



*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO*

---

*SECRETARÍA DE SALUD DEL DISTRITO FEDERAL  
DIRECCIÓN DE EDUCACION E INVESTIGACIÓN  
SUBDIRECCION DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN*

*CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACION EN  
IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA*

***“VALOR DE LA MUESCA EN EL ESPECTRO DE LA ARTERIA  
UTERINA MEDIANTE DOPPLER COLOR, COMO PREDICTOR DE  
PREECLAMPSIA EN PACIENTES CON EMBARAZO DE ALTO  
RIESGO”***

*TRABAJO DE INVESTIGACION CLÍNICA*

*PRESENTADO POR*

*DRA. ALEJANDRA RODRÍGUEZ ULLOA*

*PARA OBSTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN  
IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA*

*DIRECTOR DE TESIS*

*DR. JUAN CARLOS HERNANDEZ CHAVOLLA*

2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

“VALOR DE LA MUESCA EN EL ESPECTRO DE LA ARTERIA UTERINA  
MEDIANTE DOPPLER COLOR, COMO PREDICTOR DE PREECLAMPSIA EN  
PACIENTES CON EMBARAZO DE ALTO RIESGO”

DRA. ALEJANDRA RODRIGUEZ ULLOA.

Vo.Bo.

DRA. MARGARITA FUENTES GARCIA

---

Profesor Titular del Curso de Especialización en  
Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.

Vo. Bo.

DR. ANTONIO FRAGA MOURET

---

Director de Educación e Investigación.

“VALOR DE LA MUESCA EN EL ESPECTRO DE LA ARTERIA UTERINA  
MEDIANTE DOPPLER COLOR, COMO PREDICTOR DE PREECLAMPSIA EN  
PACIENTES CON EMBARAZO DE ALTO RIESGO”

DRA. ALEJANDRA RODRIGUEZ ULLOA.

Vo.Bo.

DR. JUAN CARLOS HERNANDEZ CHAVOLLA

---

Director de Tesis

Jefe del Servicio de Imagenología del Hospital de Especialidades de la  
Ciudad de México “Dr. Belisario Domínguez”.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios por darme la fuerza y la convicción necesarias para terminar un proyecto más. Gracias por guiar mis pasos y permitirme llegar al éxito.

Mami me diste el más grande regalo que una mujer puede dar: la vida. Gracias a ti, a tus esfuerzos, a tus sacrificios, a tus desvelos y a tus regaños soy lo que soy; eres mi más grande orgullo y el ejemplo a seguir. Te Amo.

Papá gracias por tu amor y tu apoyo incondicional.

David gracias por todo tu empeño día a día a mi lado en este proyecto, gracias por tu paciencia y tus consejos pero principalmente por impulsarme a ser mejor cada día. Te amo.

Inés, María Eugenia y Enrique mil gracias por todas sus enseñanzas y todo su amor.

A mis grandes amigos de toda la vida, Blanca, Bere, Paty, Liz, Hiroshi, Vane, Diego, Citlalli, Elvira, Abel gracias por su amistad incondicional y todo su cariño y apoyo, los quiero mucho.

Quiero agradecer a todos aquellos médicos, enfermeras y técnicos radiólogos que en mayor o menor medida han estado involucrados en mi formación, todo mi agradecimiento para ellos y los llevaré siempre en mi corazón.

Gracias a todos mis compañeros por aguantar mis buenos y malos momentos, siempre contarán conmigo.

Finalmente gracias a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este proyecto de tesis, en especial quiero agradecer a mis asesores y personal de archivo del Hospital de Especialidades “Dr. Belisario Domínguez” así como al personal médico y administrativo de la Clínica de la Mujer del D.F., su colaboración fue invaluable.

*Podrás perderlo todo menos tus conocimientos, aprovéchalos...*

## INDICE

RESUMEN.....	6
INTRODUCCION.....	7
I. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO .....	9
II. VASCULARIDAD UTERINA .....	13
III. CIRCULACION UTERINA DURANTE EL EMBARAZO.....	19
IV. ULTRASONIDO DOPPLER.....	21
V. ESTUDIO DOPPLER DE LAS ARTERIAS UTERINAS DURANTE EL EMBARAZO. 31	
VI. TÉCNICA DE EXPLORACIÓN DE LA ARTERIA UTERINA.....	33
VII. PREECLAMPSIA Y DOPPLER.....	34
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	37
JUSTIFICACION. ....	38
HIPOTESIS.....	38
OBJETIVO.....	38
MATERIAL Y METODOS.....	39
CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	40
OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	41
RESULTADOS Y DISCUSION.....	42
CONCLUSIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXO I. IMÁGENES DE CASOS.....	58
ANEXO II. FORMATO DE HISTORIA CLÍNICA REALIZADA.....	62
ANEXO III. REPORTE DE ULTRASONIDO OBSTETRICO.....	63
ANEXO IV. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	64

## **RESUMEN.**

### **OBJETIVO.**

Conocer la utilidad de la persistencia de la muesca en el espectro Doppler de la arteria uterina como predictor de enfermedad hipertensiva inducida por el embarazo y preeclampsia en mujeres con embarazo de alto riesgo.

### **MATERIAL Y METODOS**

Se realizó un estudio de cohorte en 43 mujeres embarazadas multicentrico, cursando entre la semana 20 y 30 de gestación, adolescentes o > 35 años. Se realizó ultrasonido Doppler vía abdominal para determinar IP, IR y características de la onda espectral de la arteria uterina.

### **RESULTADOS.**

Se estudiaron 43 pacientes, el análisis estadístico se realizó utilizando los programas EPI INFO y Excel con prueba de riesgo relativo y  $X^2$ . Se presentó EHIE en 25.5% de las pacientes. En 14 pacientes se encontró muesca de la arteria uterina y de ellas cuatro desarrollaron EHIE (28.5 %) con un riesgo relativo de 1.1 (intervalo de 0.41 – 3.38). El 58.1% de las pacientes tuvieron IMC < 25, y 41.8% tuvieron IMC > 26. La asociación de IMC con la presentación de EHIE tiene 1.6 veces el riesgo de padecer EHIE (IC95% 0.6 – 4.6). Al relacionarlo con la presencia de muesca de la arteria uterina se encuentra 3 veces el riesgo de padecer EHIE (IC 0.4 - 22.3).

Palabras clave: Preeclampsia, Doppler de arterias uterinas, Enfermedad Hipertensiva del embarazo, Embarazo de alto riesgo, Obesidad, Restricción en el crecimiento intrauterino,

## **INTRODUCCIÓN.**

El presente estudio tiene como fin conocer la utilidad de la medición de los índices de resistencia y pulsatilidad así como la valoración de espectro del flujo de la arteria uterina en pacientes con embarazo de alto riesgo en la población del Distrito Federal, ya que al revisar la literatura, en nuestro país en general y nuestra ciudad en particular no existen antecedentes al respecto, y considerando la alta incidencia de embarazos en adolescentes así como la presencia de preeclampsia que complica el buen término de los embarazos, el estudio será de utilidad para el futuro de las pacientes.

M.A.G. Coleman y cols. realizaron un estudio prospectivo con 114 mujeres embarazadas con alto riesgo para preeclampsia y parto pretérmino atendidas en la clínica de medicina materno fetal del Hospital Nacional de la Mujer de Nueva Zelanda. Se les practico ultrasonido Doppler entre la semana 22 y 24 de gestación, midiendo el índice de resistencia y la presencia o ausencia de la muesca de la arteria uterina. Un índice de resistencia de 0.58 se tomó como normal y un índice de resistencia de 0.7 se definió como significativamente anormal. Las principales patologías que se determinaron fueron: preeclampsia, bajo peso al nacer, desprendimiento de placenta y muerte intrauterina. Se concluyó que en mujeres de alto riesgo, la forma de la onda Doppler de la arteria



uterina predice un final adverso grave con mayor precisión que el riesgo clínico estimado. <sup>(1)</sup>

En el año 2003 en la ciudad de Asturias, España se realizó un estudio prospectivo en una población no seleccionada de mujeres gestantes que fueron recibidas para realizar un examen ecográfico ordinario en la semana 20 de embarazo. Se practicó un total de 319 estudios con determinación del índice de resistencia (IR) e índice de pulsatilidad (IP) de la arteria uterina. Al final del estudio presentaron patología gestacional 47 pacientes (14,7%). Once desarrollaron preeclampsia (3,44%). Hubo 26 casos con retardo en el crecimiento intrauterino por debajo del percentil 10 (8,15%). Con los datos anteriores concluyeron que los resultados obtenidos permiten afirmar que es posible identificar con el estudio Doppler de las arterias uterinas en la semana 20 a un grupo de gestantes con alto riesgo de desarrollar preeclampsia, retardo en el crecimiento intrauterino y parto pretérmino. La relación de las dos primeras patologías con índices de impedancia elevados en las arterias uterinas ha sido bien establecida, pero las referencias en relación con el parto pretérmino son escasas. <sup>(2)</sup>

Otro estudio publicado en American Journal of Obstetrics and Gynecology en Abril 2007, investigó a 3348 pacientes embarazadas entre las semanas 22 y 26 de gestación y examinaron la relación entre la velocidad de la circulación anormal de la arteria uterina y la concentración plasmática del factor de crecimiento placentario y del receptor -1 del factor de crecimiento endotelial vascular soluble ; en él se concluye que la combinación de anomalías en la velocidad de la

arteria uterina y concentraciones del (factor de crecimiento placentario 1) P1GF < 280 pg / ml en el segundo trimestre de embarazo está asociado a un alto riesgo de preeclampsia.<sup>(3, 30)</sup>

El Dr. Mikiya Nakatsuka del departamento de Obstetricia y Ginecología de la Facultad de Medicina de Okayama, Japón evaluó el flujo de las arterias uterinas de 104 mujeres embarazadas y lo correlaciono con determinaciones séricas de anticuerpos anti fosfolípidos y antinucleares. Concluyeron que, el índice de pulsatilidad de la arterial uterina en el grupo de pacientes con pérdida recurrente del embarazo fue significativamente mayor que en el grupo control. Las mujeres con anticuerpos antinucleares o anti fosfolípido tenían un índice de pulsatilidad elevado en la arteria uterina. La coagulopatía y la disfunción vascular causada por auto anticuerpos pueden deteriorar la perfusión uterina. Sin embargo, el índice de pulsatilidad de la arteria uterina en el grupo con pérdida recurrente del embarazo fue significativamente mayor que en el grupo control.<sup>(4)</sup>

## I. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO

### Útero.

Es un órgano extra peritoneal muscular, situado entre la vejiga urinaria y el recto, es una víscera hueca que tiene la forma y el tamaño de una pera invertida. Limita con la cara posterosuperior de la vejiga, el cérvix se extiende hacia la pared anterior de la vagina superior, formando un ángulo agudo. Su eje longitudinal en la mujer adolescente es de 50 a 80 mm, en la mujer reproductiva de 80 a 90 mm, y en la mujer postmenopáusica de 35 a 75 mm.<sup>(5,6,7)</sup>

El útero se divide en: fundus que se extiende por encima de los conductos uterinos; cuerpo es la porción central más importante que alberga el embarazo y el

cuello o cérvix que es la porción inferior más estrecha que se abre a la vagina.

Entre el cuello y el cuerpo se extiende el istmo, una parte estrecha de 15 mm de longitud. Fuera de la gestación, el istmo carece de importancia, pero en la gravidez, por sus características morfológicas y el notable desarrollo que alcanza constituye durante el parto el llamado segmento inferior de gran importancia obstétrica. En el interior del cuerpo uterino se encuentra la cavidad uterina, extendiéndose hacia el interior del cérvix en donde se llama canal cervical. La unión del istmo con el canal cervical constituye el orificio cervical interno, mientras que el cuello uterino se une a la vagina en el orificio cervical externo. <sup>(5,6,7)</sup>

El eje del útero no es recto pues presenta en la unión del cuello con el cuerpo un ángulo de entre 140 y 170 grados. Se dice que está en anteflexión cuando el ángulo es demasiado cerrado y retroflexión cuando se haya invertido. La dirección del útero también se puede encontrar cuando el cuerpo se dirige hacia delante (anteversión), cuando se dirige hacia atrás (retroversión) y cuando es hacia los lados (lateroversión). <sup>(5,6,7)</sup>

Las tubas o trompas uterinas son órganos tubulares ubicados en la parte superior del ligamento ancho a cada lado del útero y desembocan en los cuernos uterinos, miden entre 100 y 120 mm de longitud, presentan un extremo medial o uterino y otro lateral o abdominal. Su función es transportar a los óvulos desde los ovarios a la cavidad uterina. La fecundación se produce normalmente dentro de la tuba uterina en su tercio medio. <sup>(5,6,7)</sup>

En las tubas uterinas se describen cuatro segmentos:

1. Segmento proximal: es la porción que desemboca en el cuerno uterino.

2. Istmo: es la porción localizada en el tercio medio proximal de la tuba, es largo y estrecho y desemboca en la ámpula.
3. Ámpula: es una porción ancha, dilatada y tortuosa en el tercio medio distal.
4. Infundíbulo: es la porción localizada del extremo distal de la trompa. Tiene forma de embudo y presenta fimbrias en el borde. Se extiende más allá del ligamento ancho y se abre en la cavidad peritoneal. Abraza la cara superior del ovario. Una de las fimbrias es más larga que las demás, se denomina fimbria ovárica o ligamento tuboovárico y está unido al ovario. <sup>(5)</sup>

Los ovarios son órganos ovalados pares que miden aproximadamente 3 cm x 2 cm x 2 cm. Generalmente tienen una especie de orientación de arriba abajo y de lateral a medial, con presencia de un polo superior y uno inferior. Se encuentran en la superficie posterior del ligamento ancho en íntimo contacto con el infundíbulo y unidos a sus fimbrias. <sup>(5,6,7)</sup>

El recubrimiento interno del útero es el endometrio, que sufre cíclicamente cambios proliferativos y descamativos en la mujer premenopáusica. El grosor y la apariencia endometrial varían con la fase del ciclo menstrual. Durante la fase menstrual (días 1-4) y en la fase proliferativa (días 5-13) del ciclo, el endometrio experimenta un engrosamiento gradual que va de 4,6 mm durante la menstruación a 12,4 mm en el día pico de secreción de la hormona luteinizante, que se produce de 12 a 48 horas antes de la ovulación. Durante la fase proliferativa tardía y durante la fase ovulatoria (días 13-16), el endometrio tiene un patrón estriado, con una capa interna rodeada por una capa periférica. En la fase

secretora del ciclo menstrual (días 16-28), el patrón estriado se vuelve progresivamente más homogéneo, y el grosor endometrial disminuye ligeramente con el aumento de la hormona luteinizante para luego aumentar aproximadamente 2 mm. <sup>(5,6,7)</sup>

Ligamentos Uterinos. (Fig. 1).

