UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POST GRADO
CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN PERINATOLOGÍA
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS

# FLUJOMETRÍA DOPPLER DE LA ARTERIA UMBILICAL COMO PREDICTOR TEMPRANO DE TRASTORNOS HIPERTENSIVOS DEL EMBARAZO

Trabajo Especial de Grado que se presenta para optar al título de Especialista en Perinatología

Corina Flor Bermúdez Flores
José Gregorio Luque Betancourt

Tutora: Onleda Lourdes Brencio Perdomo

Caracas, enero 2014

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**VEREDICTO**

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por: **CORINA FLOR BERMÚDEZ FLORES C.I. 14362131**, bajo el título **"FLUJOMETRÍA DOPPLER DE LA ARTERIA UMBILICAL COMO PREDICTOR TEMPRANO DE TRASTORNOS HIPERTENSIVOS DEL EMBARAZO"**, a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **ESPECIALISTA EN PERINATOLOGÍA-HUC** , dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 17 de enero de 2014 a las 9:00 AM, para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que ésta hizo en el Hospital Universitario de Caracas, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

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

Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado cumplió con lo establecido en las normas para presentación de los trabajos especiales de grado.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 17 días del mes de enero del año 2014, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como decisión del jurado la profesora Onleda Lourdes Brencio Perdomo.

Daniel Márquez / C.I. 12645033
Hospital Universitario de Caracas

Luis F. Cadena / C.I. 7090324
Maternidad Concepción Palacios

Onleda Brencio / C.I. 7128927
Hospital Universitario de Caracas
Tutor(a)

Unidad de Perinatología
H.U.C.

**OLBP/17/01/2014**

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**VEREDICTO**

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por: **JOSÉ GREGORIO LUQUE BETANCOURT C.I. 11989754**, bajo el título **"FLUJOMETRÍA DOPPLER DE LA ARTERIA UMBILICAL COMO PREDICTOR TEMPRANO DE TRASTORNOS HIPERTENSIVOS DEL EMBARAZO"**, a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **ESPECIALISTA EN PERINATOLOGÍA-HUC** , dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 17 de enero de 2014 a las 9:00 AM, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que ésta hizo en el Hospital Universitario de Caracas, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

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

Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado cumplió con lo establecido en las normas para presentación de los trabajos especiales de grado.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 17 días del mes de enero del año 2014, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como decisión del jurado la profesora Onleda Lourdes Brencio Perdomo.

Daniel Márquez / C.I. 12645033
Hospital Universitario de Caracas

Luis F. Cadena / C.I. 7090324
Maternidad Concepción Palacios

Onleda Brencio / C.I. 7128927
Hospital Universitario de Caracas
Tutor(a)

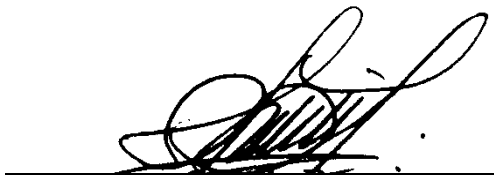
Unidad de Perinatología H.U.C.

**OLBP/17/01/2014**

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

Yo, Onleda Lourdes Brencio Perdomo portadora de la Cédula de identidad Nº 7090324, tutor del trabajo: **"FLUJOMETRÍA DOPPLER DE LA ARTERIA UMBILICAL COMO PREDICTOR TEMPRANO DE TRASTORNOS HIPERTENSIVOS DEL EMBARAZO"**, realizado por los estudiantes Corina Flor Bermúdez Flores y José Gregorio Luque Betancourt.

Certifico que este trabajo es la **versión definitiva**. Se incluyó las observaciones y modificaciones indicadas por el jurado evaluador. La versión digital coincide exactamente con la impresa.



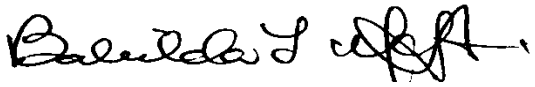
Onleda Brencio
Firma del Profesor

En Caracas a los 17 días del mes de enero de 2014



Onleda Brencio

Tutor



Bahilda Martínez

Directora del Curso de Especialización en Perinatología



Onleda Brencio

Coordinadora Docente del Curso de Especialización en Perinatología



Douglas Angulo

Asesor Estadístico

ÍNDICE DE CONTENIDO


| | |
|---|---|
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| MÉTODOS | 20 |
| RESULTADOS | 23 |
| DISCUSIÓN | 25 |
| AGRADECIMIENTOS | 28 |
| REFERENCIAS | 29 |
| ANEXOS | 33 |

# FLUJOMETRÍA DOPPLER DE LA ARTERIA UMBILICAL COMO PREDICTOR TEMPRANO DE TRASTORNOS HIPERTENSIVOS DEL EMBARAZO

**Corina Flor Bermúdez Flores**, CI 14362131. Sexo: Femenino, E-mail: corinbermudez@yahoo.es. Telf. 0414-2498926. Dirección: Av. Guzmán Blanco.Urb. Cristóbal Rojas. Coche Caracas. Curso de Especialización en Perinatología.
**José Gregorio Luque Betancourt**, CI 11989754. Sexo: Masculino, E-mail: luquebjg@gmail.com. Telf. 0416-4322395. Dirección: Calle 4, Bosque Verde Guatire Miranda. Curso de Especialización en Perinatología.
Tutora: **Onleda Lourdes Brencio Perdomo**, CI 7128927. Sexo: Femenino, E-mail:obrencio@gmail.com. Telf. 0416-6063097. Dirección: Av. Río Orinoco. Residencias Bolívar. Piso 3.Apto. 6. Cumbres de Curumo Caracas. Especialista en Perinatología.

## RESUMEN

Objetivo: Se determinaron los índices semicuantitativos y onda espectral de la arteria umbilical durante las semanas 11 a 13+6días en pacientes que acudieron a evaluación ecográfica del primer trimestre. Método: se determinó la presencia o ausencia de fase diastólica en la arteria umbilical así como datos semicuantitativos (IP, IR, S/D, VPS), correlacionando estos hallazgos con gestantes que desarrollaron trastornos hipertensivos del embarazo y las que no tuvieron dicha complicación. Resultados: Edad materna 21-25 años (25,28%); 53,10% de pacientes evaluadas entre la semana12-12 + 6 días; 90,10% no desarrolló hipertensión en el embarazo y 9,9% desarrollaron la patología; 132 fetos evaluados con LCR promedio de 67±9mm o más, presentaron fase diastólica (p=0,000);en cuanto a edad gestacional, luego de las 13 semanas 63 fetos (p=0,000) presentaron velocidades diastólicas; la presencia/ausencia de fase diastólica en pacientes con o sin hipertensión obtuvo: Sensibilidad 33,33%, Especificidad 61,45%, VPP 8,64% y VPN 89,39%; según tipo de trastorno hipertensivo y FDB/FDP se obtuvo p=0,238 y de igual manera, IP (p=0,478), IR (p=0,627), S/D (p=0,367) y VPS (p=0,919).Discusión: La fase diastólica en la arteria umbilical aparece en la mayoría de los fetos luego de las 12 semanas o con LCR promedio de 67±9mm; sin embargo, los hallazgos al Doppler de esta arteria durante el primer trimestre no parecen ser útiles por sí solos como predictores de trastornos hipertensivos en el embarazo, con excepción quizá del VPN al tener presente la fase diastólica. Recomendaciones: evaluar otros parámetros como predictores potenciales de hipertensión en el embarazo.

PALABRAS CLAVE: Arteria umbilical, Preeclampsia, Flujometría Doppler

## ABSTRACT

## FLOWMETRY UMBILICAL ARTERY DOPPLER AS AN EARLY PREDICTOR OF HYPERTENSIVE DISORDERS OF PREGNANCY

Objective: semiquantitative indices were determined and spectral waveform of the umbilical artery during weeks 11-13 +6 days in patients attending ultrasound evaluation of the first trimester. Methods: We determined the presence or absence of diastolic phase in the umbilical artery and semiquantitative data (IP, IR, S / D, VPS), correlating these findings with pregnant women who developed hypertensive disorders of pregnancy and those who did not have this complication. Results: Maternal age 21-25 years (25.28%), 53.10% of patients evaluated

between weeks 12-12 + 6 days; 90.10% did not develop hypertension in pregnancy and 9.9% developed the disease; CRL 132 fetuses evaluated with average of 67 ± 9 mm or more, had diastolic phase (p = 0.000); about gestational age, after 13 weeks 63 fetuses (p = 0.000) had diastolic velocities; presence/absence of phase diastolic in patients with or without hypertension obtained: sensitivity 33,33%, specificity 61,45%, PPV 8,64% and NPV 89,39% but by type of hypertensive disorder and FDB / FDP was obtained p = 0.238 and equal thus, IP (p = 0.478), IR (p = 0.627), S / D (p = 0.367) and PSV (p = 0.919). Discussion: Phase diastolic umbilical artery appears on the most fetuses after 12 weeks or with average LCR 67 ± 9mm, but the findings of this artery Doppler in the first trimester does not appear to be useful by itself alone as predictors of hypertensive disorders in pregnancy, except perhaps the NPVwhen diastolic phase is present. Recommendations: evaluate other parameters as potential predictors of hypertension in pregnancy.

**KEYWORDS:** Umbilical artery, Preeclampsia, Doppler Flowmetry

## INTRODUCCIÓN

El curso de un embarazo ha ocupado un interés en la ciencia médica desde tiempos inmemoriales, y desde entonces se han diseñado y realizado toda clase de técnicas, bien sea clínicas o paraclínicas, con la intención de establecer con precisión el diagnóstico certero que pueda haber ocupado como complicación, el bienestar del binomio feto materno.

