



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**Facultad de Medicina  
Instituto Nacional de Perinatología  
“Isidro Espinosa de los Reyes”**

**“Valores de Referencia de Velocidad  
Sistólica Máxima de Arteria Umbilical  
mediante Flujiometría Doppler en Fetos  
con Longitud Cráneo-Rabadilla de 45 a  
84 mm”**

**T e s i s**

Que para obtener el título de  
**Especialista en Medicina Materno-Fetal**

**PRESENTA**

**GUADALUPE MARÍA PÉREZ BORBÓN**

**DR. MARIO E. GUZMÁN HUERTA  
PROFESOR TITULAR**

**DRA. SANDRA ACEVEDO GALLEGOS  
DIRECTORA DE TESIS**



MÉXICO, D.F.

JULIO 2010



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.

## **Autorización de Tesis**

---

### **DIRECTOR DE TESIS**

**Dr. Mario Estanislao Guzmán Huerta**

Jefe de Servicio de Medicina Materno-Fetal  
Profesor Titular del Curso de Especialización de Medicina Materno-Fetal  
Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”

---

### **DIRECTOR DE TESIS**

**Dra. Sandra Acevedo Gallegos**

Médico Adscrito al Departamento de Medicina Materno-Fetal  
Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”

---

### **COORDINADOR DE TESIS**

**Med. Cir. Salvador Gaviño Ambriz**

Director de Enseñanza  
“Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por todo el apoyo que me han brindado de manera incondicional durante toda mi vida, y de quienes puedo decir que me resultan un ejemplo a seguir y han sido mi inspiración a lo largo de mi existencia. Han cubierto mi necesidad de sentirme protegida desde la infancia, y que se ha perpetuado hasta la actualidad. El hecho de saberlos a mi lado me brinda la confianza y fortaleza para continuar en mi camino, en búsqueda de mi objetivo final.

A mi hermana, a quien adoro, y que es uno de mis pilares, de quien sé me puedo sostener en tiempos de flaqueza y que se encuentra a mi lado de manera permanente. Siempre tendrá un consejo adecuado y un abrazo oportuno. Y mi cuñado, quien me brinda su apoyo, a la vez que me da la tranquilidad de saber que mi hermana y sobrino estarán bien.

A mi hermano, mi otro pilar, quien me brinda la confianza de una persona noble, sencilla y auténtica, de quien me siento orgullosa y a quien agradezco sus muestras de cariño siempre presentes.

A mis abuelos, los presentes y los ausentes, quienes a lo largo de mi vida me han aportado conocimiento, experiencia, cariño y amor. De quienes me es difícil describir un sentimiento en específico, salvo el agradecimiento eterno que siento para con Dios, por haberme permitido tenerlos a mi lado el lapso de mi vida para disfrutarlos.

A mis amigos, por estar a mi lado en todo momento. Les agradezco enormemente el sostén que han significado para mi, su ayuda en todo momento. Las ocasiones en que, aún sin decir una palabra, me dieron el aliento suficiente para seguir adelante en mi camino.

A mis maestros, por orientarme en este sendero, y brindarme sus conocimientos de manera constante, con la finalidad de que me aprendizaje fuera más extenso.

A mis tíos, quienes siempre están apoyándome, y que me han aligerado mi estancia en esta ciudad de una manera que no puedo expresarlo.

A Dios por sobre todas las cosas, que me ha dado la oportunidad de cumplir mis metas, que me ha brindado la vida y me ha dado libertad para hacer con ella todo lo que he deseado. Me ha otorgado la felicidad de tener a una hermosa familia que ha estado siempre a mi lado, y amigos incondicionales con quienes he compartido hermosos momentos de mi vida.

## **Cuando sepas hallar una sonrisa...**

Enrique González Martínez

Cuando sepas hallar una sonrisa  
en la gota sutil que se rezuma  
de las porosas piedras, en la bruma,  
en el sol, en el ave y en la brisa;

cuando nada a tus ojos quede inerte,  
ni informe, ni incoloro, ni lejano,  
y penetres la vida y el arcano  
del silencio, las sombras y la muerte;

cuando tiendas la vista a los diversos  
rumbos del cosmos, y tu esfuerzo propio  
sea como potente microscopio  
que va hallando invisibles universos,

entonces en las flamas de la hoguera  
de un amor infinito y sobrehumano,  
como el santo de Asís, dirás hermano  
al árbol, al celaje y a la fiera.

Sentirás en la inmensa muchedumbre  
de seres y de cosas tu ser mismo;  
serás todo pavor con el abismo  
y serás todo orgullo con la cumbre.

Sacudirá tu amor el polvo infecto  
que macula el blancor de la azucena  
bendecirás las márgenes de arena  
y adorarás el vuelo del insecto;

y besarás el garfio del espino  
y el sedeño ropaje de las dalias...  
y quitarás piadoso tus sandalias  
por no herir a las piedras del camino.

## ÍNDICE

1. Capítulo 3	
a. Introducción .....	6
b. Prefacio .....	7
c. Prólogo .....	8
d. Resumen .....	9
2. Capítulo 4	
a. Planteamiento del problema .....	11
3. Capítulo 5	
a. Antecedentes .....	12
i. Arteria Umbilical .....	12
ii. Embriología y Anatomía de Arteria Umbilical .....	12
iii. Flujiometría Doppler .....	13
iv. Proceso de Placentación .....	15
v. Estudios previos de Arteria Umbilical .....	15
vi. Arteria Umbilical en Primer Trimestre .....	16
vii. Implicaciones de Art Umbilical en otros trimestres .....	16
4. Capítulo 6	
a. Objetivos .....	19
i. Objetivo General .....	19
ii. Objetivos Específicos .....	19
b. Justificación .....	20
5. Capítulo 7	
a. Metodología .....	21
i. Diseño del Estudio .....	21
ii. Definición de Variables .....	21
iii. Universo de estudio .....	22
iv. Población Accesible .....	22
v. Criterios de Inclusión .....	22
vi. Criterios de No Inclusión .....	22
vii. Tipo de Muestreo .....	23
viii. Tamaño de Muestra .....	23
ix. Descripción General del Estudio .....	24
x. Análisis Estadístico .....	25
6. Capítulo 8	
a. Resultados .....	26
i. Análisis Descriptivo .....	26
ii. Presentación de Valores de Referencia .....	33
b. Discusión .....	35
7. Capítulo 9	
a. Conclusiones .....	38
8. Capítulo 10	
a. Anexos .....	39
i. Hoja de Recolección de Datos .....	39
ii. Consentimiento informado .....	40
iii. Técnica de medición de Art. Umbilical .....	42
9. Capítulo 11	
a. Bibliografía .....	43

## **CAPÍTULO 3**

### **INTRODUCCIÓN**

La flujometría Doppler ha tenido un desarrollo importante, logrando una participación relevante en el seguimiento de diferentes patologías, que van desde la vigilancia hemodinámica en el crecimiento fetal, pasando por el uso de marcadores para cromosomopatías, hasta el seguimiento de fetos con aloinmunización. El auge de este procedimiento es debido a que, mediante un método no invasivo, nos permite dar seguimiento a diversas patologías, y que en manos expertas es una herramienta con una gran capacidad de detección. Existen múltiples vasos que pueden ser medidos mediante la flujometría Doppler, dependiendo de la patología de interés; sin embargo, previo a su aplicación, es necesario tener los valores de referencia dependiendo la edad gestacional. Dicha situación es aplicable para la Arteria Umbilical cuando el feto tiene una longitud cráneo-rabadilla de 45 a 84mm, en cuyo periodo no existen valores de referencia para la misma.

## **PREFACIO**

El presente trabajo muestra el trabajo a lo largo de 2 años, durante los cuales se realizó la recopilación de las mediciones en pacientes que acudieron a la valoración de primer trimestre.

Dentro de las mediciones obtenidas se incluye la flujometría Doppler. Los vasos evaluados van desde las arterias uterinas hasta la obtención del índice de Tei. Estas mediciones se realizaron por médicos capacitados para ello. Al evaluar cada una de las mediciones obtenidas se observó que no existen valores de referencia de la Arteria Umbilical en la Literatura disponible. Es por ello que se toma la decisión del presente trabajo, con la finalidad de que sea simplemente un paso para la obtención de nuevo análisis o bien, su incorporación como marcadores para diferentes patologías en el tamizaje secuencial.



## PRÓLOGO

En el presente trabajo presento los resultados obtenidos tras la realización de la medición de la flujometría Doppler de la Arteria Umbilical durante el primer trimestre. En nuestro Instituto está establecido un día específico de la semana durante el cual se realizan solamente valoraciones de primer trimestre. En dicha evaluación se incluyen desde mediciones de longitud cráneo-rabadilla, medición de Translucencia Nucal, Hueso Nasal y diversas mediciones de velocimetría Doppler, con las especificaciones de la Fetal Medicine Foundation (FMF).

Gracias a ello, se ha logrado tener una base de datos que nos permite realizar el estudio que se presenta a continuación. Las mediciones son hechas por médicos subespecialistas que cuentan con la experiencia necesaria que nos brinda la confianza de que las mediciones son correctas.

En el Instituto Nacional de Perinatología se ha estimulado el desarrollo de nuevas corrientes de investigación. Es por ello que el presente trabajo muestra valores de referencia, con la intención de que el resultado obtenido pueda servir de apoyo a la creación de nuevos protocolos que permitan el incremento del conocimiento.

## RESUMEN

**INTRODUCCION.** Para la realización de cualquier estudio que involucre valores, se necesitan los rangos de las mediciones. Al revisar los de Arteria Umbilical, nos percatamos de la ausencia de dichos valores de referencia en primer trimestre, siendo el objetivo del presente protocolo.