El peritoneo recubre posteriormente el fundus, cuerpo, cérvix y porción superior de la vagina. En este punto, el peritoneo se repliega sobre la pared anterior del recto para formar el fondo de saco posterior (saco de Douglas). Anterior al útero, el peritoneo se repliega sobre la cara superior de la vejiga formando el fondo de saco anterior (saco vesicouterino). A ambos lados del útero el peritoneo cubre las paredes laterales de la pelvis y recubre las tubas uterinas, formando el ligamento ancho. <sup>(5,6,7)</sup>

Los ligamentos redondos. Se extienden desde los ángulos laterales del útero al conducto inguinal y al pubis, miden de 12 a 14 centímetros con un diámetro de 4 a 5 milímetros. Forman la aleta anterior del ligamento ancho. Los ligamentos úterosacros (sacrogenitales) pasan por encima y posteriores, extendiéndose de la cara posterior del cuello uterino, a la cara anterior del sacro. Los ligamentos transversales del cuello uterino (cardinales) se extienden desde el cuello uterino y las porciones laterales del fornix vaginal hasta las paredes laterales de la pelvis. El soporte dinámico del útero proviene del diafragma pélvico, también contribuyen a la fijación del útero la vagina que lo envuelve por su cúpula. <sup>(5,6,7)</sup>

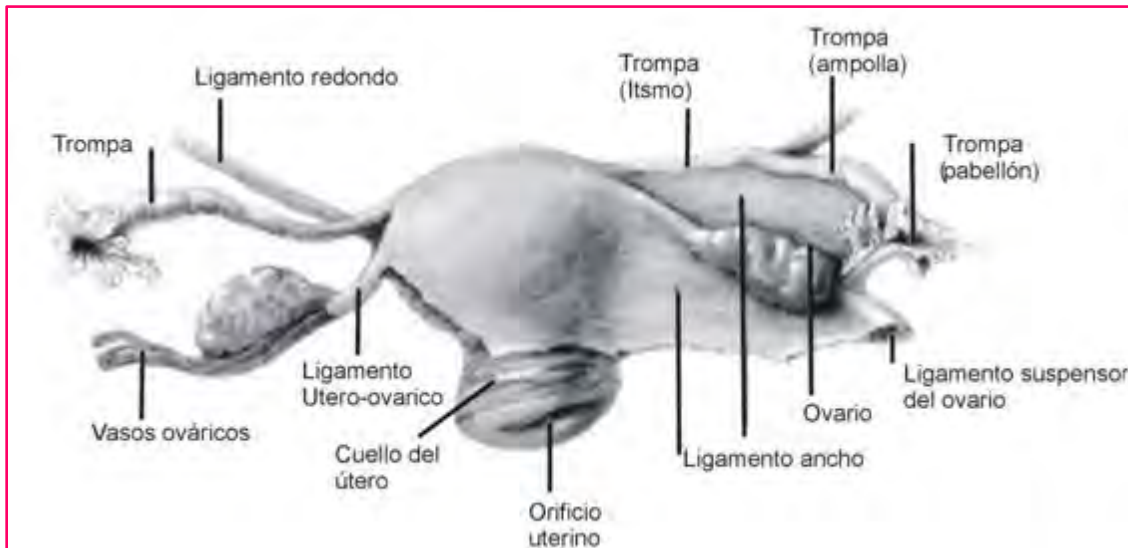


Fig. 1. Ligamentos uterinos.

## II. VASCULARIDAD UTERINA

### Irrigación Uterina.

Las arterias uterinas se originan en el tronco de división anterior de la arteria íliaca interna. Su trayecto va en sentido oblicuo, hacia abajo y adelante, contra la pared pelviana; se dirige en seguida transversalmente en dirección medial, en un trayecto que la conduce al borde lateral del útero, paralela y ascendente al mismo. Termina a nivel del cuerno uterino, bifurcándose. Ese trayecto, rectilíneo en un principio se vuelve tortuoso a lo largo del cuerpo uterino, lo que permite seguir las modificaciones durante el embarazo, en el curso del cual duplica su calibre. <sup>(5,7)</sup>

Poco antes de llegar al cuello uterino se desprenden las ramas terminales vesicovaginales, que dan irrigación a la vejiga y la vagina, y la arteria cervicovaginal, destinada a la porción inferior del cuello uterino y a la pared anterolateral de la vagina. <sup>(5,7)</sup>

Las arterias uterinas ascienden por el borde lateral del útero y en su recorrido se forman las arterias arcuatas, una rama para el ligamento redondo y la arteria retrógrada del fondo o de Fredet, que se anastomosa con la contralateral.

Las arterias arcuatas se desprenden de cada arteria uterina y se dividen en dos ramas, éstas se dirigen hacia la cara anterior y posterior del útero, respectivamente, para anastomosarse con la contralateral y formar un anillo vascular que rodea totalmente al útero, trascurriendo en la unión de los dos tercios internos con el tercio externo del miometrio. Desde este circuito vascular, se separan pequeñas ramas centrífugas que se dirigen hacia la serosa uterina, y las arterias radiales, hacia el endometrio. Una vez que lo alcanzan, dan origen a las arterias basales y a las espirales, (Fig. 2a) (tabla 1).<sup>(5,7)</sup>

Las relaciones de la arteria uterina en primer lugar es con la pared lateral de la cavidad pélvica por debajo del peritoneo y es cruzada medialmente por el uréter en su tercio medio distal, que luego se situara por debajo y detrás de la arteria. El segmento transversal de la arteria uterina se ubica en la base del ligamento ancho, marcado por un segundo cruce con el uréter; la arteria está por arriba del uréter, que es oblicuo hacia abajo y medialmente, (Fig. 2b). En el ligamento ancho, la arteria uterina está acompañada por tejido de la fascia pelviana. Su trayecto ascendente es sinuoso, sigue el borde lateral del útero entre las dos hojas del mesometrio del ligamento ancho, acompañada por venas satélites voluminosas.  
(5,7)

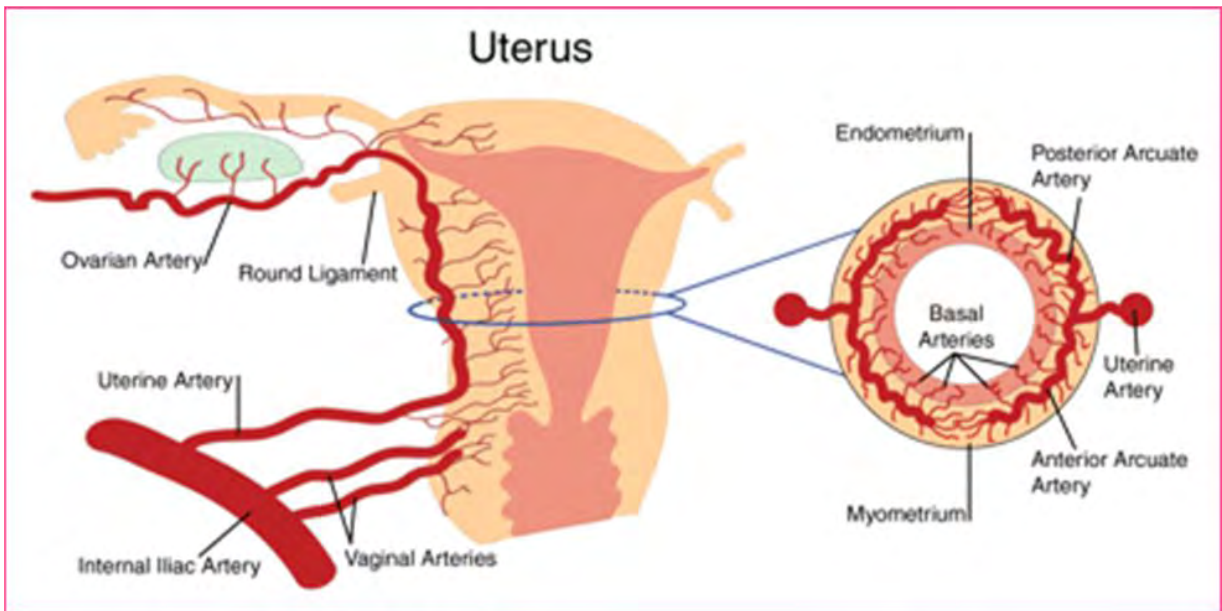


Fig. 2a. Esquema de la Irrigación Uterina.

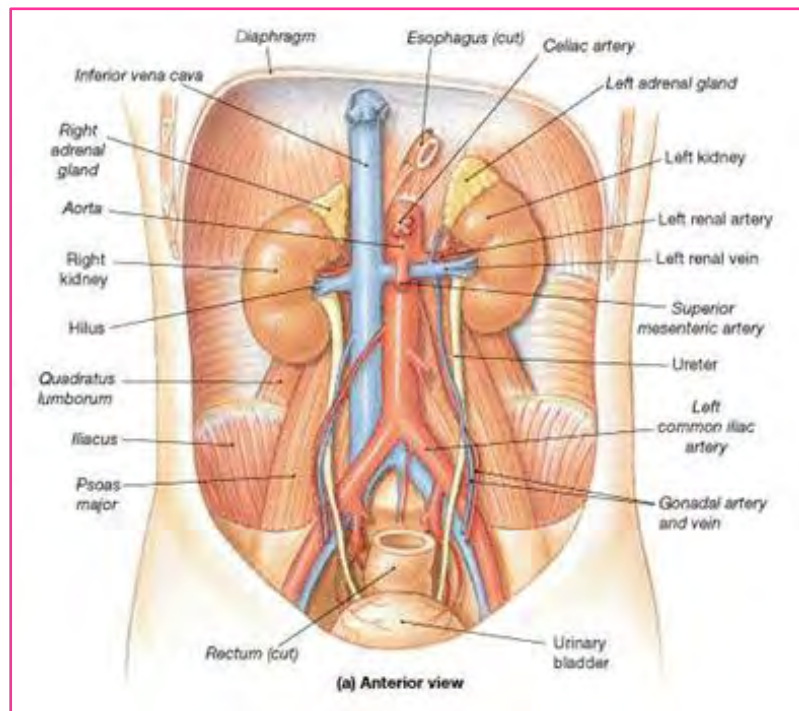


Fig. 2b. Esquema de la relación entre la arteria uterina y el uréter.



Tabla 1. RAMAS COLATERALES DE LA ARTERIA UTERINA.

<b>RAMAS DE LA ARTERIA UTERINA</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b>
<b>Peritoneales</b>	Cursan adosadas a las hojas del ligamento ancho y se anastomosan con los arcos tuboovaricos.
<b>Ureterales</b>	Se originan en el cruce de la arteria uterina con el uréter, al que penetran de inmediato.
<b>Vesicales inferiores</b>	Numerosas y delgadas, que van al fondo de la vejiga, siguiendo el tabique vesicovaginal. Estas pueden irrigar la vagina o proceder de las arterias vaginales.
<b>Vaginales</b>	Nacen de la arteria uterina, mediales a su cruce con el uréter y se dividen en dos ramas destinadas a la pared anterior y posterior de la vagina y de la porción vaginal del cuello uterino: son las arterias ácigos de la vagina.
<b>Arcuatas</b>	Se derivan de las arterias uterinas y se dividen en dos ramas, anterior y posterior del útero, para anastomosarse con la contralateral y formar un anillo vascular.
<b>Basales, radiales y espirales</b>	Una vez que alcanzan el endometrio, las arcuatas dan origen a las arterias basales y a las espirales.

Fuente: González J., Lailla J.M., González E., González E. *Obstetricia*. España. El Sevier – Masson, 2006. Pág. 3 – 20.

Además, la arteria uterina tiene tres ramas terminales: la tubárica, la ovárica y la del fondo uterino. La rama tubárica se dirige lateralmente por el mesosalpinx, en relación con el ligamento propio del ovario, describiendo un trayecto hacia la trompa, para contribuir en la formación de un arco marginal tubárico. Sigue en dirección hacia el infundíbulo donde se anastomosa con una rama de la arteria ovárica. La rama ovárica se dirige hacia el hilio ovárico, donde se anastomosa con la arteria ovárica. Finalmente, la continuación de la arteria uterina es la rama del fondo uterino, voluminosa, que se expande por el cuerno del útero y por el fondo e irriga la parte medial de la trompa uterina. <sup>(5,7)</sup>

#### Drenaje Venoso.

La red venosa desemboca en grandes senos venosos que discurren paralelos a las glándulas para empalmar con las venas de la capa basal de menor calibre y finalmente termina en la vena uterina, que sigue un curso paralelo a la arteria y desemboca en la vena iliaca interna. Las venas que drenan el aparato femenino acompañan a las arterias formando plexos venosos importantes como el plexo uterino, el plexo vaginal y el plexo ovárico o pampiniforme (Tabla 2). <sup>(5,7)</sup>

Tabla 2. Drenaje venoso uterino.

PLEXO	LOCALIZACION
<b>Venoso Uterino</b>	Se localiza en ambos paramétrios y principalmente a nivel de la base del ligamento ancho. Se comunica con el plexo vaginal.
<b>Venas Uterinas</b>	Drenan la sangre del plexo venoso uterino a la vena iliaca interna.
<b>Venoso Vaginal</b>	Red venosa que se encuentra alrededor de las paredes de la vagina, con numerosas conexiones con los plexos venosos vecinos.
<b>Venas Ováricas</b>	Venas satélites de la arteria ovárica. Su diámetro llega a duplicarse durante el embarazo.
<b>Venas del Ligamento Redondo</b>	Accesorias, terminan en la vena epigástrica inferior, tributaria de la vena iliaca externa y de la uterina.

Fuente: González J., Lailla J.M., González E., González E. *Obstetricia*. España. El Sevier – Masson, 2006. Pág. 3 – 20.

### Drenaje Linfático.

El fondo uterino drena a través de los vasos ováricos hasta los ganglios paraaorticos.

El cuerpo drena, a través del ligamento ancho, en los ganglios que rodean los vasos iliacos externos; en ocasiones lo hacen a través del ligamento redondo hasta los ganglios inguinales. El cérvix drena en los ganglios iliacos externos e hipogástricos y posteriormente, en los ganglios pararrectales. (Fig. 3.)<sup>(5,7)</sup>

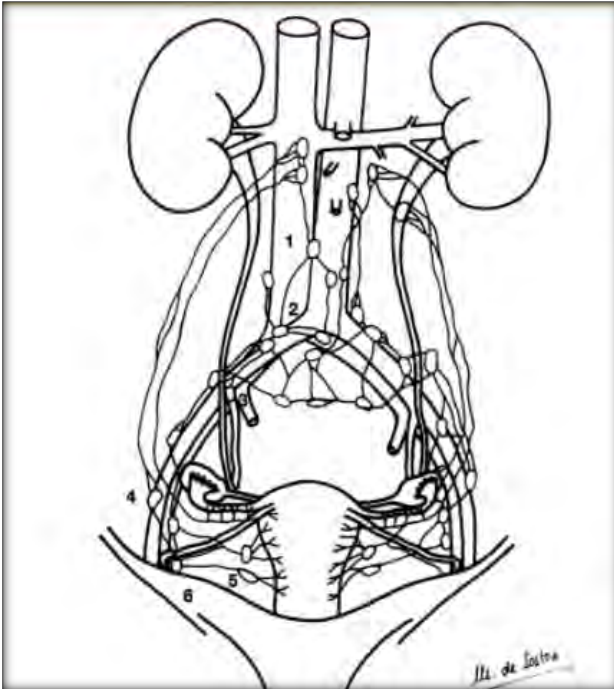


Fig. 3. Drenaje linfático aparato genital femenino.

1. Ganglios paraaórticos
2. Ganglios iliacos primitivos
3. Ganglios iliacos internos
4. Ganglios iliacos externos
5. Ganglios paracervicales
6. Ganglios femorales profundos de Cloquet. <sup>(17)</sup>

### III. CIRCULACION UTERINA DURANTE EL EMBARAZO.

El embarazo incrementa considerablemente la circulación uterina, la cual permite el adecuado crecimiento fetal, siendo las arterias uterinas las responsables del 80% de la irrigación durante el embarazo. Los cambios vasculares que ocurren durante el embarazo se deben a la destrucción de la capa muscular y componentes elásticos de las arterias espirales, gracias a la invasión trofoblástica y su remplazo por tejido fibrinoide. Las arterias espiraladas permiten el aumento del flujo uteroplacentario de 10 veces durante el curso del embarazo, desde 40 ml/ min a 400 ml/min al término de la gestación. <sup>(8,9,10,11)</sup>

Las arterias de la decidua se transforman en las uteroplacentarias distendidas que se originan en el miometrio y producen el espacio intervelloso. Hacia el final del primer trimestre, este fenómeno alcanza el segmento distal de las

arterias espiraladas, hasta la unión del endometrio con el miometrio, aumentando su diámetro desde 15 – 20 mm a 300 – 500 mm, lo cual reduce la impedancia al flujo y optimiza el intercambio feto – placentario en el espacio intervelloso. Este primer periodo se conoce como primera oleada de invasión trofoblástica y ocurre entre las ocho y las 10 semanas. Luego, el proceso se reinicia y la invasión trofoblástica se prolonga a la porción intramiometrial de las arterias espirales, en lo que se conoce como segunda oleada de invasión trofoblástica, en donde se genera una pérdida de la capa muscular vascular de las arterias espirales llevando a un cambio profundo en los patrones de flujo de la arteria uterina, convirtiéndola en un vaso de baja resistencia, altos volúmenes diastólicos (aumento de hasta 10 veces sobre el flujo basal) y además hay pérdida de la muesca; todo lo cual concluye aproximadamente a las 18 semanas. <sup>(8,9,10,11)</sup>

Las arterias espirales que deben nutrir al espacio intervelloso se transforman en vasos que terminan en marcadas dilataciones saculares, que proporcionan un adecuado volumen de flujo.