Posteriormente, el interés de las investigaciones, y sustentándose en la medicina basada en la evidencia, ha llevado a intensificar la búsqueda de indicadores tempranos de las posibles complicaciones obstétricas, mucho antes que estas aparezcan con la finalidad de iniciar medidas terapéuticas que minimicen el riesgo de aparición de las mismas.(1)

Entre las complicaciones más frecuentes que involucran la gestación se encuentran los trastornos hipertensivos del embarazo. Con una etiología multifactorial aún en estudio y un mecanismo de daño endotelial útero- placentario yaestablecido, este tipo de trastornos se caracteriza por generar en la gestante un estado hipertensivo que puede ser tan leve como un evento transitorio sin otro compromiso materno o fetal, o tan grave como un episodio eclámptico, siendo peor aún la aparición de un estado de deterioro vascular y hepático caracterizado por hemólisis, elevación de enzimas hepáticas y disminución del contaje de plaquetas, conocido por su acrónimo Síndrome HELLP y que eleva de manera alarmante los índices de mortalidad materna y/o fetal.

Se estima que las complicaciones neonatales generadas por los trastornos hipertensivos del embarazo son responsables de un significativo número de ingresos a unidades de cuidados neonatales; ello producto de la prematuridad, restricción de crecimiento intrauterino, hipoxia y complicaciones neurológicas. (2)

Es por estas razones y aunado a que representa una de las complicaciones más frecuentes en las gestantes (alrededor del 5-10% de los embarazos), que se ha abierto desde las últimas décadas, toda un línea franca de investigación en la búsqueda de factores determinantes en la aparición de esta complicación. En este sentido, hemos visto la sugerencia

de indicadores clínicos y paraclínicos (séricos, ecográficos, etc.), que permiten determinar el riesgo probable de aparición en cada gestación. El objetivo final: evitar esta complicación obstétrica para disminuir la morbimortalidad materno-fetal. [3]

**Planteamiento y delimitación del problema**

¿Podrá ser la evaluación de la flujometría Doppler de la arteria umbilical, en la ventana de las semanas 11 y 13 + 6 días un indicador confiable para predecir los trastornos hipertensivos del embarazo?; teniendo en cuenta que los mismos pueden aparecer de forma tardía en la gestación y además, generar complicaciones graves, se hace necesario tener una herramienta que permita la predicción temprana de esta patología.

Este período de evaluación (semana 11-13+6días) del embarazo; no ha sido seleccionado de forma arbitraria, ya que obedece a un momento de evaluación aceptado universalmente para la búsqueda temprana de hallazgos que puedan complicar las gestaciones como por ejemplo la determinación de marcadores de aneuploidías y determinación del índice de pulsatilidad de las arterias uterinas, sólo por citar dos ejemplos. Fue la Unidad de Perinatología "Dr. Freddy Guevara Zuloaga" del Hospital Universitario de Caracas, sede de la presente investigación, ya que tiene establecida la consulta de primer trimestre en la ventana de evaluación citada anteriormente, lo que permitió un volumen de pacientes adecuado para ocupar la muestra y población de la presente investigación.

**Justificación e importancia**

La herramienta ecográfica de flujometría Doppler ofrece la posibilidad mediante sus indicadores de flujo vascular, bien sean cualitativos o semicuantitativos, de tener un panorama del estado hemodinámico en el momento de la evaluación, tanto del estado materno como del fetal. Entre los índices cualitativos a determinar están: fase diastólica presente (FDP), borrada (FDB) o en reversa (FDR) y entre los semicuantitativos: índice de pulsatilidad (IP), índice de resistencia (IR) y la relación sístole/diástole (S/D).A través de esta herramienta se ha logrado determinar durante la gestación en el segundo y tercer trimestre, la aparición de deterioro

hemodinámico materno y/o fetal mediante la insonación de territorios vasculares puntuales tales como la arteria uterina, la arteria umbilical y la arteria cerebral media.

La arteria uterina ha sido bastante investigada durante el primer trimestre, y tanto es así que ha sido instaurada como consenso casi universal, que su alteración en este período está asociada a la elevación de riesgo para la aparición de los trastornos hipertensivos del embarazo; sin embargo, por sí sola no representa un factor de aparición directo, ya que solo logra detectar aproximadamente cerca de un 50%de la población de riesgo. Si bien; la evaluación Doppler de la arteria uterina representa un método de tamizaje indiscutible de los estados hipertensivos del embarazo; también es sabido que la evaluación de este territorio vascular no es del todo fácil durante el primer trimestre, por lo que requiere una metodología y entrenamiento para su correcta evaluación.

Es por lo planteado anteriormente, que esta investigación ofrece la posibilidad de sumar un indicador adicional y de fácil evaluación en la búsqueda de predictores de los trastornos hipertensivos del embarazo, mediante la determinación de los índices de flujometría Doppler en el territorio placentario a través de la insonación de la arteria umbilical, esto por la posible capacidad de detección que pueda ofrecer, sumado a la relevancia de explorar un territorio vascular no muy estudiado con el fin propuesto durante etapas tan tempranas del embarazo.

**Antecedentes**

La ultrasonografía Doppler ha sido utilizada para el diagnóstico de alteraciones vasculares periféricas desde hace muchos años; asimismo ha tenido cabida, con un incremento impresionante en el diagnóstico obstétrico y la medicina materno-fetal. Los territorios vasculares mayormente explorados en este último han sido el placentario y el territorio uterino, ambos con implicaciones directas y determinantes en la aparición de las complicaciones obstétricas y fetales más frecuentes y de peor resultado perinatal, tal como lo son: la restricción del crecimiento intrauterino y los trastornos hipertensivos del embarazo. [(4)]

Fleisher et al, evaluaron pacientes con hipertensión encontrando una elevación significativa en los índices de resistencia asociados al aumento del índice sístole/diástole de la arteria uterina. [5]

El primer trimestre, es una ventana para muchas evaluaciones, y la flujometría Doppler de las arterias uterinas en este período ha sido sugerida como screening entre las 11 y 13 semanas + 6 días, debido al porcentaje de predicción para la aparición de trastornos hipertensivos del embarazo de forma temprana, cercano al 80% antes de las 34 semanas, con un escaso 10% de falsos positivos. [6]

De igual forma existen hallazgos relacionados con el desarrollo de trastornos hipertensivos del embarazo en el 77% de mujeres que presentaron elevación del índice de pulsatilidad de la arteria uterina por encima del percentil 95 para la edad gestacional, entre las 22 y 24 semanas. [7]

Uno de los territorios que también ha sido explorado mediante flujometría Doppler es el de la arteria umbilical, en la cual se ha establecido cambios en la onda de velocidad de flujo que van desde ausencia de velocidad de fin de diástole hasta su presencia en todos los fetos luego de las 14 semanas, estableciéndose progresivamente la disminución del índice de pulsatilidad. [8] Estos cambios tal vez son reflejo de la asociación de la disminución de la resistencia secundaria a la invasión trofoblástica que ocurre en las arterias espiraladas. [9] Es así, como antes de las 14 semanas, la ausencia de velocidad de fin de diástole en la arteria umbilical es considerado un hallazgo normal, dada la alta impedancia del árbol vascular placentario.[10] Sin embargo, la presencia de reversa en la velocidad de fin de diástole ha sido señalada como un signo ominoso de resultados perinatales por la posible presencia de anomalías fetales, aneuploidías o cardiopatías, aunque se esperan estudios adicionales para considerarlo un marcador ecográfico con valor propio ya que en muchos casos puede ser transitorio.[11-12]

Este territorio vascular ha demostrado ser de fácil evaluación, puesto que no existen diferencias estadísticamente significativas en la evaluación intra o interobservador, así como para el sitio de exploración de las arterias umbilicales. [13]

La alteración en la onda de velocidad de flujo en la arteria umbilical ha sido encontrada en pacientes con restricción de crecimiento intrauterino en 100% de los casos, con una sensibilidad y especificidad de 71% y 93% y en el 25% de los fetos con resultados perinatales adversos. [4]

En cuanto a la aparición de trastornos hipertensivos del embarazo y los hallazgos al Doppler durante la exploración de la arteria umbilical entre las semanas 16 y 20, se ha reportado asociación a este tipo de complicaciones con elevaciones de los índices semicuantitativos. Es así como Campbell et al.[9] reportan entre sus resultados un valor medio de 2.30 para el índice de pulsatilidad en pacientes que desarrollaron trastornos hipertensivos del embarazo, frente a un valor medio de 2.03 en las pacientes que no desarrollaron este evento; el índice de resistencia en pacientes complicadas tuvo el valor medio de 0.95, frente a 0.90 en el grupo que no presentó el trastorno; para estos hallazgos, se obtuvo un valor de $p<0.002$ para el índice de pulsatilidad y un valor de $p<0.001$ para el índice de resistencia.[14]

**Marco Teórico**

Según una estimación de la Organización Mundial de la Salud, más de 200.000 muertes maternas ocurren cada año en el mundo como consecuencia de las complicaciones derivadas de los trastornos hipertensivos del embarazo; en su mayor parte prevenibles. Mayor morbilidad materna y perinatal se registra en aquellas pacientes que desarrollan la enfermedad antes de las 33 semanas de gestación, en quienes padecen enfermedades previas, y en poblaciones pertenecientes a naciones subdesarrolladas.

