	<0,05
P Istmo aórtico *	56,37	29,76	>0,05	45.5	22-63	>0,05	97	57-98	>0,05
P Uterina	99	99-99	>0,05	89.5	74-99	>0,05	99	96-99	>0,05
IP umbilical ⁺	1,082	0,32	<0,05	1.55	1.25-1.65	<0,05	1.55	1.32-1.61	<0,05
P umbilical	45,5	44-65	>0,05	95	83-96	>0,05	93	87-97	>0,05
IP cerebral media ⁺	1,73	0,21	0,03	1.47	1.28-1.57	0,03	1.39	1.27-1.56	0,03
P cerebral	39	14-51	>0,05	10	6-75	>0,05	5	3.5-14	>0,05
Relación cerebral umbilical	1,66	1,3-2,04	<0,05	1.15	0.95-1.4	<0,05	0.96	0.82-1.09	<0,05
P relación cerebral umbilical	33	7-55	>0,05	8	1-55	>0,05	1	1-2	>0,05
IP ductus venoso	0,47	0,26	>0,05	0.51	0.63-0.34	>0,05	0.89	0.79-1.05	>0,05
P ductus venoso	57	8-68	<0,05	48	12-78	<0,05	98	96-99	<0,05
ILA	12,03	11-14	<0,05	3.7	3-6	<0,05	11.45	8.4-12	<0,05

Se presentan resultados por columnas.

*Media (Desviación estándar) ¥ Valor de p obtenido mediante la prueba Kruskal-Wallis.

+valor p obtenido por la prueba chi2 de Pearson

Análisis de correlación de Spearman y de Pearson

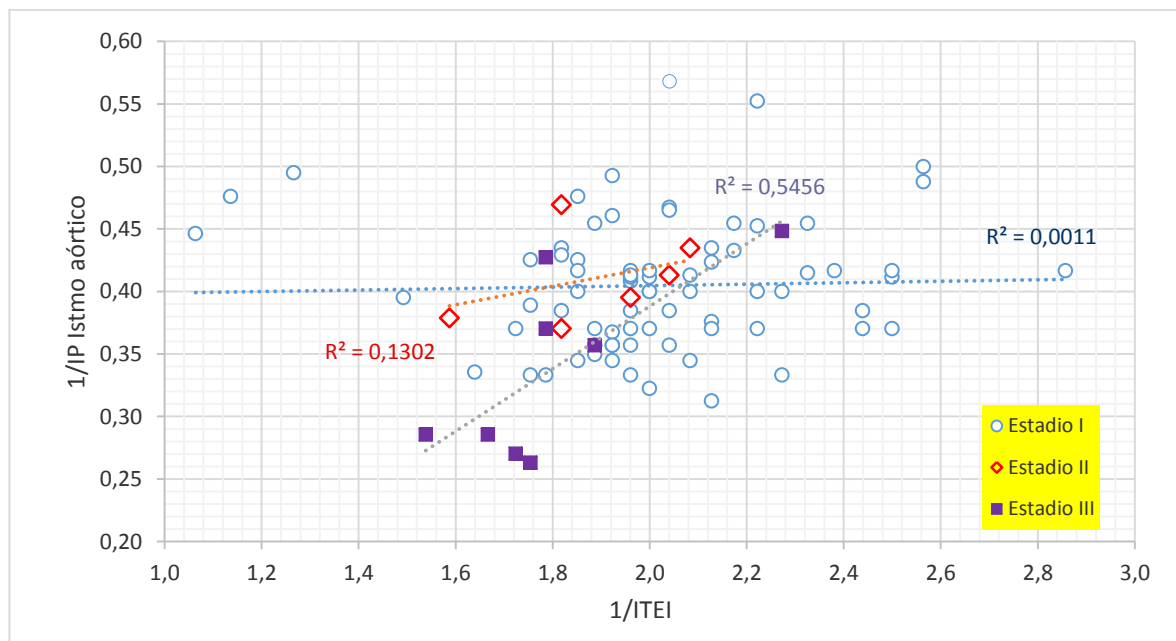
Teniendo en cuenta todas las pacientes que tenían al menos una medición (51 pacientes), la correlación de Spearman entre el índice de TEI y el Istmo aórtico es del 17,07% ,es decir débil pero positiva y no significativa (p 0,23), sin embargo, estratificado por estadios de RCIU por doppler esta relación aumenta; siendo en el estadio I la correlación de 4,94% (p 0,75), en el estadio II es de 41,61 %(p <0.001)

y en el estadio III 80 % ($p < 0,020$). Ahora bien, dado que el comportamiento descrito previamente del TEI y del Istmo aórtico era de no normalidad, se establece la correlación con las variables normalizadas, obteniendo una correlación del inverso del índice de TEI y del inverso del Istmo aórtico en el estadio I positiva en el 3,29% en el estadio II positiva de 38,08% y en el estadio III aumenta dicha correlación a 73,86%.

Se pudo evidenciar en la población analizada, que existe una correlación lineal positiva entre el inverso del índice de pulsatilidad del istmo aórtico fetal y el inverso del índice de TEI. Es decir, a medida que aumenta el istmo aórtico aumenta el ITEI.