**MÉTODOS Y MATERIALES.** Se realizó un estudio transversal, que incluyó INPer, quienes cumplieron los criterios de selección. Se les realizó la medición del Pico Sistólico de Arteria Umbilical en pacientes con fetos entre 45 y 84mm por LCR. Se tabularon los resultados, obteniendo media, desviación estándar y percentilas 5, 50 y 95.

**RESULTADOS.** Se incluyeron un total de 915 pacientes, de las cuales se tuvo un valor mínimo de 13cm/s, y uno máximo de 47cm/s. La edad promedio fue 30.4 años(IC 95% 30.0-30.8), y una media de embarazos de 2.5 (IC 95% 2.4-2.6). Se encontró un comportamiento normal, con una regresión lineal de 0.073, resultando ser la que más se relacionaba con ambas variables. Se realizó un gráfico P-P que muestra la relación normal, y se comprobó mediante pruebas de Kolmogorov-Smirnov. Finalmente, se obtuvieron percentiles 5, 50 y 95 para cada uno de los mm de LCR.

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.** Se obtuvieron los valores de las percentilas 5, 50 y 95, que es lo que se deseaba como valores de referencia del Pico Sistólico de Arteria Umbilical en el primer trimestre. Es fundamental dar seguimiento a este estudio, con la aplicación de dichos valores en nuevos trabajos.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The making of any study that involves values, requires the normal ranges of measurements. Looking to Umbilical Artery, we found the absence of those values in the first trimester, becoming de reason of this work.

**METHODS AND MATERIALS.** We made a transverse study, including patients that fit with the selection criteria. We applied the measurement of Systolic Peak of Umbilical Artery in patients with fetus with CRL between 45 and 84mm. The results were obtained, including mean, standard deviation and percentiles 5, 50 and 95.

**RESULTS.** 915 patients were included, with a minimum value of 13 cm/s and a maximum of 47cm/s. The mean age was 30.4 years (CI 95% 30.0-30.8), and a pregnancy mean of 2.5 (CI 95% 2.4-2.6). There was a normal behavior of values, with a linear regression of 0.073, and being the more correlated with the two variables. We made a graphic P-P, that shows de normal relationship, and we confirmed it with a Kolmogorov-Smirnov test. Finally, we obtained percentils 5, 50 and 95 for each CRL mm.

**CONCLUSIONS.** We obtained the 5, 50 and 95 percentil values, that was the original objective, the reference values of Systolic Peak Velocity of Umbilical Artery during the first trimester. It is fundamental the following of this study, with use of these values in new works.

## CAPÍTULO 4

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente podemos buscar de manera retrospectiva, y observar los adelantos tan importantes que ha tenido la Ciencia a favor de la vida humana. Dentro de esos avances, tenemos la flujometría Doppler, que ha mostrado su utilidad en múltiples campos, tanto en cuestión de diagnóstico, vigilancia y pronóstico. La Arteria Umbilical no es la excepción. Hemos sido testigos de un desarrollo vertiginoso en esta área, en el que cada vez la utilidad de la velocimetría Doppler de este vaso se comprueba más.

La flujometría Doppler de Arteria Umbilical presenta al momento, múltiples estudios que la han relacionado con una importante variedad de patologías. Sin embargo, los estudios que involucran este vaso son en segundo y tercer trimestre. Es por ello que tenemos ante nosotros la oportunidad de realizar un estudio de primer trimestre que involucre la Arteria Umbilical, y valorar su utilidad en el campo clínico en este momento del embarazo. Para ello es necesario tener valores de referencia en dicho periodo de tiempo, que a la fecha, no se han obtenido. De acuerdo con la OMS, cada país debe contar con valores de referencia propios, los cuales servirán de referencia para su análisis.

Se debe mencionar, que la mayoría de los estudios incluyen como mediciones o índices el Índice de Resistencia, Índice de Pulsatilidad o índice Sístole/Diástole. Sin embargo, dada la alta resistencia encontrada por la Arteria Umbilical en el primer trimestre, la medición de estos índices se complicaría, considerando que la diástole ausente es una situación frecuente y normal en esta etapa del embarazo. Es por ello que nuestra propuesta va encaminada a la medición del Pico Sistólico.

De esta manera, la finalidad es definir los valores de referencia de Arteria Umbilical, para su posterior utilidad en diferentes estudios que involucren el análisis de los valores a obtener en este lapso de tiempo, que involucra embarazos de 45 a 84 mm de LCR.

# CAPÍTULO 5

## ANTECEDENTES

### Arteria Umbilical.

La mayoría de los estudios realizados para entender la fisiología de la circulación humana son en animales. Sin embargo, existen diversas diferencias que, con apoyo del USG, se han encontrado en el feto humano. Iniciando con un incremento del volumen sanguíneo de 10-12% del peso corporal en comparación al 7-8% de lo encontrado en adultos.<sup>1</sup> La principal razón para esa diferencia es la gran reserva de sangre que contiene la placenta, y que se va disminuyendo conforme avanza el embarazo.<sup>2</sup> La función de cada uno de los órganos y estructuras dependerá de un adecuado desarrollo estructural. Y la arteria Umbilical no es la excepción.



Figura I Cordón umbilical de una niña de 4 meses de edad.

En estudios recientes, observaciones longitudinales en embarazos de bajo riesgo han encontrado incremento de flujo sanguíneo umbilical de una media de 36ml/min a las 20sdg a 265ml/min a las 40sdg.<sup>3</sup> El flujo umbilical normalizado para peso fetal tiene su nivel más alto a las 25sdg (117ml/min/kg) y el más bajo a las 41sdg (63ml/min/kg). La resistencia del flujo es principalmente determinada por la cama vascular periférica de la placenta.<sup>2</sup> El espectro de la onda de velocidad de flujo en Doppler de la arteria umbilical refleja su impedancia en disminución.<sup>4</sup>

### Embriología y Anatomía de Arteria Umbilical.



Figura II Imagen microscópica de la arteria umbilical.

El desarrollo del cordón umbilical inicia de manera muy temprana, a partir del tallo corporal y del conducto vitelino. En el periodo que va desde la 4<sup>a</sup> a la 8<sup>a</sup> semana suceden cambios que definirán la forma corporal, iniciando con dos plegamientos (uno longitudinal y uno transversal), que transforman el disco en un embrión cilíndrico que se une al cordón umbilical. En la 5<sup>a</sup> semana se encuentra que el pedículo del saco vitelino y el pedículo de fijación se unen para formar el cordón umbilical, encontrando el paso por el anillo umbilical primitivo del pedículo de fijación (compuesto por alantoides y los vasos umbilicales), el conducto vitelino

junto con sus vasos, y el conducto que comunica las cavidades celómicas intra- y extraembrionarias. El saco vitelino ocupa el espacio entre el amnios y la lámina coriónica, para que después la cavidad amniótica crezca a expensas de la cavidad coriónica y el amnios envuelve al pedículo de fijación y al saco vitelino, formando el cordón umbilical primitivo.

Alrededor de la 6ª semana de gestación las asas intestinales crean una imagen de tumoración a nivel del cordón umbilical en sentido proximal, la cual desaparece con la retracción hacia la cavidad abdominal alrededor de la semana 12. También desde la semana 6 de gestación la vascularización se encuentra conectada con el primitivo corazón embrionario, lo que inicia la circulación umbilical.<sup>5</sup>

Inicialmente se cuenta con dos venas y dos arterias. Sin embargo, conforme avanza el crecimiento, una de las dos venas umbilicales se oblitera, quedando en el cordón umbilical el contenido que tendrá hasta el final: dos arterias y una vena. Los tres vasos quedan a su vez recubiertos por una sustancia llamada Gelatina de Wharton, que a su vez se encuentra rodeada por membranas amnióticas. Así mismo, el crecimiento del cordón también es paulatino, de tal forma que a mayor edad gestacional, se espera una mayor longitud, y es así como se espera que en un embarazo de término se tenga una medición promedio de 55 cm, con un rango que va desde los 32 hasta los 100 cm. Los vasos que contiene, específicamente las arterias, tienen una mayor longitud que el cordón o la vena, por lo que deben girar en espiral alrededor de la vena para su arreglo. También es común que se doblen o tuerzan. Frecuentemente forman bucles, originando nudos faltos sin importancia; sin embargo, alrededor de 1% de embarazos presentan nudos.

### **Flujometría Doppler.**

El principio Doppler, descrito inicialmente por Johan C.A. Doppler en 1842, se utilizó inicialmente en astronomía, y se basa en el cambio de percepción de frecuencia de una onda de energía como la fuente y el receptor se mueve hacia o lejos del otro. Las señales de velocidad de flujo son producidas por el rebote de la señal de ultrasonido de las células en movimiento en el vaso sanguíneo.