Esto se manifiesta en una notoria disminución de la resistencia periférica que se reflejará en las formas de onda de velocidades de flujo de las arterias espirales, arcuatas y uterinas. En las arterias espirales los cambios se aprecian tempranamente; a partir de la cuarta y hacia la séptima semana puede detectarse una caída de la resistencia en estas arterias. <sup>(8,9,10,11)</sup>

#### IV. ULTRASONIDO DOPPLER.

##### a. Conceptos básicos del Ultrasonido Doppler.<sup>(8,9)</sup>

Todos los transductores de ultrasonido poseen un cristal con propiedades piezoeléctricas, es decir rápidamente se contrae y se expande cuando se le aplica una corriente eléctrica alterna. Esta rápida expansión y contracción convierte la energía eléctrica en acústica u ondas de sonido. Inversamente, cuando las ondas de sonido se reflejan o se dispersan desde los tejidos examinados regresan al transductor, el cambio en su conformación causa que el cristal libere una pequeña corriente eléctrica que puede ser analizada por el equipo de ultrasonido.

Es importante mencionar que las ondas de sonido se describen en términos de su frecuencia (número de Hertz, Hz) y la longitud de onda definida como la distancia entre puntos correspondientes en la curva tiempo – presión y el tiempo para completar un ciclo se denomina período (Fig. 5).

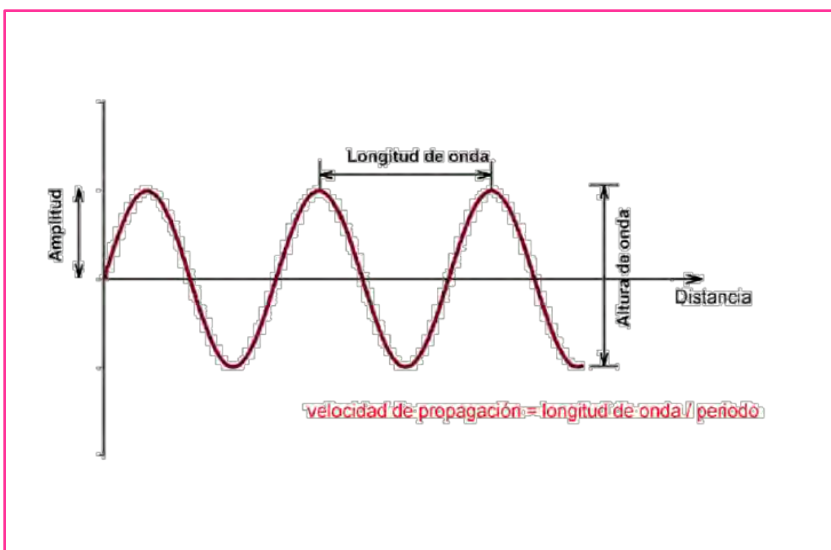


Fig. 5. Velocidad de propagación es igual a longitud de onda / período.

El oído humano puede escuchar sonidos con frecuencias entre 20 y 20 mil Hz. Por lo tanto, el término ultrasonido implica frecuencias mayores de las que se encuentran en el rango humanamente audible. La mayoría de los equipos de ultrasonido operan a frecuencias de entre 2 a 10 MHz.

El ultrasonido en modo B o de imagen de brillo, permite la evaluación anatómica basándose en las propiedades acústicas del tejido estudiado. Cuando una onda de ultrasonido atraviesa los tejidos, puede ser transmitida sin alteraciones o puede ser esparcida, flexionada, absorbida como calor, o reflejada. El resultado depende de varios factores incluyendo la impedancia acústica del tejido, la diferencia entre la impedancia acústica de los tejidos adyacentes, y el ángulo al cual el sonido atraviesa la interfase tisular. Cuando el transductor es sostenido sobre el tejido, en un plano único, las series de imágenes resultantes pueden ser utilizadas para crear una imagen en dos dimensiones, en escala de grises, en modo B. Estas son imágenes estáticas, pero pueden ser renovadas de 15 a 30 veces por segundo, por lo que aparecen en “tiempo real” (Fig. 6).



Fig. 6. Ultrasonido en escala de grises con transductor de 5 MHz, de feto de 30 semanas de gestación, en un corte transversal del tórax donde se observa las cuatro cámaras del corazón fetal.

La ultrasonografía dúplex hace uso de ambos modos (modo B y de onda pulsada), para obtener información tanto anatómica como hemodinámica. (Fig. 7).

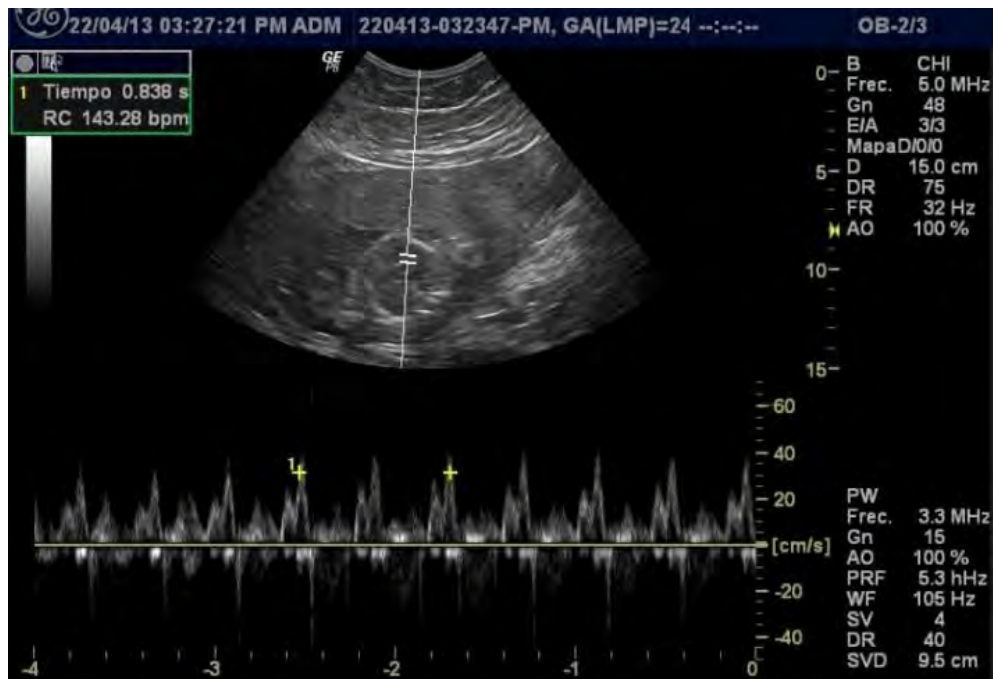


Fig. 7. Ultrasonido Dúplex. En la parte superior de la imagen podemos observar el corazón fetal en escala de grises con el volumen muestra situado en el ventrículo, en la parte inferior de la imagen se observa el espectro de la frecuencia cardiaca.

La imagen color de flujo usa la información de la velocidad del flujo obtenida desde muchos puntos (múltiples volúmenes de muestra) dentro de la imagen, la cual es después coloreada, basándose en un código de color para la velocidad y dirección de flujo. La información Doppler en la imagen en color típicamente representa la velocidad principal en cada punto. (Fig. 8).





Fig.8. Ultrasonido Doppler color donde se observa la arteria uterina izquierda en su cruce con la arteria iliaca externa.

El ultrasonido Doppler provee una evaluación de la hemodinámica vascular y de la anatomía. La información hemodinámica usualmente es obtenida utilizando propiamente el ultrasonido Doppler o sus derivados como el Doppler color y el Doppler poder. La información estructural y anatómica se obtiene con el modo en escala de grises.

El principio clave del ultrasonido Doppler se basa en el descubrimiento de Christian Andreas Doppler en 1842. El efecto Doppler es el cambio en la frecuencia y la longitud de onda causado por el movimiento relativo entre la fuente del sonido y el receptor.

El cambio en la frecuencia Doppler depende de la velocidad del flujo sanguíneo (velocidad en metros por segundo  $v$ ), el ángulo que existe entre el haz del sonido y la dirección del flujo sanguíneo (ángulo de insonación  $q$ ), la frecuencia transmitida ( $F_t$ ), y la velocidad del sonido en los tejidos blandos ( $C$  en metros por segundo).

Si en lugar de los tejidos (blanco estático), el haz ultrasónico impacta contra los glóbulos rojos circulando dentro de un vaso (blanco móvil), el eco retorna al transductor con la longitud de onda modificada esto implica un cambio de la frecuencia en relación inversa; si la longitud disminuye, la frecuencia aumenta para que la velocidad permanezca constante.

Según el principio de Doppler, el cambio en la frecuencia es igual a la diferencia entre la frecuencia transmitida y la frecuencia que es recibida por el transductor, habiendo modificado los factores de la ecuación. Por consenso, el flujo que se mueve hacia el transductor produce un cambio en la frecuencia positivo, mientras que si el flujo se aleja, produce un cambio en la frecuencia negativo.

Cuando la frecuencia del transductor y el ángulo de insonación son conocidos, la velocidad del flujo se puede calcular. Es el parámetro más utilizado para valorar la hemodinámica vascular.

Los transductores para la sonografía Doppler pueden dividirse en dos categorías: los que transmiten y reciben simultáneamente (Doppler de onda continua) y aquellos que reciben y emiten en forma intermitente una serie de impulsos cortos (Doppler de onda pulsada).

El transductor de onda continua es muy sensible a cualquier blanco en movimiento en el patrón de la emisión del sonido. Puede identificar en extremo las velocidades de flujo alto. Sin embargo no puede localizar la profundidad específica del reflector a partir del cual se produce la señal.

Los transductores de onda pulsada emiten pulsos breves de sonido y esperan por cual quiere señal de vuelta antes de emitir el siguiente pulso. Estos permiten la manipulación de la muestra para escoger una profundidad específica.

b. Espectro Doppler y su Análisis. <sup>(9,10)</sup>

Dado que los eritrocitos flotando en los vasos pueden mostrar una variedad inmensa de direcciones y velocidades, existe un espectro de las diferentes velocidades dentro de un volumen muestra dado en cualquier punto en un momento. Con los cambios hemodinámicos que ocurren durante el ciclo cardiaco, el espectro de velocidades también cambia con el tiempo. Esta diversidad de velocidades dentro del vaso es expresada visualmente usando la transformación rápida de Fourier (TRF). Muchos de los parámetros hemodinámicos son derivados del análisis de la TRF de los datos de las velocidades del Doppler. El análisis incluye parámetros específicos como dirección de flujo, velocidad pico sistólica (VPS), velocidad del fin de la diástole (VFD), así como muchos parámetros indirectos o derivados como las velocidades espectrales, el tiempo de aceleración de flujo (gradiente de aceleración sistólica), pulsatilidad, e índice de resistencia. Estos parámetros proveen datos adicionales en las características del flujo no solo en el lugar de la muestra, sino también a nivel distal. <sup>(9,10)</sup>

c. Perfiles de Flujo.

La forma en que se distribuyen las velocidades en el registro espectral o modo en que se agrupan los glóbulos rojos según su velocidad de desplazamiento dentro de un vaso determina tres perfiles de flujos que dependen del calibre y trayecto del mismo, del patrón de flujo en el vaso que la origina y de las características del lecho distal, estos son:

*Plug*: Espectro delgado con amplia ventana sistólica; es característico de vasos largos, rectos y de buen calibre. La mayoría de los glóbulos rojos circulan a una velocidad similar, inscribiendo un trazado de escaso espesor (rango de velocidades estrecho). No es usual en vasos analizados en Doppler obstétrico.

(Fig.9)<sup>(8,9)</sup>



Fig. 9. Doppler dúplex, color y espectral de la arteria carótida común derecha, muestra espectro delgado con sístole pronunciada.

*Laminar*: Es la estructura del flujo parabólico; los glóbulos rojos progresan con mayor velocidad en el eje central, con disminución de la misma hacia las paredes vasculares. Espectro ancho, con amplio rango de velocidades y poca ventana sistólica. Es característico de arterias de pequeño calibre, como las analizadas en Doppler obstétrico (uterina, umbilical). (Fig. 10)<sup>(8,9)</sup>

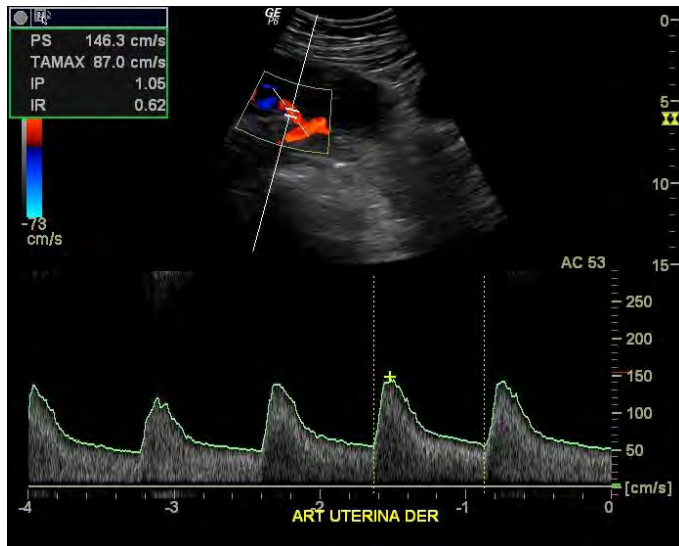


Fig. 10. Ultrasonido Doppler espectral. Se muestra el espectro de la arteria uterina normal en una mujer con embarazo de 26 semanas de gestación. La arteria se ha convertido en un vaso de baja resistencia.

*Mixto:* Combina rasgos de los patrones antes descritos, con ascenso sistólico muy delgado y descenso sistólico y fase diastólica de espectro ancho. <sup>(8,9)</sup>

d. Velocimetría.

Técnica por medio de la cual es posible calcular la velocidad del blanco móvil en base al efecto Doppler. Se aplica para detectar presencia, dirección, velocidad y tipo de flujo sanguíneo. <sup>(8,9,10)</sup>

e. Registro Espectral (ondas de velocidad de flujo).

Representación gráfica del movimiento de los glóbulos rojos con respecto al tiempo. En el eje vertical se representan los cambios de frecuencia convertidos a velocidades, y en el eje horizontal se ubica el tiempo. <sup>(8,9,10)</sup>

Debido a que los glóbulos rojos no circulan con velocidad uniforme, el equipo recibe una gama de frecuencias en la unidad de tiempo. El procesamiento habitual de la información que llega al transductor es el análisis espectral; el espectro de frecuencias Doppler obtenido es procesado por el equipo y convertido a las velocidades equivalentes. <sup>(8,9,10)</sup>

La línea de base representa la ausencia de señal Doppler (velocidad cero); los registros arteriales suelen aparecer por encima de la línea y los venosos por debajo.

El segmento inicial de la onda de velocidad de flujo es la fase ascendente de la sístole y culmina en el punto que representa la máxima velocidad alcanzada (pico sistólico). A partir del pico sistólico las velocidades caen conformando la fase descendente de la sístole. El componente sistólico de la onda está regido por la fuerza contráctil del corazón. A partir del cierre valvular aórtico se grafican las velocidades correspondientes a la diástole, la cual depende de la elasticidad del vaso. El valor diastólico que se toma en cuenta en velocimetría Doppler es el máximo valor alcanzado al final del periodo o velocidad telediastólica. <sup>(8,9,10)</sup>

Entre ambas fases sistólicas y la línea de base se delimita un espacio denominado ventana sistólica, la cual es pequeña en el flujo laminar debido a su ancho espectro. Durante la diástole existe mayor diferencia entre las velocidades de los glóbulos rojos centrales y periféricos por lo que el espectro se ensancha; en cambio, durante la sístole los glóbulos rojos se desplazan a una velocidad más uniforme con lo cual el ancho del espectro disminuye. <sup>(8,9,10)</sup>

Si la frecuencia recibida por el transductor es mayor que la emitida, ese gradiente positivo significa que el flujo se aproxima por lo que el espectro se inscribe como señal positiva (por encima de la línea de base); si la frecuencia que retorna es menor que la emitida, la onda de velocidad de flujo se graficará por debajo de la línea de base (señal negativa). <sup>(8,9,10)</sup>

Para acceder a las ondas de velocidad de flujo del segmento vascular a estudiar, se debe obtener un volumen de muestras; habitualmente se presenta

como dos líneas paralelas sobre la línea direccional e indica el lugar a analizar.

