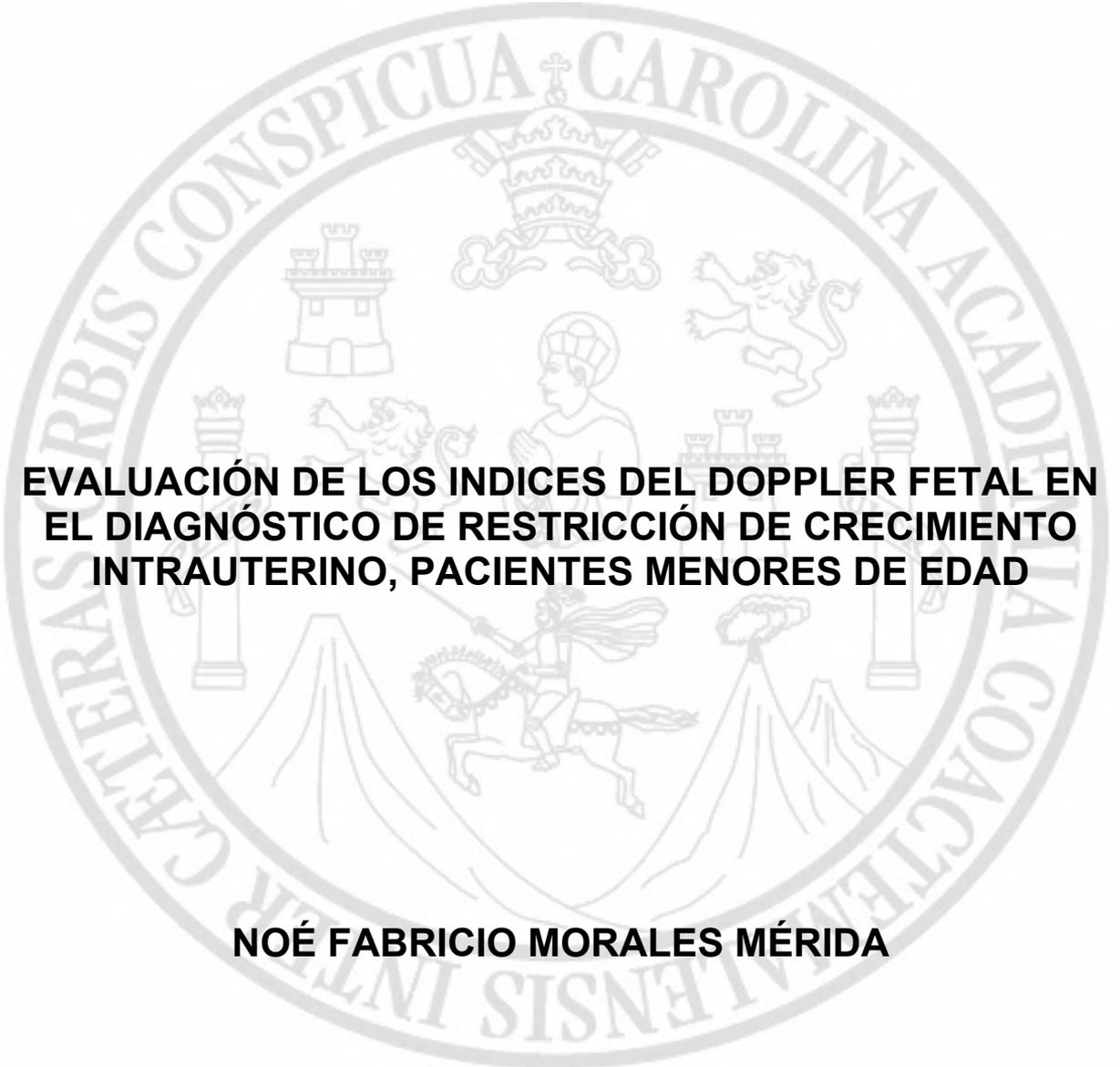


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**EVALUACIÓN DE LOS INDICES DEL DOPPLER FETAL EN
EL DIAGNÓSTICO DE RESTRICCIÓN DE CRECIMIENTO
INTRAUTERINO, PACIENTES MENORES DE EDAD**

NOÉ FABRICIO MORALES MÉRIDA

Tesis

**Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas**

**Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas
Para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas**

Enero 2020



Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.225.2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Noé Fabricio Morales Mérida

Registro Académico No.: 1000230006

No. de CUI: 1738072401601

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Radiología e Imágenes Diagnósticas**, el trabajo de TESIS **EVALUACIÓN DE LOS ÍNDICES DEL DOPPLER FETAL EN EL DIAGNÓSTICO DE RESTRICCIÓN DE CRECIMIENTO INTRAUTERINO, PACIENTES MENORES DE EDAD**

Que fue asesorado por: Dr. Eric Eduardo Maldonado Muñoz, MSc

Y revisado por: Dr. Julio César Fuentes Mérida, MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **enero 2020**

Guatemala, 15 de noviembre de 2019

Dr. Alvaro Giovany Franco Santisteban, MSc.

Director

Escuela de Estudios de Postgrado

Dr. José Arnoldo Sáenz Morales, MA.

Coordinador General

Programa de Maestrías y Especialidades

/ce

Quetzaltenango, 11 de septiembre de 2019

**Doctor
Julio Cesar Fuentes Mérida
Revisor de Tesis
Escuela Estudios de Postgrado
Hospital Regional de Occidente
Presente**

Respetable Dr. Fuentes:

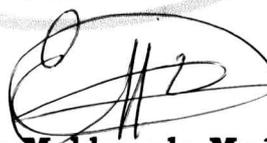
Por este medio le informo que he asesorado a fondo el informe final de Graduación que presenta el Doctor **NOÉ FABRICIO MORALES MÉRIDA** Carne 100023006 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas el cual se titula: **“EVALUACIÓN DE LOS ÍNDICES DEL DOPPLER FETAL EN EL DIAGNÓSTICO DE RESTRICCIÓN DE CRECIMIENTO INTRAUTERINO, PACIENTES MENORES DE EDAD”**

Luego de la asesoría, hago constar que el Dr. Morales Mérida, ha incluido sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la facultad de Ciencias Médicas

Agradeciendo la atención a la presente me suscribo de usted, atentamente.

EN BUSCA DE LA EXCELENCIA ACADEMICA

“Id y Enseñad a Todos”



Dr. Eric Eduardo Maldonado Muñoz
Colegiado 4671
Msc Radiología e Imágenes Diagnósticas
Msc Educación Superior

**Dr. Eric Eduardo Maldonado Muñoz MSc.
Asesor de Tesis
Escuela de Estudios de Post Grado
Hospital Regional de Occidente**

Quetzaltenango, 11 de septiembre de 2019

Doctora:

Mary Geyovana Coti Coyoy

Docente Responsable

Maestría En Radiología e Imágenes Diagnosticas

Hospital Regional de Occidente

Presente

Respetable Dra. Coti:

Por este medio le informo que he revisado a fondo el informe final de Graduación que presenta el Doctor **NOÉ FABRICIO MORALES MÉRIDA** Carne 100023006 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnósticas el cual se titula: **“EVALUACIÓN DE LOS ÍNDICES DEL DOPPLER FETAL EN EL DIAGNÓSTICO DE RESTRICCIÓN DE CRECIMIENTO INTRAUTERINO, PACIENTES MENORES DE EDAD”**

Luego de la revisión, hago constar que el Dr. Morales Mérida, ha incluido sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la facultad de Ciencias Médicas

Agradeciendo la atención a la presente me suscribo de usted, atentamente.

EN BUSCA DE LA EXCELENCIA ACADEMICA

“Id y Enseñad a Todos”


Dr. Julio César Fuentes Mérida MSc.
Revisor de Tesis
Escuela de Estudios de Post Grado
Hospital Regional de Occidente





ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

A: **Dra. Mary Geyovana Coti Coyoy, MSc.**
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e
Imágenes Diagnósticas
Hospital Regional de Occidente, San Juan de Dios

Fecha Recepción: 20 de septiembre 2019

Fecha de dictamen: 23 de septiembre 2019

Asunto: Revisión de Informe Examen Privado

Noé Fabricio Morales Mérida

"Evaluación de los índices del Doppler Fetal en el diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino, pacientes menores de edad."

Sugerencias de la Revisión: **Autorizar examen privado.**

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. Mynor Iván Gudiel Morales, MSc.
Unidad de Investigación de Fetal
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc. Archivo

MIGM/karin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
2.1 RESTRICCIÓN DEL CRECIMIENTO INTRAUTERINO	2
2.1.1 CAMBIOS HEMODINÁMICOS ASOCIADOS A RCIU	3
2.1.2 ARTERIA UMBILICAL.....	4
2.1.3 ARTERIA CEREBRAL MEDIA.....	6
2.1.4 ÍNDICE CEREBRO PLACENTARIO.....	7
2.2 CONSIDERACIONES CON RESPECTO AL EQUIPO DE ULTRASONIDO.....	8
III. OBJETIVOS.....	12
3.1 GENERAL.....	12
3.2 ESPECÍFICOS.....	12
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
4.1 TIPO DE ESTUDIO.....	13
4.2 POBLACIÓN.....	13
4.3 SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	13
4.4 UNIDAD DE ANÁLISIS.....	13
4.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	13
4.6 VARIABLES ESTUDIADAS.....	14
4.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	15
4.8 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	17
4.9 PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	17
4.10 PROCEDIMIENTOS PARA GARANTIZAR ASPECTOS ÉTICOS.....	17
4.11 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	17
V. RESULTADOS.....	20
VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS.....	25
6.1 CONCLUSIONES.....	28
6.2 RECOMENDACIONES.....	29
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
VIII. ANEXOS.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
TABLA No. 1.....	20
TABLA No. 2.....	21
TABLA No. 3.....	22
TABLA No. 4.....	23
TABLA No. 5.....	23

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	PÁGINA
GRÁFICA No. 1.....	24
GRÁFICA No. 2.....	24

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Médicas
Escuela de Post Grado
Maestría en Radiología e imágenes diagnósticas

RESUMEN

EVALUACIÓN DE LOS INDICES DEL DOPPLER FETAL EN EL DIAGNOSTICO DE RESTRICCIÓN DE CRECIMIENTO INTRAUTERINO, PACIENTES MENORES DE EDAD

Autor: Dr. Noé Fabricio Morales Mérida

PALABRAS CLAVE: Restricción del crecimiento intrauterino, índice de pulsatilidad de la arteria uterina, índice de pulsatilidad de la arteria cerebral media, índice cerebro placentario.