La preeclampsia se define como el espectro de trastornos observados en el embarazo, parto y puerperio, caracterizado por hipertensión, asociado con proteinuria en su mayoría después de las 20 semanas de gestación. [15]

Los desórdenes hipertensivos durante el embarazo son probablemente una de las causas más importantes; después de las causas hemorrágicas, de mortalidad materna. En países desarrollados pueden alcanzar hasta un 15% de las muertes por lo que es un factor de riesgo cardiovascular y contribuye considerablemente a la morbimortalidad materna y perinatal; de igual manera que representa un problema social importante. [3]

En general, los trastornos hipertensivos del embarazo ocurren en un 6-8% de todos los embarazos y contribuyen significativamente a las causas de morbimortalidad neonatal. Las madres hipertensas están predispuestas a desarrollar complicaciones potencialmente letales, como desprendimiento de placenta, coagulación intravascular diseminada, hemorragia cerebral, falla hepática y falla renal aguda. Igualmente; en estas pacientes se incrementan la prematuridad, restricción de crecimiento intrauterino, hipoxia y complicaciones neurológicas en los recién nacidos. Sin embargo, la etiología de la mayoría de los casos de hipertensión durante el embarazo, particularmente de la preeclampsia, permanece desconocida. [3]

Las investigaciones sobre la etiología de la preeclampsia inducen a pensar que en la enfermedad hay una invasión anormal de las arteriolas espirales por el citotrofoblasto; es decir, un defecto en la implantación o placentación; lo que resulta en disfunción endotelial y reducción de la perfusión uteroplacentaria; asociada a alteraciones locales del tono vascular, del balance inmunológico y del estado inflamatorio, algunas veces con predisposición genética. [16]

Se han identificado entre los diferentes factores que incrementan el riesgo de preeclampsia: la primigestación, edades maternas extremas, exposición limitada al esperma de la misma pareja, pareja masculina con antecedente de preeclampsia en un embarazo con otra mujer, gestación multifetal, enfermedad trofoblástica gestacional, antecedente de preeclampsia, hipertensión crónica, enfermedad renal, diabetes mellitus pregestacional, trombofilias, obesidad, síndrome de ovarios poliquísticos, procesos infecciosos y el antecedente personal materno de restricción en el crecimiento intrauterino.[16]

La clasificación que propone el Working Group de Hipertensión del año 2000 incorpora el nuevo concepto de hipertensión gestacional:

- Hipertensión arterial crónica
- Preeclampsia-Eclampsia
- Preeclampsia sobreagregada a la hipertensión arterial crónica
- Hipertensión gestacional
    - Hipertensión transitoria
    - Hipertensión crónica

Existen hallazgos que incrementan el diagnóstico de certeza de preeclampsia:

- Presión arterial ≥160/110 mmHg
- Proteinuria ≥ 2 gr en 24 horas (2+ ó 3+ de proteínas en examen cualitativo)
- Contaje plaquetario <100.000cel x $mm^3$
- Creatinina >1,2 mg/dl
- Elevación de enzimas hepáticas (ALT y/o AST)
- Cefalea persistente u otros síntomas neurológicos o visuales
- Epigastralgia persistente

El denominador común del grupo heterogéneo de enfermedades hipertensivas del embarazo es el aumento de la presión arterial igual o mayor a 140/90mmHg. En la hipertensión crónica, dichas cifras de presión arterial ocurren antes del embarazo o antes de las 20 semanas de gestación, complicando 6 a 8% de los embarazos; en 86% de estos casos se debe a hipertensión esencial y, el resto, es secundaria a trastornos renales, endocrinos o metabólicos, inmunológicos, entre otros. Alrededor de 20 a 25% de mujeres con hipertensión crónica desarrollan preeclampsia. Una presión diastólica mayor de 110 mmHg se asocia con mayor riesgo de restricción del crecimiento fetal intrauterino, pero la preeclampsia sobreimpuesta causa la mayor morbilidad. [17]

La más frecuente de las enfermedades hipertensivas del embarazo es la preeclampsia/eclampsia. Se define la preeclampsia como la hipertensión que aparece después de las 20 semanas de gestación y que se acompaña de proteinuria significativa mayor de 300

mg/24 horas, denominándose eclampsia cuando la hipertensión se acompaña de convulsiones y/o coma. Es una enfermedad exclusiva del embarazo humano, con predisposición familiar, de herencia principalmente de tipo recesiva. [17]

El Working Group de Hipertensión durante la gestación, plantea sustituir el término hipertensión inducida por el embarazo por hipertensión gestacional; definiéndola como la elevación de presión arterial sin proteinuria después de las 20 semanas de gestación que retorna a la normalidad en el puerperio.[18]

La mayor morbilidad materna y perinatal se registra en aquellas pacientes que padecen enfermedades previas como la hipertensión arterial crónica. [15]

La preeclampsia sobreagregada a la hipertensión arterial crónica se define como la aparición de proteinuria en mujeres con hipertensión y sin proteinuria antes de las 20 semanas. También se define como el aumento de proteinuria, aumento de presión arterial, aparición de trombocitopenia (<100000cel x $mm^3$) o elevación de enzimas hepáticas en mujeres con hipertensión y proteinuria antes de las 20 semanas. Se define hipertensión crónica como la persistencia de la elevación de la presión arterial posterior a las 12 semanas postparto. [18]

Entre las novedades que plantea el Working Group se destacan:

- Eliminan el edema como diagnóstico
- Eliminan los cambios de presión arterial (30-15mmHg)
- Utilizan la desaparición del V ruido de Korotkoff
- No dan pautas para tratamiento de preeclampsia leve y severa (ya que no usan esta clasificación)

El Colegio Americano de Obstetricia y Ginecología en el año 2002 establece la siguiente clasificación de los trastornos hipertensivos del embarazo: [19]

- Hipertensión gestacional
- Preeclampsia

- Eclampsia
- Hipertensión crónica
- Hipertensión crónica con preeclampsia sobreagregada

Para el diagnóstico de preeclampsia grave se incluye:

- Edema pulmonar o cianosis
- Epigastralgia o dolor en cuadrante abdominal superior derecho
- Trombocitopenia / Función hepática alterada
- Restricción del crecimiento fetal

Se han sugerido muchas pruebas para la detección temprana durante el embarazo de las mujeres en riesgo de desarrollar preeclampsia. Los resultados preliminares de una revisión sistemática conducida por la Organización Mundial de la Salud, durante 2002 y 2003, demuestran que la inmensa mayoría de las pruebas de detección tienen muy bajo potencial predictivo. Las pruebas que se identificaron con valores predictivos moderados fueron: la medición de la calicreína urinaria, la ultrasonografía Doppler, la prueba del ejercicio isométrico y la combinación de diferentes índices bioquímicos (inhibidor del activador del plasminógeno, factor de crecimiento placentario urinario y leptina). No obstante su posible utilidad, estas pruebas requieren de recursos tecnológicos, personal entrenado, y cuidados prenatales desde etapas tempranas de la gestación, lo que no siempre se cumple en los países en desarrollo. [17]

La incorporación de la información hemodinámica a través de la ecografía Doppler, que permite el estudio adicional de una variedad de parámetros fisiológicos en obstetricia, antes fuera del patrón del ecografista, se inicia hace más de 20 años en Dinamarca y Estados Unidos [20]. La velocimetría Doppler de la arteria uterina fue reportada por primera vez por Campbell et al. en 1983[21], quienes realizaron comparaciones entre embarazos con onda Doppler de la arteria uterina normal y anormal asociadas estas últimas con hipertensión inducida por el embarazo, crecimiento fetal restringido y parto pretérmino. Así, la capacidad de este método prospectivo, no invasivo y potencialmente seguro medio de análisis del flujo sanguíneo de la arteria uterina durante el embarazo desencadenó múltiples investigaciones en años sucesivos.

En Venezuela, Ortega et al. [22] y Sosa Olavarría [23] son los pioneros en el estudio de la velocimetría Doppler no sólo aplicado al corazón fetal, sino en toda la circulación materno-fetal como prueba de bienestar antenatal o en aquellos casos de resistencias vasculares elevadas para aplicar tratamiento en útero.

El ultrasonido ha sido desde sus inicios, una herramienta que ha dado a la obstetricia una ventana en tiempo real para la observación al estado materno y fetal, una fácil exposición con tan solo el efecto físico de un haz de ultrasonido que llega hasta su objetivo y regresa al observador para su reconstrucción e interpretación gráfica. Cuando un haz de ultrasonido se encuentra con determinado blanco estático (ej. hígado), una porción de la misma (eco) retorna al transductor con la misma longitud de onda con la que partió y, por ende con la misma frecuencia. [1]

Ahora bien, si el haz de ultrasonido impacta con un blanco en movimiento (ej. sangre circulando en una arteria), retorna con la longitud de onda y la frecuencia modificada. La variación producida entre la frecuencia emitida y la frecuencia recibida por el transductor, se conoce como efecto Doppler. [1] Es así, como un equipo de ultrasonido al recibir la señal puede representarla de las siguientes formas: a) en forma de audio: donde se escuchan las diferentes frecuencias, siendo las más elevadas (agudas) velocidades mayores y las más bajas (graves) a las de menor velocidad. b) análisis espectral: el equipo representa todas las velocidades obtenidas en función del tiempo; representando así una curva que se desplazará sobre la línea de base hacia arriba o hacia abajo según si la dirección del flujo se acerca o se aleja del transductor; y c) codificación color: el equipo codifica en color rojo al flujo que se acerca al transductor y en azul, al que se aleja. [24]

Con base en lo anteriormente expuesto, se han establecido cuatro tipos de Doppler a saber: 1) Doppler continuo: trabaja mediante dos cristales que operan de manera simultánea, uno de ellos se encuentra emitiendo de manera permanente y el otro recibe continuamente los ecos que retornan; 2) Doppler pulsado: en este caso el transductor cuenta con un cristal que emite y recibe pulsos de manera intermitente con una frecuencia denominada “frecuencia de repetición de pulso”, modificable desde el equipo; en este tipo de Doppler es posible la

representación en conjunto con la imagen bidimensional, denominado “sistema dúplex”; 3) Doppler color: como se explicó previamente, el equipo codifica en color rojo al flujo que se acerca al transductor y en azul, al que se aleja. El equipo que cuenta con modo bidimensional, Doppler pulsado y Doppler color simultáneamente se denomina “sistema triplex”; 4) Doppler de energía: este tipo de Doppler no brinda información de la velocidad o dirección del flujo, sino que aporta datos acerca del caudal de flujo presente en una zona, y por su potencia de detección, permite la detección de flujos lentos. [1,25]