(8,9,10)

f. Índices de resistencia.

Se evalúa la morfología de la onda de velocidad de flujo y se calculan ciertos índices velocimétricos estableciendo relaciones entre pico sistólico y velocidad telediastólica sin medir sus velocidades absolutas. (8,9,10)

Dichos índices aportan información respecto del lecho distal (destino final del vaso analizado), lo cual fue propuesto en 1974 por Pourcelot. Existen tres índices que suministran información respecto de la resistencia vascular distal a la cual se considera determinante principal del flujo sanguíneo, fundamentalmente en los lechos vasculares terminales. (8,9,10)

Se denomina **índice de resistencia** a:  $IR_{\underline{\quad}} = \text{Pico sistólico} - \text{Velocidad telediastólica} / \text{Pico sistólico}$ .

El **índice sístole/diástole** (S/D) fue descrito en 1977 por Fitzgerald y Drumm, y en 1980 por Stuart. Se define como:  $S/D = \text{pico sistólico} / \text{velocidad telediastólica}$ .

El **índice de pulsatilidad** (IP) fue propuesto en 1975 por Gosling y King, y se define como:  $IP = \text{Pico sistólico} - \text{Velocidad telediastólica} / \text{velocidad media calculada automáticamente}$ . (8, 10)

## V. ESTUDIO DOPPLER DE LAS ARTERIAS UTERINAS DURANTE EL EMBARAZO.

El Doppler de las arterias uterinas permite estudiar de forma temprana el fenómeno de la invasión trofoblástica y constituye una herramienta muy útil para el cribado de RCIU y preeclampsia precoz.

Las técnicas Doppler se han usado en obstetricia desde 1977, cuando Fitzgerald y Drumm midieron el flujo de la arteria umbilical.

La Velocimetría Doppler de la arteria uterina la utilizó por primera vez Campbell en 1983, cuando estudió, en pacientes embarazadas, la onda Doppler de la arteria uterina tanto normal como anormal, estos últimos vinculados con preeclampsia severa, restricción del crecimiento intrauterino y parto pretérmino.

A partir del segundo trimestre ocurre un progresivo descenso de los índices Doppler (Índice de pulsatilidad y resistencia) del territorio uterino. Se transforma progresivamente en un circuito de baja resistencia, desapareciendo la muesca diastólica temprana (del inglés "notch") y disminuyendo progresivamente la diferencia entre zonas ipsi o contralateral a inserción placentaria. De esta manera se forma una onda característica a partir de las 26 semanas de gestación.

La forma de la onda de velocidad de flujo de la arteria uterina es única. Se distingue por presentar flujo continuo durante la diástole y alta velocidad al final de la misma. En un embarazo normal, la razón sístole-diástole debería ser menor a 2.7 después de la semana 26. Si el flujo al final de la diástole no aumenta o si se detecta una muesca (notch), existe un riesgo elevado de que se restrinja el crecimiento del feto. Con grados extremos de disfunción placentaria, el flujo



diastólico puede estar ausente o volverse flujo reverso; estos hallazgos son lamentables y pueden preceder a la muerte fetal in útero o un resultado neurológico perinatal adverso.

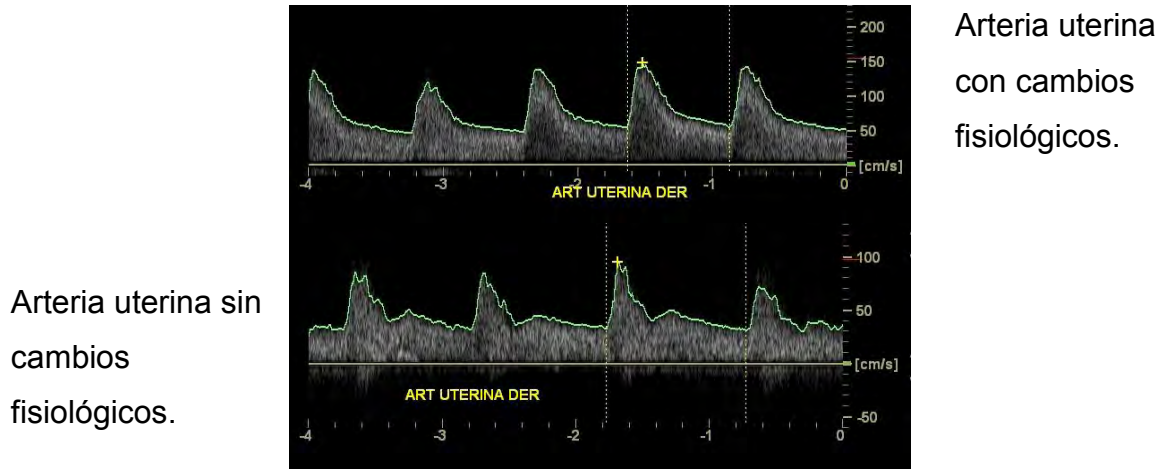


Fig. 11. Modificaciones fisiológicas de la arteria uterina, por ecografía Doppler espectral.

Cabe mencionar que 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. <sup>(12,13,14)</sup>

Los índices utilizados para valorar la arteria uterina son la relación sístole/diástole (S/D), el índice de pulsatilidad (IP) y el índice de resistencia (IR). De todos ellos, el que tiene mayor uso y aplicabilidad es el IP. Los puntos de corte para la normalidad son los siguientes: S/D con valor menor de 2,4, IR menor de 0,56 e IP menor de 1,45. Esto se explica porque a medida que aumentan los flujos, las resistencias caen. <sup>(12,13,14)</sup>

Se considera anormal cuando se encuentra alguno de los siguientes resultados: Índice sístole/diástole (S/D)  $\geq 2,7$ , Índice de pulsatilidad  $\geq 1,45$  y presencia de muesca diastólica uni o bilateral persistente después de las 24 semanas de gestación. <sup>(12,13,14,15,16,17,18)</sup>

En la gran mayoría de los casos, no se hace necesario la utilización de los índices velocimétricos, a no ser cuando no esté claro la desaparición de esta muesca entre la 24<sup>a</sup>-26<sup>a</sup> semana. Para ello, es necesario tomar el índice de resistencia, cuando es menor de 0,6 no debe estar presente la muesca y, cuando está por encima de 0.6 se debe demostrar la misma. <sup>(12,13,14,15,16,17,18)</sup>

## VI. TÉCNICA DE EXPLORACIÓN DE LA ARTERIA UTERINA.

La trayectoria de la arteria uterina es especialmente susceptible de ser evaluada mediante ultrasonido por vía transvaginal y tiene una geometría ideal para el registro de la señales Doppler. Sin embargo, es posible registrar de forma similar las señales Doppler por vía transabdominal con la vejiga vacía, cuando el útero está en anteversión normal, por motivos similares de geometría. Cuando la vejiga está llena, sin embargo, el ángulo de incidencia del haz de Doppler sobre las arterias uterinas no se optimiza a pesar de la buena visualización del cuerpo uterino. <sup>(11,12, 27, 31)</sup>

El transductor convexo de 3.5 mHz debe ser ubicado en forma parasagital al útero, a nivel de la unión cervico-ístmica, 2-3 cm medial a la espina ilíaca anterosuperior. En esta posición se busca la ubicación de ambas arterias uterinas a nivel de su nacimiento desde la división anterior de las respectivas arterias ilíacas externas. Para ello se coloca a la paciente en decúbito dorsal y se dispone

el transductor de ultrasonido Doppler color en la pared uterina lateral baja, buscando medialmente la zona correspondiente. El punto exacto para ubicar la muestra es justo antes del entrecruzamiento vascular. (11,12, 27, 31)

En cuanto a las especificaciones Doppler se sugiere la filtración mínima posible, prioridad de ganancia alta de color, seleccionar un ajuste de persistencia moderada y un rango de velocidad en el intervalo de 10 a 50 cm/ seg. de velocidad sistólica máxima. (11,12, 27, 31)

El ángulo de incidencia debe ser óptimo, cuando sea posible deberán emplearse ángulos menores de 60°, pero esto puede ser difícil debido a la dirección del flujo y por las limitaciones que proporcione la posición del transductor, tanto abdominal como transvaginal. (11,12, 27, 31)

## VII. PREECLAMPSIA Y DOPPLER

Actualmente se acepta que la preeclampsia, junto con la restricción del crecimiento fetal, el parto prematuro y el desprendimiento de la placenta normoinserta, se debe a un síndrome caracterizado por una hipoperfusión útero-placentaria debido a una falla o déficit de la invasión del trofoblasto extravelositario hacia las arterias espiraladas maternas. (18, 28)

De acuerdo al reporte del Programa Nacional de Educación para la presión arterial alta del año 2000, la restricción del crecimiento intrauterino se define como peso al nacer por debajo del percentil 10 para la edad gestacional. (18, 28)

La enfermedad hipertensiva inducida por el embarazo (EHIE) se define como una presión arterial sistólica arriba de 140 mmHg y/o una presión diastólica por arriba de 90 mmHg. Actualmente la preeclampsia se define por consenso

como la nueva aparición de elevación de la presión arterial, proteinuria y edema, a partir de la semana 20 de gestación alteraciones que desaparecen completamente luego del parto. Su incidencia va del 4 al 6 % de la población de mujeres embarazadas a nivel mundial, mientras que en México es del 22 a 33 %, por lo que aún es considerada la primera causa de muerte materna. Su frecuencia en el país se aproxima a 8 %; 1.75 % de esta cifra corresponde a eclampsia; 3.75 %, a preeclampsia severa y 94 % a preeclampsia leve<sup>(18, 28)</sup>

Es un padecimiento que muestra una fuerte tendencia familiar, probablemente involucrando un gen dominante mayor, con una penetración reducida, o una herencia multifactorial.<sup>(2,19,20,30)</sup>

En 1987, Arduini y col. describen un modelo de predicción para retraso del crecimiento intra-uterino (RCIU) y la enfermedad hipertensiva inducida por el embarazo (EHIE). Así, cuando en una de las arterias uterinas desaparece la incisura antes de las 24 semanas de embarazo, el riesgo de desarrollar RCIU y EHIE es de 20% (valor predictivo negativo = 80%) y cuando están presentes las incisuras bilateralmente entre 24-26 semanas, el riesgo es de 70% (valor predictivo positivo = 70%).<sup>(2,19,20,30)</sup>

Crossen y col. en el 2008, en una revisión sistemática y metanálisis del uso del Doppler en las arterias uterinas como predictor de RCIU y EHIE, analizaron 74 estudios para EHIE, de un total de 79.547 y RCIU, 61 estudios, de un total de 41.131; mostraron que la predicción más exacta para esa patología fue en el segundo trimestre y, que el aumento del índice de pulsatilidad e incisura protodiastólica bilateral en las arterias uterinas es el mejor predictor.<sup>(2,19,20,30)</sup>

El Doppler de las arterias uterinas parece ser de mayor utilidad cuando hay enfermedad materna preexistente. En la enfermedad renal crónica, por ejemplo, una onda arterial anómala predice una preeclampsia con alto grado de precisión. En las pacientes con hipertensión esencial preexistente, el Doppler de la arteria uterina parece ser útil en la definición de los grupos de pacientes que tienen riesgo de desarrollar complicaciones. Si la presión arterial sistólica es superior a 140 mmHg, entonces los índices de resistencia en ambas arterias uterinas están aumentados. Si la presión arterial sistólica es inferior a 140 mmHg, pueden identificarse tres grupos diferentes: aquellas con anomalías unilaterales o bilaterales de la onda en las arterias uterinas y aquellas con un flujo completamente normal de la arteria uterina. El pronóstico parece estar relacionado con el grado de anomalía del flujo de la arteria uterina. <sup>(2,19,20,30)</sup>

La velocimetría Doppler ha permitido una aproximación más exacta a la fisiopatología de los desórdenes hipertensivos del embarazo. Los mejores resultados, en términos de predicción de síndrome hipertensivo y RCIU, han sido publicados por Harrington en 1991. En 2437 pacientes, utilizando Doppler color a las 26 semanas de embarazo, incluyendo valores de corte para IR uterinos  $>p 95$ , y escotadura ("notch"), obtuvo un 4,6% de valores alterados, con sensibilidad de 76% y especificidad de 97% para dichas patologías. <sup>(2,19,20,30)</sup>

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

¿Qué utilidad tiene la persistencia de la muesca en el espectro Doppler de la arteria uterina como predictor de enfermedad hipertensiva del embarazo y preeclampsia en pacientes con embarazo de alto riesgo?

Según el CENSO de 2010 la tasa de fecundidad en adolescentes fue 36.39 partos por cada 1000 para el distrito federal y 56.86 partos por cada 1000 para la República Mexicana; la razón de muerte materna fue 50.0 en el año 2010, y la preeclampsia como causa de muerte fue del 28 %.

Se ha observado que el tratamiento oportuno de las pacientes con enfermedad hipertensiva del embarazo y preeclampsia previene un desenlace tórpido del binomio materno – fetal.

Esta descrito en la literatura que entre el primer y segundo trimestre de embarazo se presentan cambios en la resistencia de la arteria uterina, pasando de ser un vaso de alta resistencia a uno de baja resistencia, y en condiciones normales, este cambio permite un adecuado flujo de sangre hacia la placenta y el feto; cuando esto no sucede se ha visto un incremento en el riesgo de padecer preeclampsia. Dichos cambios pueden ser valorados por medio de ultrasonido Doppler.

## **JUSTIFICACION.**

En el Hospital de Especialidades de la Ciudad de México “Dr. Belisario Domínguez” hubo 3700 nacimientos en el año 2012, de los cuales el 90% fueron productos de embarazos de alto riesgo. El 20 % de las pacientes vistas en la consulta externa son adolescentes. Además 30 % de las pacientes atendidas en este hospital cursan con preeclampsia. Debido a ello nace el interés por buscar herramientas que pudieran brindar datos que ayuden a diagnosticar en forma oportuna la preeclampsia y con ello disminuir la frecuencia de las muertes maternas, lo es trascendental en una población cuyas mujeres se encuentran cada vez más dentro de los rangos de alto riesgo; ya sea por embarazos en edad adolescente o bien por dejar la maternidad para después de haberse realizado profesionalmente.

## **HIPOTESIS.**

La persistencia de la muesca en el espectro Doppler de las arterias uterinas en mujeres embarazadas modificara el riesgo de desarrollar enfermedad hipertensiva inducida por el embarazo y preeclampsia en embarazos de alto riesgo.

## **OBJETIVO.**

Conocer la utilidad de la persistencia de la muesca en el espectro Doppler de la arteria uterina como predictor de enfermedad hipertensiva inducida por el embarazo y preeclampsia en mujeres con embarazo de alto riesgo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de cohorte (observacional, longitudinal, comparativo y prospectivo) en 43 mujeres embarazadas que acudieron al departamento de Imagenología del Hospital de la Ciudad de México “Dr. Belisario Domínguez” y de la Clínica de la Mujer del Gobierno del Distrito Federal, procedentes de la consulta externa, cursando entre la semana 20 y 30 de gestación, con las siguientes características:

1. Adolescentes (13 a 20 años)
2. Madres Añosas (> 35 años)
3. Riesgo o Antecedente de Preeclampsia – eclampsia

Se incluyeron mujeres con embarazos únicos y sin complicaciones, se dividieron en dos grupos principales en donde se ha encontrado el mayor riesgo de presentar preeclampsia, quedando el grupo de < 20 años y el grupo de > 35 años.

La fecha del embarazo se estableció según la última menstruación y se confirmó o corrigió por ultrasonido; según este parámetro se dividió el grupo en primigestas (primer embarazo) y multigestas (dos o más embarazos previos).