La magnitud de la frecuencia Doppler se expresa en la siguiente fórmula:

$$df = \frac{2FV \cos \theta}{C}$$

donde F es la frecuencia transmitida de ultrasonido, V es la velocidad de las células sanguíneas, C la velocidad de propagación del ultrasonido, y  $\theta$  el ángulo entre el rayo entrante y la dirección de movimiento. La señal de Doppler, por lo tanto, contiene un espectro de frecuencias que corresponden a las diferentes velocidades de las células dentro del vaso.<sup>6</sup> La contracción cardiaca produce una fuerza, que será aplicada a las células sanguíneas en las arterias umbilicales. Un gran gradiente de presión es generado y la células aceleran rápidamente, produciendo la pendiente en elevación del espectro (pendiente de aceleración). La tasa de aceleración depende de la densidad

sanguínea, de la elasticidad de la pared vascular y del gradiente de presión generado.<sup>6</sup> Cuando la onda de presión se mueve distalmente el gradiente es reverso, la aceleración cesa, y la sangre alcanza su velocidad sistólica más alta (A) y luego desacelera resultando en la pendiente descendente del espectro. La velocidad al fin de diástole (B), y la tasa de desaceleración refleja la impedancia o resistencia periférica al flujo (resistencia placentaria).<sup>6,7</sup>

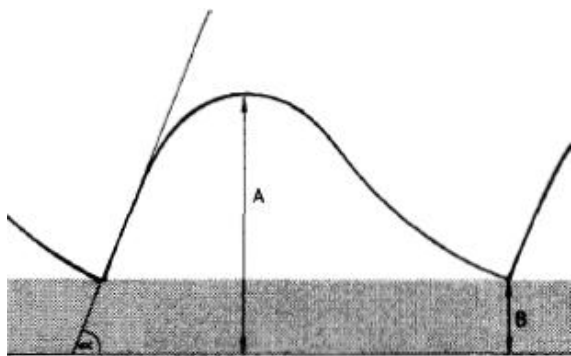


Figura III El ángulo se midió para calcular la pendiente de aceleración. La máxima velocidad sistólica (A) y la de fin de diástole (B) se midió como altura sobre la línea de base. El área sombreada representa la velocidad de flujo continuo que perfunde la placenta.

El USG Doppler se utiliza para métodos no invasivos de medición de velocidad de flujo en los vasos sanguíneos. La velocidad de flujo depende del volumen y la velocidad en relación al diámetro del vaso. Y la utilidad que encontramos con ello incluye la evaluación de manera indirecta de fisiología y patología fetal.<sup>8</sup>

Las aplicaciones que tiene en la medicina fetal, bajo el concepto previamente mencionado, incluye la orientación sobre las resistencias

vasculares en varias zonas fetales. El Índice de Pulsatilidad (IP), Índice de Resistencia (IR), e Índice Sístole/Diástole (índice S/D) se miden en espectro Doppler de diversos vasos.<sup>9</sup>

Actualmente, el estudio de flujometría Doppler de la arteria umbilical se realiza de manera rutinaria para el manejo de los embarazos de alto riesgo. La arteria umbilical es el vaso más largo en el feto humano, por lo que los parámetros van a variar dependiendo del sitio en que se realice la medición, particularmente si el feto que se mide tiene Restricción en el crecimiento intrauterino (RCIU). Por ello Acharya (2005)<sup>10</sup> realizó una comparación entre la porción intraabdominal, y terminaciones fetal y placentaria del cordón, e incluso estableció los rangos de referencia de valores de velocidad absolutos e IP de arteria umbilical en la porción intra-abdominal, y terminales fetal y placentarias. Con ello encontró que los valores de IP disminuyen con la EG, mientras que la velocidad sistólica máxima y la velocidad promedio muestran un incremento leve de la semana 20 a la 30-32 de gestación, para disminuir lentamente al final del embarazo. Sin embargo, dichos valores son a partir de las 19 semanas, por lo que no es posible utilizarlos de referencia para estudios de primer trimestre.

En la arteria umbilical se recomienda la medición en porción de asa libre, pudiendo variar los valores durante los ciclos de respiración así como en patologías que hacen variar la viscosidad sanguínea. La resistencia de la arteria umbilical disminuye con la edad gestacional debido a la expansión fisiológica del territorio feto-placentario, esto por estar siempre presente el flujo diastólico a partir de las 16 semanas de gestación.<sup>11</sup> Las alteraciones de flujo umbilical, después de la 16 sdg son una expresión del aumento progresivo de la resistencia en la unidad feto-placentaria.

## Proceso de Placentación.

El crecimiento y desarrollo fetal depende de una función placentaria intacta; de tal manera, que el mantenimiento de la estructura trofoblástica y función diferenciada es esencial para la provisión adecuada de oxígeno y nutrientes al feto.<sup>12</sup> El flujo sanguíneo en los vasos coriónicos son mejor detectados por ultrasonido Doppler iniciando en el segundo trimestre. ¡Error! Marcador no definido.

En el primer trimestre, todavía es incierto cuando existe la circulación intervlosa y cualquier flujo sanguíneo puede ser detectado. De la placenta sale hacia el cuerpo fetal la sangre oxigenada, la cual sigue un trayecto hacia el corazón, siendo inicialmente la vena umbilical, la cual entra al hígado donde conforma el seno porta, el cual se divide en 60% en circulación hepática y el resto transcurre hacia el Ducto Venoso, como último paso previo a su ingreso a la Aurícula Derecha. El ducto venoso funciona como corto circuito, y junto al foramen oval y conducto arterioso, forman un grupo de arreglos de distribución esencial que hacen la circulación fetal un sistema adaptativo y flexible para vida intrauterina. Ellos hacen que la saturación de oxígeno dé una muestra de distribución y mezcla de flujos en la circulación fetal central, encontrando la menor saturación en VCI (Vena Cava Inferior), y la mayor en la VUm (Vena Umbilical).<sup>13</sup> Posteriormente, tras su ingreso al corazón, la sangre oxigenada pasa directamente hacia la Aurícula Izquierda, a través del foramen oval, de ahí al Ventrículo Izquierdo, para ser bombeada por éste último, a través de la aorta, hacia la parte superior del cuerpo, y con ello asegurar la oxigenación al Sistema Nervioso Central. Un pequeño porcentaje de la sangre queda en Aurícula Derecha, la cual pasa a Ventrículo Derecho, mezclada con la sangre poco oxigenada proveniente del seno coronario y vena cava superior.

La entrega de sangre de los tejidos periféricos es altamente dependiente de la función de bomba del corazón. La adecuada perfusión de la placenta y órganos fetales es un prerrequisito para el bienestar y crecimiento adecuado fetal.<sup>14</sup> El flujo sanguíneo a un órgano es generalmente una función de la demanda metabólica.

## Estudios previos de Arteria Umbilical.

Existen diversos estudios que han incluido a la Arteria Umbilical como punto principal de su análisis. Muchos son con base en las mediciones que se pueden encontrar en embarazos sin alteraciones hemodinámicas conocidas, y otros tantos, buscan encontrar la correlación de este vaso con la presencia clínica posterior de patologías como Preeclampsia o Restricción en el Crecimiento Intrauterino. Sin embargo, entre todos ellos, ninguno tiene mediciones que involucren un embarazo menor a las 16 semanas.

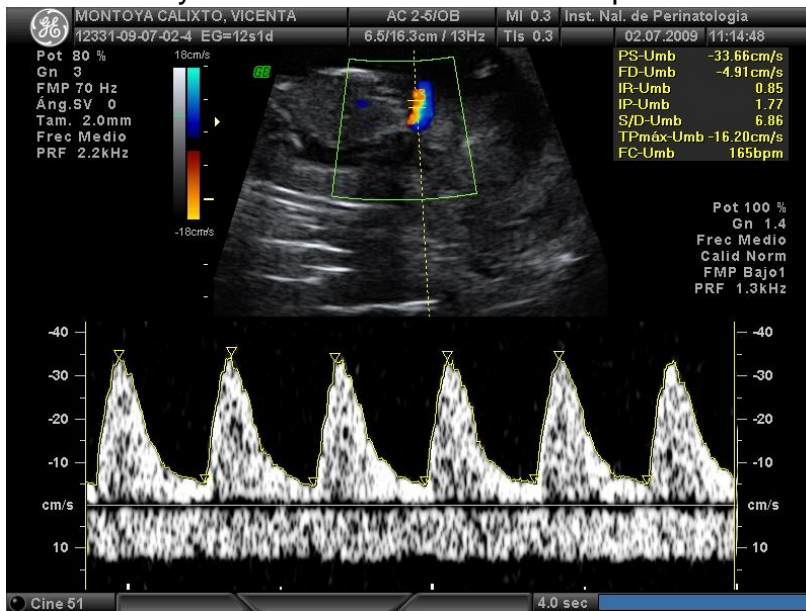
	No.	EG	Medición	Índices	Doppler
Stuart (1980)	18	16-40	Asa libre	S/D	Pulsado-



					continuo
Erskine(1985)	15	24-28, 40		lml, IP, IPo, S/D	Pulsado
Konje (2005)	78	24-38	Inserción abdominal	IP, IR, S/D	
Khare (2006)	71	24-38	Intra-abdominal, asa libre, inserción placenta.	IP, IR, S/D	Pulsado
Wloch (2008)	224	7-10	Paravesical	Onda de flujo, IP	Pulsado

### Arteria Umbilical en Primer trimestre.

La gran mayoría de los estudios existentes que involucran la velocimetría Doppler de la Arteria Umbilical son a partir del segundo trimestre; incluso los valores de referencia tanto para Índice de Pulsatilidad, Índice de Resistencia y Relación Sístole/Diástole en población mexicana, publicado como



trabajo de tesis en este Instituto<sup>15</sup> incluye información a partir de la semana 14 de gestación. En un estudio realizado en Polonia por Wloch<sup>16</sup> reporta valoración de 224 embarazos entre 7 y 10 semanas de gestación, a los cuales se realizó la medición de Arteria Umbilical, donde se documentó ausencia

de flujo diastólico en todos los casos, y con cambios en Índice de Pulsatilidad de las 7 semanas (1.38+0.28) a 10 semanas (1.55+0.53), sin ser significativo, así como un incremento paulatino de la  $V_{max}$  y  $V_{media}$  que sugiere un incremento en flujo sanguíneo.