Estos sistemas permiten la exploración del sistema cardiovascular en pleno, y en obstetricia, brindan la posibilidad de examinar su comportamiento, tanto en el territorio materno como en el fetal. En este sentido, existen tres territorios a explorar en el feto, a saber: territorio cardíaco, territorio arterial y el territorio venoso. En el caso del territorio cardíaco, se exploran entre otros, los tractos de entrada y salida. El territorio venoso, con su característico patrón monofásico en el sistema periférico y trifásico en el sistema venoso central. El territorio arterial se caracteriza por presentar dos fases: un pico de velocidades máximas conocido como pico sistólico y una segunda fase de velocidades mínimas o diastólicas; la representación espectral de las velocidades en función del tiempo de todo el sistema cardiovascular se conoce como perfil de onda de velocidad de flujo (OVF). [26]

Se acepta que las velocidades mínimas o diastólicas tienen una relación inversa con la impedancia vascular (impedimento ofrecido al establecimiento del flujo sanguíneo), así cuando se encuentra elevada, las velocidades diastólicas son menores y viceversa Es importante tener en cuenta que la velocidad del flujo sanguíneo depende también de varios factores a saber, es directamente proporcional a la diferencia de presión entre de los extremos del vaso que se está evaluando, e inversamente proporcional a la resistencia (fuerza de presión vascular que se opone al flujo sanguíneo). Asimismo, la resistencia es directamente proporcional a la viscosidad del fluido y a la longitud del vaso e inversamente proporcional al calibre o radio del vaso. [27] De manera que en la aplicación clínica de lo ya señalado, es importante saber que, por ejemplo, en la arteria umbilical, la velocidad dependerá del gradiente de presión entre la circulación fetal y la placenta; a medida que aumente la

resistencia placentaria disminuirá la velocidad en la arteria umbilical y el aumento del radio vascular (o dilatación) disminuirá la resistencia de manera importante, o viceversa.

La descripción del perfil típico de la OVF de una arteria fetal se representa gráficamente de acuerdo a las velocidades sistólicas y diastólicas en función del tiempo: se establece como punto A el que representa el inicio del perfil de onda que coincide con el inicio de la sístole cardíaca; el punto E es la velocidad máxima sistólica o pico de velocidad sistólica (PSV por sus siglas en inglés) y el punto C corresponderá a la velocidad final diastólica (EDV por sus siglas en inglés). Recordando que estas velocidades serán cercanas a las reales sólo si el ángulo entre el haz ultrasónico y el flujo sanguíneo se acerca a 0° [(26)] (Ilustración 1).

Para tener un valor real o cercano al real de las velocidades de la sangre en sus diferentes fases (sistólicas y diastólicas), se debe tener un ángulo de insonación cercano o igual a 0° ya que mientras mayor es el ángulo, es decir, mientras más se aleja de 0°, disminuye la intensidad de la señal obtenida. En ocasiones, cuando el ángulo es inadecuado (cercano a 90°) el equipo no logrará interpretar correctamente la dirección del flujo y muestra una señal en espejo. Por lo tanto, es necesaria la corrección del ángulo con el propósito de lograr una exploración adecuada. [(26)]

Desde el punto de vista subjetivo, durante las evaluaciones, se puede calificar una OVF arterial como “de elevada o baja resistencia”, a pesar de ello, es mejor emplear un sistema semicuantitativo elaborado para tal fin. Los más utilizados son: a) índice A/B o S/D: que resulta de la división entre la velocidad sistólica máxima (A) y la velocidad de fin de diástole (B) (fórmula: A/B o S/D); b) índice de resistencia (IR): que resulta de la diferencia entre velocidad sistólica y diastólica entre la velocidad sistólica (fórmula: A-B/A); y c) índice de pulsatilidad (IP): que resulta de la diferencia entre velocidad sistólica y diastólica entre la velocidad media (M) (fórmula: A-B/M). [(20, 28,29)]

La creación de estos parámetros de evaluación semicuantitativa ha sido la herramienta esencial para la exploración de los territorios vasculares, donde se establece la asociación de

éstos y la presencia de patología materna o fetal, sus complicaciones o de igual manera importante, el riesgo de aparición de ellas.[30]

Las arterias uterinas maternas son los vasos encargados de la nutrición del útero y durante el transcurso del embarazo sufren modificaciones producto de los cambios en la resistencia de sus paredes, reflejo del estado de sus ramificaciones distales, a saber, las arterias radiales, basales y finalmente las arterias espiraladas. Los cambios vasculares vinculados con el embarazo, se deben a la pérdida de los componentes elásticos y musculares de estas últimas a merced de la invasión trofoblástica en condiciones normales. El resultado de todo este fenómeno, permite que progresivamente al avanzar el embarazo, las arterias espiraladas se transformen en marcadas dilataciones saculares brindando adecuado volumen de flujo sanguíneo uterino. [30]

La determinación del Doppler color de las arterias uterinas por vía transabdominal se realiza a nivel del "cruce aparente" entre la arteria uterina e ilíaca externa. Si la visualización se realiza por vía transvaginal, el punto de insonación debe realizarse a nivel del orificio interno del canal cervical, punto de entrada de la arteria uterina al útero. Si se realiza este mismo Doppler en el primer trimestre, 11-13 semanas + 6 días de gestación, el reconocimiento de este vaso se realiza a través de una sección longitudinal del útero y empleando Doppler color es posible determinar el vaso uterino a nivel del orificio cervical interno. La impedancia al flujo sanguíneo de las arterias uterinas disminuye paulatinamente hasta las 24 semanas de gestación debido al proceso de transformación fisiológica de las arterias uterinas discutidas anteriormente. Posteriormente, la disminución de la resistencia del flujo útero-placentario persiste debido al efecto de las hormonas gestacionales. [31-33]

En condiciones anormales de la gestación, particularmente en los embarazos complicados por preeclampsia o restricción de crecimiento intrauterino, se ha observado alteración en los análisis semicuantitativos al Doppler de la arteria uterina. En la correlación histológica, las biopsias de lecho placentario en embarazos complicados con estas patologías, han demostrado que existe una falla en la invasión de los segmentos miometriales de las arterias espiraladas; varios estudios han relatado un aumento de la impedancia al flujo de la

arteria uterina en estas condiciones con la consecuente reducción del volumen del flujo. [34,35] En síntesis, en la hipertensión inducida por el embarazo y en la restricción de crecimiento intrauterino se produce una inadecuada invasión trofoblástica, que ocasiona una inadecuada dilatación vascular con persistencia de una elevada resistencia al flujo, y con valores de resistencia elevados. [1]

Una meta importante para el obstetraes poder identificar aquellos embarazos con riesgo de desarrollar complicaciones vinculadas con un inadecuado flujo útero-placentario. Por este motivo, se han desarrollado varios estudios con el propósito de investigar la capacidad de predicción que posee el Doppler de la arteria uterina como prueba de screening, con la intención de instaurar medidas que ayuden a mejorar los resultados perinatales. [36]

Los resultados de estas investigaciones han sido en algunos casos controversiales, sin embargo, en muchos casos han tenido una tendencia en común y consolidada. Tal es el caso de los hallazgos de Onwudiwe, N. et al. (2008), quienes en su estudio reportan que la detección mediante Doppler de un IP de la arteria uterina entre las 22-24 semanas por encima del percentil 95, permite predecir la aparición temprana y tardía de trastornos hipertensivos del embarazo con un 95% y 41% respectivamente, con una tasa de falsos positivos de 10%.[16] Otros autores, como Zimmerman et al., reportaron que en pacientes de alto riesgo, la alteración de la arteria uterina presento una incidencia de 58% en la aparición de preeclampsia y restricción de crecimiento intrauterino; sin embargo, en este grupo, la información más útil está relacionada con el valor predictivo negativo, que oscila entre 97 y 99%, lo que significa que laspacientes que muestren un Doppler normal de las arterias uterinas, no tendrán complicaciones del tipo preeclampsia ni restricción del crecimiento intrauterino en el embarazo.[2, 37]

También en el primer trimestre, en la ventana de evaluación entre las 11 y las 13 semanas + 6 días, la evaluación Doppler de la arteria uterina ha demostrado ser efectiva en la detección de pacientes con riesgo de desarrollar preeclampsia de aparición temprana con un porcentaje de detección de 82% antes de las 34 semanas, y una tasa de falsos positivos de

10%. En comparación, la tasa de detección de aparición de esta complicación luego de las 34 semanas es del 31%.[3]

Otro territorio de exploración de importancia en la hemodinamia fetal es el de las arterias umbilicales, las cuales se originan a partir de las arterias ilíacas internas fetales, rodean la vejiga e ingresan en el cordón umbilical en su camino hacia la placenta; por consiguiente, su exploración abre una ventana de información del estado hemodinámico feto-placentario.