Al analizar cada uno de los estadios se pudo estimar un coeficiente de determinación (R^2) de: 0.001 para el estadio I, de 0.13 para el estadio II y de 0.54 para el estadio III. De acuerdo con el valor de coeficiente de determinación (R^2) la proporción de varianza es compartida por ambas variables, siendo para el estadio I pequeña, en el estadio II media/moderada y en el estadio III fuerte (ver figura 22).

Figura 26. Gráfica de correlación entre el istmo aórtico y el ITEI



9. DISCUSIÓN

Nuestro estudio nos permite observar que existe una relación lineal entre el inverso del IP del istmo aórtico y el inverso de la función del ventrículo izquierdo medido con el índice de TEI, esta correlación incrementa cuando se estratifica según el estadio de RCIU definido por las medidas del doppler, siendo fuerte en los estadios III; estos resultados son acordes con los evaluados por R. Cruz - Martínez *et al.*(32) en su estudio donde también se evidenció aumento de la correlación a medida que aumenta el estadio patológico del doppler fetal. Además, mostraron una proporción significativamente mayor de aumento de ITEI (28.1 vs. 6.7%; $P < 0.01$) y anormal de IP del istmo aórtico (14.6 vs. 5.1%; $P < 0.01$) lo que sigue reafirmando la relación que existe.

Existe una relación lineal entre el índice de TEI y el istmo aórtico analizados en el estadio Doppler II y III respectivamente, lo que nos hace sugerir que pudiese ser predictivo para los fetos con RCIU y doppler anormal, siendo esto similar a lo evidenciado en el estudio de Del Río M *et al.*(33) donde de 51 fetos con RCIU severo detectó el resultado perinatal adverso predicho adecuadamente por un aumento del IP del istmo aórtico (área bajo la curva 0,77; IC del 95%, 0,63–0,92; $P < 0,005$).

Una de las principales fortalezas del estudio es que es pionero en establecer correlación entre los valores del índice de pulsatilidad del istmo aórtico fetal y del índice de TEI en fetos con RCIU severo dado por peso fetal estimado por debajo del percentil 3 ($PFE < p3$), ya que generalmente se estudiaba población con percentil menor de 10 con doppler alterado o fetos pequeños para la edad gestacional.

Los estudios (8)(33) han encontrado una correlación significativa ($P < 0,001$) entre el flujo sanguíneo retrógrado en el istmo aórtico y el resultado perinatal adverso, siendo la mortalidad perinatal general más alta en el grupo del flujo retrógrado (70% vs. 4,8%, $P < 0,001$), destacando que en la muestra estudiada en nuestro trabajo no fue posible analizar el resultado fetal adverso ya que en ningún doppler evaluado se evidenció flujo retrógrado en las diferentes variables y el desenlace fetal fue satisfactorio ya que todos nacieron vivos y con parámetros de asfixia negativos. Entre las limitaciones del estudio, además de ser solo descriptivo, tener un tamaño de muestra insuficiente y no disponer de otras variables importantes como la toma en forma rutinaria de gases arteriales a todos los cordones umbilicales de los recién nacidos, porque no está protocolizado por el servicio de ginecología dentro del Hospital Universitario de Santander; por eso este trabajo propone como recomendación la toma rutinaria de gases arteriales por parte del ginecólogo en el momento de pinzamiento del cordón, a todos los recién nacidos con RCIU para descartar asfixia perinatal.

De igual manera, se desconoce presencia de sesgos de medición ya que no fue posible establecer la concordancia entre evaluadores, debido a que varios de los miembros de la unidad se encuentran en una curva de aprendizaje.

Por último, resultó evidente que era necesario un tamaño de muestra suficiente para lograr las estimaciones pretendidas, impidiendo aplicar un verdadero modelo predictivo, ya que la prevalencia de RCIU de nuestra institución con estadios de Doppler patológicos II, III y IV es baja. Sin embargo, se pudieron encontrar tendencias de relación entre las variables medidas por medio de pruebas estadísticas exploratorias. Por lo tanto, se destaca de nuevo, que se deben realizar estudios colaborativos interinstitucionales, aumentar el tamaño de muestra y el tiempo de observación, ya que de esta manera se podrían evaluar las asociaciones previstas.

10. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Esta investigación pudo evidenciar que existe una correlación positiva entre los valores del índice de pulsatilidad del istmo aórtico fetal y de la función del ventrículo izquierdo en fetos con peso fetal estimado por debajo del percentil 3 (PFE < p3). A su vez, se encontró que a medida que incrementa el estadio Doppler hay un aumento en la correlación entre las dos variables analizadas.