### Implicaciones de Arteria Umbilical en otros trimestres.

Se han realizado diversos estudios que han relacionado la alteración en flujometría Doppler con diversas patologías. Es por ello que éste se ha utilizado para el monitoreo de embarazos de alto riesgo por más de dos décadas. Aunque es un medio indirecto para el estudio de la resistencia en la placenta, el imagen obtenida puede ser influenciada por la actividad del flujo cardiaco y la resistencia en el cordón. Por ello, el sitio donde se realiza la medición va en relación al sitio de inserción, sin duda influencia el patrón de la onda de flujo.<sup>17</sup> Sin embargo, la gran mayoría de ellas incluyen mediciones a

partir del segundo trimestre, siendo la información relacionada con el primer trimestre escasa e inconclusa. Petersen, por ejemplo, relacionó lo que llamó embarazos tempranos (a partir de 24 semanas de gestación) al momento de la medición, con el desarrollo posterior de restricción en el crecimiento intrauterino severo.<sup>18</sup> Parra-Cordero<sup>19</sup> también habla del estudio Doppler entre las 23 y 40 semanas. Aunque repito, es de segundo trimestre.

Figueras(2008)<sup>20</sup> realizó una investigación, en la que trató de encontrar la relación del bajo peso al nacer(BPN) y el valor predictivo de la flujometría Doppler de la arteria umbilical. Se realizó en embarazos de tercer trimestre, y se concluyó que el estudio de flujometría Doppler de Arteria Umbilical identifica un subgrupo que se encuentra en alto riesgo para tener BPN, aunque un valor normal no necesariamente confirma el bienestar fetal. Ello lleva a la conclusión de que la sensibilidad del Doppler de arteria umbilical es baja para los casos leves de insuficiencia placentaria.

En México, existen estudios realizados en los que se reporta la relevancia del seguimiento de fetos con riesgo de RCIU y otras patologías relacionadas con insuficiencia placentaria, mediante la flujometría Doppler. Uno de ellos es el de Romero (2008)<sup>21</sup>, quien tras el seguimiento de 43 pacientes con preeclampsia severa mediante la velocimetría Doppler, encontró que se asocia con resultado perinatal adverso, con un OR 14.2 en comparación con aquellos con Doppler normal, e incluyendo el Síndrome de Distrés Respiratorio (SDR), Hemorragia Intraventricular (HIV), Enterocolitis Necrosante (ECN) entre otros. Los pacientes aquí incluidos van desde las 27 hasta las 33 semanas, por lo que nuevamente, se abre la puerta para realizar estudios más tempranos y observar desde cuándo se pueden encontrar dichas alteraciones.

Los estudios previamente descritos no son de primer trimestre, pero sí nos muestra la utilidad que podría tener la Arteria Umbilical en estados más avanzados de la gestación. La situación aquí es que en primer trimestre no hay estudios que traten de ver si los valores obtenidos de este vaso en el primer trimestre nos podrían servir como marcadores pronósticos o subrogados para alguna otra patología. He ahí un campo de investigación interesante. Sobre todo, porque sabemos que la flujometría Doppler de AUm sirve principalmente como examen para la función placentaria,<sup>22</sup> y su utilidad en este campo en segundo y tercer trimestre ya se han estudiado. Sin embargo, para ello, es necesario tener valores de referencia para realizar dicho tipo de estudio.

Cabe mencionar que, a medida que la impedancia va disminuyendo conforme avanza el embarazo, el espectro propio de la Arteria Umbilical se va modificando dependiendo la edad gestacional en que se encuentre. En la progresión normal del embarazo, nos muestra como en primer trimestre la resistencia es alta y el flujo diastólico puede ser mínimo, con un IP=1.98; para el segundo trimestre, por la disminución de resistencia a IP=1.32; y en el tercero cae a IP=0.85.<sup>23</sup> Como se mencionó previamente, se han descrito varios índices para estimar la resistencia vascular, pero el más utilizado es el IP (índice de pulsatilidad). Sin embargo, en primer trimestre la resistencia puede ser tan alta que la velocidad en fin de diástole esté ausente, sin que ello

represente anomalía alguna. Por ello, en el presente trabajo se realizará la medición de la velocidad pico sistólico, para asegurar que la resistencia no afecte los valores obtenidos.

---

## **CAPÍTULO 6**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar valores de referencia del Pico Sistólico (PS) de Arteria Umbilical, obtenidos mediante flujometría Doppler, en embarazos de 45 a 84mm de LCR.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Medir el PS en pacientes con embarazos de 45 a 84mm de longitud cráneo-cauda, que acudan al Servicio de Medicina Materno-Fetal a su valoración de primer trimestre.
2. Realizar un análisis descriptivo de las características demográficas de las pacientes que se incluyan en el estudio.
3. Realizar una tabla de valores de referencia para el PS con rangos percentilares 5, 50 y 95.

## JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el estudio de una gran variedad de patologías va en incremento, lo que estimula al continuo desarrollo de nuevas ideas, y el mantener el potencial al máximo del conocimiento *in crescendo*. En la Medicina Materno-Fetal el campo de estudio es muy amplio, y encontramos que frecuentemente existe la oportunidad de la evaluación innovadora que nos brinde crecimiento dentro de esta área. Aquí entran las mediciones de primer trimestre, que en últimas fechas ha crecido de manera exponencial. Y es que, es posible en este momento realizar un estudio que nos brinde marcadores que nos hablen de la presencia de alguna patología. El grupo de patologías más estudiado hasta el momento sería el de cromosomopatías. Pero se tiene el estudio de diversos marcadores, ultrasonográficos y bioquímicos, para preveer el desarrollo clínico posterior de Preeclampsia o RCIU. Incluso, se intenta ver si todos los marcadores se pueden incluir en un solo estudio, de tal manera que conformen un tamizaje secuencial, semejante al existente para cromosomopatías, pero en este caso a Enfermedad Placentaria y todas sus presentaciones.

A pesar de incluir dentro del grupo de estudio muy diversos posibles marcadores, la Arteria Umbilical no se ha incluido en el análisis de primer trimestre. Por lo tanto, involucra una gran oportunidad el observar si este vaso aporta información extra al respecto. Un punto a destacar, es el hecho de que, debido a la presencia de una alta resistencia en primer trimestre en este vaso, es común encontrar ausencia de diástole en primer trimestre. Ello podría ser una limitante, si lo que quisiera medir fueran los índices como IP, IR o S/D. Es por lo que en este trabajo se propone la medición del Pico Sistólico, para evitar la confusión o alteración de resultados que la ausencia de diástole podría dar. Tras la búsqueda de la información relevante para la Arteria Umbilical, se puede constatar que no existen aún valores de la misma para primer trimestre, que involucra a los embarazos con LCR de 45 a 84mm. Es por ello que este estudio realizará los valores de referencia del Pico Sistólico de Arteria Umbilical en fetos con esta longitud, con la finalidad de que puedan ser utilizados en un futuro en investigación que involucren dicho vaso. La facilidad que nos brinda el estar en el INPer, donde se cuenta con el material tanto físico como humano para realizarlo, nos vuelve este trabajo mandatorio con la finalidad de incrementar el conocimiento que incluya la Arteria Umbilical.

## CAPÍTULO 7

### METODOLOGÍA

#### DISEÑO DEL ESTUDIO.

Transversal.

#### DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES.

##### LONGITUD CRANEO RABADILLA (LCR)

*Definición conceptual:* Distancia entre la coronilla y el coxis fetal

*Definición operacional:* medición fetal por ultrasonido con el feto en posición neutra de la distancia desde la coronilla al coxis fetal, excluyendo los miembros inferiores, de 45 a 84mm, medida por médicos certificados por la Fetal Medicine Foundation durante el tamizaje del primer trimestre. En el caso de decimales, se convertirá al entero próximo inmediato. Por ejemplo, si el LCR es 55.2, se convertirá a 55; pero si es LCR es 55.7, será 56.

*Tipo de variable:* Cuantitativa continua

*Medición:* milímetros (mm).

##### VELOCIDAD DE PICO SISTÓLICO DE ARTERIA UMBILICAL.

*Definición conceptual:* Punto de velocidad máximo alcanzado en la sístole por el flujo sanguíneo en la Arteria Umbilical.

*Definición operacional:* Valor brindado por el ultrasonido al realizarla medición de velocimetría Doppler de la Arteria Umbilical, que considera el punto de mayor velocidad en la onda medida de dicho vaso.

*Tipo de variable:* Cuantitativa continua.

*Medición:* cm/seg.

## **UNIVERSO DE ESTUDIO.**

Pacientes con embarazo de longitud cráneo-rabadilla de 45 a 84mm.

## **POBLACIÓN ACCESIBLE.**

Pacientes con embarazo de 45 a 84mm de LCR, que acudan a valoración de primer trimestre al Servicio de Medicina Materno-Fetal del INPer, a quienes se realice la medición de velocimetría Doppler y cumpla con los criterios de inclusión.

## **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:**

- Pacientes con embarazo único vivo.
- Embarazo entre 45 y 84 mm por la medición de LCR.
- Pacientes a quienes se les realice la medición de PS de Arteria Umbilical de manera satisfactoria.

## **CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN:**

- Fetos con anomalía fetal estructural mayor diagnosticada por ultrasonido.
- Embarazo molar parcial.
- Embarazo de madre que desarrolle Preeclampsia.
- Embarazo de madre que desarrolle RCIU.

## **TIPO DE MUESTREO**

No probabilístico de casos consecutivos.