La restricción del crecimiento intrauterino (RCIU) es un trastorno que afecta alrededor del 10% de los embarazos. Sin embargo, en medios de carencias nutricionales (pacientes menores de edad en nuestro medio), y en mujeres con antecedentes de RCIU o hipertensión arterial, la prevalencia puede llegar al 25%. **Objetivo:** Evaluar la utilidad del índice de pulsatilidad (IP) de la arteria umbilical (AU) y de la arteria cerebral media fetal (MCA), así como el índice cerebro placentario, en el diagnóstico de restricción del crecimiento intrauterino para verificar el valor del Doppler obstétrico. **Metodología:** Estudio transversal descriptivo en 40 pacientes entre 13 y 17 años, durante el año 2018, a quienes se les realizó ultrasonido Doppler obstétrico obteniendo IP de ACM y AU y el ICP. **Resultados:** el IP de la AU obtuvo una sensibilidad del 85.7%, especificidad de 100%, valor predictivo positivo de 100% y valor predictivo negativo de 97.1%; el IP de la ACM obtuvo una sensibilidad del 57%, especificidad de 97%, valor predictivo positivo de 80% y valor predictivo negativo de 91.4%; el ICP obtuvo una sensibilidad del 71.4%, especificidad de 100%, valor predictivo positivo de 100% y valor predictivo negativo de 94.3%. **Discusión:** El IP de la AU es el marcador que tiene más valor para la detección de RCIU, ya que es más específico y sensible, y con mejor valor predictivo positivo y valor predictivo negativo, el ICP demostró tener mejor sensibilidad, especificada, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo que el IP de la ACM.

University of San Carlos of Guatemala
Faculty of Medical Sciences
Postgraduate School
Master in Radiology and Diagnostic Imaging

SUMMARY

EVALUATION OF FETAL DOPPLER INDICES IN THE INTRAUTERINE GROWTH RESTRICTION DIAGNOSIS, UNDER AGE PATIENTS

Author: Noé Fabricio Morales Mérida Md.

KEY WORDS: Intrauterine growth restriction, pulsatility index of the uterine artery, pulsatility index of the middle cerebral artery, cerebroplacental index.

Intrauterine growth restriction (IUGR) is a disorder that affects about 10% of pregnancies. However, in means of nutritional deficiencies (underage patients in our environment), and in women with a history of IUGR or arterial hypertension, the prevalence can reach 25%. **Objective:** To evaluate the usefulness of the pulsatility index (PI) of the umbilical artery (AU) and the fetal middle cerebral artery (MCA), as well as the placental brain index (CPI), in the diagnosis of intrauterine growth restriction to verify the value of Obstetric Doppler. **Methodology:** Descriptive cross-sectional study in 40 patients between 13 and 17 years old, during 2018, who underwent obstetric Doppler ultrasound obtaining PI of UA and MCA and CPI. **Results:** PI of the UA obtained a sensitivity of 85.7%, specificity of 100%, positive predictive value of 100% and negative predictive value of 97.1%; the MCA PI obtained a sensitivity of 57%, specificity of 97%, positive predictive value of 80% and negative predictive value of 91.4%; the CPI obtained a sensitivity of 71.4%, specificity of 100%, positive predictive value of 100% and negative predictive value of 94.3%. **Discussion:** The PI of the UA is the marker that has more value for the detection of IUGR, since it is more specific and sensitive, and with better positive predictive value and negative predictive value, the CPI proved to have better sensitivity, specified, positive predictive value and negative predictive value than the MCA PI.

I. INTRODUCCIÓN

La utilización de Doppler en obstetricia se ha extendido fuera de las unidades especializadas y se ha generalizado para la toma de decisiones. Los protocolos de utilización estandarizados y sistemáticos imitan enormemente la probabilidad de error de una técnica que de otra forma presenta una gran variabilidad. Por otra parte, es esencial un conocimiento adecuado de la fisiopatología y los cambios hemodinámicos asociados a las condiciones que pretendemos evaluar, para una correcta interpretación de lo que vamos a buscar y medir en cada caso.⁽¹³⁾

El Doppler obstétrico es un método rápido y no invasivo utilizado para la evaluación del bienestar fetal y de los parámetros hemodinámicos fetales, constituyendo actualmente una herramienta imprescindible para el control de los embarazos de alto riesgo.⁽²³⁾ Permite un mejor entendimiento de los cambios hemodinámicos y por lo tanto se ha convertido en una de las herramientas clínicas más importantes para la vigilancia feto materna. Puede ser acreditado como causa de un significativo descenso en la morbilidad y mortalidad perinatal.⁽⁵⁾

La restricción del crecimiento intrauterino es un trastorno que afecta alrededor del 10% de los embarazos. Sin embargo, en medios de carencias nutricionales, como es el caso de pacientes menores de edad en nuestro medio, y en mujeres con antecedentes de restricción de crecimiento intrauterino o hipertensión arterial, la prevalencia puede llegar al 25%. La problemática es significativa, dado que no solo determina un aumento de la morbimortalidad perinatal sino que también está relacionada con trastornos en la vida adulta.⁽⁹⁾ También está asociada de forma indirecta con complicaciones perinatales a corto plazo como son la asfixia intraparto (explicada por la hipoxia crónica a la que son sometidos estos fetos sumado a la disminución transitoria del flujo sanguíneo placentario durante el parto) hipoglucemia, hipotermia, policitemia, convulsiones, coagulopatías, sepsis, hiperbilirrubinemia y prematurez, y con un aumento significativo en las admisiones a las unidades de cuidados intensivos, todos estos conocidos como resultados perinatales adversos. Por estas razones se decide realizar esta investigación, para identificar la utilidad del Doppler obstétrico en el diagnóstico de restricción crecimiento intrauterino.

II. ANTECEDENTES

La restricción del crecimiento fetal, también conocida como restricción del crecimiento intrauterino, es un diagnóstico ecográfico que se usa más comúnmente para describir a un feto con un peso fetal estimado que está por debajo del percentil 10 para la edad gestacional. Esta definición es recomendada por el Congreso Americano de Obstetras y Ginecólogos.⁽⁷⁾

La definición recomendada por el ACOG indica que el 10% de los bebés en cualquier población tendrá un peso al nacer igual o inferior al percentil 10. Esta definición es problemática porque incluye fetos normalmente desarrollados en el extremo inferior del espectro de crecimiento, así como aquellos con afecciones patológicas en las que los fetos no logran su potencial de crecimiento inherente. También falla en identificar fetos grandes que no han alcanzado su potencial de crecimiento.⁽³⁶⁾

La restricción del crecimiento fetal se asocia con un mayor riesgo de muerte intrauterina, morbilidad neonatal y muerte neonatal, y los riesgos aumentan con la gravedad de la restricción.⁽⁴⁾ Las tasas de mortalidad perinatal para fetos y neonatos que pesan menos que el percentil 10, pero entre 1500 y 2500 g fueron cinco a 30 veces mayores que las de los recién nacidos que pesan entre los percentiles 10 y 90. Para aquellos que pesan menos de 1500 g, las tasas fueron 70–100 veces mayores.⁽⁶⁾

Además, los estudios epidemiológicos han demostrado una asociación entre la restricción del crecimiento fetal y los resultados de salud a largo plazo, incluido el desarrollo de retraso cognitivo en la infancia⁽¹⁰⁾ y de enfermedades en la edad adulta, como obesidad, diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad coronaria del corazón. Así como un mayor riesgo de accidente cerebrovascular.^(8,9) La detección prenatal y la vigilancia con la optimización del tiempo de parto son necesarias para mejorar los resultados del embarazo.

La restricción del crecimiento intrauterino está asociada de forma indirecta con complicaciones perinatales a corto plazo como son la asfixia intraparto (explicada por la hipoxia crónica a la que son sometidos estos fetos sumado a la disminución transitoria del flujo sanguíneo placentario durante el parto),⁽²⁾ hipoglucemia, hipotermia, policitemia, convulsiones, coagulopatías, sepsis, hiperbilirrubinemia y prematuridad,^(2,3) con un aumento significativo en las admisiones a las unidades de cuidados intensivos.⁽¹⁹⁾ Además de su relación con la prematuridad, aquellos recién nacidos antes de las 32 semanas de gestación y que tienen restricción del crecimiento intrauterino, presentan mayor incidencia de complicaciones relacionadas con la prematuridad, requieren soporte ventilatorio por periodos de tiempo más largos y fallecen en mayor cantidad que los prematuros con peso adecuado para la edad gestacional.⁽²¹⁾

A largo plazo tiene impacto adverso en el desarrollo infantil presentándose alteraciones en el tono muscular, coeficientes intelectuales menores que aquellos infantes con peso adecuado, trastornos del comportamiento y emocionales,^(5,6) y en la vida adulta se relaciona con disminución de la productividad económica y bajo peso al nacer de los hijos.⁽³¹⁾

CAMBIOS HEMODINAMICOS ASOCIADOS A RESTRICCIÓN DEL CRECIMIENTO INTRAUTERINO

Los cambios circulatorios que se observan en la restricción del crecimiento intrauterino de etiología placentaria se originan en el crecimiento y desarrollo inadecuado de la misma. En estos casos, la primera alteración que se identifica en el Doppler es el aumento de la pulsatilidad en las arterias uterinas. Si esta situación permanece, el feto se adapta con una modesta disminución en la tasa de crecimiento y gastará más energía en la circulación placentaria, sin compromiso a largo plazo.^(32,33) A medida que se hace crónica la injuria, los mecanismos de adaptación fetal incluyen disminución del crecimiento somático, del tamaño del hígado y de los depósitos de grasa. Cuando estos cambios adaptativos son suficientes no hay cambios hemodinámicos sistémicos y pueden observarse solamente aumento en la resistencia placentaria.⁽³⁷⁾ En los casos de RCIU, la fase inicial es de compensación, en la que ocurren cambios cardiovasculares no detectables en el Doppler; a medida que empeora el proceso, ocurre una cascada de cambios que pueden ser detectados clínicamente.⁽²⁴⁾

ARTERIA UMBILICAL

La arteria umbilical se constituyó en el primer vaso vinculado con la circulación fetal y en ser explorado a través de la ultrasonografía Doppler y esto responde a varios motivos, entre los que se destacan su accesibilidad, su posición anatómica y su utilidad en la evaluación de la vitalidad fetal.⁽²²⁾

La velocimetría Doppler de la arteria umbilical se ha estudiado exhaustivamente en el contexto de la restricción del crecimiento fetal y es una herramienta valiosa para predecir los resultados perinatales.