Es importante destacar que este estudio permitió establecer la prevalencia de RCIU de 27,15% en nuestra institución, lo que aviva el desarrollo de posteriores análisis para continuar con la investigación de los criterios que puedan establecer cuando el feto se encuentra sobre el límite de la descompensación cardíaca. En este sentido, el análisis comparativo en los valores de la onda de flujo del istmo aórtico, junto con los cambios iniciales en la función cardíaca debe continuarse como línea de investigación con esta condición Materno-Fetal, con trabajos donde se cuente con un apropiado tamaño de muestra considerando la baja prevalencia de la enfermedad en nuestra población; incluyendo también, todas las variables reconocidas y determinar una relación causal controlando la confusión. El hecho de confirmar estas asociaciones a nivel clínico nos permite generar protocolos de manejo para nuestra población.

Adicionalmente teniendo en cuenta nuestros resultados, se recomienda considerar como protocolo de seguimiento a las pacientes con RCIU severo el IP del istmo aórtico, el índice de TEI y la toma de gases arteriales al nacer para optimizar el diagnóstico temprano e identificación de compromiso fetal precoz y realizar un curso de formación en doppler para la realización de estos parámetros en nuestra institución para que dichas medidas sean realizadas por todo el personal de la unidad maternofetal del Hospital Universitario de Santander.

BIBLIOGRAFÍA

- Acharya G. Technical aspects of aortic isthmus Doppler velocimetry in human fetuses. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009;33(6):628–33.
- Baschat AA. Fetal responses to placental insufficiency: An update. *BJOG An Int J Obstet Gynaecol.* 2004;111(10):1031–41.
- 'Bhide A, Acharya G, Bilardo CM, Brezinka C, Cafici D, Hernandez- Andrade E, Kalache K, Kingdom J, Kiserud T, Lee W, Lees C, Leung KY, Malinger G, Mari G, Prefumo F SW and TB. ISUOG Practice Guidelines: use of Doppler ultrasonography in obstetrics. *Ultrasound Obs Gynecol.* 2013;41:233–9.
- Cafici D. Doppler en Obstetricia. *Rev Medica Clin las Condes.* 2008;19(3):211–25.
- Cafici D. Ultrasonografía Doppler en Obstetricia. 1a edicion. Journal, editor. Buenos Aires: Ediciones Journal Buenos Aires; 2008. 336 p.
- Callen P. Ecografia En Obstetricia Y Ginecologia [Internet]. Fifth Edit. Saunders, editor. Philadelphia: Elsevier Inc; 2009. 1010 p. Available from: <https://ezproxy.uis.edu.co:2864/#!/browse/book/3-s2.0-C20090423298>
- Carrera JM, Antolín FFE. Hemodinamia fetal: estudio mediante Doppler. *Clin Invest Ginecol Obstet.* 2003;30(8):14–41.
- Cox P, Marton T. Pathological assessment of intrauterine growth restriction. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* [Internet]. 2009;23(6):751–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2009.06.006>
- Cruz-Martinez R, Figueras F, Benavides-Serralde A, Crispi F, Hernandez-Andrade E, Gratacos E. Sequence of changes in myocardial performance index in relation to aortic isthmus and ductus venosus Doppler in fetuses with early-

onset intrauterine growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2011 Aug 1 [cited 2019 Jan 22];38(2):179–84. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/uog.8903>

Cruz-Martinez R, Figueras F, Hernandez-Andrade E, Oros D, Gratacos E. Changes in myocardial performance index and aortic isthmus and ductus venosus Doppler in term, small-for-gestational age fetuses with normal umbilical artery pulsatility index. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2011;38(4):400–5.

Cruz-Martinez R, Figueras F, Jaramillo JJ, Meler E, M??ndez A, Hernandez-Andrade E, et al. Learning curve for Doppler measurement of fetal modified myocardial performance index. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2011;37(2):158–62.

Cruz-Martinez R, Figueras F, Bennasar M, Garca-Posadas R, Crispi F, Hern??ndez-Andrade E, et al. Normal reference ranges from 11 to 41 weeks' gestation of fetal left modified myocardial performance index by conventional doppler with the use of stringent criteria for delimitation of the time periods. *Fetal Diagn Ther*. 2012;32(1–2):79–86.

Del Río M, Martínez JM, Figueras F, Bennasar M, Olivella A, Palacio M, et al. Doppler assessment of the aortic isthmus and perinatal outcome in preterm fetuses with severe intrauterine growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2008;31(1):41–7.

Del Río M, Martínez JM, Figueras F, Bennasar M, Olivella A, Palacio M, et al. Doppler assessment of the aortic isthmus and perinatal outcome in preterm fetuses with severe intrauterine growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2008 Jan 1 [cited 2019 Jan 22];31(1):41–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/uog.5237>