## **TAMAÑO DE MUESTRA.**

De acuerdo a las recomendaciones de Chitty y Altman para la creación de valores de referencia, se tendrán un mínimo de 30 pacientes por cada parámetro de medición a considerar, considerando que tendrá una distribución normal. De ahí que tengamos que, dado que son 40 parámetros, necesitamos un total de 1200 pacientes.

En cuanto a la variable de LCR, se contará en número enteros, desde la medición de 45 mm hasta los 84mm, redondeando al entero más próximo en caso de así presentarse. Es decir, si la medición es de 55,2 mm, se capturará en 55mm, pero si es 55,7 se capturará en 56mm.

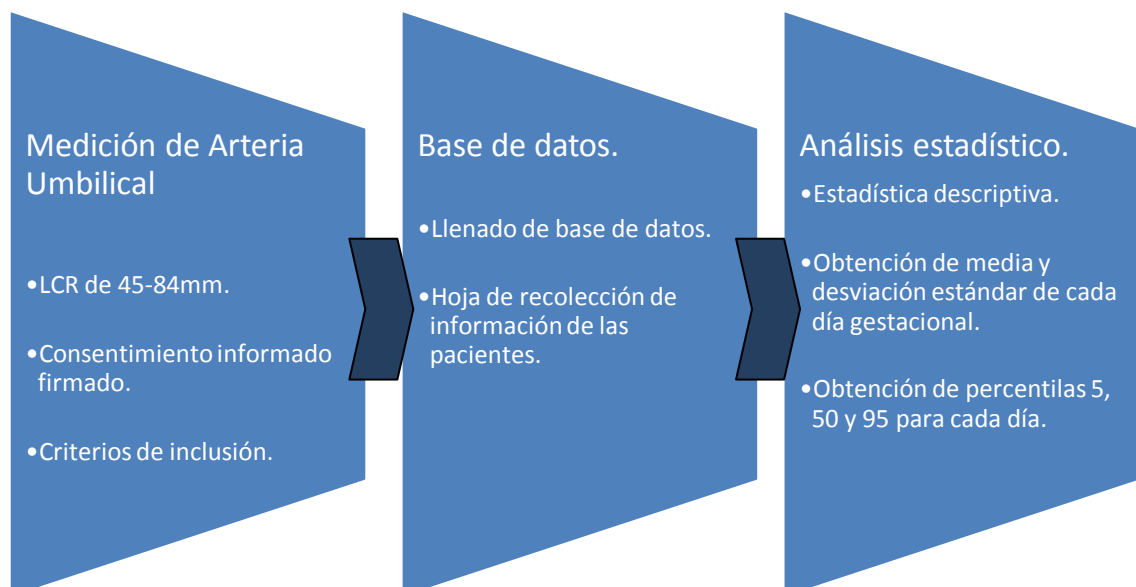


## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.

Se realizará el estudio en el Departamento de Medicina Materno-Fetal del Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”, para la elaboración de los valores de referencia de Pico Sistólico en Velocimetría Doppler de la Arteria Umbilical en embarazos que acudan a su valoración de primer trimestre, que se encuentren entre 45 y 84mm de LCR, y que cumplan con los criterios de selección.

La selección será de casos consecutivos, en un estudio transversal. Se cuenta con una base de datos, en la cual se han capturado todas las pacientes que han acudido en el lapso del 28 de febrero de 2008 al 10 de junio de 2009. Las mediciones han sido tomadas por los médicos adscritos del departamento de Medicina Materno-Fetal del INPerIER. Es a partir de esa base de datos que se tomarán tanto la información que se incluirá en la hoja de recolección, como los valores que serán analizados posteriormente para la realización del estudio.

La información se analizará por día de gestación, a partir de la semana 11.0 hasta la 13.6 de gestación; y por LCR, por mm desde los 45 a los 84mm. Se obtendrán media y desviación estándar para cada día y para cada mm. Posteriormente se estimarán percentilas 5, 50 y 95, también para cada día de gestación y cada mm de LCR.



## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizará estadística descriptiva de las características de las pacientes incluidas en el estudio.

Se realizará el análisis de la información con ayuda del programa estadístico SPSS versión 15.0 para Windows.

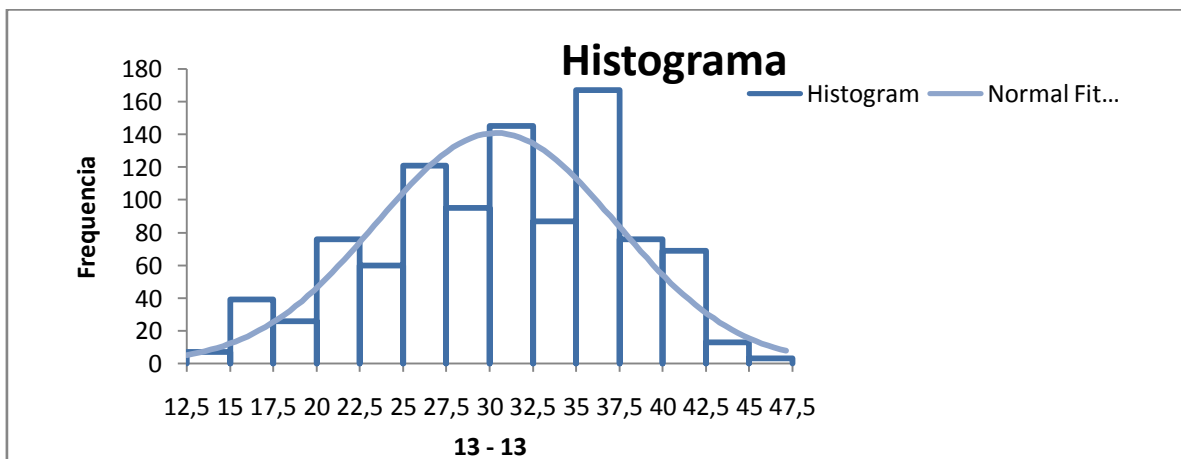
La información obtenida de las mediciones de Arteria Umbilical se clasificará por LCR por cada mm, a partir de 45 hasta los 84mm. Se calculará la media y desviaciones estándar para cada uno de los días. Se realizó un análisis de la curva para poder elegir mediante método de regresión lineal la curva que mejor se adapte a los valores con que contamos. Se obtendrán los percentiles para cada día de gestación, considerando p5, p50 y p95.

# CAPÍTULO 8

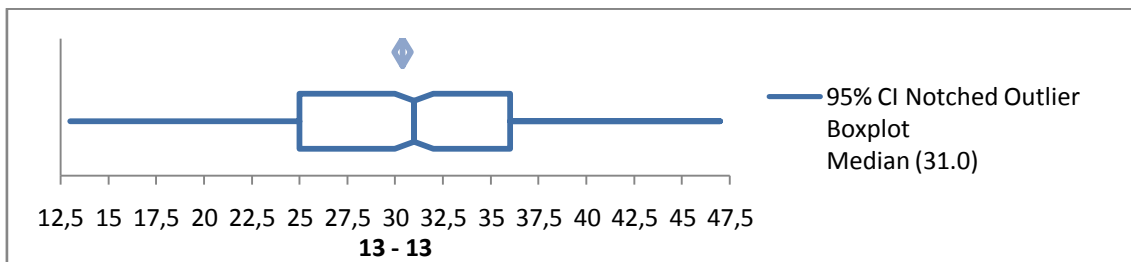
## RESULTADOS

### Análisis Descriptivo

Dentro de las características que se estudiaron se incluyen la edad de las pacientes, la gestación que presentan, el peso promedio, entre otros. Primeramente, en cuanto a la edad, tenemos el siguiente comportamiento:



**Ilustración 1** Histograma del comportamiento en la curva de la edad de las pacientes.

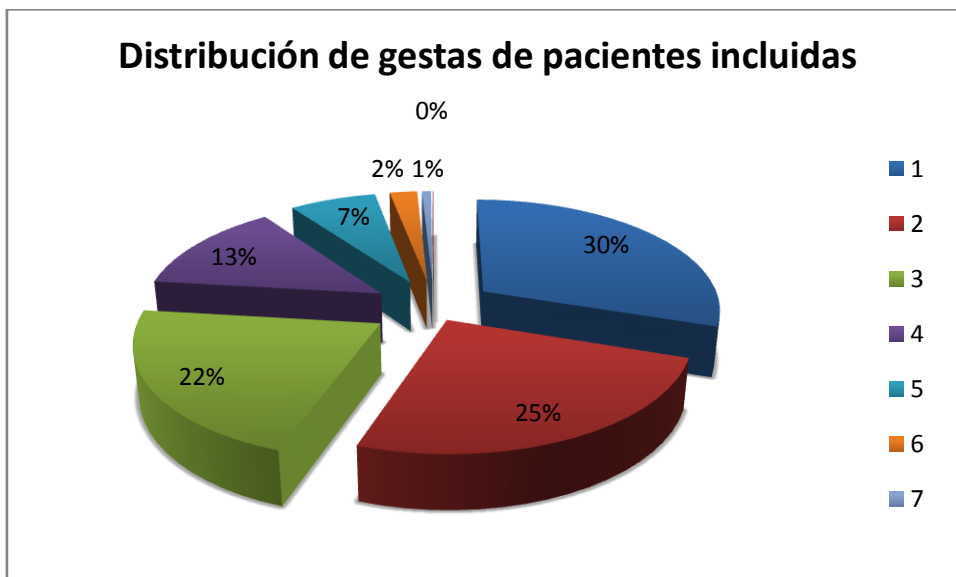


**Ilustración 2** Gráfica de caja de la distribución de la edad de las madres .

La edad de las pacientes incluidas tiene una media de 30.4 años (IC 95% 30.0-30.8), con error estándar de 0.22. Una mediana de 31,0 (IC95% 30.0-32.0). Tiene una varianza de 48.5, desviación estándar de 7.0 (IC95% 6.7-7.3), con sesgo de -0.30 y curtosis de 0.63. La edad presenta las siguientes percentilas:

Percentila				
p0	p25	p50	p75	p100
13,0 (mínimo)	25,0 (1er cuartil)	31,0 (mediana)	36,0 (3er cuartil)	47,0 (máximo)

También se realizó un análisis del antecedente del número de gestación que representaba el estudio, teniendo los siguientes resultados:



Siendo que el 30% (288) de las pacientes son primigestas, el 25% (240) presentan su segunda gestación, un 22% (206) se encuentran en su tercer embarazo, y el 23% restante presentan 4 o más embarazos. La media de embarazo fue de 2.5 (IC 95% 2.4-2.6), con una varianza de 2.0.