El estudio se realizó en una sola ocasión en cualquier momento entre la semana 20 y 30 de gestación y se les dio seguimiento hasta el final del embarazo.

Los estudios se realizaron, previa autorización de las pacientes y firma de consentimiento informado, con respeto a su dignidad y a la protección de sus derechos y bienestar, se protegió la privacidad del individuo, así como los datos e informes que proporcionen, fueron manejados bajo la observancia de los principios



de confidencialidad, reserva y no podrán comunicarse. Se consideró en su desarrollo la declaración de Helsinki y se ajustará a la Ley General de Salud y la Ley de información Estadística y Geografía vigentes en nuestro país.

Los estudios se realizaron en un equipo de ultrasonido Voluson Logiq P6 Pro, General Electric con transductor convexo de 4 a 5.5 MHz y Aloka con transductor convexo de 3.5 MHz. Su realización fue supervisada por el Dr. Juan Carlos Hernández Chavolla tutor del presente trabajo.

La arteria uterina se localizó con ultrasonido Doppler color en un corte parasagital de la pelvis materna, en el cual el volumen muestra del Doppler pulsado fue colocado a un centímetro por arriba del cruce con la arteria ilíaca externa. El ángulo de insonación se mantuvo siempre por debajo de 60°.

Se realizó estudio Doppler color y espectral para determinar IP, IR y características de la onda espectral de la arteria uterina por medio de ultrasonido abdominal con transductor multifrecuencia.

### **CRITERIOS DE SELECCIÓN.**

Criterios de inclusión:	Criterios de no inclusión:
Mujeres embarazadas que cursen entre las semanas 20 y 30 de gestación.	Mujeres con nefropatía.
Menores de 20 años o mayores de 35 años.	Complicaciones no hipertensivas del embarazo.
Embarazo con producto único.	Parto Pretérmino.
Embarazo sin complicaciones al momento del estudio.	Óbito Desprendimiento de Placenta Placenta Previa

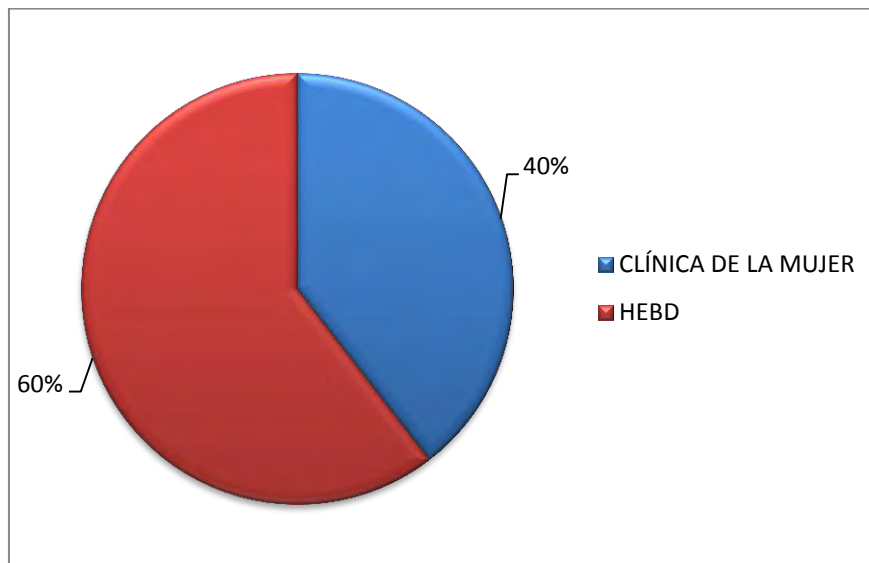
## OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE/CATEGORÍA (Índice/indicador)	TIPO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	CALIFICACIÓN
Muesca de arteria uterina en espectro Doppler	Compleja	Muesca protodiastólica presente en el espectro de la arteria uterina.	Cualitativa Nominal	Presente Ausente
Edad	Contexto	Tiempo que una persona ha vivido a contar desde la fecha de su nacimiento hasta el momento del estudio, medido en años cumplidos.	Cuantitativa Continua	< 21 años > 34 años
Número de gestas	Contexto	Número de embarazos contando partos normales, cesáreas y abortos u óbitos.	Cualitativa Nominal	Primigesta (1er emb.) Multigesta (2 o más emb.)
Antecedente de preeclampsia	Contexto	Elevación de la presión arterial, proteinuria y edema de inicio durante el embarazo y desaparecen completamente luego del parto.	Cualitativa Nominal	Con antecedente Sin antecedente
IMC	Contexto	Razón entre el peso corporal y el cuadrado de la estatura (IMC). El cual fue calculado tomando en cuenta el peso y talla medidos en el momento del estudio sonográfico y restando los gramos, que para la edad gestacional, se debían haber ganado. <sup>(33)</sup>	Cuantitativa Continua	< 17.9 = peso bajo 18.0 - 24.9 = peso aceptable 25.0- 26.9 = sobre peso 27.0- 34.9 = obesidad I 35.0 - 39.9 = obesidad II > 40 = obesidad III
Consumo de sustancias	Contexto	Consumo habitual de sustancias tóxica. Específicamente		
Tabaco		Consumo habitual de sustancias tóxica. Específicamente tabaco	Cualitativa Nominal	Presente Ausente
Alcohol		Consumo habitual de sustancias tóxica. Específicamente alcohol	Cualitativa Nominal	Presente Ausente
Otros:		Consumo habitual de sustancias tóxica. Especificando la sustancia	Cualitativa Nominal	Presente Ausente
Enfermedades crónicas	Contexto	Presencia de enfermedades crónicas seleccionadas. Específicamente:		
Diabetes	Contexto	Enfermedad sistémica, crónico-degenerativa, de carácter heterogéneo, con grados variables de predisposición hereditaria y con participación de diversos factores ambientales, y que se caracteriza por hiperglucemia crónica debido a la deficiencia en la producción o acción de la insulina, lo que afecta al metabolismo intermedio de los hidratos de carbono, proteínas y grasas.	Cualitativa nominal	Presente Ausente
Presión arterial	Contexto	Fuerza con la que el corazón expulsa la sangre durante la sístole y resistencia arterial durante la diástole, medida en mmHg.	Cuantitativa Continua	Sístole / Diástole < 120 / < 80 120 - 129 / 80 - 84 130 -139 / 85 -89 140 - 159 / 90 - 99 160 - 180 / 100 - 109 > 180 / > 110
Enfermedades de la tiroides	Contexto	Hipertiroidismo: se define como el conjunto de síntomas y signos clínicos que resultan de la exposición de los tejidos a concentraciones excesivas de hormonas tiroideas. Hipotiroidismo: se define como el síndrome clínico que resulta de la producción disminuida de hormonas tiroideas o por resistencia periférica a la acción de las mismas.	Cualitativa nominal	Presente Ausente
Epilepsia	Contexto	Es una alteración del cerebro caracterizada por una predisposición duradera para generar crisis epilépticas y por sus consecuencias neurocognitivas, psicológicas y sociales.	Cualitativa nominal	Presente Ausente

## RESULTADOS Y DISCUSION.

Se estudiaron a 43 pacientes con embarazo único procedentes de la consulta externa, 26 fueron del Hospital de Especialidades de la Ciudad de México "Dr. Belisario Domínguez" (60 %) y 17 fueron de la Clínica de la Mujer del Distrito Federal (40%),(Gráfica 1). Se les realizó un ultrasonido obstétrico Doppler entre las semanas 20 y 30 de gestación y se dio seguimiento a todas ellas hasta el final del embarazo. El análisis estadístico se realizó utilizando los programas EPI INFO y Excel con prueba de riesgo relativo y  $X^2$ .

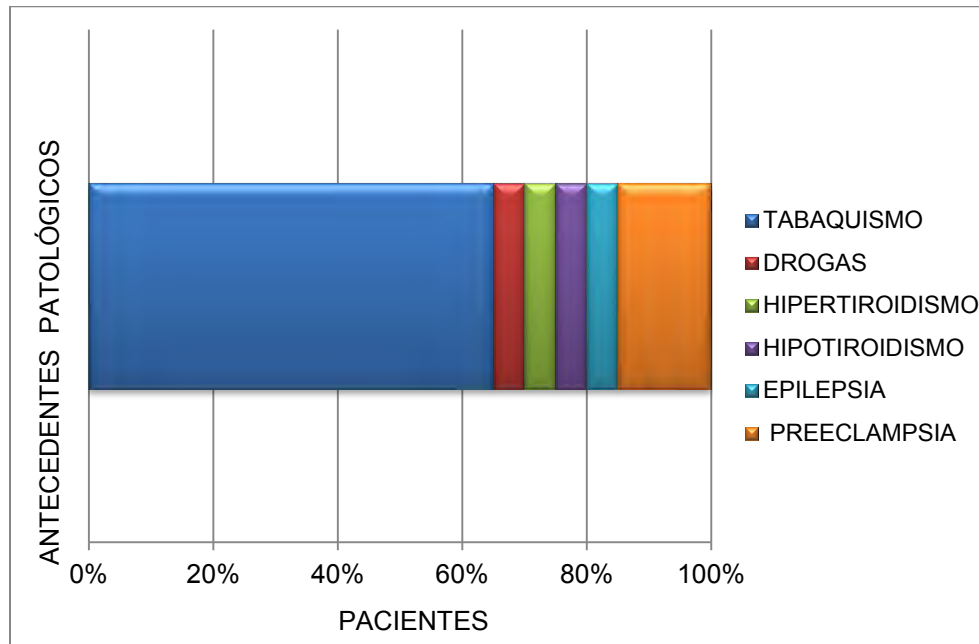
Gráfico 1. CONTROL PRENATAL SEGÚN INSTITUCIÓN DE REFERENCIA.



FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación: "Valor de la muesca en el espectro de la arteria uterina mediante Doppler Color, como predictor de preeclampsia en pacientes con embarazo de alto riesgo"

El 65 % de las pacientes estudiadas refirieron tabaquismo, de ellas 3 pacientes (4.6%) presentaron muesca de la arteria uterina y enfermedad hipertensiva del embarazo. Solo una paciente admitió ser usuaria de inhalantes. Una paciente padecía epilepsia la cual estaba en control y dos pacientes padecían hiper e hipotiroidismo. Los antecedentes patológicos se resumen en el gráfico 2.

Gráfica 2. ANTECEDENTES PATOLÓGICOS DEL GRUPO DE ESTUDIO.



FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación: "Valor de la muesca en el espectro de la arteria uterina mediante Doppler Color, como predictor de preeclampsia en pacientes con embarazo de alto riesgo"

El promedio de semanas de gestación al momento del estudio fue 24 semanas, dentro del grupo de las primigestas fue 24.5 y en el grupo de las multigestas fue 23.5 semanas, como se puede ver en la tabla 3.

TABLA 3. DISTRIBUCION DEL GRUPO DE ESTUDIO SEGÚN SEMANAS DE GESTACION AL MOMENTO DEL ESTUDIO.

SEMANAS DE GESTACION	# DE PACIENTES
20 SDG	5
21 SDG	5
22 SDG	6
23 SDG	5
24 SDG	6
25 SDG	4
26 SDG	5
27 SDG	3
28 SDG	2
30 SDG	2

FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación: "Valor de la muesca en el espectro de la arteria uterina mediante Doppler Color, como predictor de preeclampsia en pacientes con embarazo de alto riesgo"

La media para la edad materna fue 24.5 años (rango 13 y 41 años), se dividió en dos grupos: menores de 20 años con promedio de edad 17.8 (13 – 20 años) y mayores de 35 años con promedio de 37 (35 a 41 años).

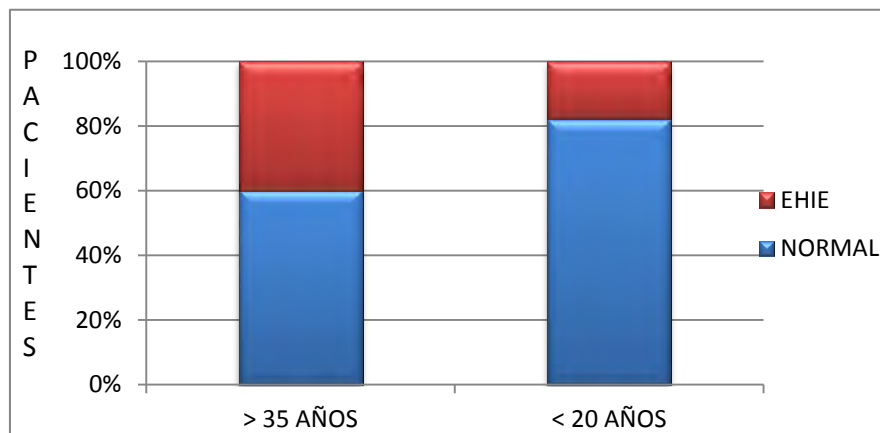
En cuanto al desarrollo de EHIE según la edad se encontró que 18 % de las pacientes < 20 años cursaron con EHIE y del grupo de > 35 años 40 %; en ambos grupos se encontraron dos pacientes con muesca de la arteria uterina durante el estudio ultrasonográfico. (Tabla 4 y Gráfica 3).

TABLA 4. TOTAL DE PACIENTES QUE PRESENTARON EHIE SEGÚN GRUPO DE EDAD

ENF. HIPERTENSIVA DEL EMB. GRUPO DE EDAD	NORMAL	EHIE	Total general
> 35 AÑOS	9	6	15
< 20 AÑOS	23	5	28
Total general	32	11	43

FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación: “Valor De La Muesca En El Espectro De La Arteria Uterina Mediante Doppler Color, Como Predictor De Preeclampsia En Pacientes Con Embarazo De Alto Riesgo”.

Gráfica 3. TOTAL DE PACIENTES QUE PRESENTARON EHIE SEGUN GRUPO DE EDAD.

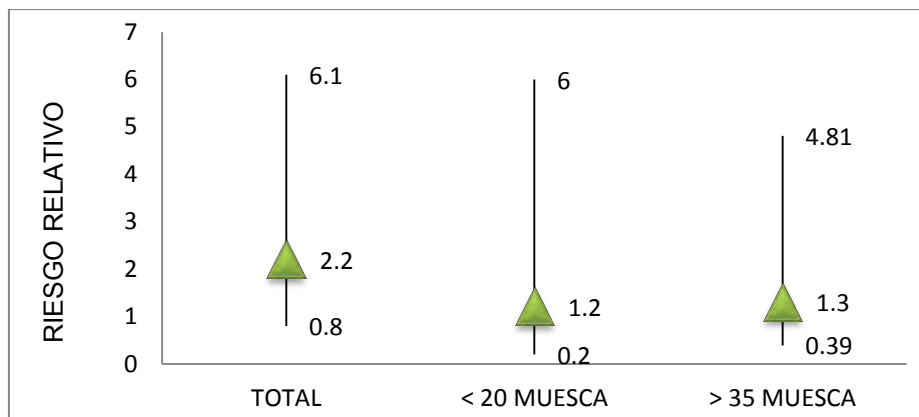


FUENTE: TABLA 4.

En la gráfica 4 se expone el riesgo relativo y los intervalos de confianza encontrados para cada situación según la edad de las pacientes y su relación con la presencia de muesca en la arteria uterina; los resultados

encontrados nos señalan que existe 1.3 veces el riesgo de padecer EHIE en el grupo de las > de 35 años.

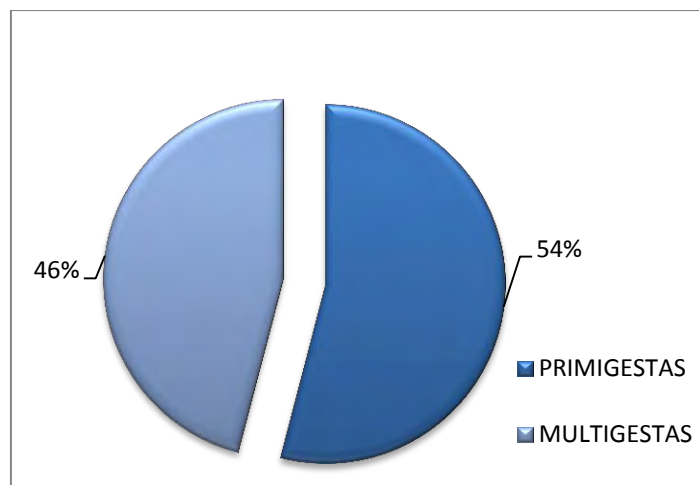
Gráfica 4. RIESGO RELATIVO DE PADECER EHIE SEGÚN LA EDAD Y PRESENCIA DE MUESCA DE LA ARTERIA UTERINA



FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación: "Valor de la muesca en el espectro de la arteria uterina mediante Doppler Color, como predictor de preeclampsia en pacientes con embarazo de alto riesgo"

El 54% de las pacientes fueron primigestas y 46 % multigestas con un promedio de 1.8 embarazos como se puede observar en la gráfica 5.