- Del Río M, Martínez JM, Figueras F, López M, Palacio M, Gómez O, et al. Reference ranges for Doppler parameters of the fetal aortic isthmus during the second half of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2006;28(1):71–6.
- Figueras F, Benavides A, Del Rio M, Crispi F, Eixarch E, Martinez JM, et al. Monitoring of fetuses with intrauterine growth restriction: Longitudinal changes in ductus venosus and aortic isthmus flow. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2009;33(1):39–43.
- Figueras F, Gratacós E. Update on the diagnosis and classification of fetal growth restriction and proposal of a stage-based management protocol. *Fetal Diagn Ther*. 2014;36(2):86–98.
- Fouron JC. The unrecognized physiological and clinical significance of the fetal aortic isthmus. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2003;22(5):441–7.
- Friedman D, Buyon J, Kim M, Glickstein JS. Fetal cardiac function assessed by Doppler myocardial performance index (Tei Index). *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2003;21(September 2002):33–6.
- Gamez F, Rodriguez MJ, Tenias JM, Garcia J, Pintado P, Martin R, et al. Reference Ranges for the Pulsatility Index of the Fetal Aortic Isthmus in Singleton and Twin Pregnancies. *J Ultrasound Med* [Internet]. 2015;34(4):577–84. Available from: <http://www.jultrasoundmed.org/cgi/doi/10.7863/ultra.34.4.577>
- Garcia-Canadilla P, Rudenick PA, Crispi F, Cruz-Lemini M, Palau G, Camara O, et al. A Computational Model of the Fetal Circulation to Quantify Blood Redistribution in Intrauterine Growth Restriction. *PLoS Comput Biol*. 2014;10(6):9–11.
- Godfrey ME, Messing B, Cohen SM, Valsky D V, Yagel S. Functional assessment of the fetal heart: a review. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet].

2012;39(January):131–44.

Available

from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21611999>

Hernandez-Andrade E, Figueroa-Diesel H, Kottman C, Illanes S, Arraztoa J, Acosta-Rojas R, et al. Gestational-age-adjusted reference values for the modified myocardial performance index for evaluation of fetal left cardiac function. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2007;29(3):321–5.

Infantea LMP, Andrea M, Avendaño B. Artículo de Revisión Restricción del crecimiento intrauterino : una aproximación al diagnóstico , seguimiento y manejo. *Rev Chil Obs Ginecol*. 2015;80(6):493–502.

Kennelly MM, Farah N, Hogan J, Reilly A, Turner MJ, Stuart B. Longitudinal study of aortic isthmus Doppler in appropriately grown and small-for-gestational-age fetuses with normal and abnormal umbilical artery Doppler. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2012;39(4):414–20.

Kong H. Declaración de helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. *An Sist Sanit Navar*. 2001;24(2):209–12.

lausman andrea, MD F. Screening, Diagnosis, and Management of Intrauterine Growth Restriction. *J Obs Gynaecol Can* [Internet]. 2012;34(1):17–28. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1701-2163\(16\)35129-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1701-2163(16)35129-5)

Mahajan A, Henry A, Meriki N, Hernandez-Andrade E, Crispi F, Wu L, et al. The (Pulsed-Wave) Doppler Fetal Myocardial Performance Index: Technical Challenges, Clinical Applications and Future Research. *Fetal Diagn Ther*. 2015;2031:1–13.

Maheshwari P, Henry A, Welsh AW. The Fetal Modified Myocardial Performance Index: Is Automation the Future? *Biomed Res Int*. 2015;2015:215910.

- Pérez-Cruz M, Cruz-Lemini M, Fernández MT, Parra JA, Bartrons J, Gómez-Roig MD, et al. Fetal cardiac function in late-onset intrauterine growth restriction vs small-for-gestational age, as defined by estimated fetal weight, cerebroplacental ratio and uterine artery Doppler. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2015;46(4):465–71.
- Ruskamp J, Fouron JC, Gosselin J, Raboisson MJ, Infante-Rivard C, Proulx F. Reference values for an index of fetal aortic isthmus blood flow during the second half of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003;21(5):441–4.
- Sanapo L, Turan OM, Turan S, Ton J, Atlas M, Baschat AA. Correlation analysis of ductus venosus velocity indices and fetal cardiac function. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2014;43(5):515–9.
- Victoria-gómez PA. VALORACIÓN POR ULTRASONOGRAFÍA DOPPLER EN MEDICINA MATERNO-FETAL Doppler ultrasonography assessment in maternal-foetal medicine. *Rev Colomb Obstet Ginecol* [Internet]. 2006;57(3):190–200. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcog/v57n3/v57n3a07.pdf>

ANEXOS

Anexo A. Consentimiento informado

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD - ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA
CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPACION EN ESTUDIO DE INVESTIGACION

TITULO: Asociación entre el índice de pulsatilidad del istmo aórtico y la función cardíaca del ventrículo izquierdo en fetos por debajo del percentil tres para la edad gestacional.

INVESTIGADOR: Malka Irina Wadnipar Gutiérrez, Residente I año Ginecología y Obstetricia

LUGAR: Hospital Universitario de Santander (HUS) / Consultorio particular Dr. Otero

Con base en los principios establecidos en la Resolución 008430 de 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud, por la cual se establecen las normas para la investigación en salud en Colombia, específicamente en el Artículo 15 y 16, en lo relacionado con el Consentimiento Informado, usted ha sido invitada a participar en un estudio de investigación. Antes de que usted decida participar en el estudio por favor lea este formulario cuidadosamente y haga todas las preguntas que tenga, las cuales serán respondidas para asegurarse de que entienda los procedimientos del estudio, incluyendo los riesgos y beneficios.