Un feto con restricción severa de crecimiento primero demuestra cambios en la arteria umbilical como flujo diastólico disminuido y luego en la arteria cerebral media como flujo diastólico incrementado. A esto le siguen alteraciones en la circulación venosa incluida disminución del flujo hacia adelante durante la sístole auricular y la vena umbilical (flujo pulsátil).⁽¹²⁾

La velocimetría Doppler de la arteria umbilical evalúa la resistencia de la perfusión sanguínea en la unidad fetoplacentaria y es la principal herramienta de vigilancia para los fetos con restricción de crecimiento. Las afecciones maternas o placentarias que destruyen las pequeñas arterias musculares en las vellosidades placentarias (p. Ej., Hipertensión, diabetes, trombofilia) producen una disminución progresiva del flujo diastólico final en la forma de onda de la arteria umbilical hasta que está ausente y luego se invierte.⁽²⁰⁾

La asociación más fuerte y sustancial con resultados perinatales adversos en fetos con crecimiento restringido se encontró cuando estaba presente una velocimetría Doppler de arteria umbilical anormal, definida como un índice de pulsatilidad (IP) mayor que el percentil 95 o como un flujo del final de la diástole ausente o invertido.⁽¹⁾ A la inversa, los resultados perinatales adversos son poco frecuentes en fetos con crecimiento restringido, con resultados normales en la velocimetría Doppler de la arteria umbilical.

Los fetos con crecimiento normalizado con imágenes Doppler de la arteria umbilical normal tienen una mortalidad perinatal más baja que aquellos con imágenes Doppler anormales y una tasa más baja general de resultados adversos, definidos como un compuesto de hemorragia intraventricular, leucomalacia periventricular, encefalopatía isquémica hipóxica, enterocolitis necrotizante, displasia broncopulmonar, sepsis o muerte.⁽²⁶⁾

Se recomienda iniciar una evaluación Doppler de la arteria umbilical cuando se sospeche una restricción de crecimiento y el feto se considere viable.^(35, 36) Las formas de onda Doppler de la arteria umbilical se pueden obtener de cualquier segmento a lo largo del cordón umbilical. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las formas de onda obtenidas cerca del extremo de la placenta reflejan una resistencia corriente abajo con una velocidad diastólica final más alta que las formas de onda obtenidas cerca de la inserción del cordón abdominal. La velocidad diastólica final más alta cerca del extremo placentario da como resultado una relación sistólica/diastólica más baja, definida como la velocidad sistólica máxima, y un valor de índice de resistencia más bajo.⁽³⁵⁾

La Sociedad Internacional de Ultrasonido en Obstetricia y Ginecología (ISUOG) recomienda tomar las mediciones de Doppler en el extremo libre del cordón umbilical para mayor simplicidad y consistencia.⁽³³⁾ Una excepción a esto sería en un caso de embarazos múltiples, para los cuales recomienda la utilización de Doppler en la inserción del cordón abdominal, dada la posible dificultad de asignar un bucle de cordón a un feto específico.

Independientemente de la ubicación elegida, la consistencia en el sitio de estudio al obtener mediciones seriadas de la arteria umbilical es clave para evaluar los cambios en el estado de un feto específico. El ISUOG también destaca la importancia de usar rangos de referencia apropiados de acuerdo con el sitio de interrogación.^(15,33) La relación sistólica / diastólica y el IP deben obtenerse en ausencia de respiración fetal,⁽¹⁷⁾ que generalmente se visualiza como episódica e irregular entre los episodios de apnea. Si se obtienen formas de onda anormales con el paciente en posición supina, se pueden repetir con el paciente en la posición lateral para asegurar que la posición materna no sea responsable de la anomalía.

Se sugiere tomar en consideración las siguientes indicaciones para realizar una técnica adecuada en el registro de la forma de onda de la arteria umbilical: paciente semisentada, sin contracciones; frecuencia cardíaca fetal dentro de rangos normales; sin movimientos respiratorios, ni movimientos corporales enérgicos o hipo fetal; Registrar 3 a 5 ondas de forma similares; tomar la medida en la porción libre del cordón umbilical; ángulo de isonación de 0°; filtro ausente o mínimo; volumen de muestra que abarque todo el vaso; no registrar arteria y vena en el mismo canal.^(27,34)

El IP de la arteria umbilical se puede calcular de acuerdo a la edad gestacional, utilizando recursos en internet como los disponibles en los sitios: <http://fetaltest.com/cgi-bin/dopplerfetoplacentario.cgi>; <https://medicinafetalbarcelona.org/calcul>.

ARTERIA CEREBRAL MEDIA

El cerebro fetal en embarazos normales tiene una circulación de alta resistencia con un flujo continuo hacia adelante que está presente en todo el ciclo cardíaco. Cuando la hipoxemia fetal está presente en la restricción del crecimiento, se produce un fenómeno de redistribución del flujo sanguíneo, conocido como el reflejo de preservación del cerebro (brain sparing), para compensar la disminución del oxígeno disponible. La sangre se redistribuye preferentemente hacia el cerebro, el corazón y las glándulas suprarrenales a expensas de la circulación periférica. La arteria cerebral media representa una rama importante del círculo de Willis y es de fácil acceso para la consulta de Doppler. Se pueden obtener formas de onda de la arteria cerebral media para medir la velocidad sistólica pico, la velocidad del final de la diástole y el índice de la pulsatilidad. El reflejo de preservación del cerebro se caracteriza por un aumento de la velocidad del final de la diástole en la arteria cerebral media, que se refleja como un índice de pulsatilidad bajo.^(36, 28)

La arteria cerebral media puede ser identificada en Doppler color o Power. Se obtiene una imagen axial de la cabeza fetal a nivel del hueso esfenoides, y el transductor está en ángulo hasta que se visualiza el polígono de Willis. Se coloca una compuerta Doppler de onda pulsada de 2 mm en el tercio proximal de la arteria cerebral media, mientras que el ángulo de insonación se mantiene entre el haz de ultrasonido y el vaso, lo más cerca posible de 0°.⁽³²⁾

La arteria cerebral media muestra siempre un patrón de resistencia elevado, caracterizado por una alta velocidad sistólica y escaso flujo de fin de diástole. No obstante, en el tramo final de la gestación, aproximadamente luego de la semana 35, se produce una importante caída en la resistencia que el operador no debe malinterpretar en base a la información objetiva que muestra la onda.⁽²⁵⁾

Los parámetros Doppler pulsado se generan a partir de tres o más formas de onda consecutivas. El punto más alto de la forma de onda se considera la velocidad pico sistólico en centímetros por segundo. En la práctica clínica, la velocidad pico sistólico de la arteria cerebral media se usa comúnmente como un método no invasivo para detectar la anemia fetal.

La velocidad pico sistólica de la arteria cerebral media también se ha estudiado en el contexto de la restricción del crecimiento fetal. Estudios limitados han demostrado que la velocidad pico sistólica es un mejor predictor de mortalidad perinatal en la restricción del crecimiento fetal que el IP,⁽²⁸⁾ pero se necesitan más estudios para confirmar este hallazgo.

El estudio de Doppler de la arteria cerebral media de los fetos con restricción del crecimiento no ha sido evaluado en ensayos aleatorios, y se sabe no hay intervenciones específicas para mejorar los resultados en base a los hallazgos anormales. En este momento, no hay pruebas suficientes de que el Doppler de la ACM, por si solo, sea útil para tomar decisiones sobre el momento del parto en la restricción del crecimiento fetal. ⁽³⁰⁾

El IP de la arteria cerebral media se puede calcular de acuerdo a la edad gestacional, utilizando recursos en internet como los disponibles en los sitios: <http://fetaltest.com/cgi-bin/dopplerfetoplacentario.cgi>; <https://medicinafetalbarcelona.org/calcul>.

INDICE CEREBRO PLACENTARIO

El índice cerebro placentario (ICP) se ha propuesto como un factor predictivo de resultados adversos del embarazo y se ha estudiado en el contexto de la restricción del crecimiento fetal.⁽²⁹⁾ Se calcula dividiendo el IP de la ACM por el IP de la arteria umbilical, y se utiliza como una evaluación de la preservación del cerebro fetal. El ICP representa la interacción de las alteraciones en el flujo sanguíneo al cerebro, causadas por el aumento del flujo diastólico debido a la dilatación cerebrovascular inducida por hipoxia y al aumento de la resistencia placentaria, lo que resulta en un flujo diastólico disminuido de la arteria umbilical. Se considera que un feto tiene preservación cerebral fetal cuando esta proporción es menor que el quinto percentil para la edad gestacional.⁽³¹⁾

Los fetos con restricción de crecimiento y un ICP anormal, nacidos a término, han demostrado tener un mayor riesgo de deficiencias en el funcionamiento cognitivo y el rendimiento académico entre los 6 y los 8 años de edad que aquellos con un ICP normal.⁽¹¹⁾ Una revisión sistemática reciente de 21 estudios encontró que, independientemente del peso al nacer, un ICP anormal detectada a término se asocia con parto por cesárea para compromiso fetal intraparto, líquido amniótico teñido de meconio, puntajes bajos de Apgar (<7 a 1 y 5 minutos), acidosis neonatal e ingreso a la unidad de cuidados intensivos neonatales.^(11, 14)

Otro estudio del ICP a término demostró que un ICP anormal era un marcador de la velocidad de crecimiento fetal alterada y la necesidad de un parto quirúrgico por el compromiso fetal.⁽¹⁸⁾ Aunque no es un método adoptado universalmente, algunos han argumentado que el ICP se debe usar en fetos en el tercer trimestre que se someten a pruebas de ultrasonido anteparto. Se necesitan más estudios para confirmar su uso en estas configuraciones.