La arteria umbilical puede evaluarse desde muy temprano, a las 7 semanas de amenorrea. En esta etapa, la OVF se caracteriza por presentar un patrón de flujo de muy elevada resistencia con ausencia de flujo de fin de diástole. Progresivamente, al crecer la placenta y aumentar el número de canales vasculares, aumentará también el volumen de flujo sanguíneo y disminuirá la resistencia en la arteria umbilical. El flujo diastólico comienza a aparecer en algunos fetos a las 10 semanas, pero este hecho se observa con mayor frecuencia entre las 12 y 13 semanas, y en todos los fetos a las 15 semanas. Los distintos índices semicuantitativos (IP, IR y S/D) que reflejan la impedancia de la arteria umbilical irán disminuyendo progresivamente desde la semana 10 hasta el final de la gestación. [38]

El perfil de onda de la arteria umbilical es levemente distinta en la pared abdominal y en la inserción placentaria, con valores más altos en la primera, sin embargo, como la diferencia es mínima, ha perdido relevancia en la práctica clínica y cualquiera de los lugares insonados con Doppler pueden ser de ayuda para evaluar este vaso. [13,39]

En presencia de insuficiencia placentaria hay gran resistencia placentaria que se ve reflejada en la disminución del componente diastólico de la OVF de la arteria umbilical, por lo tanto, un perfil de OVF anormal tendrá un valor de IP, IR o S/D por encima del rango normal; este fenómeno empeorará conforme continúe el deterioro placentario hasta desaparecer la velocidad de fin de diástole y en casos más severos, se hará reversa. [40] Es de notar entonces, que las alteraciones de este vaso dan una herramienta para seleccionar el grupo de mayor riesgo para desarrollar patología de origen placentario.

En el primer trimestre, el hallazgo de flujo diastólico en reversa se ha descrito como un signo precoz de cromosomopatías. [12]

Se ha visto entonces, que el Doppler de la arteria umbilical también brinda una herramienta sencilla y de inmensa utilidad para el manejo de embarazos de alto riesgo. Queda esperar, el aporte de nuevas investigaciones que la relacionen con otro tipo de complicaciones, tales como los trastornos hipertensivos del embarazo.

**Objetivo general**

Evaluar la eficacia de la flujometría Doppler, específicamente de los índices cualitativos y semicuantitativos de la arteria umbilical entre las semanas 11 y 13 + 6 días en pacientes con trastornos hipertensivos del embarazo.

**Objetivos específicos**

1. Caracterizar la muestra en estudio de acuerdo a: grupo etario, antecedentes obstétricos, edad gestacional de evaluación y edad gestacional de interrupción del embarazo.
2. Relacionar la muestra objeto de estudio de acuerdo a las variables cualitativas y semicuantitativas de la flujometría Doppler de la arteria umbilical con la edad gestacional.
3. Describir el tipo de trastorno hipertensivo desarrollado por la gestante.
4. Relacionar los valores de la flujometría Doppler de la arteria umbilical con el tipo de trastorno hipertensivo desarrollado por la gestante.
5. Calcular los valores obtenidos de la flujometría Doppler de la arteria umbilical en pacientes que desarrollaron trastorno hipertensivo del embarazo y en el grupo control.

**Aspectos éticos**

La presente investigación está diseñada para evaluar un conglomerado de gestantes durante un momento crítico e importante de la gestación, respetando la individualidad de cada

representante de la muestra, bajo la aceptación del consentimiento informado. Se respetó igualmente el derecho a declinar la participación en la investigación. En los casos en los que se encontró algún indicador de riesgo conocido para cualquier patología fetal o materna se derivó el caso según su hallazgo, con la intención de ofrecer el manejo adecuado, garantizando así en todo momento la evaluación integral sin desviar los objetivos de la investigación ni perjudicar a los individuos de la muestra.

## MÉTODOS

### Tipo de estudio

La presente investigación tiene un carácter prospectivo, descriptivo y longitudinal.

### Población y muestra

La población estuvo constituida por 354 embarazadas que acudieron a la consulta de despistaje de aneuploidías en la Unidad de Perinatología del Hospital Universitario de Caracas, entre las semanas 11 y 13 + 6 días, durante el períodocomprendido entre enero y abril de 2013; luego de aplicar criterios de inclusión y exclusión al estudio la muestra quedó representada por 213 gestantes.

### Criterios de inclusión

Embarazo simple
Edad gestacional entre las 11 a 13 semanas + 6 días
Longitud cráneo – rabadilla entre 45 y 84 mm

### Criterios de exclusión

Embarazo múltiple
Presencia de malformaciones fetales y/o screening ecográfico alterado
Pacientes con patología médica asociada
Pacientes que declinen el consentimiento informado

### Procedimientos

Para dar cabida a la presente investigación, se inició el proceso de selección de la muestra entre las pacientes que acudieron a la consulta ecográfica de evaluación durante el primer trimestre, durante las semanas 11 a 13 + 6días; dichas pacientes cumplieron los siguientes criterios de inclusión: a) embarazo simple y b) edad gestacional entre las semanas

11 y 13 más 6 días o una longitud cráneo-rabadilla fetal entre 45 y 84 mm. Asimismo, se excluyeron del estudio aquellas que presentaron: a) embarazo múltiple b) presencia de malformaciones fetales y/o screening ecográfico de aneuploidías alterado, c) pacientes con patología médica asociada y d) declinación del consentimiento informado. En relación a este último ítem, se diseñó un consentimiento informado que respaldó la investigación respetando las normas de bioética y explicando de forma clara y precisa los alcances de la investigación y los beneficios de la misma.

Una vez depurada la muestra, a cada individuo del estudio se le realizó todas las evaluaciones ecográficas pertinentes del primer trimestre y, adicional a esto, obedeciendo al objetivo de la investigación, la insonación mediante flujometría Doppler de la arteria umbilical (en su segmento libre) para obtener los índices semicuantitativosy la onda espectral. La evaluación se realizó mediante el abordaje transvaginal. En relación a la obtención de la imagen espectral de la onda de velocidad de flujo, se ajustaron las propiedades del equipo tales como el nivel de línea basal, el filtro y la frecuencia de repetición de pulso hasta precisar con certeza la presencia o ausencia de velocidades diastólicas, con la intención de lograr la evaluación real de cada onda espectral. Al obtener la onda adecuada, se realizó la medición de los índices semicuantitativos. Obtenidos ya estos parámetros, fueron anotados en la ficha de registro junto a los datos preliminares de cada individuo de la muestra, a saber: nombre, número telefónico, edad materna, edad gestacional.

Posteriormente en el momento de la resolución del embarazo, se obtuvo mediante la revisión de la historia clínica los datos finales, tales como: desarrollo o no de trastornos hipertensivos del embarazo, edad gestacional de resolución y tipo de trastorno desarrollado.

**Tratamiento estadístico**

Considerando el mejor y más adecuado tratamiento estadístico para el manejo de los datos obtenidos, se calculó el promedio y la desviación estándar de las variables continuas; en el caso de las variables nominales, se calculó sus frecuencias y porcentajes.

Los contrastes de las variables nominales se basaron en la prueba chi-cuadrado de Pearson; en el caso de las variables nominales con más de dos categorías respecto a variables continuas, se aplicó la prueba ANOVA de una vía, en el caso de las variables nominales con sólo dos categorías respecto a variables continuas, se aplicó la prueba t de Student. Para sus efectos, se consideró un valor significativo de contraste si $p < 0,05$. La aplicación JMP-SAS versión 11, fue la utilizada en el análisis de los datos.

**Recursos humanos y materiales**

Los recursos humanos integrantes o participantes en la investigación correspondieron a cada uno de los residentes del Curso de Postgrado en Perinatología (nueve en total), incluidos los autores, que realizaron la evaluación de las gestantes en la consulta planteada para la investigación. Cabe destacar que esta consulta es totalmente monitorizada por los Especialistas en Perinatología; docentes que prestan sus servicios en la Unidad cumpliendo su rol en la formación del equipo de residentes, guiando la realización de cada estudio, lo que garantizó la optimización de cada evaluación y su estandarización.

Entre los materiales utilizados durante las evaluaciones se contó con: equipo ecográfico Logiq 7® marca General Electric, con monitor de 17" y transductor intracavitario transvaginal volumétrico, preservativos descartables, gel, sábanas y batas descartables, formato ecográfico, papel carbón y bolígrafos.

## RESULTADOS

La muestra constituida por 213 gestantes participantes en el estudio, estuvo representada en un 25,8% (n=55) de pacientes entre 21-25 años, seguido del grupo etario entre 16-20 años con 52 pacientes para un 24,4% y el grupo entre 26-30 años con 48 pacientes (22,5%). Los antecedentes obstétricos quedaron representados de la siguiente manera: Primigestas (n=95; 44,60%), Nuliparidad (n=131; 61,50%) según puede observarse en la Tabla 1.

El estudio fue diseñado para realizarse en la ventana de evaluación entre las 11 y las 13 semanas + 6 días, de esta manera se observa en la Tabla2como la muestra quedó representada por 113 pacientes para un 53,10%en el grupo correspondiente entre las 12 – 12 semanas + 6 días.En cuanto a la edad de resolución del embarazo, en esta misma tabla se aprecia que en 177 pacientes (83,10%) la gestación culminó luego de las 37 semanas de embarazo; el 17% restante resultó en resolución antes del término.

Según Tabla 3, de las 213 pacientes que integraron la muestra, 192 (90,1%) no desarrollaron trastornos hipertensivos del embarazo, el restante 9,9% presentó algún trastorno hipertensivo del embarazo, detallado en Gráfico 1 según tipo: Gestacional (n=4; 1,9%), Preeclampsia leve (n=9; 4,2%) y Preeclampsia Grave (n=8; 3,8%).

Durante la evaluación con Doppler pulsado para la morfología de la onda de velocidad de flujo en la arteria umbilical fetal y al correlacionar la presencia de la fase diastólica, se observa que en 132 fetos evaluados con LCR (Longitud Cráneo-Rabadilla)promedio de 67±9mmse observó la presencia de fasediastólica (p= 0,000), representado en la Tabla 4. A continuación, en la Tabla 5 se correlacionó la presencia de la fase diastólica con la edad gestacional, observándose que en el grupo de edad gestacional entre las 11-11 semanas + 6 días 9 fetos tuvieron la presencia de fase diastólica, en el grupo entre 12 – 12 semanas + 6 días 60 fetos y en el grupo entre 13-13 semanas + 6 días, 63 fetos con este hallazgo; estos resultados con un valor de p=0,000.