1. Objetivo y justificación de la investigación

En estos momentos su bebe está creciendo con peso debajo de lo normal , es decir, el peso es muy bajo comparándolo con otros bebes de la misma edad. Por esto necesita seguimiento con ecografía Doppler. Con este tipo de ecografía se estudia la sangre que corre por los vasos que transportan la sangre de la mama hasta la placenta y de ahí hasta el bebé, y además de los vasos mas importantes que llevan toda la sangre del bebe propia. Con los datos obtenidos, el médico puede investigar si la placenta funciona bien y, también, si la circulación sanguínea del bebe es la adecuada.

El objetivo de esta investigación al que la invito a participar, es estudiar los datos que tengamos de su ecografía y definir, para las mamás que en el futuro tengan bebés también pequeños, cuando es el mejor momento para tener el parto antes de que el bebé esté afectado.

2. Procedimientos

Si usted desea participar en este estudio se le realizará una ecografía a su bebé (Doppler fetal) según el seguimiento (puede ser cada semana o cada 2 semanas según el protocolo de manejo habitual de la enfermedad, este examen no requiere preparación previa, es igual que una ecografía que consiste en aplicar un gel frío sobre el abdomen y después el transductor del ecógrafo. El médico realizará una serie de movimientos para estudiar los vasos del bebé en todas las direcciones y tomar los datos que necesita. No es invasivo, no duele y no genera riesgos ni al feto ni a la madre.

3. Riesgos o molestias

El Doppler fetal es un procedimiento no invasivo, no duele, y no origina riesgo para la madre, el feto o el recién nacido; sin embargo, se ha brindado una línea telefónica donde sus preguntas y dudas serán resueltas las 24 horas del día.

4. Beneficios

Usted no recibirá ningún beneficio personal por participar en este estudio. Pero al finalizar el estudio esperamos con los datos que aporta su ecografía y las de las demás participantes generar información que permita a otras mamás beneficiarse en embarazos que sufran problemas con el crecimiento de los bebés, para así tener herramientas útiles al momento de definir cuando y donde debe ser atendido el parto de dichas embarazadas según el estado de sus bebés.

5. Procedimientos alternativos

Todas las pacientes incluidas en el estudio recibirán el mismo manejo, a todas se les realizará un Doppler fetal según el seguimiento propuesto por su médico

(puede ser cada semana o cada 2 semanas según el protocolo de manejo habitual de su enfermedad.

Es importante que conozca que, aunque actualmente los datos acerca de cuándo terminar el embarazo en una mama con un bebé pequeño, como el suyo, son limitados; los investigadores estamos comprometidos en que ante cualquier evidencia durante el examen de que su bebé se encuentra afectado y requiere usted ser desembarazada, le informaremos de inmediato y se le indicará consultar al servicio de urgencias que le corresponda según su EPS.

6. Respuesta a preguntas y aclaración de dudas

Usted puede preguntar hasta su complacencia todo lo relacionado con el estudio y su participación. Se le resolverá cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación.

7. Libertad para retirar su consentimiento

La participación suya en este estudio es voluntaria. Usted puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento. La decisión suya no resultará en ninguna penalidad o pérdida de beneficios para los cuales tenga derecho. De ser necesario, su participación en este estudio puede ser detenida en cualquier momento por el investigador del estudio o por el patrocinador sin su consentimiento.

8. Privacidad y anonimato

Si usted elige participar en este estudio, el investigador del estudio conseguirá información personal sobre usted. Esto puede que incluya la información que puede identificarle a usted e información registrada en la historia clínica. Por esta razón se ha destinado un código para su identificación, de tal forma que sus datos personales se mantengan de forma confidencial; además los datos serán utilizados exclusivamente con los propósitos establecidos en el protocolo de investigación.

9. Disponibilidad de tratamiento médico

Si acepta participar en el estudio, se realizará el seguimiento habitual de su enfermedad con doppler fetal durante su embarazo; el estudio no incluye ni es su objetivo, administrar algún tratamiento o medicación.

10. Gastos adicionales

Durante su participación en el presente estudio no se cobrará por el procedimiento realizado (Doppler fetal), ya que eso forma parte del estudio habitual de su patología y eso debe ser garantizado por su EPS.

11. Autorización para uso de datos obtenidos en este estudio

Se le solicita la autorización para que los datos obtenidos en este estudio, puedan ser utilizados en otros estudios y laboratorios, previa aprobación del Comité de Ética para la Investigación Científica de la Facultad de Salud de la UIS para realizar dichos estudios.

(Debe marcar con una X, si autoriza o no autoriza, y firmar en caso de autorizar).