El índice cerebro placentario se puede calcular de acuerdo a la edad gestacional, utilizando recursos en internet como los disponibles en los sitios: <http://fetalttest.com/cgi-bin/dopplerfetoplacentario.cgi>; <https://medicinafetalbarcelona.org/calcul/>.

CONSIDERACIONES CON RESPECTO AL EQUIPO DE ULTRASONIDO

Se considera importante establecer los parámetros del equipo de ultrasonido, que deben tomarse en cuenta para realizar adecuadamente un estudio de Doppler obstétrico.

El equipo debe contar con flujo color y onda espectral con visualización en pantalla de las escalas de velocidad o la frecuencia de repetición de pulsos (pulse repetition frequency = PRF) y la frecuencia de ultrasonido Doppler (en MHz). El sistema de ultrasonido debe generar un trazado del contorno de la velocidad máxima demostrando toda la forma de onda espectral Doppler. El trazado de la onda debiera ser posible de efectuar usando trazados de ondas manuales o automáticos. El software debe ser capaz de estimar el pico sistólico máximo (peak systolic velocity = PSV), velocidad de fin de diástole (end-diastolic velocity = EDV) y la velocidad máxima promedio calculada a partir del trazado de la onda y calcular los índices Doppler habituales, como por ejemplo el índice de pulsatilidad (pulsatility index PI), índice de resistencia (resistance index = RI) y la relación sístole/diástole (S/D). En el trazado los distintos puntos incluidos en los cálculos deben estar indicados para asegurar un correcto cálculo de los índices.⁽⁷⁾

Así mismo pueden utilizarse varias recomendaciones para optimizar la exactitud en las mediciones Doppler, las cuales son mencionadas a continuación.

Doppler pulsado

- Los registros deben ser obtenidos durante la ausencia de movimientos respiratorios y corporales fetales y, si es necesario, durante la retención temporal de aire por parte de la madre.^(7, 20)
- La utilización de Doppler Color no es obligatorio, aunque es muy útil para la identificación del vaso de interés y para definir la dirección del flujo sanguíneo.^(9, 33)
- La insonación óptima es la alineación completa con el flujo sanguíneo (ángulo de insonación de 0°). Esto garantiza mejores condiciones para evaluar velocidades y formas de ondas. Pueden ocurrir pequeñas desviaciones en el ángulo: un ángulo de insonación de 10° corresponde a un error de velocidad del 2%, mientras que un ángulo de 20° corresponde a un error del 6%. Cuando la velocidad absoluta constituya un parámetro de importancia (por ejemplo, arteria cerebral media (ACM)) y se obtenga un ángulo > a 20°, se puede utilizar la corrección angular, pero esta metodología en sí mismo puede dar lugar a errores. En este caso, si la onda obtenida no se logra mejorar mediante intentos sucesivos, debe añadirse un comentario en el informe que indique el ángulo de insonación obtenido y si se llevó a cabo la corrección angular o si la velocidad se obtuvo sin corregir el ángulo.^(7,16, 20, 33)
- Es recomendable comenzar con un volumen de muestra (VM) amplio para garantizar el registro de las velocidades máximas durante todo el pulso. Si la interferencia de otros vasos genera contaminación en el trazado, el VM puede ser reducido para mejorar el registro. Se debe tener en cuenta que el volumen de muestra se puede reducir en altura pero no en su ancho.^(9,20)
- Al igual que las imágenes en escala de grises, la penetración y resolución del haz Doppler puede ser optimizada mediante el ajuste de la frecuencia (MHz) del transductor.⁽⁷⁾
- El filtro de la pared del vaso, llamado también “rechazo de velocidad baja”, “filtro de movimiento de la pared”, “filtro de pared” o “filtro de paso alto”, es utilizado para eliminar el ruido del movimiento de las paredes del vaso. Por convención, debe utilizarse en el nivel más bajo posible (≤ 50 -60 Hz) con el fin de eliminar el ruido de la baja frecuencia de los vasos periféricos. Cuando se usa un filtro alto, se puede crear un efecto de ausencia de flujo de fin de diástole.⁽¹⁶⁾
- Un filtro de pared superior es útil para definir un trazado bien definido de estructuras como el flujo en el tracto de salida de las arterias aorta o pulmonar. Un filtro de pared

inferior podría causar ruido, apareciendo artefactos cerca de la línea de base o luego del cierre valvular. ⁽³³⁾

- La velocidad de barrido horizontal debe ser lo suficientemente rápida como para separar adecuadamente las formas de onda sucesivas. Lo ideal es una muestra de 4 a 6 (pero no más de 8 a 10) ciclos cardíacos completos. Para la frecuencia cardíaca fetal de 110 a 150 lpm, una velocidad de barrido de 50 a 100 mm/s se considera adecuada. ^(13, 33)
- El PRF debe ajustarse de acuerdo al vaso estudiado: un PRF bajo permitirá la visualización y la medición precisa de un flujo de baja velocidad, sin embargo, se producirá aliasing cuando se encuentren altas velocidades. La forma de onda debe ocupar por lo menos el 75% de la pantalla Doppler. ^(16, 20)
- Las mediciones Doppler deben ser reproducibles. Si hay evidente discrepancia entre las mismas se recomienda que se repita el registro. Convencionalmente, la medición más cercana a la esperada es la elegida para el informe a menos que sea técnicamente inferior.
- Con el fin de aumentar la calidad de los registros, se debe realizar una actualización frecuente en tiempo real de la escala de grises o de la imagen color. (Es decir, después de confirmar en la imagen en tiempo real de que el volumen de muestra está colocado correctamente, la imagen 2D y/o Doppler color debe ser congelada cuando las ondas Doppler están siendo registradas). ^(7,9)
- Asegure una posición correcta y optimice el registro del Doppler de la imagen congelada 2D escuchando la representación audible del efecto Doppler en los parlantes.
- Las ganancias deben ser ajustadas con el fin de ver claramente la forma de onda sin la presencia de artefactos en el fondo de la pantalla.
- Es aconsejable no invertir la visualización Doppler en la pantalla del ultrasonido. En la evaluación del corazón fetal y de los vasos centrales es muy importante mantener la dirección original del flujo color y la onda en la pantalla Doppler. Convencionalmente cuando el flujo se acerca al transductor se representa en color rojo y las ondas se muestran por encima de la línea de base, mientras que cuando el flujo se aleja del transductor, se representa en color azul y las ondas se muestran por debajo de la línea de base. ^(33, 36)

Ecografía Doppler Color

- En comparación con la escala de grises, las imágenes Doppler color aumentan la potencia total emitida. La resolución del Doppler color aumenta cuando la caja de color se reduce en tamaño.
- El aumento del tamaño de la caja color también aumenta el tiempo de procesamiento y por lo tanto reduce la resolución temporal o tasa de actualización de imágenes (frame rate); por tal motivo la caja se debe mantener lo más pequeña posible para incluir sólo el área en estudio.
- La escala de velocidad o PRF deben ser ajustados para representar la velocidad del color real del vaso estudiado. Cuando el PRF es alto, los vasos de baja velocidad no se representarán en la pantalla. Cuando se aplique un PRF inadecuadamente bajo, se generará aliasing en forma de codificaciones color de velocidades de flujo contradictoria y dirección de flujo ambiguo. ^(7,9,13, 33)
- Al igual que con imágenes en escala de grises, la resolución y la penetración del Doppler color dependen de la frecuencia del ultrasonido. La frecuencia del modo Doppler color deberá ser ajustada para optimizar las señales.
- La ganancia debe ser ajustada con el fin de evitar ruidos y artefactos representados por la visualización aleatoria de puntos de color en el fondo de la pantalla. El filtro también debe ser ajustado para excluir el ruido de la región estudiada. El ángulo de insonación afecta a la imagen Doppler color; éste debe ser ajustado optimizando la posición de la sonda de ultrasonido de acuerdo con el vaso o área estudiada. ^(13,16, 20)

Doppler de energía y Doppler de energía direccional

- Se aplican los mismos principios que los aplicables al Doppler color.
- El ángulo de insonación tiene menos efecto en las señales del Doppler de energía, sin embargo se deben realizar los mismos procesos de optimización.
- No existe el fenómeno de aliasing usando Doppler de potencia; sin embargo, un PRF bajo puede conducir a ruidos y artefactos.
- La ganancia debe reducirse con el fin de evitar la amplificación del ruido (evidenciable como un color uniforme en el fondo). ^(7, 23, 33, 36)

III. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

- 3.1.1 Evaluar la utilidad del índice de pulsatilidad (IP) de la arteria umbilical (AU) y de la arteria cerebral media fetal (MCA), así como el índice cerebro placentario, en el diagnóstico de restricción del crecimiento intrauterino, en base a eficiencia (sensibilidad y especificidad) y eficacia (valor predictivo positivo y negativo).

3.2 ESPECÍFICOS

- 3.2.1 Caracterizar a las pacientes en base a edad.
- 3.2.2 Caracterizar a las pacientes en base a la edad gestacional.
- 3.2.3 Identificar la relación que existe entre las pacientes que presentan restricción de crecimiento intrauterino con alteraciones en el líquido amniótico (oligohidramnios) y el grado de maduración de la placenta (envejecimiento prematuro de la placenta).

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 TIPO DE ESTUDIO

- Estudio transversal descriptivo, ya que tuvo como objetivo analizar los datos obtenidos en el Doppler obstétrico para determinar su valor en el diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino.

4.2 POBLACIÓN

- Pacientes con embarazo mayor a 20 semanas y menores de edad.

4.3 SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

- El número de pacientes menores de edad que tuvieron su parto en el hospital en el año 2017 fue de 66, por lo que el tamaño de la muestra fue de 40 pacientes durante el año 2018, con un margen de error del 10% y un nivel de confianza del 95%.

4.4 UNIDAD DE ANÁLISIS

- Pacientes con embarazo mayor a 20 semanas y menores de edad, que tuvieron su parto en el Hospital Nacional de San Marcos (departamento de ginecología y obstetricia), a las que se le realizó ultrasonido Doppler obstétrico en el departamento de Radiología.