Correlacionando la onda de velocidad de flujo umbilical y la aparición de hipertensión en el embarazo, en la Tabla 6 se refleja que en el grupo con umbilicales en fase diastólica borrada 74 (91,35%) de los individuos no desarrollaron hipertensión y los restantes 7 (8,65%) si la desarrollaron, por su parte los individuos con fetos que presentaron fase diastólica, 118 (89,39%) no desarrollaron hipertensión y los 14 (10,61%) restantes si la desarrollaron. Estos datos arrojaron los siguientes valores en las pruebas de validez y seguridad diagnóstica: Sensibilidad 33,33% Especificidad 61,45% Valor Predictivo Positivo 8,64% y Valor Predictivo Negativo 89,39%.

De acuerdo a la aparición de trastornos hipertensivos del embarazo, se realizó la correlación entre la presencia/ausencia de fase diastólica en la arteria umbilical y las pacientes que desarrollaron dicha complicación según su tipo, así, se puede ver en la Tabla 7 que: Sin THE (FDP: n=118; 61,5% / FDB: n=74; 38,5%), Gestacional (FDP: n=4; 100% / FDB: 0), Preeclampsia leve (FDP: n=4; 44,4% / FDB: n=5; 55,6%) y Preeclampsia Grave (FDP: n=6; 75% / FDB: n=2; 25%), datos con un valor de p=0,653.

Los parámetros semicuantitativos de la arteria umbilical al Doppler fueron comparados con la edad gestacional teniéndose que, el grupo de 11-11 semanas + 6días presentó una media de IP: 1,82IR: 0.89 S/D: 7,5 y VPS: 20,4 cm/seg; en el grupo entre 12-12 semanas + 6días presentó una media de IP: 1,98 IR: 0,86 S/D: 7,9 y VPS: 20,3 cm/seg (IP: p=0,000 IR: p=0,250 S/D: p= 0,282 y VPS: p=0,012) (ver Tabla 8 ).

Al correlacionar los índices semicuantitativos de la arteria umbilical con las pacientes sin complicaciones y las que desarrollaron trastornos hipertensivos del embarazo, se obtuvo los siguientes valores: Sin THE: IP 2,05 IR: 0,87 S/D: 7,6 VPS: 21,2cm/seg; Gestacional: IP 2,08 IR: 0,82 S/D: 5,9 VPS: 21,5 cm/seg; Preeclampsia Leve: IP 1,89 IR: 0,86 S/D: 6,2 VPS: 19,8 cm/seg; Preeclampsia Grave: IP 2,28 IR: 0,86 S/D: 8,3 VPS: 21,5cm/seg; estos datos con un valor de p= 0,478(IP), p= 0,627 (IR), p= 0,367 (S/D) y p= 0,919 (VPS) según lo reflejado en la Tabla 9.

## DISCUSIÓN

La muestra de la presente investigación estuvo representada en su mayoría por pacientes entre los 21 y 25 años 25,8%, y en conjunto más del 76% de las pacientes eran menores de 30 años; la mayoría (44,60%) cursando su primer embarazo.

En el período estipulado para la realización del screening del I trimestre, es decir entre las 11 y las 13 semanas + 6 días, se observó que la edad gestacional con mayor porcentaje de individuos fue la correspondiente entre las 12 – 12 semanas + 6 días (53,10%). Más del 80% de las pacientes que integraron la muestra lograron finalizar el embarazo luego del término.

Aproximadamente 90% de las pacientes no presentaron como complicación la aparición del trastorno hipertensivo del embarazo, esto quiere decir, que el restante 9,9% de la muestra presentó dicha complicación en contraste con el 6-8% citado por el Plan General para la Construcción de Guías Clínicas de Tratamiento. En nuestra investigación, se observó que la preeclampsia leve y grave fueron los tipos de trastornos hipertensivos más frecuentes desarrollados por las pacientes, contrastando significativamente con el 86% para el tipo de hipertensión gestacional, sugerido por Villanueva L., y Collado S.

De acuerdo a las características de la onda de velocidad de flujo de la arteria umbilical durante la evaluación, observamos como a medida que aumenta la edad gestacional, se hace presente con más frecuencia la aparición de velocidades diastólicas, obteniéndose un resultado estadísticamente significativo en 53% de los fetos evaluados a las 12 semanas y en más del 80% de los fetos con 13 semanas o más, en correspondencia con lo emitido por Coppens, et al. Igualmente se correlacionó la longitud cráneo rabadilla fetal obteniéndose que en la mayoría de los fetos con LCR promedio de 67±9mm o más, seevidencia la presencia de velocidades diastólicas, con un valor estadísticamente significativo; este parámetro no ha sido estudiado o reportado en las investigaciones consultadas.

En cuanto a los parámetros semicuantitativos de la arteria umbilical se observó como el índice de pulsatilidad presentaba aumento a medida que aumentaba la edad gestacional con IP:

1,82 entre las 11-11semanas +6días hasta un IP: 2,25 entre las 13-13semanas +6días, siendo estadísticamente significativo; este resultado discrepa de lo planteado por Coppens, et al, quienes sugieren una disminución progresiva de las resistencias vasculares umbilicales a partir de las 10 semanas de gestación y hasta el término. El resto de los parámetros semicuantitativos, a saber: IR, S/D y VPS no arrojaron resultados estadísticamente significativos.

En la evaluación del desarrollo de trastornos hipertensivos en las pacientes del estudio en correlación con los parámetros al Doppler de la arteria umbilical y sin referencia previa bibliográfica, se observó que las pruebas de validez y seguridad diagnóstica no reflejan valores alentadores de sensibilidad, especificidad o valor predictivo positivo; sin embargo el valor predictivo negativo resulto un 89,39% no tan despreciable. A pesar de esto, al detallar los tipos de estados hipertensivos con estos mismos parámetros cualitativos (FDP/FDP) no existe correspondencia estadísticamente significativa. Asimismo, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el valor de IP, IR, S/D y VPS de las pacientes con trastornos hipertensivos del embarazo y el grupo que no desarrolló dicha complicación; sin embargo, a pesar de esta contundencia estadística, cabe destacar que el valor del IP en las pacientes con preeclampsia grave fue más alto que en el grupo control.

**Conclusiones y recomendaciones**

De los resultados arrojados en el presente trabajo, se pueden extraer algunas conclusiones que permiten plantear un aporte a la evaluación obstétrica durante el primer trimestre.

El trastorno hipertensivo del embarazo aparece como complicación en el 10% de los embarazos, siendo la preeclampsia leve el tipo más frecuente.

La onda de velocidad de flujo de la arteria umbilical presenta fase diastólica en la mayoría de los fetos con LCR promedio de 67±9mm o más y luego de las 12 semanas de gestación.

A pesar que se demostró aumento del IP a medida que aumenta la edad gestacional durante el primer trimestre, sus valores no parecen tener relación con la aparición de trastornos hipertensivos del embarazo, por lo que no pareciera ser útil como predictor de dicha complicación. Por su parte, la ausencia de fase diastólica tampoco muestra utilidad alentadora contundente, salvo un aislado valor predictivo negativo.

De lo expuesto anteriormente, nos permitimos recomendar la búsqueda de otros elementos que permitan la predicción de los trastornos hipertensivos del embarazo con la intención de encontrar herramientas útiles para el estudio de esta patología.

**AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo especial de grado ha sido elaborado con el valioso aporte de quienes a continuación reciben este merecido reconocimiento:

- A la jefatura de la Unidad de Perinatología, por permitir el uso de equipos y material.
- Al equipo de especialistas de la Unidad de Perinatología, por el aporte de ideas y opiniones productivas.
- A los residentes (compañeros) del curso de post grado, quienes contribuyeron en la realización del estudio ecográfico.

**REFERENCIAS**


1.- Cafici, D. Doppler en obstetricia. En: Ultrasonido en obstetricia y diagnóstico prenatal. Ed Journal. Pág.163-200. 2007.

2.- Zimmerman, P., Eirio, V., Koskinen, J., et al. Doppler assessment of the uterine and uteroplacental circulation in the second trimester in pregnancies at risk of preeclampsia and/or intrauterine growth retardation: comparision between different Doppler parameters. UltrasoundObstet. Gynecol. 1997; 9:330-38.

3.- Plan General para la Construcción de Guías Clínicas de Tratamiento. Fármacos 2003, 16 (1-2) pg 31-88.

4.-Kofinas A; Penrry M, Nelson L, Meils P, Swain M. Uterine and umbilical artery flow velocity waveform analysis in pregnancies complicated by chronic hypertension or preeclampsia. Southern Medical Journal.1990; 83 (2).

5.- Campbell S, Colenbrander G, Nelson L. Uterine and umbilical artery flow velocity waveform analysis in pregnancies no complicated. Southern Medical Journal.1990; 84(4).

6.- Plasencia W, Maiz N, Bonino S, Kaihura C, Nicolaides K. Uterine artery Doppler at 11 + 0 to 13 +6 weeks in the prediction of pre-eclpamsia. Ultrasound Obstet. Gynecol. 2007; 30: 742-49.

7.-Onwudiwe N, Yu C, Poon L, Spiliopoulos I, Nicolaides, K. Prediction of pre-eclampsia by a combination of maternal history, uterine artery Doppler and mean arterial pressure. Ultrasound Obstet Gynecol 2008; 32: 877-83.