Si autoriza _____

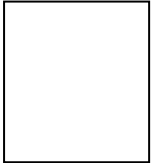
No autoriza _____

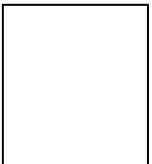
Firma de autorización

12. Aceptación

Con fecha _____, habiendo comprendido lo anterior y una vez que se le aclararon todas las dudas que surgieron con respecto a su participación en la investigación, usted acepta participar en investigación titulada:

ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE PULSATILIDAD DEL ISTMO AÓRTICO Y LA FUNCIÓN CARDÍACA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO EN FETOS POR DEBAJO DEL PERCENTIL TRES PARA LA EDAD GESTACIONAL

_____	_____	
Nombre de la participante	Firma	Huella digital

_____	_____	
Nombre del cónyuge o compañero de la participante	Firma	Huella digital

_____	_____
Nombre del testigo 1	Firma
Dirección: _____	Tel/Cel.: _____
Relación que guarda con el participante: _____	
Fecha de la firma _____	

Nombre del Investigador principal

Firma

Datos del investigador a donde los participantes se pueden comunicar:

Unidad Materno Fetal, Hospital Universitario de Santander

Teléfono: 6361373

Teléfono

celular:

3007651588

Correo electrónico: malka_159@hotmail.com

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD – ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA
ASENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN ESTUDIOS DE INVESTIGACION
(MENORES DE EDAD)

Versión: 4
Código identificación:

TITULO: Asociación entre el índice de pulsatilidad del istmo aórtico y la función cardíaca del ventrículo izquierdo en fetos por debajo del percentil tres para la edad gestacional.

INVESTIGADOR: Malka Irina Wadnipar Gutiérrez, Residente I año Ginecología y Obstetricia

LUGAR: Hospital Universitario de Santander (HUS) / Consultorio particular Dr. Otero

Con base en los principios establecidos en la Resolución 008430 de 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud, por la cual se establecen las normas para la investigación en salud en Colombia, específicamente en el Artículo 15 y 16, en lo relacionado con el Consentimiento Informado, usted ha sido invitada a participar en un estudio de investigación. Antes de que usted decida participar en el estudio por favor lea este formulario cuidadosamente y haga todas las preguntas que tenga, las cuales serán respondidas para asegurarse de que entienda los procedimientos del estudio, incluyendo los riesgos y beneficios.

1. Objetivo y justificación de la investigación

En estos momentos su bebe está creciendo con peso debajo de lo normal , es decir, el peso es muy bajo comparándolo con otros bebes de la misma edad. Por esto necesita seguimiento con ecografía Doppler. Con este tipo de ecografía se estudia la sangre que corre por los vasos que transportan la sangre de la mama hasta la placenta y de ahí hasta el bebé, y además de los vasos mas importantes

que llevan toda la sangre del bebe propia. Con los datos obtenidos, el médico puede investigar si la placenta funciona bien y, también, si la circulación sanguínea del bebe es la adecuada.

El objetivo de esta investigación al que la invito a participar, es estudiar los datos que tengamos de su ecografía y definir, para las mamás que en el futuro tengan bebés también pequeños, cuando es el mejor momento para tener el parto antes de que el bebé esté afectado.

2. Procedimientos

Si usted desea participar en este estudio se le realizará una ecografía a su bebé (Doppler fetal) según el seguimiento (puede ser cada semana o cada 2 semanas según el protocolo de manejo habitual de la enfermedad, este examen no requiere preparación previa, es igual que una ecografía que consiste en aplicar un gel frío sobre el abdomen y después el transductor del ecógrafo. El médico realizará una serie de movimientos para estudiar los vasos del bebé en todas las direcciones y tomar los datos que necesita. No es invasivo, no duele y no genera riesgos ni al feto ni a la madre.

3. Riesgos o molestias

El Doppler fetal es un procedimiento no invasivo, que no origina riesgo para la madre, el feto o el recién nacido; sin embargo se ha brindado una línea telefónica donde sus preguntas y dudas serán resueltas las 24 horas del día.

4. Beneficios

Usted no recibirá ningún beneficio personal por participar en este estudio. Pero al finalizar el estudio esperamos con los datos que aporta su ecografía y las de las demás participantes generar información que permita a otras mamás beneficiarse en embarazos que sufran problemas con el crecimiento de los bebés, para así tener herramientas útiles al momento de definir cuando y donde debe ser atendido el parto de dichas embarazadas según el estado de sus bebés.

5. Procedimientos alternativos

Todas las pacientes incluidas en el estudio recibirán el mismo manejo, a todas se les realizará un Doppler fetal según el seguimiento propuesta por su médico (puede ser cada semana o cada 2 semanas según el protocolo de manejo habitual de su enfermedad).

Es importante que conozca que, aunque actualmente los datos acerca de cuándo terminar el embarazo en una mama con un bebe pequeño, como el suyo, son limitados; los investigadores estamos comprometidos en que ante cualquier evidencia durante el examen de que su bebe se encuentra afectado y requiere usted ser desembarazada, le informaremos de inmediato y se le indicará consultar al servicio de urgencias que le corresponda según su EPS.

6. Respuesta a preguntas y aclaración de dudas

Usted puede preguntar hasta su complacencia todo lo relacionado con el estudio y su participación. Se le resolverá cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación.

7. Libertad para retirar su consentimiento

La participación suya en este estudio es voluntaria. Usted puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento. La decisión suya no resultará en ninguna penalidad o pérdida de beneficios para los cuales tenga derecho. De ser necesario, su participación en este estudio puede ser detenida en cualquier momento por el investigador del estudio o por el patrocinador sin su consentimiento.