Gráfica 5. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN ESTUDIO SEGÚN NÚMERO DE GESTAS.

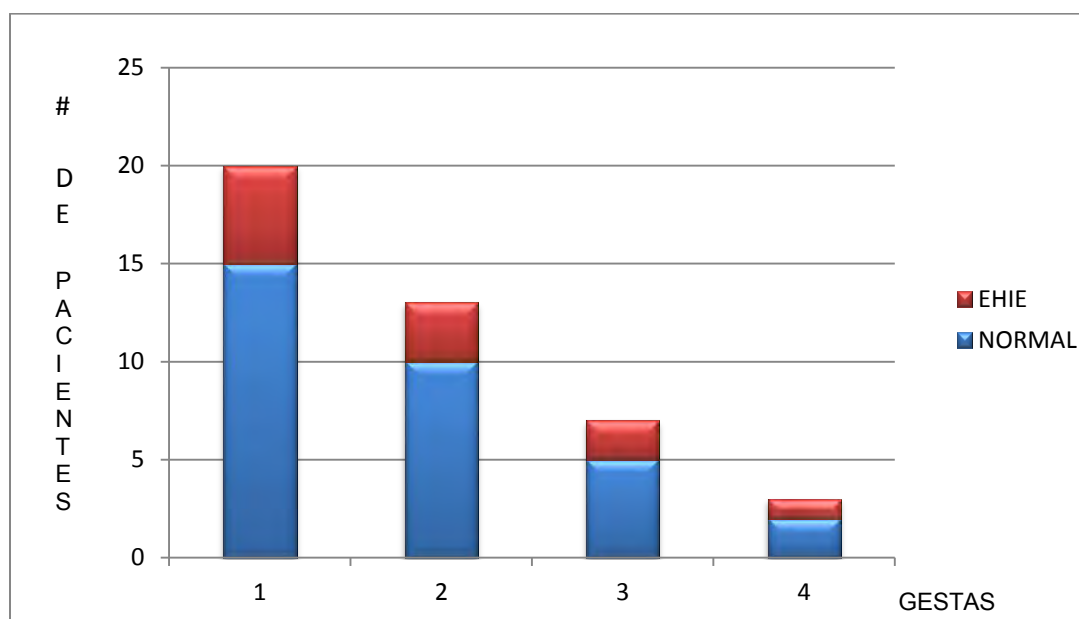


FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación: "Valor de la muesca en el espectro de la arteria uterina mediante Doppler Color, como predictor de preeclampsia en pacientes con embarazo de alto riesgo"

Según el parámetro anterior se observó que la proporción de presentar EHIE es discretamente mayor al aumentar el número de gestas, lo cual no es significativamente estadístico como puede verse en la gráfica 6. Pero al compararlo con la presencia de muesca de la arteria uterina se mostró un riesgo relativo de 1.5 (IC 0.34 – 7.0) para las pacientes primigestas (Gráficas 7 y 8).

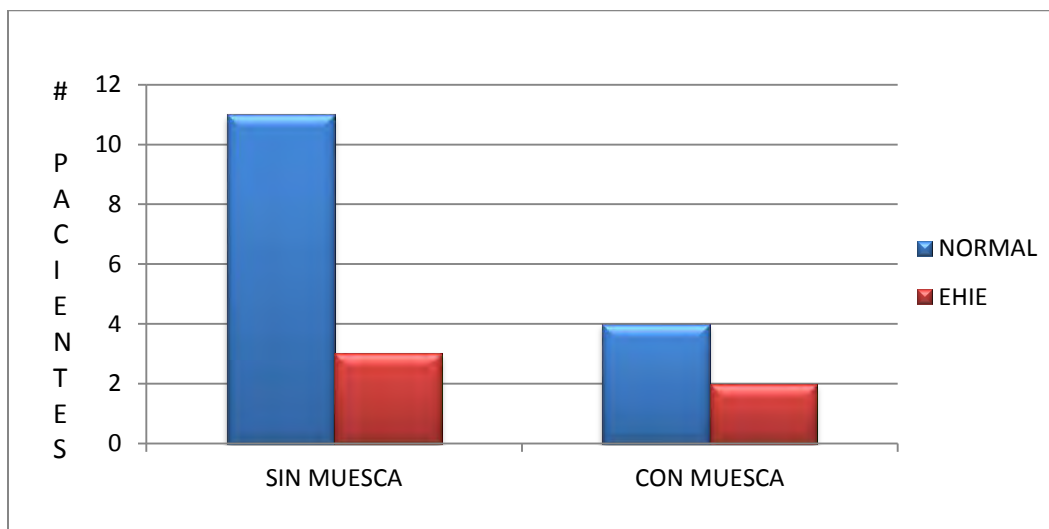
En el caso del grupo de las multigestas el promedio de embarazos fue 2.5, en ellas no se encontró ninguna asociación estadísticamente significativa entre la presencia de muesca y el desarrollo de enfermedad hipertensiva del embarazo, así lo demuestra la tabla 5.

Gráfica 6. PRESENCIA DE EHIE SEGÚN NUMERO DE GESTAS



FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación:  
"VALOR DE LA MUESCA EN EL ESPECTRO DE LA ARTERIA UTERINA MEDIANTE DOPPLER COLOR, COMO PREDICTOR DE PREECLAMPSIA EN PACIENTES CON EMBARAZO DE ALTO RIESGO"

Gráfica 7. PRESENCIA DE EHIE EN PRIMIGESTAS



FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación:  
 “VALOR DE LA MUESCA EN EL ESPECTRO DE LA ARTERIA UTERINA MEDIANTE DOPPLER COLOR, COMO PREDICTOR DE PREECLAMPSIA EN PACIENTES CON EMBARAZO DE ALTO RIESGO”

Por otro lado se presentó enfermedad hipertensiva inducida por el embarazo en 11 pacientes (25.5%) y hubo 4 casos de retraso en el crecimiento intrauterino (9.3%). Una paciente presentó retención placentaria que se resolvió satisfactoriamente.

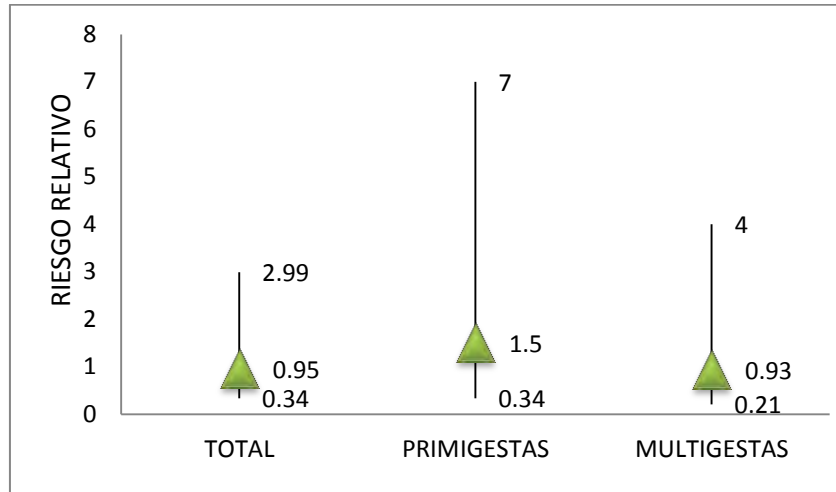
TABLA 5. ASOCIACIÓN DE MULTIGESTAS CON PRESENCIA DE MUESCA Y EHIE

ENF. HIPERTENSIVA INDUCIDA POR EL EMB.	MUESCA		Total general
	NORMAL	EHIE	
SIN MUESCA	11	4	15
CON MUESCA	6	2	8
Total general	17	6	23

FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación : “Valor De La Muesca En El Espectro De La Arteria Uterina Mediante Doppler Color, Como Predictor De Preeclampsia En Pacientes Con Embarazo De Alto Riesgo”



Gráfica 8. RIESGO RELATIVO DE PADECER EHIE SEGÚN EL NÚMERO DE GESTAS Y LA PRESENCIA DE MUESCA DE LA ARTERIA UTERINA.



FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación : "Valor De La Muesca En El Espectro De La Arteria Uterina Mediante Doppler Color, Como Predictor De Preeclampsia En Pacientes Con Embarazo De Alto Riesgo

El Índice de resistencia encontrado en promedio fue 0.52 (IR 0.30 – 0.90) mientras que en las pacientes que presentaron algún grado de hipertensión se observó IR 0.6 en promedio (rango 0.3 – 0.8).

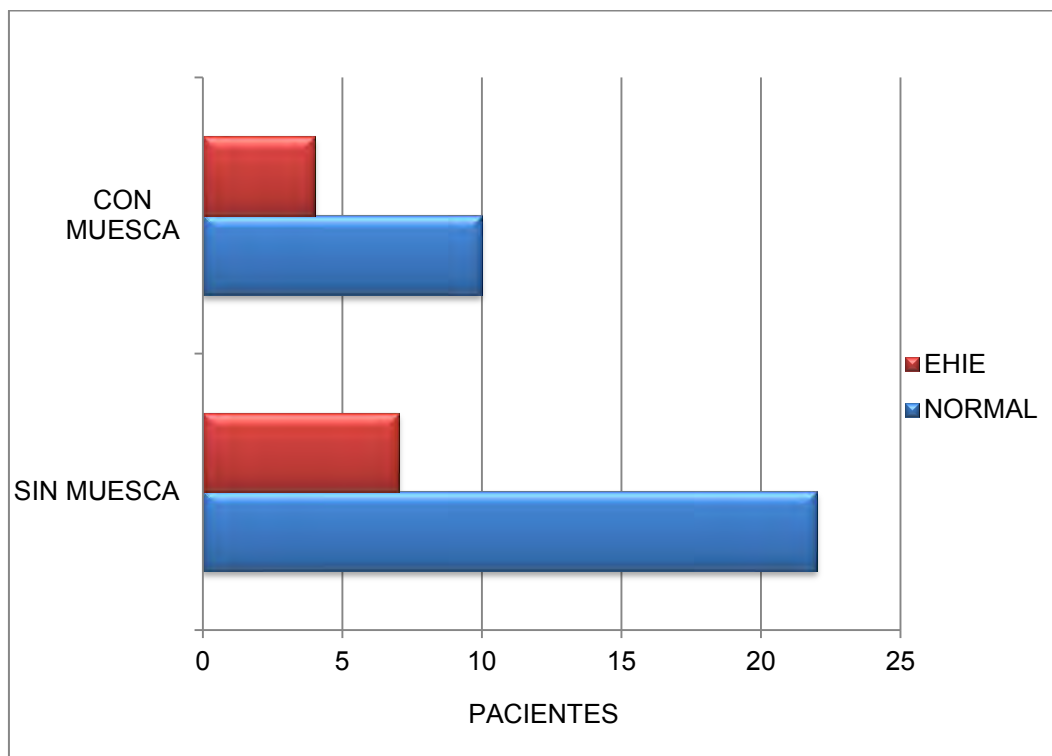
El índice de pulsatilidad promedio encontrado fue 0.97 (IP 0.36 – 2.0) y las pacientes que presentaron algún grado de hipertensión mostraron IP 1.16 en promedio (rango 0.4 – 2.0).

Estos rangos concuerdan con los encontrados en la literatura, donde se toma como normal un IR entre 0.52 y 0.56 y para el caso del IP entre 1.08 y 1.45. (2,12,19,35)

De las pacientes estudiadas se encontró la muesca de la arteria uterina en 14 de ellas (33 %) de las cuales solo cuatro pacientes desarrollaron EHIE (28.5 %) con un riesgo relativo calculado de 1.1 (intervalo de 0.41 – 3.38). (Gráfica 9).

El retraso en el crecimiento intrauterino durante el presente estudio se presentó en 4 pacientes (9.3%), todas estas pacientes evolucionaron a EHIE y habían presentado muesca en la arteria uterina en el estudio Doppler realizado.

Gráfico 9. TOTAL DE PACIENTES QUE PRESENTARON MUESCA DE LA ARTERIA UTERINA Y DESARROLLARON EHIE.



FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación "VALOR DE LA MUESCA EN EL ESPECTRO DE LA ARTERIA UTERINA MEDIANTE DOPPLER COLOR, COMO PREDICTOR DE PREECLAMPSIA EN PACIENTES CON EMBARAZO DE ALTO RIESGO"

Otro aspecto estudiado fue la relación entre el índice de masa corporal previo al embarazo y la presencia de muesca en la arteria uterina como factores de riesgo para desarrollar EHIE.

El Índice de masa corporal estimado promedio fue 24.7 (rango 18 – 40). El 15% había padecido preeclampsia en al menos un embarazo previo.

En la tabla 6 se muestra el total de pacientes y su distribución según el IMC y la presencia de EHIE, 58.1% de las pacientes tuvieron IMC < 25, y el 41.8% tuvieron IMC > 26. Cabe mencionar que en la bibliografía revisada se ha considerado que un IMC > 29 es factor de riesgo leve para presentar preeclampsia. <sup>(35)</sup>

TABLA 6. TOTAL DE PACIENTES CON EHIE SEGUN IMC ESTIMADO.

ENFERMEDAD HIPERTENSIVA DEL EMBARAZO. IMC	NORMAL	EHIE	Total general
			Aceptable
Obesidad I	5	1	6
Obesidad II	2	3	5
Obesidad III		1	1
Sobrepeso	5	1	6
Total general	32	11	43

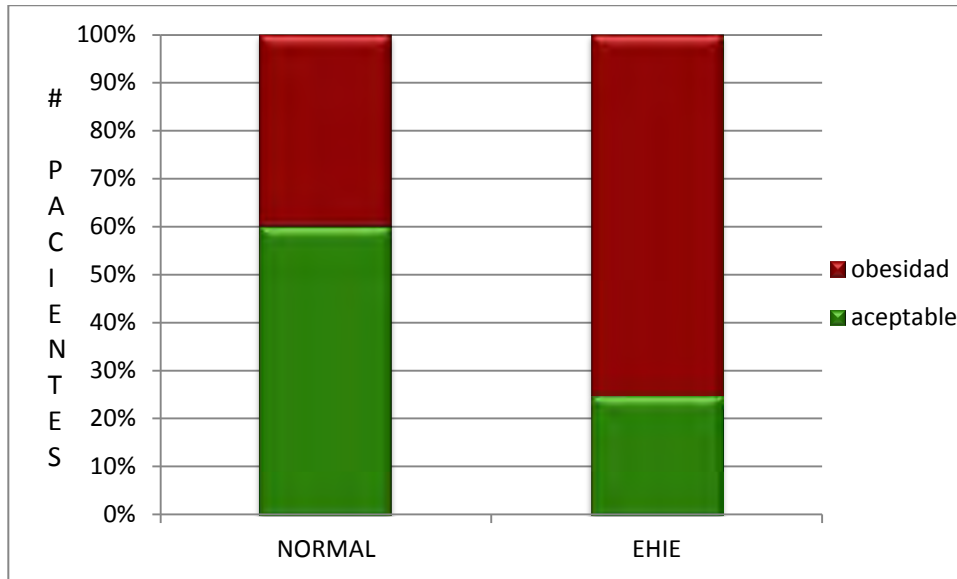
FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación "Valor De La Muesca En El Espectro De La Arteria Uterina Mediante Doppler Color, Como Predictor De Preeclampsia En Pacientes Con Embarazo De Alto Riesgo"

Con respecto al índice de masa corporal y su asociación con la EHIE se encontró que el riesgo de padecer EHIE es 1.6 (IC95% 0.6 – 4.6) sin ser esto estadísticamente significativo. No obstante al relacionarlo con la presencia de muesca de la arteria uterina se tiene 3 veces el riesgo de padecer EHIE (IC 0.4 - 22.3) para las pacientes que tienen algún grado de obesidad, que si bien no es significativamente estadístico como para compararlo con un grupo externo, para grupos como el estudiado es importante implementar el uso del Doppler color en pacientes embarazadas con obesidad y alto riesgo de padecer preeclampsia. (Gráfica 10).