4.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes con embarazo de más de 20 semanas, que resuelvan embarazo en el año 2018 y que sean menores de edad, a las que se le haya realizado ultrasonido Doppler obstétrico y que resuelvan su embarazo en Hospital Nacional de San Marcos.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes menores de edad con embarazo menor a 20 semanas
- Pacientes menores de edad con embarazo mayor a 20 semanas que no resuelvan en el año 2018
- Pacientes menores de edad con embarazo mayor a 20 semanas, a las que se les haya realizado ultrasonido Doppler obstétrico, que no hayan resuelto su embarazo en el hospital nacional de San Marcos

4.6 VARIABLES ESTUDIADAS

- Edad
- Edad gestacional calculada por ultrasonido
- Índice de líquido amniótico
- Grado de maduración placentaria al momento del estudio
- Resultados Doppler obstétrico
 - Percentil de acuerdo a edad gestacional del IP de la arteria cerebral media
 - Percentil de acuerdo a edad gestacional del IP de la arteria umbilical
 - Percentil de acuerdo a edad gestacional del Índice cerebro placentario
- Diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino post natal

4.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE ANÁLISIS
EDAD	Tiempo que un individuo ha vivido desde su nacimiento hasta un momento determinado.	13 años 14 años 15 años 16 años 17 años	Cuantitativa	De razón	13 a 17 años
EDAD GESTACIONAL POR USG	Término común usado durante el embarazo para describir qué tan avanzado está éste	22 a 25 semanas 26 a 28 semanas 29 a 31 semanas 32 a 34 semanas 35 a 38 semanas	Cuantitativa	Intervalo	22 a 38 semanas
INDICE DE LIQUIDO AMNIOTICO	Medición en centímetros del diámetro vertical mayor de cada uno de los cuatro cuadrantes uterinos y luego la adición de estas cuatro medidas	Índice de líquido amniótico calculado por ultrasonido	Cualitativa	Nominal	\leq percentil 5, normal y \geq percentil 95
GRADO DE MADURACION PLACENTARIA	Clasificación de la madurez de la placenta según grados en base al aspecto de las calcificaciones intraplacentarias.	Grado de maduración por ultrasonido.	Cualitativa	Nominal Clasificación según el grado de madurez.	Envejecimiento prematuro o normal Grado 0: placenta homogénea. Grado I: Placenta con ecos de pequeño tamaño.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE ANÁLISIS
ANOMALÍAS DEL IP DE LA AU, ACM Y EN EL ICP DEL ULTRASONIDO DOPPLER	Hallazgos anormales en el IP de la AU, ACM y el ICP por ultrasonido Doppler obstétrico	Alteración en el IP de la ACM, AU y/o RCP en el Doppler obstétrico	Cualitativa	Nominal Clasificación según el percentil.	Grado II: Placenta con calcificaciones difusas, sin formar cotiledones. Grado III: Calcificaciones gruesas con formación de cotiledones. Si y no Hallazgos anormales: IP AU ≥ percentil 95 IP ACM ≤ percentil 5 RCP ≤ percentil 5

4.8 INSTRUMENTO UTILIZADO PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

- Boleta de recolección de datos, la cual fue elaborada según los objetivos del estudio, dicha boleta incluye: edad, edad gestacional, grado de maduración placentaria, índice de líquido amniótico con percentil para la edad gestacional, IP de la arteria cerebral media con percentil para la edad gestacional, IP de la arteria umbilical con percentil para la edad gestacional, índice cerebro placentario con percentil para la edad gestacional, resultado de Doppler, restricción de crecimiento intrauterino, complicaciones

4.9 PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

- La recolección de información la realizó el investigador, por medio de la boleta de recolección de datos de cada paciente a quien se le realizó ultrasonido Doppler obstétrico.
- El estudio de ultrasonido Doppler obstétrico se realizó con equipo Mindray modelo DC-3 con transductor convexo (2.5 – 3.5HZ) en el Hospital Nacional de San Marcos.
- Después de realizado el Doppler obstétrico se consultaran los percentiles del IP de la ACM y la AU, así como el índice CP, de acuerdo a la edad gestacional en las calculadores en línea disponibles en las páginas: <http://fetaltest.com/cgi-bin/dopplerfetoplacentario.cgi>; <https://medicinafetalbarcelona.org/calc/>.
- Posterior a esto se dio seguimiento a las pacientes, consultando los hallazgos obtenidos en la resolución del parto.

4.10 PROCEDIMIENTOS PARA GARANTIZAR ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Se respetarán los tres aspectos éticos de la bioética universal (respeto por las personas, beneficencia, justicia).
- Este es un instrumento completamente confidencial en el cual no se mencionará información personal del paciente.
- El estudio no conlleva riesgos ya que los participantes fueron sometidos a un procedimiento diagnóstico de rutina (ultrasonido).

4.11 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

- Los datos se tabularon utilizando el programa Epi Info versión 7.2.3.1 y el programa IBM SPSS.

- Para determinar la precisión del test se calculará la sensibilidad y especificidad de los índices del Doppler fetal.
- La prevalencia se determinara como el número de resultados positivos para RCIU al nacimiento, dentro del número total de pacientes contemplados en este estudio.
- Este dato se utilizará para obtener el valor predictivo positivo y negativo del IP de la AU, el IP de la ACM y el ICP. Se estimó como un resultado verdadero-positivo cuando se reportó un hallazgo anormal, mediante el Doppler que se confirmó al nacimiento. Cuando no se encontró anormalidad alguna tanto en el Doppler como al nacimiento se dio un resultado verdadero-negativo. Se fundamentó un resultado falso-positivo cuando el estudio Doppler reportó anomalía, que no se confirmó con diagnóstico de RCIU al nacimiento. Un resultado falso-negativo se consideró cuando el estudio Doppler no reportó anomalías en fetos que fueron diagnosticados como RCIU al nacimiento.
- A partir de los datos se calculó la sensibilidad (verdadero-positivos x 100/[verdaderopositivos + falso-negativos]), especificidad (verdadero-negativos x 100/[verdaderonegativos + falso-positivos]), valor predictivo positivo (verdadero-positivos x 100/[verdadero-positivos + falso-positivos]), valor predictivo negativo (verdaderonegativos x 100/[verdadero-negativos + falso-negativos]).
- Se estimó la eficiencia de los índices Doppler mediante la fórmula: $\frac{VP+VN}{VP+VN+FP+FN} * 100$
- Los resultados de la investigación se presentaron en tablas o gráficas.
- Se utilizó el recurso en la página <http://www.semergencantabria.org/calc/accalc.htm>, para corroborar el cálculo de especificidad, sensibilidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo.

- Se utilizaron tablas de contingencia (2 x 2) para expresar los resultados del análisis estadístico. Se aplicó el índice Kappa para valorar el grado de concordancia entre los hallazgos obtenidos para el diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino. Y se clasificó el grado de concordancia según Landis y Koch, como se explica en la siguiente tabla.

VALOR DE ÍNDICE KAPPA	INTERPRETACIÓN
<0	No hay concordancia
0 – 0,20	Pobre
0,21 – 0,40	Débil
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Buena
0,81 – 1	Muy buena

(Landis y Koch 1977)

V. RESULTADOS

Tabla No. 1

IP ANORMAL DE ARTERIA CEREBRAL MEDIA Y DIAGNÓSTICO DE RCIU POR RESULTADO PERINATAL				
		RESULTADO PERINATAL		Total
		NEGATIVO PARA RCIU	RCIU	
IP DE ARTERIA CEREBRAL MEDIA	NORMAL	32	3	35
	ANORMAL	1	4	5
Total		33	7	40

Medidas simétricas ^a				
	Valor	Error estándar asintótico ^b	T aproximada ^c	Significación aproximada
Medida de acuerdo	.610	.176	3.932	.000
Kappa				
N de casos válidos	40			

- Los estadísticos de correlación están disponibles sólo para datos numéricos.
- No se presupone la hipótesis nula.
- Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

Tabla No. 2

IP ANORMAL DE ARTERIA UMBILICAL Y DIAGNÓSTICO DE RCIU POR RESULTADO PERINATAL				
		RESULTADO PERINATAL		Total
		NEGATIVO PARA RCIU	RCIU	
IP DE ARTERIA UMBILICAL	NORMAL	33	1	34
	ANORMAL	0	6	6
Total		33	7	40

Medidas simétricas^a				
	Valor	Error estándar asintótico ^b	T aproximada ^c	Significación aproximada
Medida de acuerdo	.908	.090	5.769	.000
Kappa				
N de casos válidos	40			

- a. Los estadísticos de correlación están disponibles sólo para datos numéricos.
- b. No se presupone la hipótesis nula.
- c. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

Tabla No. 3

INDICE CEREBRO-PLACENTARIO ANORMAL Y DIANÓSTICO DE RCIU POR RESULTADO PERINATAL				
		RESULTADO PERINATAL		Total
		NEGATIVO PARA RCIU	RCIU	
INDICE CEREBRO-PLACENTARIO	NORMAL	33	2	35
	ANORMAL	0	5	5
Total		33	7	40

Medidas simétricas^a				
	Valor	Error estándar asintótico ^b	T aproximada ^c	Significación aproximada
Medida de acuerdo	.805	.132	5.190	.000
Kappa				
N de casos válidos	40			

- a. Los estadísticos de correlación están disponibles sólo para datos numéricos.
- b. No se presupone la hipótesis nula.
- c. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

Tabla No. 4

CORRELACION ENTRE ENVEJECIMIENTO PREMATURO DE LA PLACENTA Y RCIU				
		RESULTADO PERINATAL		Total
		NEGATIVO PARA RCIU	RCIU	
MADURACION DE LA PLACENTA	EPP	8	5	13
	NORMAL	25	2	27
Total		33	7	40