Se realiza a su vez una distribución de frecuencia para cada uno de los valores a considerar, dependiendo de las mediciones del LCR. A continuación se presenta la lista de valores de las mediciones, favoreciendo la utilización del mismo independientemente de la medición utilizada por el médico.

### LCR

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 42	1	,0	,1	,1
44	1	,0	,1	,2
45	6	,3	,7	,9
46	4	,2	,4	1,3
47	10	,4	1,1	2,4
48	10	,4	1,1	3,5
49	13	,6	1,4	4,9
50	13	,6	1,4	6,3

51	10	,4	1,1	7,4
52	9	,4	1,0	8,4
53	19	,8	2,1	10,5
54	13	,6	1,4	11,9
55	13	,6	1,4	13,3
56	29	1,3	3,2	16,5
57	19	,8	2,1	18,6
58	27	1,2	3,0	21,5
59	16	,7	1,7	23,3
60	21	,9	2,3	25,6
61	27	1,2	3,0	28,5
62	27	1,2	3,0	31,5
63	32	1,4	3,5	35,0
64	23	1,0	2,5	37,5
65	23	1,0	2,5	40,0
66	36	1,6	3,9	43,9
67	34	1,5	3,7	47,7
68	40	1,7	4,4	52,0
69	38	1,6	4,2	56,2
70	31	1,3	3,4	59,6
71	37	1,6	4,0	63,6
72	36	1,6	3,9	67,5
73	32	1,4	3,5	71,0
74	26	1,1	2,8	73,9
75	27	1,2	3,0	76,8
76	30	1,3	3,3	80,1
77	31	1,3	3,4	83,5
78	23	1,0	2,5	86,0
79	34	1,5	3,7	89,7
80	27	1,2	3,0	92,7
81	25	1,1	2,7	95,4
82	19	,8	2,1	97,5
83	14	,6	1,5	99,0
84	9	,4	1,0	100,0
Total	915	39,5	100,0	
Perdidos Sistema	1403	60,5		
Total	2318	100,0		

Tabla 1 Lista de frecuencias de cada uno de los mm de LCR incluidos en este estudio.

Se logró realizar el 100% de las mediciones de los casos que se incluyeron en las mediciones.

Se calcularon la media y desviaciones estándar por cada mm para LCR. Posteriormente se calculo el valor de Z para cada uno de los valores obtenidos par el Pico Sistólico de la Arteria Umbilical. Se realizó el análisis de la curva por medio de regresión lineal simple, seleccionando como variable dependiente la presencia del PS de la Arteria Umbilical, y como independiente la medición del LCR (mm).

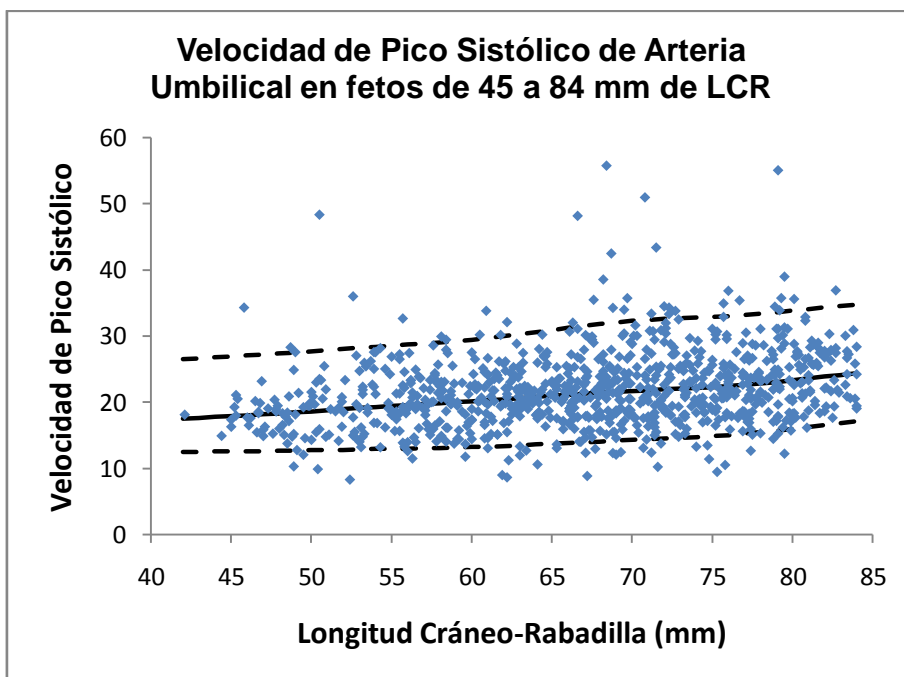
Se realizó un modelo lineal, en el cual se buscó un coeficiente de correlación (R ) entre ambas variables, y resultó ser el tipo de correlación que más relacionaba ambas variables. Sin embargo, dicha relación es solamente de  $R= 0.27$ , por lo que continúa siendo muy baja para lo esperado.

### Resumen del modelo(b)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,270(a)	,073	,072	5,41140

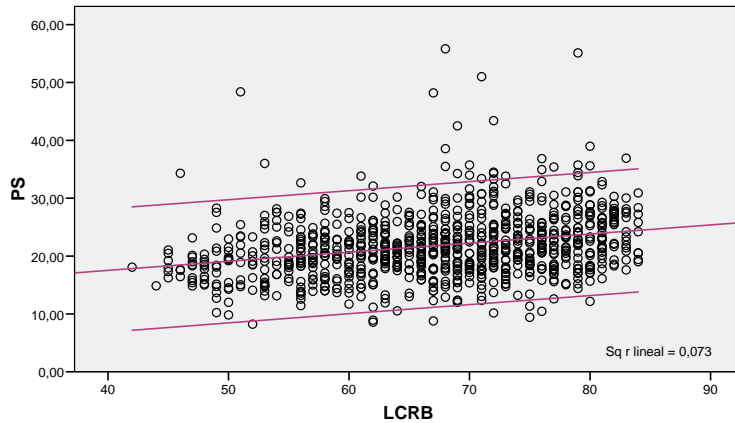
a Variables predictoras: (Constante), LCR

b Variable dependiente: PS



**Ilustración 3** Representación gráfica de los valores de PS de AU por mm de LCR

**Pico Sistólico de Art. Umbilical para cada LCR**



PS= Pico Sistólico de Art. Umbilical (cm/s)

LCRB= Longitud cráneo-rabadilla (mm)

**Ilustración 4 Regresión lineal de los valores de PS de AU por mm de LCR**

Tenemos que son 36 valores los que se encuentran por fuera del intervalo de 95%, equivalente a 3.9% del total de las mediciones con que se cuentan en el estudio.

Se realizó igualmente el ANOVA de la regresión, que lo que muestra aquí es que no existe asociación entre ambas variables.

**ANOVA(b)**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2100,783	1	2100,783	71,740	,000(a)
	Residual	26735,601	913	29,283		
	Total	28836,384	914			

a Variables predictoras: (Constante), LCR

b Variable dependiente: PS

**Coefficientes(a)**

Modelo		Coeficientes estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta	B	Error típ.
1	(Constante)	11,242	1,258		8,936	,000
	LCR	,157	,019	,270	8,470	,000

a Variable dependiente: PS

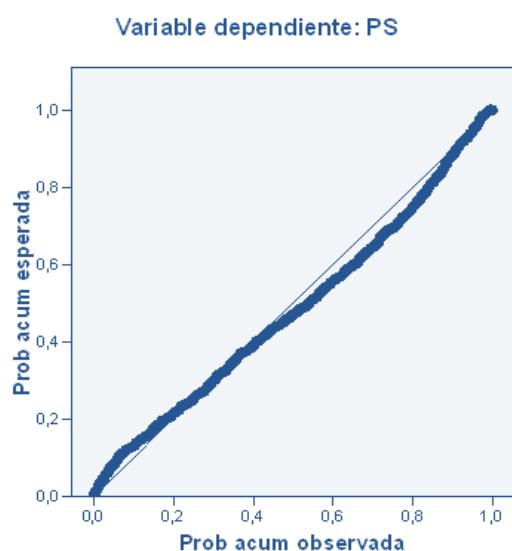
### Estadísticos sobre los residuos(a)

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típ.	N
Valor pronosticado	17,8386	24,4355	21,7881	1,51606	915
Valor pronosticado tip.	-2,605	1,746	,000	1,000	915
Error típico del valor pronosticado	,179	,499	,245	,064	915
Valor pronosticado corregido	17,8366	24,4596	21,7881	1,51608	915
Residuo bruto	-13,62187	33,88762	,00000	5,40844	915
Residuo tip.	-2,517	6,262	,000	,999	915
Residuo estud.	-2,520	6,266	,000	1,000	915
Residuo eliminado	-13,64668	33,92499	,00004	5,41968	915
Residuo eliminado estud.	-2,527	6,401	,001	1,004	915
Dist. de Mahalanobis	,000	6,787	,999	1,125	915
Distancia de Cook	,000	,061	,001	,003	915
Valor de influencia centrado	,000	,007	,001	,001	915

a Variable dependiente: PS

El gráfico P-P en la parte superior muestra que la relación lineal entre estas variables es correcta, dado que los residuales se adaptan bien a una distribución normal.