En la gráfica 11 se muestran los diferentes riesgos encontrados con sus intervalos de confianza, haciendo hincapié en que existe mayor riesgo de padecer

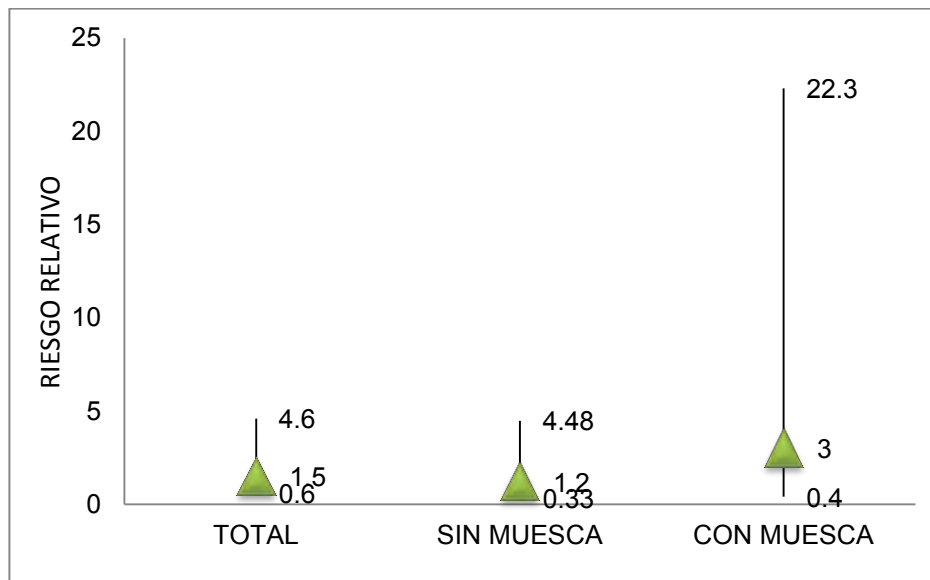
EHIE en pacientes con IMC > 26 y presencia de muesca en el espectro Doppler de la arteria uterina.

Gráfica 10. PRESENCIA DE MUESCA EN PACIENTES CON OBESIDAD Y DESARROLLO DE EHIE.



FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación "Valor De La Muesca En El Espectro De La Arteria Uterina Mediante Doppler Color, Como Predictor De Preeclampsia En Pacientes Con Embarazo De Alto Riesgo"

GRÁFICA 11. RIESGO RELATIVO ENCONTRADO SEGÚN EL IMC ESTIMADO > 25 Y LA PRESENCIA DE MUESCA.



FUENTE: Base de datos generada del protocolo de investigación "Valor De La Muesca En El Espectro De La Arteria Uterina Mediante Doppler Color, Como Predictor De Preeclampsia En Pacientes Con Embarazo De Alto Riesgo"

## **CONCLUSIONES.**

En los estudios realizados por Arenas, Victoria Gómez, Medina C. N y Moreno Zoila se ha visto que la presencia de la muesca en la arteria uterina es un predictor útil de EHIE y preeclampsia, en dichos estudios se han observado índices de resistencia y pulsatilidad mayores a 0.6 y 1.45 respectivamente. En el presente estudio no se logró establecer la utilidad de la muesca de la arteria uterina como predictor de EHIE y preeclampsia, debido a que la muestra estudiada fue limitada y con gran cantidad de variables confusoras. Sin embargo se coincide con los autores en que los índices de resistencia y pulsatilidad se encuentran elevados en las pacientes que presentaron preeclampsia.

También se encontró relación entre un IMC estimado  $> 27$  y la presencia de muesca de la arteria uterina como factores de riesgo para el desarrollo de preeclampsia, siendo esto de vital importancia ya que con un instrumento accesible como lo es el ultrasonido podremos realizar un tamiz en estas pacientes y llevar un control prenatal más adecuado que conlleve a una mejor atención del embarazo. Es bien sabido que en estas pacientes existe un foco rojo de mortalidad materno fetal que pudiera ser identificable en forma oportuna, por ello se sugiere la implementación del estudio Doppler en este grupo de pacientes mediante personal altamente capacitado en ultrasonido Doppler, ya que el óptimo resultado de esta prueba es operador dependiente.

Cabe mencionar que este estudio abre las puertas a futuras investigaciones que pudieran tener mayor control de las variables confusoras y una muestra más significativa y así establecer la utilidad del ultrasonido Doppler en grupos con características similares al estudiado.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Coleman, Mc. Cowan, North. Mid-trimester uterine artery Doppler screening as a predictor of adverse pregnancy outcome in high-risk women. ***Ultrasound Obstet. Gynecol.*** 2000; 15: 7–12.
2. Arenas, J. Fernández-Iñarrea J. Rodríguez-Mon, B. Cribado con Doppler de las arterias uterinas para la predicción de complicaciones de la gestación. ***Clin. Invest. Gin. Obst.*** 2003; 30(6):178-84.
3. Espinoza, Romero R., Kae J., Identification of Patients at Risk for Early Onset and/or Severe Preeclampsia With the Use of Uterine Artery Doppler Velocimetry and Placental Growth Factor. ***Am J. Obstet. Gynecol.*** 2007 April; 196(4): 326.e1–326.13.
4. Nakatsuka M, Habara T, Noguchi S. Impaired Uterine Arterial Blood Flow in Pregnant Women With Recurrent Pregnancy Loss. ***J Ultrasound Med.*** 22:27–31, 2003.
5. Ryan S, McNicholas M. Anatomía para el Diagnóstico Radiológico. 1ª ed. Marban, México, 2008.
6. Latarjet M., Ruiz L.A. Anatomía Humana. 4a ed. México. Medica Panamericana. 2008. Vol 2. Pág. 1607 – 1632.
7. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Anatomía Humana. Anatomía del Sistema Reprodutor. Texto Guía del Curso de Anatomía Humana para Profesores de Biología y Ciencias Naturales. 2ª Ed. Chile. 2008.

8. Rojas C. Yeshica. *Ultrasonido Doppler Carotídeo en Pacientes con Lupus Eritematoso Sistémico. Trabajo de Investigación Clínica para obtener el diploma de especialista en Radiología e Imagen.* México, 2011. 50 páginas.
9. Rumack M. Carol, Wilson R. Stephanie, Charboneau J. William. *Diagnostic Ultrasound.* Estados Unidos de Norte América. El Sevier Mosby, 4a Edición, 2011. Tomo 1, 1035 páginas.
10. Paul L Allan, W. Norman McDicken, Myron A. Pozniak. *Ecografía Doppler Clínica.* Elsevier España, 2008 - 384 páginas.
11. Peña D. H., Camacho D. M., Escobedo A. F. Velocimetría Doppler de las arterias uterinas en el embarazo. ***Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas.*** 2008; 13 (4):177-80.
12. Victoria-Gómez P. Valoración Por Ultrasonografía Doppler En Medicina Materno-Fetal. ***Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*** Vol. 57 No. 3 • 2006 • (190-200).
13. Parra M. Utilidad de la Flujiometria Doppler en Obstetricia.. ***Hospital Clínico Universidad de Chile.*** 2005.
14. Sosa-Olavarría A. Avances en el Doppler en Obstetricia. ***Rev. Per. Ginecol. Obstet.*** 2009; 55:163-166.
15. Cafici D. Doppler en obstetricia. ***Rev. Chil. Ultrasonog.*** 2009; 12: 4-17.
16. Mohamed M, Nodarse, Pérez J. Valor de la flujometría Doppler de arterias uterinas para la predicción de algunas complicaciones en gestantes con hipertensión arterial crónica. ***Rev. Cubana Obstet. Ginecol.*** 2007; 33.

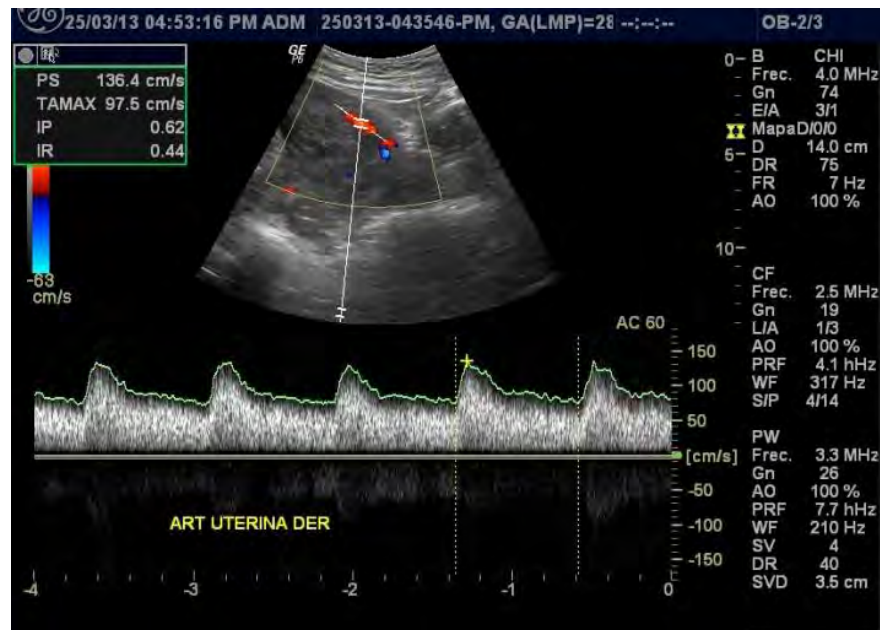
17. Sosa Olavarría A. Biomecánica y flujometría Doppler de la Unidad Útero-placento-fetal. Revisión de temas. **Sociedad Venezolana de Ultrasonografía en Ginecología y Obstetricia**. Octubre 2012; 1- 49.
18. López-Carbajal M, Manríquez-Moreno M, Gálvez-Camargo D. Factores de riesgo asociados con preeclampsia. **Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.** 2012; 50 (5): 471-476.
19. Medina C. N., Figueroa D. H., Guzmán H. M. Valores de referencia del índice de pulsatilidad de las arterias uterina y umbilical durante el embarazo. **Ginecol. Obstet. Mex.** 2006;74:509-15
20. Papageorgiou, Bindra, Pandis And Nicolaides. Multicenter screening for pre-eclampsia and fetal growth restriction by transvaginal uterine artery Doppler at 23 weeks of gestation. **Ultrasound Obstet. Gynecol.** 2001; 18: 441–449.
21. Calleja M, Vives A., García E. Flujo reverso diastólico en arterias uterinas y engrosamiento placentario: marcadores de resultado perinatal desfavorable. **Prog. Obstet. Ginecol.** 2011; 54(3):132—135.
22. Espinoza J, Kusanovic J, Bahado-Singh R. Should Bilateral Uterine Artery Notching Be Used in the Risk Assessment for Preeclampsia, Small-for-Gestational-Age, and Gestational Hypertension? **J Ultrasound Med** 2010; 29:1103–1115.
23. González J., Laila J.M., González E., González E. *Obstetricia*. España. El Sevier – Masson, 2006. Pág. 3 – 20.
24. Pearce J., **Br J Obstet. Gynae.** Col. 1988; 95:244-56
25. Arduini D, **Ultrasound Obstet. Gynecol.** 1991; 1:180-5



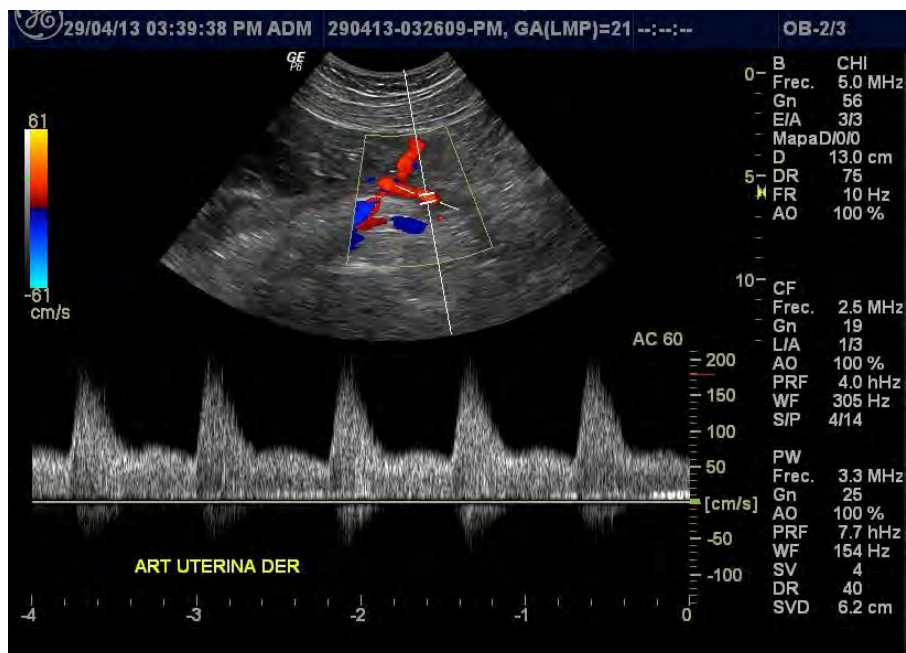
26. Langer J, Oliver E, Lev-Toaff A, Imaging of the Female Pelvis through the Life Cycle. **Radio Graphics** 2012; 32:1575–1597.
27. Fernández S, Gutiérrez Trujillo, R. La mortalidad materna y el aborto en México. **Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.** 2012; 69(1):77-80.
28. Yitta S, Hecht E, Mausner E. Normal or Abnormal? Demystifying Uterine and Cervical Contrast Enhancement at Multidetector CT. **Radio Graphics** 2011; 31:647–661.
29. K. L. Deurloo, Spreeuwenberg, A. C. Bolte and J. M. G. Van Vugt. Color Doppler ultrasound of spiral artery blood flow for prediction of hypertensive disorders and intra uterine growth restriction: a longitudinal study. **Prenat Diagn.** 2007; 27: 1011–1016.
30. García H. Ignacio, López J. Ana Elena, Gómez A. Paula Isabel. Doppler de arterias uterinas y marcadores angiogénicos (sFlt-1/PIGF): futuras implicaciones para la predicción y el diagnóstico de la preeclampsia. **Diagn Prenat.** (2011);22(2):32–40.
31. O. Gómez, F. Figueras, J. M. Martínez. Sequential changes in uterine artery blood flow pattern between the first and second trimesters of gestation in relation to pregnancy outcome. **Ultrasound Obstet Gynecol** 2006; 28: 802–808.
32. Jeltsje S. Cnossen MD, Rachel K. Morris MD, Gerben ter Riet. Use of uterine artery Doppler ultrasonography to predict pre-eclampsia and intrauterine growth restriction: a systematic review and bivariable meta-analysis. **CMAJ.** March 11, 2008; 178(6).
33. K.R.Niswander. Obstetrics. Essentials of Clinical Practice. 2da Edicion, Little, Brown and Company. 1987.

34. Ghosh G, Gudmundsson S. Uterine and umbilical artery Doppler are comparable in predicting perinatal outcome of growth-restricted fetuses. **BJOG** 2009;116: 424 – 430.
35. Moreno Zoila, Sánchez Sixto. Obesidad pregestacional como factor de riesgo asociado a preeclampsia. Anales de la Facultad de Medicina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2003 Vol. 64 No2. Pág. 101 – 106.