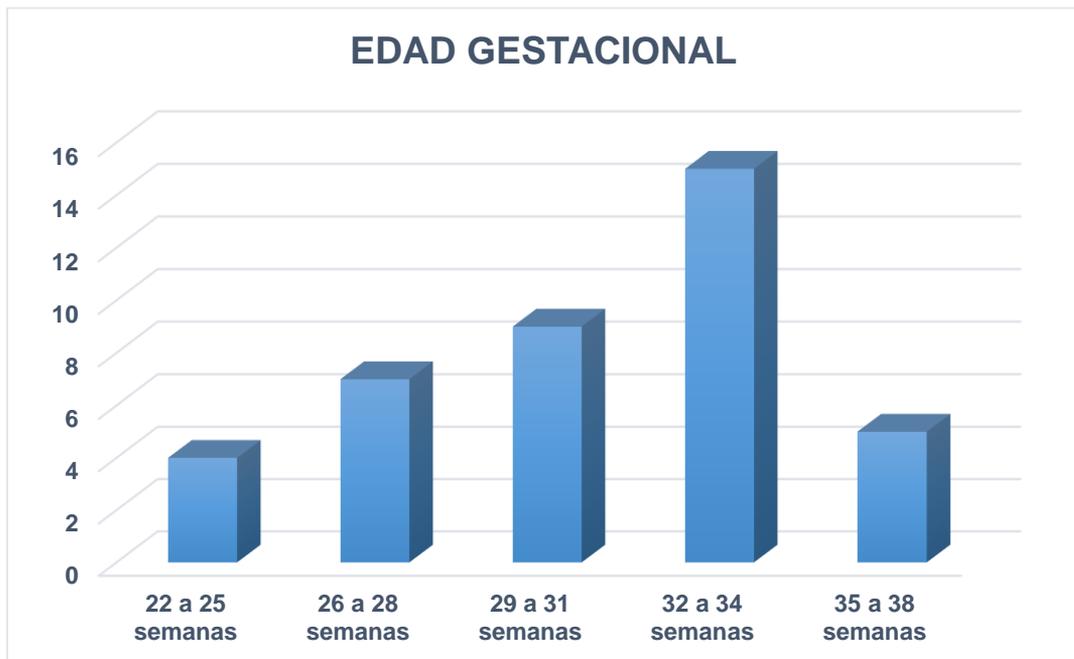
Tabla No. 5

CORRELACIÓN DE OLIGOHIDRAMNIOS Y RCIU				
		RESULTADO PERINATAL		Total
		NEGATIVO PARA RCIU	RCIU	
LÍQUIDO AMNIÓTICO	NORMAL	30	5	35
	OLIGOHIDRAMNIOS	3	2	5
Total		33	7	40

Gráfica No. 1



Gráfica No. 2



VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

El presente estudio se realizó con 40 pacientes embarazadas, menores de edad, entre las edades de 13 y 17 años, donde un total de 7 (17.5%) casos fueron diagnosticados como restricción de crecimiento intrauterino al nacimiento, encontrándose entre el rango que describe la literatura, en donde se ha reportado 10-25% de prevalencia (Lausman A. et al 2013), de los casos encontrados el 42.8% (3 casos) fueron en pacientes de 17 años, y la paciente con menor edad cuyo producto fue diagnosticado con restricción tenía 13 años, lo que nos indica que la patología se puede presentar en pacientes a muy temprana edad.

De los 7 casos diagnosticados con restricción, el 85.7% (6 casos) fueron en pacientes que cursaban en el tercer trimestre del embarazo y de estos casos, el 50% (3 casos) se encontraban en la semana 32 de gestación, según estudio realizado en el 2016 por Rodas F., el tercer trimestre es el que más casos presenta con un 67% de casos.

De las 40 pacientes menores de edad que fueron evaluadas, 12.5% (5 casos) presentaron IP de la arteria cerebral media por debajo del 5 percentil según la edad gestacional, y al nacimiento se diagnosticaron 7 pacientes con Retardo del Crecimiento Intrauterino, por lo que 2 pacientes que fueron diagnosticados por Doppler de la arteria umbilical como positivos al nacimiento fueron negativos. Se obtiene una sensibilidad del 57% y una especificidad del 97%, con valor predictivo positivo del 80% y valor predictivo negativo del 91.4%. Similar resultado en la sensibilidad y especificidad fue obtenido por Muhamad I. et al (2014) presentando sensibilidad de 79.8% y especificidad de 90.7%. Los datos de sensibilidad, especificidad y valor predictivo positivo obtenidos en esta investigación se correlacionan con los encontrados por Sachin K. et al en el 2013 quienes encontraron que el IP de la arteria cerebral media tenía una sensibilidad del 35.7 % y especificidad del 92.6 %, valor predictivo positivo de 91.8 %; no siendo correlativo el valor predictivo negativo que para ellos fue de 38.2 %. El valor de acuerdo Kappa es de 0.610 lo que indica que el grado de acuerdo entre el Doppler y el resultado postnatal es “bueno”, según la escala de Landis y Koch.

Por su parte Bano R. et al (2015) observaron la especificidad, sensibilidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo del IP de la arteria cerebral media en 89, 100, 100, y 52.3 %; con el presente estudio de nuevo nos acercamos a los valores de sensibilidad, especificidad y valor predictivo positivo, sin embargo nuevamente el valor predictivo negativo no es correlativo.

Muhamad I. et al en el año 2014, estudiaron que la sensibilidad del IP de la arteria umbilical en pacientes con restricción de crecimiento intrauterino fue de 94.8%, dato que se asemeja al obtenido en esta investigación donde se encontró que el 15% (6 casos) de las pacientes presentaba un IP de la arteria umbilical por arriba del 95 percentil para la edad gestacional, obteniendo una sensibilidad del 85.7%, existiendo bastante semejanza entre ambos estudios.

La especificidad reportada por Muhamad I. et al (2014) en el diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino por la medición del IP de la arteria umbilical fue baja, de 36.8%, no fue así en este estudio, donde se encontró una especificidad del 100%.

Sachin K. et al en el 2013 y Mulders F. et al en el 2008, presentaron sensibilidades y especificidades para el IP de la arteria umbilical en el diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino de E73.8 % S75.9 % y E53.3% y S87.8% respectivamente, datos que están cercanos a los obtenidos en la presente investigación.

Sachin K. et también determinaron un valor predictivo positivo de 87.7 % y un valor predictivo negativo de 55.4 % para el IP de la arteria umbilical; datos que han sido superados por la presente investigación, donde se obtuvo un valor predictivo positivo del 100% y valor predictivo negativo de 97.1%.

El valor de acuerdo Kappa entre el Doppler de la arteria umbilical y el resultado perinatal es de 0.908 lo que indica que el grado de acuerdo entre los dos métodos es “muy bueno”, según la escala de Landis y Koch.

En cuanto al índice cerebro placentario se determinó una sensibilidad de 71.4%, especificidad de 100%, valor predictivo positivo de 100% y valor predictivo negativo de 94.3%, Asma K. et al en el 2017 realizaron un estudio donde el principal objetivo era evaluar si el índice cerebro placentario era un marcador de tasa de reducción del crecimiento fetal, y demostraron que un índice cerebro placentario bajo era un marcador de hipoxia y redistribución de flujo, lo cual se asociaba significativamente con restricción de crecimiento asimétrico de la circunferencia abdominal, un marcador que indica fallo de alcanzar su crecimiento potencial. Recientemente el índice cerebro placentario ha sido reconocido como el indicador más sensible y específico de resultado perinatal adverso en pacientes con restricción de crecimiento intrauterino y embarazos de alto riesgo.

El valor de acuerdo Kappa entre el índice cerebroplacentario y el resultado perinatal es de 0.805 lo que indica que el grado de acuerdo entre los dos métodos es “bueno”, según la escala de Landis y Koch.

El envejecimiento prematuro de la placenta en relación al diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino en este estudio presentó una sensibilidad del 71.4% y una especificidad del 75.8%, con valor predictivo positivo del 38.5% y valor predictivo negativo del 92.6%. Lo que nos dice que es posible encontrar placenta envejecida prematuramente en pacientes con restricción del crecimiento intrauterino pero que pocas placentas que envejecen prematuramente van a presentar restricción del crecimiento en el feto. Este hallazgo concuerda con lo encontrado por Melissa G. W. et al en el 2010 que describen índices normales de la arteria umbilical en placentas maduras prematuramente, lo que sugiere adecuado flujo útero placentario.

Manning D. et al en el 2007 estudiaron una muestra extensa de pacientes y encontraron que el oligohidramnios era un predictor extremadamente confiable, lo que en nuestro caso no fue, ya que la presencia de oligohidramnios en pacientes con restricción de crecimiento intrauterino presentó una sensibilidad de 28.6%, especificidad del 90.9%, valor predictivo positivo del 40% y valor predictivo negativo del 85.7%; estos datos se asemejan más a los presentados por Malik R. et al que en el 2013, encontró una sensibilidad del oligohidramnios para determinar restricción del crecimiento intrauterino del 21.1%. Esta insensibilidad del oligohidramnios hace que su detección sea un mal método de screening para fetos restringidos, de acuerdo al presente estudio.

6.1 CONCLUSIONES

1. El IP de la arteria umbilical demostró tener muy buena utilidad en el diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino, de los índices evaluados ha sido el más eficiente y eficaz.
2. El índice cerebroplacentario tiene adecuada utilidad por sí solo, en el diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino, sin embargo no presenta una alta sensibilidad y por lo tanto no se considera eficiente en el diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino.
3. El IP de la arteria cerebral media no ha demostrado utilidad en el diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino, presentado una baja sensibilidad y por ende pobre eficiencia.
4. Las pacientes de 17 años fueron las que se encontraron con mayor frecuencia con diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino.
5. El tercer trimestre del embarazo fue el momento en que más casos de restricción de crecimiento intrauterino fueron diagnosticados.
6. El oligohidramnios y el envejecimiento prematuro de la placenta no son indicadores que se relacionen con eficiencia al diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino, sin embargo si acompañan a la patología en algunos casos.

6.2 RECOMENDACIONES

1. A los médicos radiólogos se recomienda:
 - a. Utilización de equipos ultrasonográficos con adecuadas características para la realización de Doppler obstétrico. (Referidas en las páginas 8-11)
 - b. Tomar en cuenta la técnica adecuada, indicada en la literatura, para el registro de las medidas en el Doppler obstétrico y así disminuir la probabilidad de cometer errores diagnósticos.
 - c. Hacer énfasis en la medición del IP de la arteria umbilical para realizar el diagnóstico de restricción de crecimiento intrauterino, sin dejar de evaluar los demás marcadores.