Gráfico P-P normal de regresión Residuo tipificado





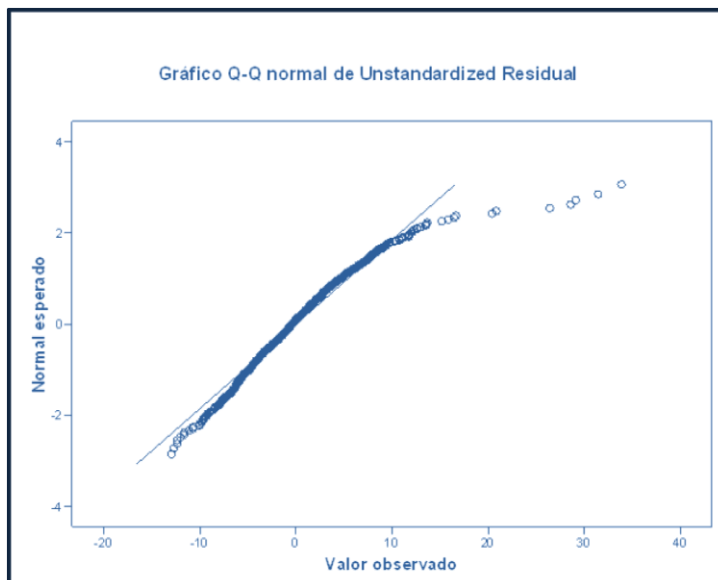
Se emplearon las pruebas de normalidad para comprobar que las variables seguían una distribución normal, lo que se corroboró en este caso.

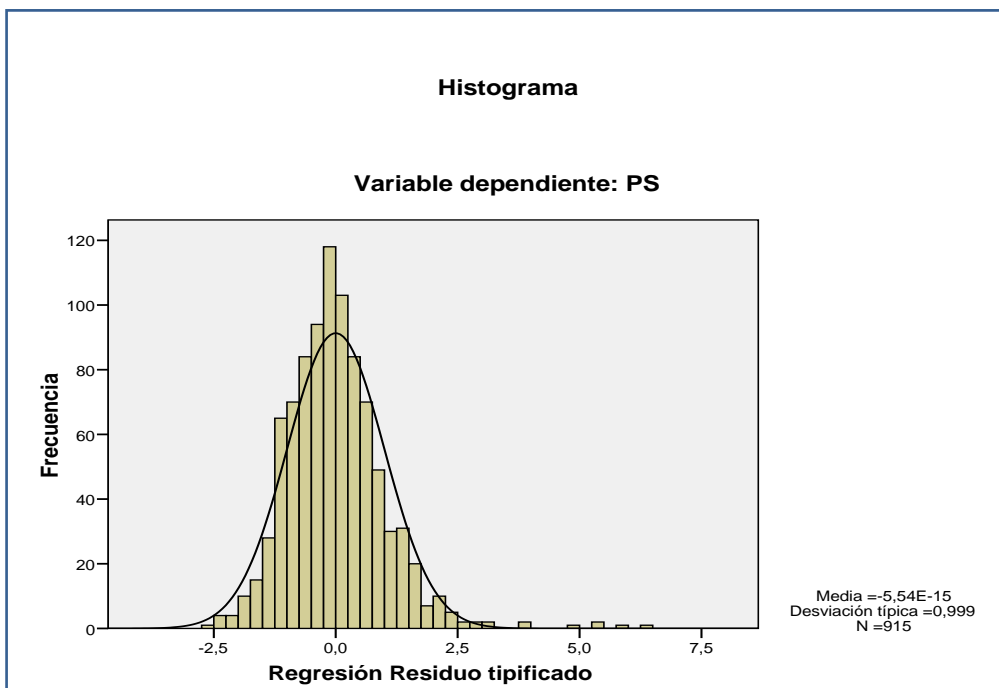
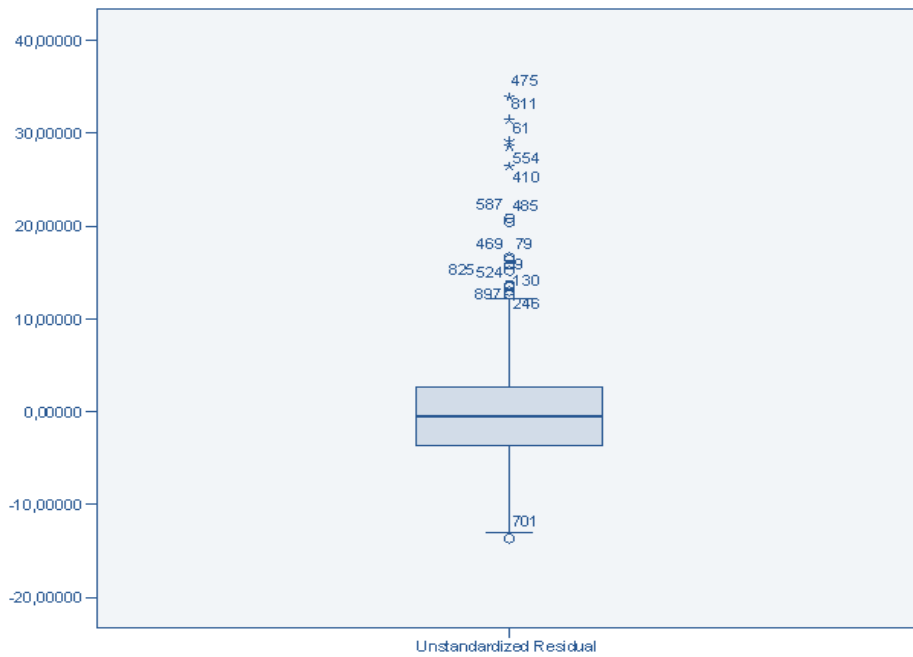
#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Unstandardized Residual	,059	915	,000	,939	915	,000

a Corrección de la significación de Lilliefors

Se muestran dos graficas en que los residuales se apartan de la normalidad, por lo que el modelo lineal es correcto.





**Ilustración 5** Histograma de los valores de regresión de los residuos no tipificados

**Presentación de Valores de Referencia de Pico Sistólico**

CRL	P5	P50	P95
42	12,464	17,502	26,492
43	12,493	17,619	26,615
44	12,524	17,750	26,753

45	12,552	17,882	26,891
46	12,579	18,014	27,030
47	12,605	18,148	27,170
48	12,634	18,287	27,319
49	12,668	18,437	27,481
50	12,709	18,598	27,657
51	12,756	18,764	27,837
52	12,805	18,932	28,018
53	12,856	19,099	28,197
54	12,906	19,259	28,370
55	12,952	19,409	28,531
56	12,996	19,550	28,687
57	13,041	19,687	28,849
58	13,091	19,824	29,023
59	13,146	19,963	29,214
60	13,212	20,110	29,430
61	13,290	20,266	29,676
62	13,379	20,429	29,946
63	13,480	20,596	30,240
64	13,590	20,766	30,553
65	13,706	20,935	30,875
66	13,826	21,101	31,198
67	13,945	21,261	31,510
68	14,063	21,412	31,798
69	14,175	21,549	32,045
70	14,283	21,673	32,250
71	14,387	21,786	32,413
72	14,494	21,894	32,542
73	14,606	22,000	32,646
74	14,730	22,113	32,744
75	14,876	22,246	32,857
76	15,049	22,405	32,999
77	15,251	22,592	33,171
78	15,480	22,807	33,372
79	15,732	23,046	33,595
80	16,001	23,298	33,824
81	16,281	23,559	34,054
82	16,567	23,823	34,279
83	16,857	24,087	34,498
84	17,148	24,350	34,709

Tabla 1 Valores percentilares de PS de AU en relación a LCR en mm.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se presentan los valores de referencia de la Arteria Umbilical en fetos que presentan una LCR de 45 a 84mm. A lo largo del tiempo, se ha observado cómo se ha aplicado y analizado en diversos trabajos el estudio de la Arteria Umbilical. Estos estudios iniciaron estudiando solamente con la ayuda del ultrasonido 2D. Sin embargo, con el advenimiento de la flujometría Doppler, se tiene la oportunidad de mejorar el diagnóstico y vigilancia hemodinámica de una serie de diferentes enfermedades o situaciones que se pueden presentar en el embarazo.

Actualmente la flujometría de la Arteria Umbilical es de suma importancia en la evaluación de los grados de resistencia placentaria y, por tanto, de utilidad en la vigilancia de ciertas condiciones, dado que evalúa el grado de Resistencia Placentaria. Tal es el caso de la Restricción en el Crecimiento, patología en la cual la velocimetría de la Arteria Umbilical nos ayuda a la estadificación de la enfermedad, así como es un pilar fundamental para la vigilancia de los fetos afectados. Otra patología que utiliza este vaso es el Síndrome de Transfusión Feto-Feto, el cual también está involucrado en el seguimiento de estos fetos para evaluar el grado de resistencia placentaria que se encuentra en la placenta que comparten.