8.- Van Zalen-Sprock, M, Van Vugt J, Colenbrander G, Van Geijn H. First-trimester uteroplacental and blood flow velocity waveforms in normally developing fetuses: a longitudinal study. Ultrasound Obstet Gynecol. 1994; 4: 284-88.

9.-Jauniaux E, Jurkovic D, Campbell S, Hustin J. Doppler ultrasonographic features of the developing placental circulation: correlation with anatomic findings. Am. J. Obstet. Gynecol. 166: 585-7.

10.- Fisk NM, MacLachlan N, Ellis C, Tannirandorn Y, Tonge HM, Rodeck CH. Absent end-diastolic flow in first trimester umbilical artery. Lancet 1988;2:1256-7.

11.-Borrell A, Martinez J, Farre T, Azulay M, Cararach V, FortunyA.Reversed end-diastolic flow in first-trimester umbilical artery: An ominous new sign for fetal outcome. Am J Obstet. Gynecol. 2001;185:204-7.

12.- Comas C, Carrera M, Devesa R, Muñoz A, Torrents M, Cusi V, et al. Early detection of reversed diastolic umbilical flow: should we offer karyotyping? Ultrasound Obstet. Gynecol. 1997;10:400-2.

13.-Martínez J, Comas C, Ojuel J, Borrell A, Puerto B, Sentis J, Fortuny A. The influence of the site of Doppler recording on umbilical artery pulsatility index during the first trimester. Ultrasound Obstet. Gynecol. 1995; 5:325-27.

14.- Harrington K, Goldfrad C, Carpenter R, Campbell S. Transvaginal uterine and umbilical artery Doppler examination of 12-16 weeks and the subsequent development of pre-eclampsia and intrauterine growth retardation. UltrasoundObstet.Gynecol. 1997; 9: 94-100.

15.-Baha M. Sibai. Diagnosis and Management of Gestational Hypertension and Preeclampsia. American College of Obstetricians and Gynecologists. Vol. 102, N° 1: Elsevier; 2003.

16.- Pacheco J. Preeclampsia/eclampsia: Reto para el ginecoobstetra. Acta Med Per. 2006; 23(2).

17.- Villanueva L, Collado S. Conceptos actuales sobre la preeclampsia-eclampsia. Rev Fac Med UNAM. 2007; 50 (2).

18.- Report of the National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Pregnancy. Am J Obstet Gynecol. 2000; 183: S1-22.

19.- American College of Obstetricians and Gynecologist: Diagnosis and management of preeclampsia and eclampsia. ACOG Practice Bulletin Nº 33. Obstet. Gynecol.2002; 99:159-67.

20.-Fitzgerald D, Drumm J. Non invasive measurement of the fetal circulation using ultrasound: A new method. BMJ.1997; 2:1450-451.

21.- Campbell S, Griffin D, Pearce J. New Doppler technique for assessing utero-placental blood flow. Lancet. 1983;1:675-77.

22.- Ortega R, Clarenbaux J, Guevara F, Briceño R, Ortega J, Weisinger K. Circulación materno fetal en gestaciones de alto riesgo. Rev Obstet Ginecol Venez 1992;52:27-33.

23.- Sosa A. Perfil hemodinámico feto placentario mediante OVF Doppler y su relación con la prueba vibro acústica. Ultrasonido en Med 1995;11:1-10.

24.-Carroll B, VonRamm O. Fundamentals of current Doppler technology. Ultrasound.1988; 6: 275.81.

25.-Burns P.The physics of Doppler. In: Chervenak F, Isaacson G, Campbell S. edito Ultrasound in obstetrics and Gynecology. Boston: Little Brown & Co; 1993.

26.- Mari G, Detti L. Ecografía Doppler: aplicación en la medicina fetal. En: Fleischer A, Manning F, Jeanty P, Romero R. Ecografía en Obstetricia y Ginecología. Ed Marbán Libros; 2006.

27.-Maulik, D. Hemodynamic interpretation of the arterial Doppler waveform. Ultrasound Obstet Gynecol. 1993; 3: 219.

28.-Pourcelot L. Applications cliniques del examen Doppler transcutané. En: Peronneau P, editors Velocimetrie Ultrasonore Doppler. Paris: Seminarie INSERM; 1974:34:213.

29.-Gosling R, King, D. Ultrasound angiology. In: Marcus E, Adamson, L. editors. Arteries and veins. Edinburgh: Churchill, Livingstone; 1975.

30.- Font G. Doppler de la arteria uterina durante el embarazo. En: Cafici D, Margulies D, editores. Doppler en Obstetricia.Buenos Aires; 1997.

31.-Albaigés G, Missfelder-Lobos H, Lees C, Parra M, Nicolaides K. One-stage screening for pregnancy complications by color Doppler assessment of the uterine arteries at 23 weeks' gestation. Obstet. Gynecol. 2000; 96:559-64.

32.-Papageorghiou A, Yu C, Bindra R, Pandis G, Nicolaides K. Multicenter screening for pre-eclampsia and fetal growth restriction by transvaginal uterine artery Doppler at 23 weeks of gestation. Ultrasound Obstet.Gynecol. 2001;18:441-49.

33.- Martin A, Bindra R, Curcio P, Cicero S, Nicolaides K. Screening for pre-eclampsia and fetal growth restriction by uterine artery Doppler at 11-14 weeks of gestation. Ultrasound Obstet.Gynecol.2001; 18:583-86.

34.-Campbell S, Díaz-Recasens J, Griffin D.New Doppler technique for assessing uteroplacental blood flow. Lancet 1983; 1: 675.7.

35.-Meekins J, Pijnenborg R, Hanssens M. A study of placental bed spiral arteries and trophoblast invasion in normal and severe pre-eclamptic pregnancies. Bristish J ObstetGynaecol.1994; 101: 669-74.

36.-Jacobson S, Imhof R, Manning N. The value of Doppler assessment of the uteroplacental circulation in predicting preeclampsia or intrauterine growth retardation. Am Journal ObstetGynaecol.1990; 162: 110-14.

37.-Todros T, Ferrazzi D, Ardruini E. Performance of Doppler ultrasonography as a screening test in low risk pregnancies: results of a multicentric study. J Ultrasound Med. 1995; 14: 343-48.

38.-Coppens M, Loupet P, Kollen M. Longitudinal evaluation of uteroplacental and umbilical blood flow change in normal early pregnancy. Ultrasound Obstet Gynecol. 1996; 7: 114-21.

39.-Maulik D, Yarlagadda A, Youngblood J. Components of variability of umbilical arterial Doppler velocimetry: a prospective analysis. Am J Obstet Gynecol. 1989; 160: 1406-12.

40.- Fleischer A, Schulman H, Farmakides G. Umbilical velocity waves ratios in intrauterine growth retardation. Am J ObstetGynecol. 1985; 151; 502-06.

**ANEXOS**

**Consentimiento informado**

YO**,** _____ CI _____ Edad _____Luego que me han explicado con toda claridad el propósito, el procedimiento, beneficios y riesgos y habiendo formulado todas las preguntas concernientes a mis dudas, y contestadas ellas satisfactoriamente, **Acepto voluntariamente** a participar en el trabajo de investigación aquí mencionado**; FLUJOMETRÍA DOPPLER DE LA ARTERIA UMBILICAL COMO PREDICTOR TEMPRANO DE TRASTORNOS HIPERTENSIVOS DEL EMBARAZO**realizado porBermúdez F., Corina F., y José G. Luque B. (Residentes del Curso de Especialización en Perinatología del Hospital Universitario de Caracas. Universidad Central de Venezuela).

**Paciente:**
**Firma:**
**CI:**
**Teléfono:**

**Testigo:**
**Firma:**
**CI:**
**Teléfono:**

**Investigador:**
**Firma:**
**CI:**
**Teléfono:**

## Formulario para la recolección de datos

| Datos Generales | | | | | Doppler Arteria Umbilical | | | | | RESOLUCIÓN | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fecha | Nombre | Edad | Antecedentes | EG | OVF | IP | IR | S/D | PSV | THE | EG |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Ilustración 1

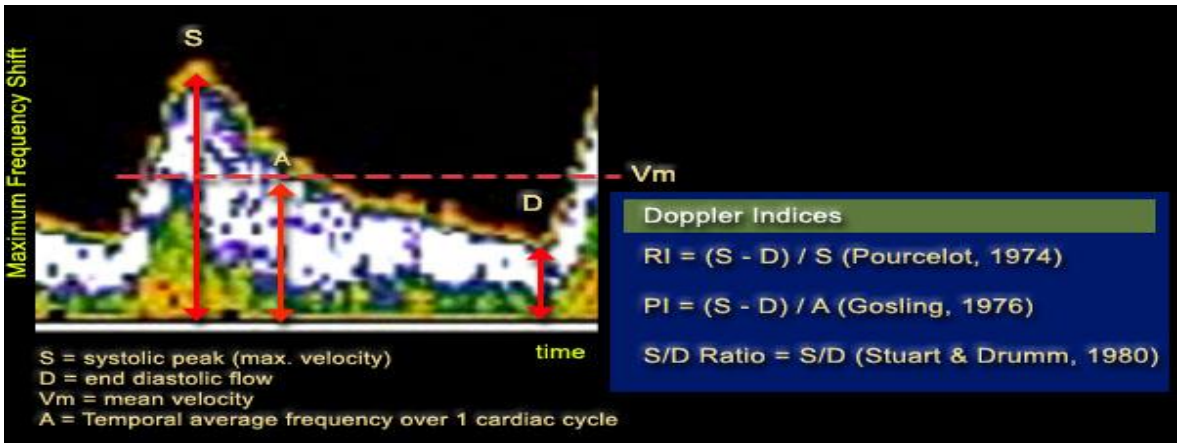


Tabla 1.