2. A los médicos gineco-obstetras se recomienda:
 - a. Solicitar el estudio de Doppler obstétrico ante la sospecha de restricción de crecimiento intrauterino, en pacientes con o sin factores de riesgo, incluyendo pacientes menores de edad.

3. A los servicios de salud se recomienda:
 - a. Contar con médico radiólogo y equipo que tenga las características adecuadas para realizar Doppler obstétrico, en los diferentes establecimientos que brindan atención en el país.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acharya G, Wilsgaard T, Berntsen G, Maltau J, Kiserud T. "Reference ranges for serial measurements of blood velocity and pulsatility index at the intra-abdominal portion, and fetal and placental ends of the umbilical artery". *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 162–169.
2. Alfirevic Z, Stampalija T, Gyte G. "Fetal and umbilical Doppler ultrasound in high-risk pregnancies". *Cochrane Database Syst Rev* 2013;(11):CD007529.
3. Bahado-Singh R, Kovanci E, Jeffres A, et al. "The Doppler cerebroplacental ratio and perinatal outcome in intrauterine growth restriction". *Am J Obstet Gynecol* 1999;180(3 Pt 1):750–756.
4. Bahtiyar M, Copel J. "Doppler ultrasound: select fetal and maternal applications. In: *maternalfetal medicine: principles and practice*". 7th ed. Philadelphia, Pa: Elsevier/Saunders, 2014; 211–217.
5. Bano S, Chaudhary V, Pande S, et al. "Color doppler evaluation of cerebral-umbilical pulsatility ratio and its usefulness in the diagnosis of intrauterine growth retardation and prediction of adverse perinatal outcome". *Indian J Radiol Imaging*. 2010;20(1): 20–5.
6. Baschat A, Cosmi E, Bilardo C, Wolf H, Berg C, Rigano S, et al. "Predictors of neonatal outcome in early-onset placental dysfunction". *Obstet Gynecol* 2007;109(2 Pt 1):253–61.
7. 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, Malinge G, Mari G, Prefumo F, Sepulveda W and Trudinger B. "ISUOG Practice Guidelines: use of Doppler ultrasonography in obstetrics". *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41: 233–239.
8. Bricker L, Neilson JP. "Routine Doppler ultrasound in pregnancy". *Cochrane Database Syst Rev* 2000;2:CD001450.
9. Cafici D, Mejides A, Sepúlveda W. "Ultrasonografía en obstetricia y diagnóstico prenatal". Ed Journal 2003. Capítulo 8. Pag. 163 – 200.
10. DeVore G. "The importance of the cerebroplacental ratio in the evaluation of fetal well-being in SGA and AGA fetuses". *Am J Obstet Gynecol* 2015;213(1):5–15.
11. Dunn L, Sherrell H, Kumar S. "Review: systematic review of the utility of the fetal cerebroplacental ratio measured at term for the prediction of adverse perinatal outcome". *Placenta* 2017;54:68–75.
12. 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.

13. Figueras F, Puerto B. "Guía clínica: doppler en medicina fetal". Servicio de Medicina Fetal. Institut Clínic de Ginecologia, Obstetrícia i Neonatologia, Hospital Clínic de Barcelona. Febrero del 2014.
14. Gramellini D, Folli MC, Raboni S, Vadora E, Meriardi A. et al. "Cerebral umbilical Doppler ratio as a predictor of adverse perinatal outcome". *Cerebral and umbilical ratio: Obstet Gynecol* 1992;79:416-20.
15. Illanes S, Soothill P. "Management of fetal growth restriction". *Semin Fetal Neonatal Med.* 2004;9(5):395–401.
16. ISUOG Education Committee. "Update on proposed minimum standards for ultrasound training for residents in Ob/Gyn". *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 8: 363–365.
17. Jurkovic D, Jauniaux E, Kurjak A, Hustin J, Campbell S, Nicolaides KH. "Transvaginal color Doppler assessment of the uteroplacental circulation in early pregnancy". *Obstet Gynecol* 1991; 77: 365–369.
18. Jurisic´ A, Jurisic´ Z, Pazin V, et al. "Fetal cerebral-umbilical Doppler ratio in prediction of fetal distress in patients with preeclampsia". *Vojnosanit Pregl.* 2010;67(6):487–92.
19. Khalil A, Morales-Rosello J, Khan N, et al. "Is cerebroplacental ratio a marker of impaired fetal growth velocity and adverse pregnancy outcome?" *Am J Obstet Gynecol* 2017;216(6):606. e1–606.e10.
20. Khare M, Paul S, Konje J. "Variation in Doppler indices along the length of the cord from the intraabdominal to the placental insertion". *Acta Obstet Gynecol Scand* 2006; 85: 922–928.
21. Kurmanavicius J, Florio I, Wisser J, Hebisch G, Zimmermann R, Muller R, Huch R, Huch A. "Reference resistance indices of the umbilical, fetal middle cerebral and uterine arteries at 24-42 weeks of gestation". *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1997 Aug;10(2):112-20.
22. Lausman A, Kingdom J. "Intrauterine Growth Restriction: Screening, Diagnosis, and Management". *J Obstet Gynaecol Can* 2013;35(8):741–748.
23. Leguizamón D, Bermúdez Y, Ahumaran M, Centurion M, Crosta J. "Guía práctica para residentes". Hospital de Trauma y Emergencias Dr. Federico Abete, Malvinas Argentinas, Bs As , Argentina. 2013.
24. Malik R, Saxena A. "Role of Colour Doppler Indices in the Diagnosis of Intrauterine Growth Retardation in High-Risk Pregnancies". *The Journal of Obstetrics and Gynecology of India* (January–February 2013) 63(1):37–44.
25. Mari G, Hanif F, Kruger M, Cosmi E, Santolaya-Forgas J, Treadwell MC. "Middle cerebral artery peak systolic velocity: a new Doppler parameter in the assessment of growth-restricted fetuses". *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007;293:310–6.

26. Miller J, Turan S, Baschat AA. "Fetal growth restriction". *Semin Perinatol.* 2008;32(4):274–80.
27. Mlynarczyk M, Romary L, Abuhamad AZ. "Role of Doppler sonography in obstetrics". In: Callen PW, ed. *Ultrasonography in obstetrics and gynecology.* 5th ed. Philadelphia, Pa: Saunders/Elsevier, 2007; 733–748.
28. Morris RK, Say R, Robson SC, Kleijnen J, Khan KS. "Systematic review and meta-analysis of middle cerebral artery Doppler to predict perinatal wellbeing". *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2012;165(2):141–55.
29. Oros D, Figueras F, Cruz-Martinez R, Meler E, Munmany M, Gratacos E. "Longitudinal changes in uterine, umbilical and fetal cerebral Doppler indices in late-onset small-for-gestational age fetuses". *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011;37(2):191–5.
30. Patterson TM, Alexander A, Szychowski JM, Owen J. "Middle cerebral artery median peak systolic velocity validation: effect of measurement technique". *Am J Perinatol* 2010; 27: 625–630.
31. Ropacka-Lesiak M, Korbela T, Świder-Musielak J, Breborowicz G. Cerebroplacental ratio in prediction of adverse perinatal outcome and fetal heart rate disturbances in uncomplicated pregnancy at 40 weeks and beyond. *Arch Med Sci* 2015;11(1):142-8.
32. Salomon LJ, Alfirevic Z, Bilardo CM, Chalouhi GE, Ghi T, Kagan KO, Lau TK, Papageorgiou AT, Raine-Fenning NJ, Stirnemann J, Suresh S, Tabor A, Timor-Tritsch IE, Toi A, Yeo G. "ISUOG practice guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan". *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41: 102–113.
33. Salvesen K, Lees C, Abramowicz J, Brezinka C, Ter Har G, Marsal K. "ISUOG statement on the safe use of Doppler in the 11 to 13+6-week fetal ultrasound examination". *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 37: 628.
34. Sharma et al. "Intrauterine Growth Restriction: Antenatal and Postnatal Aspects". *Clinical Medicine Insights: Pediatrics* 2016;10 67–83 doi: 10.4137/CMPed.S40070.
35. Tannirandorn Y, Phaosavasdi S. "Significance of an absent or reversed end-diastolic flow velocity in Doppler umbilical artery waveforms". *J Med Assoc Thai.* 1994 Feb;77(2):81–6.
36. Uquillas K et al, "Doppler US in the Evaluation of Fetal Growth and Perinatal Health". *RadioGraphics* 2017; 37:1831–1838.
37. Yoshimura S, Masuzaki H, Gotoh H, et al. "The relationship between blood flow redistribution in umbilical artery and middle cerebral artery and fetal growth in intrauterine growth retardation". *Nihon Sanka Fujinka Gakkai Zasshi.* 1995;47(12):1352–8.

VIII. ANEXOS

Anexo No. 1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POST-GRADO
MAESTRÍA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNÓSTICAS

EVALUACIÓN DE LOS INDICES DEL DOPPLER FETAL EN EL DIAGNOSTICO DE RESTRICCIÓN DE CRECIMIENTO INTRAUTERINO, PACIENTES MENORES DE EDAD

Boleta No. _____

EDAD: _____ años

EDAD GESTACIONAL SEGÚN ULTRASONIDO: _____ semanas _____ días.

GRADO DE MADURACIÓN PLACENTARIA:

I	II	III
---	----	-----

INDICE DE LIQUIDO AMNIOTICO: _____ cm.