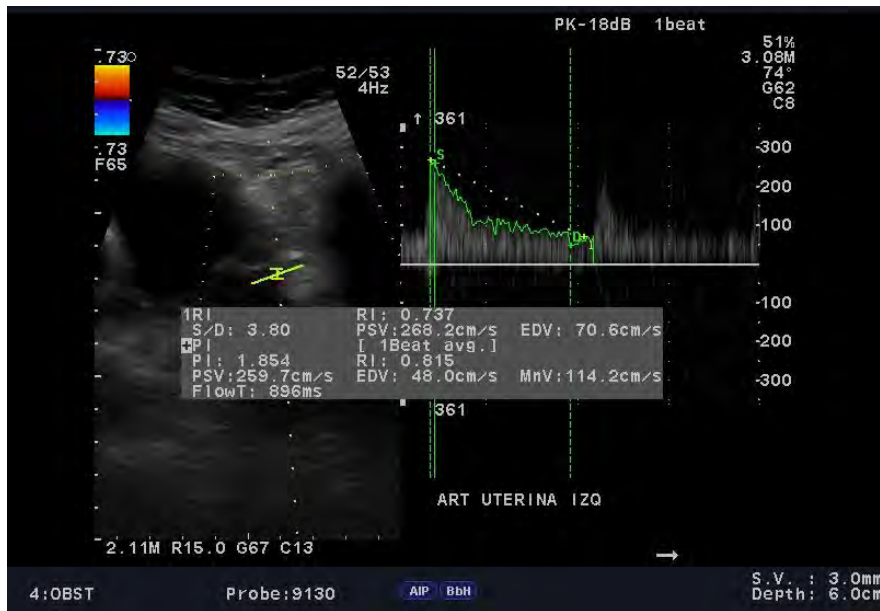
## ANEXO I. IMÁGENES DE CASOS.



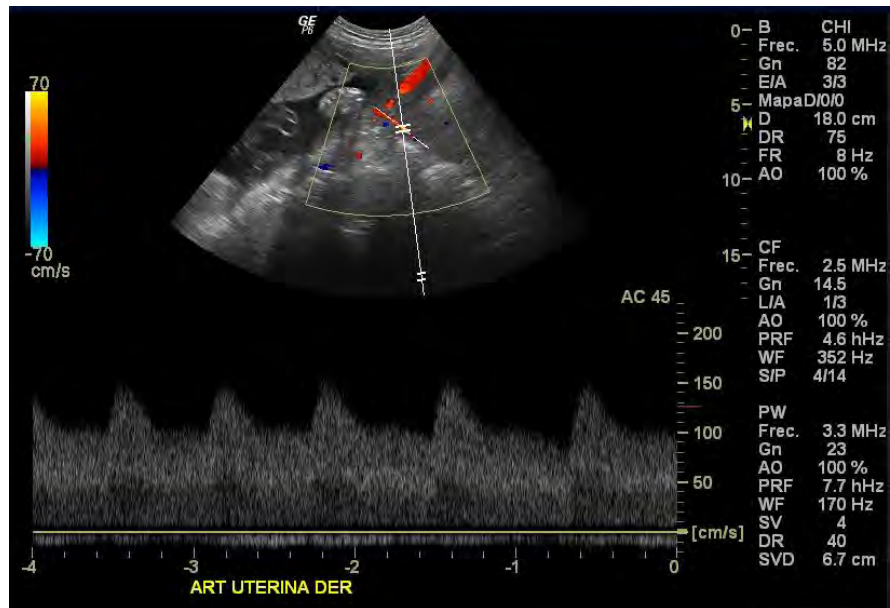
Caso 1. Femenina de 14 años de edad que cursa con embarazo de 24.3 semanas de gestación. El ultrasonido Doppler espectral muestra perdida de la muesca de la arteria uterina con flujo de baja resistencia.



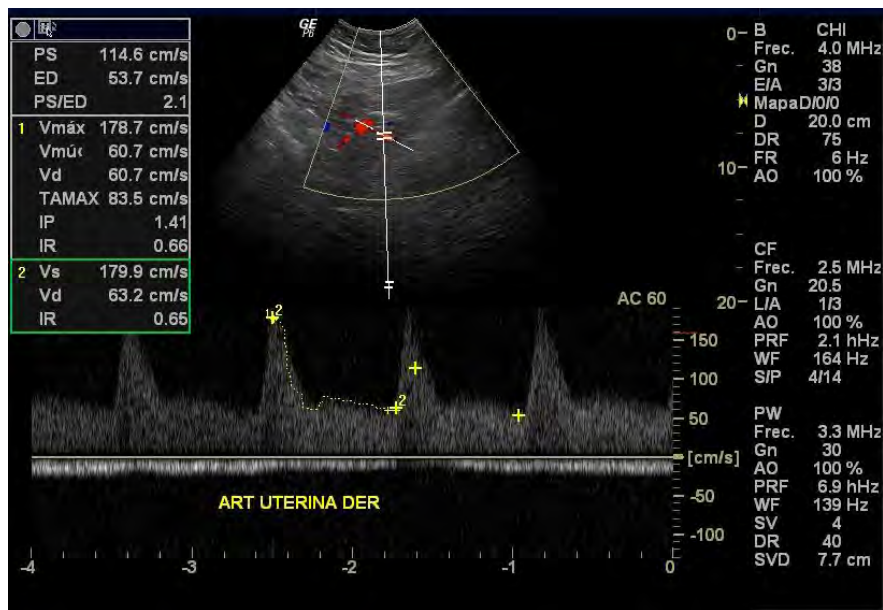
Caso 2. Femenina de 20 años de edad con embarazo de 21.2 semanas de gestación, con antecedente de tabaquismo crónico e IMC de 35. El espectro Doppler de su arteria uterina mostro persistencia de la muesca protodiastólica, con IR 0.63 e IP 1.11. Al final del embarazo presento preeclampsia leve.



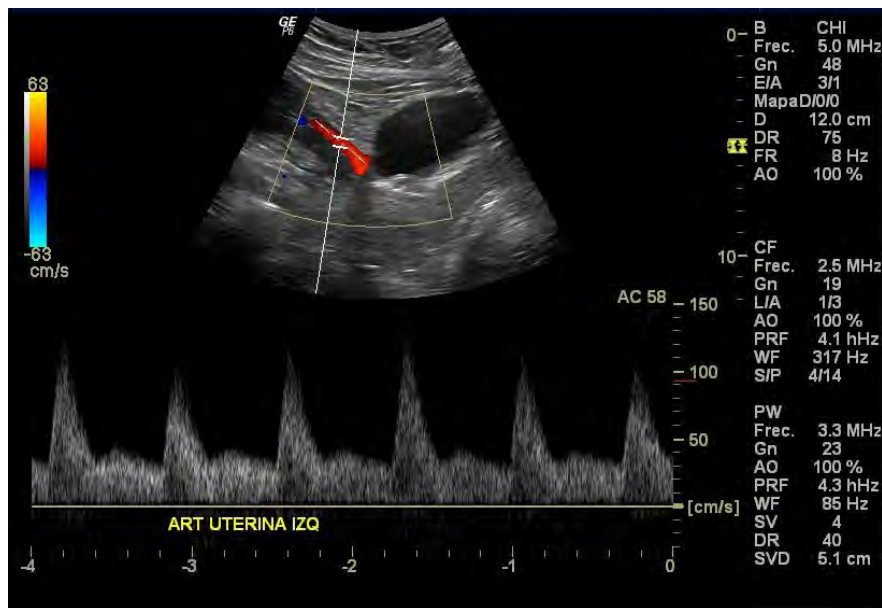
Caso 3. Primigesta de 39 años con embarazo de 25 semanas de gestación y antecedente de epilepsia, curso con preeclampsia leve. En el ultrasonido Doppler la arteria uterina izquierda presentó un IR 0.81 e IP 1.85 y muesca protodiastólica.



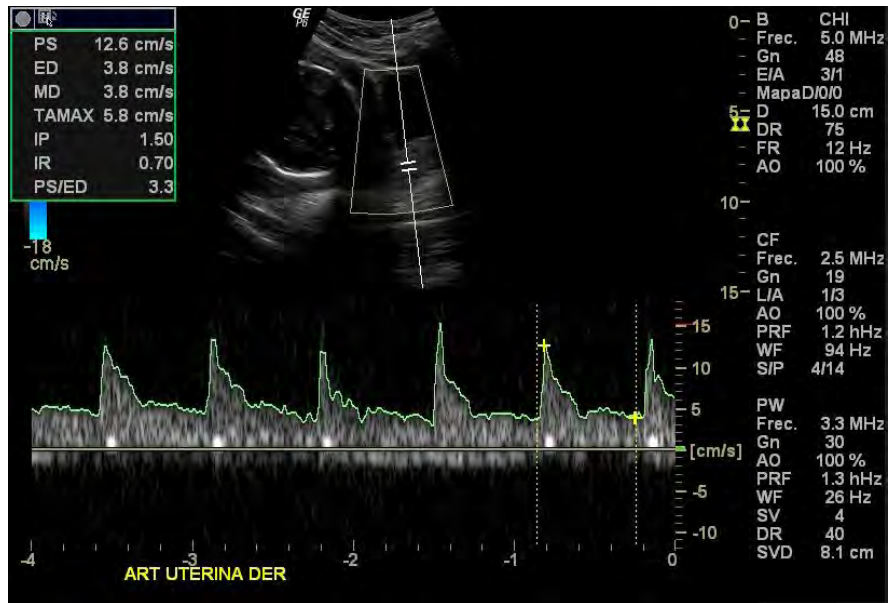
Caso 4. Femenina de 19 años de edad con embarazo de 30.1 semanas de gestación. En el estudio Doppler de la arteria uterina derecha se encontró IR 0.30 e IP 0.40 sin evidencia de muesca en el espectro. Al final del embarazo presento enfermedad hipertensiva inducida por el embarazo.



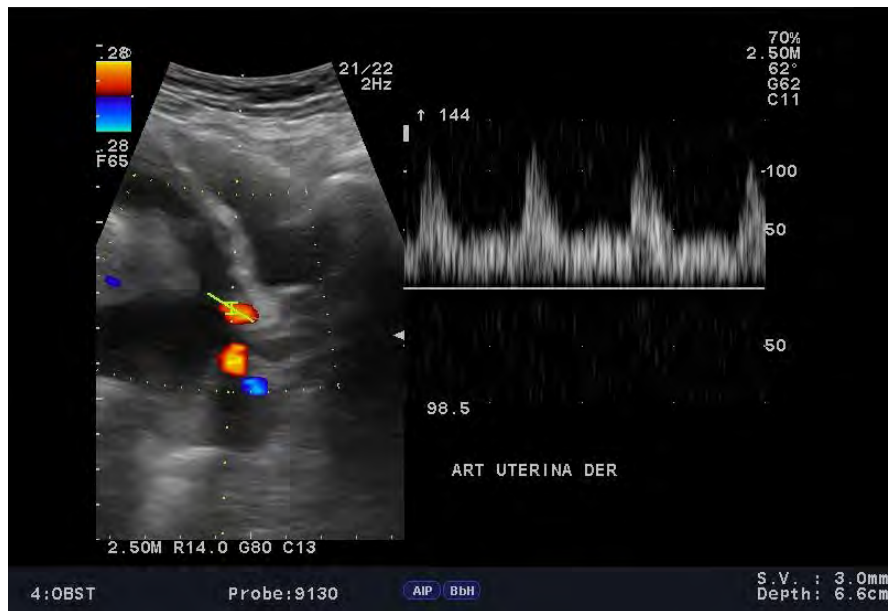
Caso 5. Femenina de 40 años que cursa con embarazo de 22.6 semanas de gestación, con antecedente de preeclampsia en el embarazo previo, con tabaquismo positivo e IMC estimado de 40. Curso con enfermedad hipertensiva al final del embarazo y el producto mostro retraso en el crecimiento intrauterino. En el estudio Doppler se observa la persistencia de muesca de la arteria uterina en forma bilateral.



Caso 6. Femenina de 35 años de edad con antecedente de hipotiroidismo cursa su tercer embarazo. El espectro Doppler muestra muesca protodiastólica en ambas arterias uterinas. Al final del embarazo se obtuvo producto con retraso en el crecimiento intrauterino.



Caso 7. Femenina de 15 años usuaria de inhalantes, acudió con embarazo de 25.3 semanas de gestación el cual evoluciono a preeclampsia leve. En el ultrasonido Doppler espectral se encontró IP 1.50 e IR 0.70 y se observó presencia de muesca en ambas arterias.



Caso 8. Primigesta de 13 años de edad con embarazo de 27.4 semanas de gestación y presencia de muesca en el espectro Doppler en forma bilateral. Su embarazo se resolvió sin complicaciones.



## ANEXO II. FORMATO DE HISTORIA CLÍNICA REALIZADA.

Nombre:

Edad:            años

Antecedentes personales no patológicos:

1. Tabaquismo

2. Alcoholismo.

3. Toxicómanas

Antecedentes personales patológicos:

1. Hipertensión

2. Diabetes mellitus.

3. Obesidad.

Antecedentes ginecoobstetricos:

1. Fecha de última menstruación

2. Gestas

3. Antecedente de preeclampsia

Padecimiento actual:

Datos de vasoespasmo:

TA.        mmHg            FC.    x'            FR.    x'

Semanas de gestación por FUM:

Semanas de gestación por USG:

### ANEXO III. REPORTE DE ULTRASONIDO OBSTETRICO.

Fecha:

Nombre:

Presentación del producto:

Placenta:

Cordón Umbilical:

Fetometria.

Parámetro	Medida	Semanas
DBP	mm	
CC	mm	
CA	mm	
LF	mm	
FCF	l/min	
ILA		

### ESTUDIO DOPPLER

ARTERIA UTERINA	DERECHA	IZQUIERDA
INDICE RESISTENCIA		
INDICE PULSATILIDAD		
VELOCIDAD SISTOLICA	cm / seg	cm / seg
MUESCA		



## ANEXO IV. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

México D.F., a

<b>Día</b>	<b>Mes</b>	<b>Año</b>			

A quien corresponda.

Yo \_\_\_\_\_ declaro libre y voluntariamente que acepto participar en el estudio. "VALOR DE LA MUESCA EN EL ESPECTRO DE LA ARTERIA UTERINA MEDIANTE DOPPLER COLOR, COMO PREDICTOR DE PREECLAMPSIA EN PACIENTES CON EMBARAZO DE ALTO RIESGO", que se realiza en esta institución y cuyos objetivos consisten en determinar si la presencia de la muesca en el espectro Doppler de la arteria uterina es útil en la predicción de preeclampsia en mujeres con embarazo de alto riesgo. Implementar el uso de Doppler de la arteria uterina en el estudio sonográfico obstétrico de pacientes con embarazo de alto riesgo para prevenir posibles complicaciones. Prevenir el desarrollo de preeclampsia – eclampsia en pacientes de alto riesgo, así como implementar el tratamiento oportuno y evitar el incremento de muertes materno – fetales.

Estoy consciente de que los procedimientos, pruebas y tratamientos para lograr los objetivos mencionados consisten en realización de ultrasonido obstétrico Doppler y que no existen riesgo para mi persona.

Entiendo que del presente estudio se derivarán los siguientes beneficios: determinar posible riesgo de padecer preeclampsia.

Es de mi conocimiento que seré libre de retirarme de la presente investigación en el momento que yo así lo desee. También que puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos y beneficios de mi participación en este estudio.

Así mismo, cualquier trastorno temporalmente relacionado con esta investigación podré consultarlo con el Jefe de Enseñanza e Investigación de la unidad de atención; Dr. Miguel Ángel Rocha Reyes y con el investigador responsable Dra. Alejandra Rodríguez Ulloa. El Jefe de Enseñanza e Investigación comunicará el evento a la Dirección de Educación e Investigación de la SSDF, en donde se decidirá la necesidad de convocar al investigador principal y al Cuerpo colegiado competente, para su resolución. Cuando el trastorno se identifique como efecto de la intervención, la instancia responsable deberá atender médicamente al paciente hasta la recuperación de su salud o la estabilización y control de las secuelas así como entregar una indemnización y si existen gastos adicionales, estos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación.

En caso de que decidiera retirarme, la atención que como paciente recibo en esta institución no se verá afectada.

Nombre		Firma.
(En caso necesario, datos del padre, tutor o representante legal)		
Domicilio.	Teléfono	

c. c. p. Paciente o familiar

c. c. p. Investigador (conservar en el expediente de la investigación).