Características de la muestra según edad materna y antecedentes obstétricos.

| **Variables** | **n** | **%** |
|---|---|---|
| Edad materna | | |
| < 15 | 7 | 3,3 |
| 16 – 20 | 52 | 24,4 |
| 21 – 25 | 55 | 25,8 |
| 26 – 30 | 48 | 22,5 |
| 31 – 35 | 34 | 16,0 |
| > 36 | 17 | 8,0 |
| Gestas | | |
| I | 95 | 44,6 |
| II-III | 86 | 40,4 |
| IV y más | 32 | 15,0 |
| Paridad | | |
| Ninguna | 131 | 61,50 |
| I | 51 | 23,94 |
| II-III | 29 | 13,63 |
| IV y más | 2 | 0,94 |
| Cesárea | | |
| Ninguna | 177 | 83,09 |
| I | 26 | 12,23 |
| II-III | 9 | 4,22 |
| IV y más | 1 | 0,46 |
| Abortos | | |
| Ninguna | 169 | 79,35 |
| I | 33 | 15,49 |
| II-III | 9 | 4,22 |
| IV y más | 2 | 0,94 |

Tabla 2.

Distribución de la muestra según edad gestacional durante la evaluación y edad gestacional al momento de la resolución.

| **Variables** | **n** | **%** |
|---|---|---|
| **Edad gestacional** | | |
| 11 a 11+6 semanas | 23 | 10,8 |
| 12 a 12+6 semanas | 113 | 53,1 |
| 13 a 13+6 semanas | 77 | 36,2 |
| **Edad gestacional de resolución** | | |
| < 34 semanas | 7 | 3,3 |
| 34 a 36+6 semanas | 29 | 13,6 |
| 37 semanas y más | 177 | 83,1 |

Tabla 3.

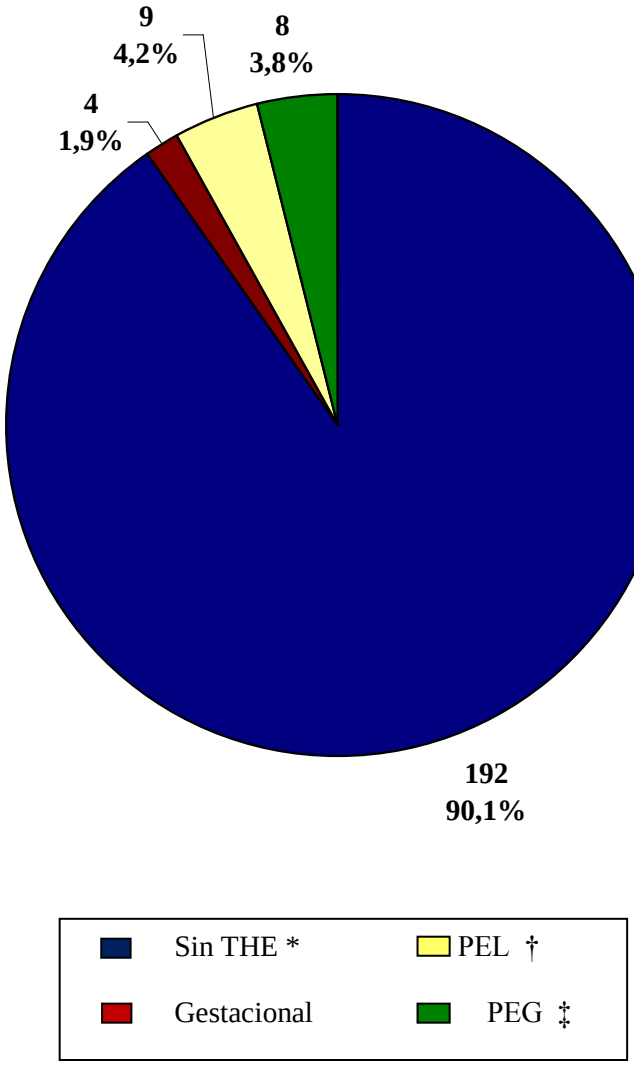
Distribución de la muestra según aparición de trastorno hipertensivo del embarazo.

| **Grupo** | **n** | **%** |
|---|---|---|
| Sin THE* | 192 | 90,1 |
| Con THE | 21 | 9,9 |
| Total | 213 | 100,0 |

*Trastorno hipertensivo del embarazo

Gráfico 1.

Tipo de trastorno hipertensivo del embarazo en la muestra de estudio.




*Trastorno hipertensivo del embarazo, †Preeclampsia leve, ‡Preeclampsia grave

Tabla 4.

Relación entre LCR y onda de velocidad de flujo de la arteria umbilical.

| **OVF* Umbilical** | **n** | **LCR† (mm)** |
|---|---|---|
| FDP ‡ | 132 | 67 ± 9 |
| FDB § | 81 | 61 ± 7 |

t = 5,064 (p = 0,000)

*Onda de velocidad de flujo, †Longitud cráneo rabadilla, ‡Fase diastólica presente, §Fase diastólica borrada

Tabla 5.

Distribución de la muestra según la onda de velocidad de flujo y la edad gestacional.

| | **Edad gestacional** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **11 a 11+6 semanas** | | **12 a 12+6 semanas** | | **13 a 13+6 semanas** | |
| **Umbilical** | **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| FDP * | 9 | 39,1 | 60 | 53,1 | 63 | 81,8 |
| FDB † | 14 | 60,9 | 53 | 46,9 | 13 | 16,9 |
| **Total** | **23** | **100,0** | **113** | **100,0** | **77** | **100,0** |

$\chi^2 = 21{,}737$ ($p = 0{,}000$)

*Fase diastólica presente, †Fase diastólica borrada

Tabla 6.

Distribución de la muestra según onda de velocidad de flujo de la arteria umbilical y trastorno hipertensivo del embarazo.

| **Grupo** | **FDB†** | **%** | **FDP‡** | **%** | **TOTAL** |
|---|---|---|---|---|---|
| Sin THE* | 74 | 91,35 | 118 | 89,39 | 192 |
| Con THE | 7 | 8,65 | 14 | 10,61 | 21 |
| **Total** | **81** | **100,0** | **132** | **100,0** | **213** |
| | | **%** | | | |
| Sensibilidad | | 33,33 | | | |
| Especificidad | | 61,45 | | | |
| VPP§ | | 8,64 | | | |
| VPN‖ | | 89,39 | | | |

*Trastorno hipertensivo del embarazo †Fase diastólica borrada, ‡Fase diastólica presente§Valor Predictivo Positivo, ‖ Valor Predictivo Negativo

Tabla 7.

Relación entre eltipo de trastorno hipertensivo del embarazo y la onda de velocidad de flujo de la arteria umbilical.

| | **Trastorno hipertensivo del embarazo** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Sin THE *** | | **Gestacional** | | **PEL †** | | **PEG ‡** | |
| **Umbilical** | **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** | **N** | **%** |
| FDP § | 118 | 61,5 | 4 | 100,0 | 4 | 44,4 | 6 | 75,0 |
| FDB ‖ | 74 | 38,5 | 0 | 0,0 | 5 | 55,6 | 2 | 25,0 |
| **Total** | **192** | **100,0** | **4** | **100,0** | **9** | **100,0** | **8** | **100,0** |

$\chi^2 = 4{,}225$ ($p = 0{,}238$)

*Trastorno hipertensivo del embarazo, †Preeclampsia leve, ‡Preeclampsia grave, §Fase diastólica presente, ‖ Fase diastólica borrada

Tabla 8.

Relación de los índices semicuantitativos de la arteria umbilical según la edad gestacional.

| | Edad gestacional | | | |
|---|---|---|---|---|
| **IP cuantitativa** | **11 a 11+6 semanas** | **12 a 12+6 semanas** | **13 a 13+6 semanas** | **p** |
| n | 23 | 113 | 77 | - |
| IP * | 1,82 ± 0,49 | 1,98 ± 0,50 | 2,25 ± 0,51 | 0,000 |
| IR † | 0,89 ± 0,07 | 0,86 ± 0,06 | 0,87 ± 0,06 | 0,250 |
| S/D ‡ | 7,5 ± 3,3 | 7,2 ± 2,6 | 7,9 ± 2,5 | 0,282 |
| VPS § | 20,4 ± 5,4 | 20,3 ± 5,7 | 22,8 ± 9,0 | 0,012 |

Valores expresados como media ± desviación estándar

*Índice de pulsatilidad, †Índice de resistencia, ‡Relación sístole/diástole, §Velocidad del pico sistólico

Tabla 9.

Relación entre el trastorno hipertensivo del embarazo y los índices semicuantitativos de la arteria umbilical.

| | Trastorno hipertensivo del embarazo | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Parámetro** | **Sin THE*** | **Gestacional** | **PEL†** | **PEG‡** | **p** |
| n | 192 | 4 | 9 | 8 | - |
| IP § | 2,05 ± 0,52 | 2,08 ± 0,41 | 1,89 ± 0,37 | 2,28 ± 0,43 | 0,478 |
| IR ‖ | 0,87 ± 0,07 | 0,82 ± 0,04 | 0,86 ± 0,06 | 0,86 ± 0,04 | 0,627 |
| S/D ¶ | 7,6 ± 2,7 | 5,9 ± 1,5 | 6,2 ± 1,2 | 8,3 ± 2,2 | 0,367 |
| VPS ** | 21,2 ± 6,0 | 21,5 ± 6,0 | 19,8 ± 4,7 | 21,5 ± 4,8 | 0,919 |

Valores expresados como media ± desviación estándar

*Trastorno hipertensivo del embarazo, †Preeclampsia leve, ‡Preeclampsia grave, §Índice de pulsatilidad, ‖Índice de resistencia, ¶Relación sístole/diástole, **Velocidad del pico sistólico