8. Privacidad y anonimato

Si usted elige participar en este estudio, el investigador del estudio conseguirá información personal sobre usted. Esto puede que incluya la información que puede identificarle a usted e información registrada en la historia clínica. Por esta razón se ha destinado un código para su identificación, de tal forma que sus datos personales se mantengan de forma confidencial; además los datos serán utilizados exclusivamente con los propósitos establecidos en el protocolo de investigación.

9. Disponibilidad de tratamiento médico

Si acepta participar en el estudio, se realizará el seguimiento habitual de su enfermedad con doppler fetal durante su embarazo; el estudio no incluye ni es su objetivo, administrar algún tratamiento o medicación.

10. Gastos adicionales

Durante su participación en el presente estudio no se cobrará por el procedimiento realizado (Doppler fetal), ya que eso forma parte del estudio habitual de su patología y eso debe ser garantizado por su EPS.

11. Autorización para uso de datos obtenidos en este estudio

Se le solicita la autorización para que los datos obtenidos en este estudio, puedan ser utilizados en otros estudios y laboratorios, previa aprobación del Comité de Ética para la Investigación Científica de la Facultad de Salud de la UIS para realizar dichos estudios.

(Debe marcar con una X, si autoriza o no autoriza, y firmar en caso de autorizar).

Si autoriza _____

No autoriza _____

Firma de autorización

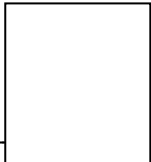
13. Aceptación

Con fecha _____, habiendo comprendido lo anterior y una vez que se le aclararon todas las dudas que surgieron con respecto a su participación en la investigación, usted acepta participar en investigación titulada:

ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE PULSATILIDAD DEL ISTMO AÓRTICO Y LA FUNCIÓN CARDÍACA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO EN FETOS POR DEBAJO DEL PERCENTIL TRES PARA LA EDAD GESTACIONAL

Nombre de la participante
digital

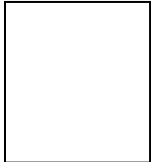
Firma


Huella

Autorización por el acudiente o representante legal

Nombre del acudiente o
digital representante legal

Firma


Huella

Nombre del testigo 1
Dirección: _____
Relación que guarda con el participante:

Fecha de la firma _____

Nombre del Investigador principal Firma

Datos del investigador a donde los participantes se pueden comunicar:
Unidad Materno Fetal, Hospital Universitario de Santander
Teléfono: 6361373 Teléfono celular: 3007651588
Correo electrónico: malka_159@hotmail.com

**ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE PULSATILIDAD DEL ISTMO AÓRTICO Y
LA FUNCIÓN CARDÍACA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO EN FETOS POR
DEBAJO DEL PERCENTIL TRES PARA LA EDAD GESTACIONAL**

Fecha: _____ Código interno: _____
Edad: ____ años Documento: _____
Fecha de nacimiento: _____
Embarazo actual único _____ Embarazo actual múltiple _____
Paridad G ____ P ____ C ____ A ____ E ____ V ____ M ____
Edad gestacional _____ semanas
Dirección domicilio: _____
Teléfono: _____ Celular: _____

Versión: 1
Página: 1

RESULTADO DOPPLER FETAL

- Edad gestacional de toma de Doppler: _____
- Peso fetal estimado en ecografía obstétrica: _____ Percentil: _____
- Diámetro biparietal _____ L fémur: _____ C. abdominal: _____
- Cerebelo: _____ C Cefálica: _____
- Índice de TEI: _____ Percentil: _____
- IP del Istmo Aórtico: _____ Percentil: _____
- Flujo reverso en el Istmo Aórtico: Presente: _____ Ausente: _____
- IP arteria Uterina derecha: _____ IP izquierdo: _____ IP medio: _____ Percentil: _____
- IP de la Arteria Umbilical: _____ Percentil: _____
- Flujo reverso en la Arteria Umbilical: Presente: _____ Ausente: _____
- IP de la Arteria Cerebral Media: _____ Percentil: _____

- Flujo reverso de la Arteria Cerebral Media: Presente: _____ Ausente: _____
- Relación cerebral/ umbilical: _____ Percentil: _____
- IP del Ductus venoso: _____ Percentil: _____
- Flujo reverso del Ductus Venoso: Presente: _____ Ausente: _____
- Estadio del Doppler Fetal: I ____ II ____ III ____ IV ____

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Retiro de consentimiento informado: _____
- Diagnóstico de malformaciones fetales que comprometen la función cardíaca: _____