≤ percentil 5	Normal	≥ percentil 95
---------------	--------	----------------

	IP	≤ percentil 5	Normal	≥ percentil 95
ARTERIA CEREBRAL MEDIA				
ARTERIA UMBILICAL				

	Valor	≤ percentil 5	Normal	≥ percentil 95
RELACION CEREBROPLACENTARIA				

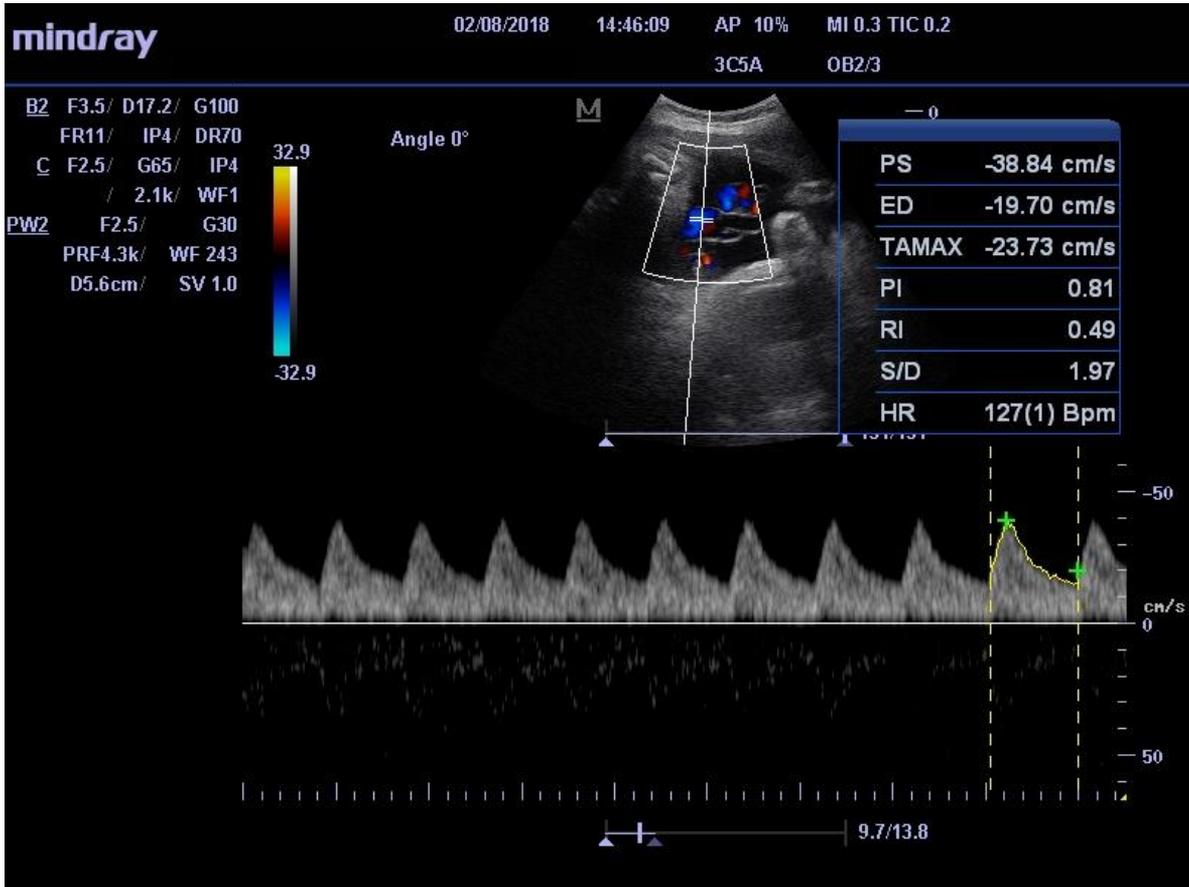
RESTRICCIÓN DEL CRECIMIENTO INTRAUTERINO:

SI

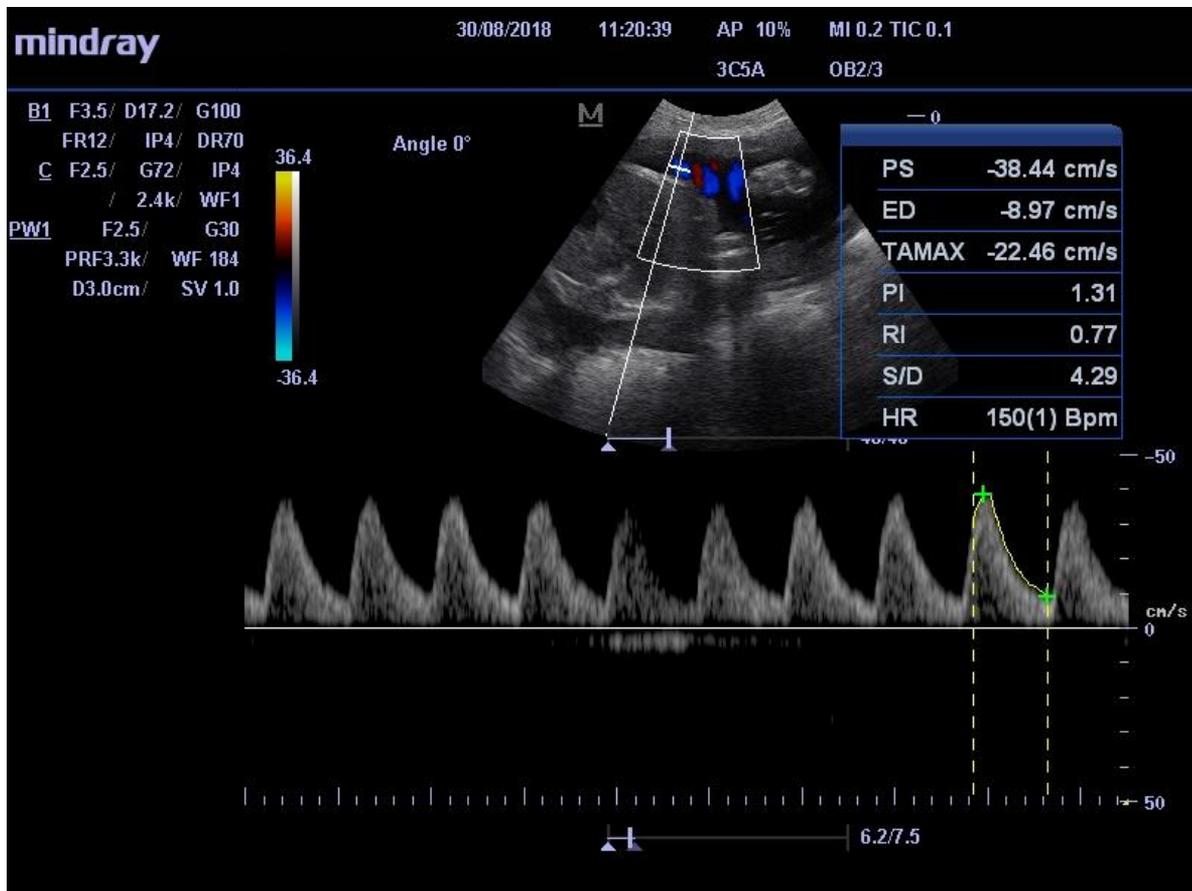
NO

ANEXO No.2

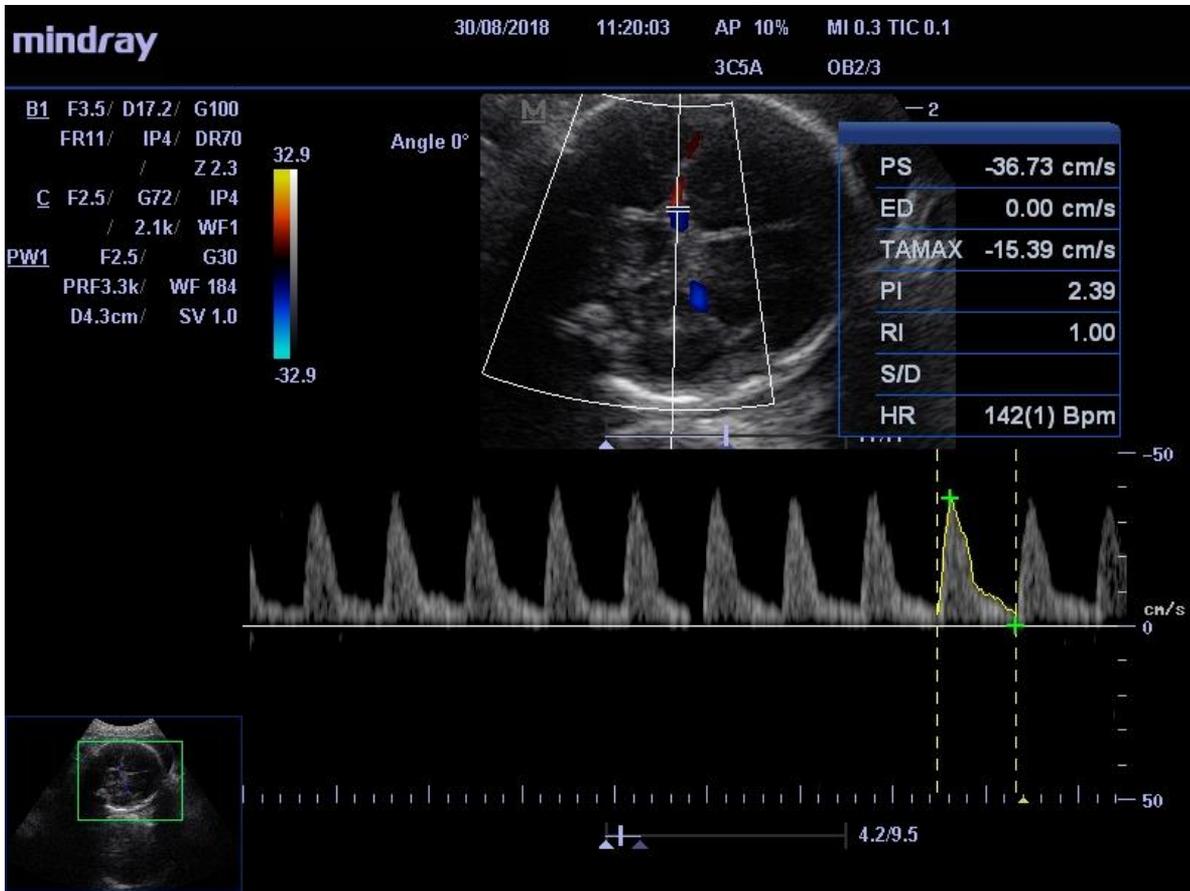
IP de la arteria umbilical normal, embarazo 34 semanas 3 días



IP de la arteria umbilical anormal, embarazo 30 semanas 1 día



IP de la arteria cerebral media normal, embarazo 30 semanas 1 día



PERMISO DEL AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada: **“EVALUACIÓN DE LOS INDICES DEL DOPPLER FETAL EN EL DIAGNOSTICO DE RESTRICCIÓN DE CRECIMIENTO INTRAUTERINO, PACIENTES MENORES DE EDAD”** para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.