Anexo D. Variables

11. NOMBRE DE LA VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN PARA EL ESTUDIO	VALORES LIMITES	FUENTE
Edad materna	Cuantitativa, discreta independiente	Edad en años transcurridos desde el nacimiento hasta el momento del diagnóstico	años	Interrogatorio y se verificó con la cedula de la paciente
Edad gestacional	Cuantitativa, continua independiente	Semanas de edad gestacional	Semanas y días Mínimo 24 semanas máximo 34 Semanas y 6 días	Calculadas por FUR o ecografía obstétrica I trimestre.
Peso fetal estimado	Cuantitativa, continua independiente	Peso fetal estimado calculadas por biometría en ecografía obstétrica mediante la fórmula Hadlock usando circunferencia de la cabeza, diámetro biparietal, mediciones de la circunferencia abdominal y la longitud del fémur	Gramos	Obtenido mediante la realización de mediciones biométricas en la ecografía obstétrica
Gestaciones	Variable cuantitativa discreta	Número de gestaciones sin incluir la actual	Número	Se determinó con datos obtenidos en la entrevista directa / historia clínica
Partos	Variable cuantitativa discreta	Número de partos por vía vaginal sin incluir el actual	Número	Se determinó con datos obtenidos en la entrevista directa / historia clínica
Cesáreas	Variable cuantitativa discreta	Número de partos por cesárea sin incluir el actual	Número	Se determinó con datos obtenidos en la entrevista directa / historia clínica

Abortos	Variable cuantitativa discreta	Número de abortos	Número	Se determinó con datos obtenidos en la entrevista directa / historia clínica
Vivos	Variable cuantitativa discreta	Número de hijos vivos sin incluir el actual	Número	Se determinó con datos obtenidos en la entrevista directa / historia clínica
Ectópicos	Variable cuantitativa discreta	Número de embarazos ectópicos	Número	Se determinó con datos obtenidos en la entrevista directa / historia clínica
Mortinatos	Variable cuantitativa discreta	Número de mortinatos sin incluir el actual	Número	Se determinó con datos obtenidos en la entrevista directa / historia clínica
Índice de TEI	Cuantitativa, continua independiente	Medido en el doppler fetal (tiempo de contracción isovolumétrica + tiempo de relajación) ÷ tiempo de eyección isovolumétrica	Valor reportado del índice	Obtenido mediante la realización de mediciones en Doppler fetal
IP (índice de pulsatilidad) del Istmo Aórtico	Cuantitativa, continua Dependiente	Medición del flujo sanguíneo a través del istmo aórtico relacionando (S-D/M)*	Valor reportado del índice	Obtenido mediante la realización de mediciones en Doppler del istmo aórtico fetal
Flujo reverso en el Istmo Aórtico	Cualitativa, nominal , discreta Dependiente	Evidencia de la dirección del flujo contrario al normal o por debajo de la línea de base	Presente (0) Ausente (1)	Obtenido mediante la realización de mediciones en Doppler del Istmo Aórtico
IP de la arteria Uterina	Cuantitativa, continua Dependiente	Medición del flujo sanguíneo a través de las arterias uterinas relacionando (S-D/M)*	Valor reportado del índice	Obtenido mediante la realización de mediciones en Doppler de la arteria Uterina
IP de la arteria Umbilical	Cuantitativa, continua Dependiente	Medición del flujo sanguíneo a de la arteria Umbilical relacionando (S-D/M)*	Valor reportado del índice	Obtenido mediante la realización de mediciones en Doppler de la arteria Umbilical fetal
Flujo reverso en	Cualitativa, nominal ,	Evidencia de la	Presente (0)	Obtenido mediante

la arteria umbilical	discreta Dependiente	dirección del flujo en la arteria contrario al normal o por debajo de la línea de base	Ausente (1)	la realización de mediciones en Doppler de la arteria Umbilical fetal
IP de la arteria Cerebral Media	Cuantitativa, continua Dependiente	Medición del flujo sanguíneo a de la arteria Cerebral Media relacionando (S-D/M)*	Valor reportado del índice	Obtenido mediante la realización de mediciones en Doppler en la arteria cerebral media fetal
Flujo reverso en la arteria cerebral media	Cualitativa, nominal , discreta Dependiente	Evidencia de la dirección del flujo en la arteria contrario al normal o por debajo de la línea de base	Presente (0) Ausente (1)	Obtenido mediante la realización del Doppler en la arteria cerebral media fetal
Relación cerebral/ umbilical	Cuantitativa, continua Dependiente	Datos de relación registrados en el ultrasonido doppler Cociente entre el IP de la ACM y la AU	Valor reportado del entre el IP de la ACM y la AU	Obtenido mediante la realización de mediciones en Doppler fetal
IP del Ductus Venoso	Cuantitativa, continua Dependiente	Medición del flujo sanguíneo a través del Ductus Venoso relacionando (S-D/M)*	Valor reportado del índice	Obtenido mediante la realización de mediciones en Doppler del Ductus Venoso fetal
Flujo reverso en el Ductus Venoso	Cualitativa, nominal , discreta Dependiente	Evidencia de la dirección del flujo del Ductus Venoso contrario al normal o por debajo de la línea de base	Presente (0) Ausente (1)	Obtenido mediante la realización del Doppler en el Ductus Venoso fetal
Estadio del doppler fetal	Cualitativa, nominal , discreta Dependiente	Según criterios de estatificación del doppler fetal	Estadio I (0) Estadio II (1) Estadio III (2) Estadio IV (3)	Obtenido mediante la realización del Doppler Fetal