Sin embargo, la utilidad que se menciona está comprobada a partir del segundo trimestre. Este vaso está avalado por reconocidos autores como Baschat. A pesar de ello, la ausencia de dicho tipo de estudios en el primer trimestre, nos brinda la oportunidad de estudio en esa área, y por tanto, la búsqueda de manera más temprana de tales condiciones, con la finalidad de que se puedan implementar medidas profilácticas o terapéuticas con anterioridad a lo utilizado hoy en día.

En la búsqueda de antecedentes para la realización del presente trabajo, se realizó una extensa revisión bibliográfica acerca de la realización de valores de referencia del pico sistólico de la Arteria Umbilical en el primer trimestre. No se encontraron reportes que brindaran valores de la Arteria Umbilical en el periodo que involucrara fetos de 45 a 84 mm de longitud cráneo-rabadilla, es decir, primer trimestre.

Estudios realizados por Stuart (1980), Erskine (1986), Konje (2005), entre otros, realizaron la medición de este vaso, aunque lo realizaron en fetos cuyo menor tamaño fuera de al menos 16 sdg. Mientras que Wloch (2008) realizó mediciones desde las 7 sdg, pero del saco gestacional solamente, por lo que tampoco se puede contemplar como el mismo estudio.

Nuestro estudio se realizó en el primer trimestre, dentro del periodo que incluye a los fetos con un LCR de 45 a 84 mm, con la captura de un total de 915 pacientes incluidos. De ellos, 548 presentaron una diástole ausente, que representa el 60% de la totalidad. La ausencia de diástole va a repercutir en los diversos índices que se pueden medir a lo largo del embarazo, debido a que, como se mencionó previamente, la prevalencia de ausencia de diástole en esta edad gestacional es elevada. Es por ello que el índice de resistencia (IR)

y el índice Sístole/Diástole (S/D), no son tan representativos, debido a que la ausencia de diástole alterará los valores obtenidos. De tal forma que ante un flujo diastólico de 0, el IR siempre resultará en 1, mientras que el índice S/D será el mismo valor que de pico sistólico.

En cuanto al IP, encontramos que ante una diástole de cero, el valor del IP será en relación directa con el valor obtenido del PS. De tal manera que se obtendrá un mayor IP cuando se obtenga un mayor valor de Pico Sistólico. Es por ello que nosotros decidimos realizar los valores de referencia del Pico Sistólico, de manera específica para este rango de mediciones, ante la presentación inconsistente de flujo diastólico.

El Pico Sistólico de la Arteria Umbilical, en nuestros resultados, mostró un incremento en los valores obtenidos, conforme se aumenta el LCR. Probablemente esto se deba a una disminución de la resistencia placentaria de manera paulatina. De acuerdo con un estudio de Kiserud, y otro de Baschat, observó que la disminución de la resistencia paulatina conforme se incrementa la edad gestacional.

En relación a los valores que se obtuvieron de las percentilas 5, 50 y 95 para los valores de Pico Sistólico de la Arteria Umbilical, se pudo observar un comportamiento que, tras modelar los valores, se presenta con poca variación, encontrando que el valor de p5 para 45mm es de 12,552, y de la p95 para 84mm de 34,709, siendo el valor más alto. De tal manera, el incremento se observa lineal en relación con el incremento de la edad gestacional.

La representación de los valores nos deja ver que tiene un comportamiento normal. Ello era lo esperado, ante unos valores de referencia en población abierta. Esto es debido a que encontramos la media en el centro de la curva, y conforme incrementa la desviación estándar se observa la disminución de los valores, con distribución simétrica. Ello es esperado, como lo explica el teorema del límite central. Cuando se sospecha un fenómeno, la presencia de un gran número de mediciones que actúan de manera independiente. Hay diferentes métodos estadísticos que pueden probar empíricamente la asunción de normalidad, como el test de Kolmogorov-Smirnov, que fue utilizado aquí.

La información obtenida en este estudio es relevante, en el sentido de la utilidad que se puede encontrar a los valores obtenidos. Es decir, al ya contar con estos valores, podremos aplicarlos para trabajos posteriores, en los que se incluya el estudio del Pico Sistólico de la Arteria Umbilical en fetos con LCR de 45 a 84mm, para su correlación con análisis en el desarrollo posterior de patologías como RCIU o STFF. Cómo se mencionó previamente, el poder contar con esta información, nos brinda la oportunidad de investigar si existe la manera diagnosticar o pronosticar la futura presentación de estas entidades.

Incluso, si se llega a comprobar su participación en cualquiera de ellos como marcador, sería posible que, junto con otros marcadores, de crear un tamizaje secuencial, en el que fuera posible obtener un riesgo final tras la combinación de los diferentes hallazgos en un feto en una edad tan temprana como lo es el primer trimestre de gestación.

De tal manera, que se podría considerar a la creación de los valores de referencia, como el paso inicial para el desarrollo posterior de mayores trabajos de investigación que nos permitan incrementar el conocimiento acerca de estas patologías y, con ello, mejorar la atención que podamos brindar a las pacientes que acuden con un médico materno-fetal.

## **CAPÍTULO 9**

### **CONCLUSIONES**

- La velocimetría Doppler es un gran apoyo en el estudio de diversas patologías, como RCIU y STFF, desde su diagnóstico como la vigilancia.
- La Arteria Umbilical es un vaso que ha sido ampliamente estudiada desde el segundo trimestre; sin embargo, en el primer trimestre aún existe una gran oportunidad de estudio.
- Es importante continuar el estudio, aún y cuando se observa el comportamiento de la curva, hasta completar al menos las 30 pacientes por cada mm de LCR. Ello con la finalidad de darle mayor validez a los resultados ya obtenidos.
- Es importante, ahora que se cuenta con los valores de referencia, utilizarlos en las posibles líneas de investigación, con la finalidad de ver si es posible hacer diagnóstico y vigilancia de las patologías en las que actualmente se utiliza a partir del segundo trimestre.
- Sería de extraordinaria relevancia el poder, posterior a comprobar su utilidad en primer trimestre, incluir la medición del Pico Sistólico de la Arteria Umbilical dentro de un tamizaje secuencial para las diversas patologías, como RCIU.

# CAPÍTULO 10

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS INSTITUTO NACIONAL DE PERINATOLOGÍA “ISIDRO ESPINOSA DE LOS REYES” DEPARTAMENTO DE MEDICINA MATERNO-FETAL

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

Registro \_\_\_\_\_

Edad Gestacional por LCR \_\_\_\_\_

G \_\_\_\_\_ P \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_ C \_\_\_\_\_

Antecedente de hijo con RCIU Si ( ) No ( )

		Arteria umbilical
PSV		
PDV		
IP		
S/D		
TPmax		
Onda A	Presente	
	Ausente	
	Reverso	
FC		
Tiempo/ciclo		
Diámetro		

#### RESULTADOS PERINATALES

Edad gestacional a la resolución \_\_\_\_\_

Vía de resolución: Abdominal ( ) Vaginal ( )

Indicación

de

cesárea

Sexo F ( ) M ( ) Peso \_\_\_\_\_

Percentila \_\_\_\_\_ Talla

Apgar \_\_\_\_\_ Capurro \_\_\_\_\_

Dx de RCIU Si ( ) No ( )

Dx Preeclampsia: Si ( ) No ( )



## ANEXO 2 CONSENTIMIENTO INFORMADO

Usted está siendo invitada a participar en el estudio llevado a cabo en el servicio de Medicina Materno-Fetal del Instituto Nacional de Perinatología, en el cual por medio de un estudio de flujometría Doppler se realizará una evaluación de la arteria umbilical, que es un vaso que lleva la sangre del bebé de regreso a la placenta y la madre.

Procedimientos:

Si usted acepta participar en el estudio:

- 1.- Responderé preguntas sobre mi historia médica, durante un tiempo aproximado de 5 minutos.
- 2.- Me realizarán un ultrasonido para revisión de mi bebé, de primer trimestre, donde se realizará evaluación general, y posteriormente se realizará la medición de la arteria umbilical.

Beneficios.

Es posible que no se produzca beneficio directo para mí en participar en el estudio. Se me realizará un estudio de ultrasonido, a partir del cual se obtendrán valores normales que puedan servir en un futuro como base para detectar aquellos bebés que no tienen un flujo de sangre normal, y que, por lo tanto, podrían tener más riesgo de otras enfermedades.

Riesgos.

Debido a que se realizará flujometría Doppler, el estudio es considerado como riesgo mayor al mínimo.

Confidencialidad.

Con excepción de esta revelación, toda la información obtenida en el estudio será considerada confidencial y será usada sólo a efectos de investigación por los médicos pertenecientes al servicio de Medicina Materno Fetal. Mi identidad será mantenida confidencialmente.

Preguntas.

\_\_\_\_\_ colaborador de la investigación, ha discutido esta información conmigo y se ha ofrecido a responder mis preguntas. Si tengo más dudas, puedo ponerme en contacto con él en el teléfono 55 20 99 00 ext. 112 y 114.

Derecho de rehusar o abandonar.

Mi participación en el estudio es enteramente voluntaria y soy libre de negarme a tomar parte o abandonar en cualquier momento, sin afectar ni poner en peligro mi atención médica futura.

Consentimiento.

Consiento participar en este estudio. He recibido una copia de este impreso y he tenido oportunidad de leerlo. Se me ha proporcionado información suficiente acerca de todo lo referente al estudio, han respondido todas mis preguntas y me han otorgado información complementaria del proyecto y me han dado tiempo para tomar mi decisión.

México, D.F.; a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 20\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del paciente.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del médico.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del testigo.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del testigo.

### ANEXO 3

## TÉCNICA DE MEDICIÓN DE FLUJOMETRÍA DOPPLER DE ARTERIA UMBILICAL

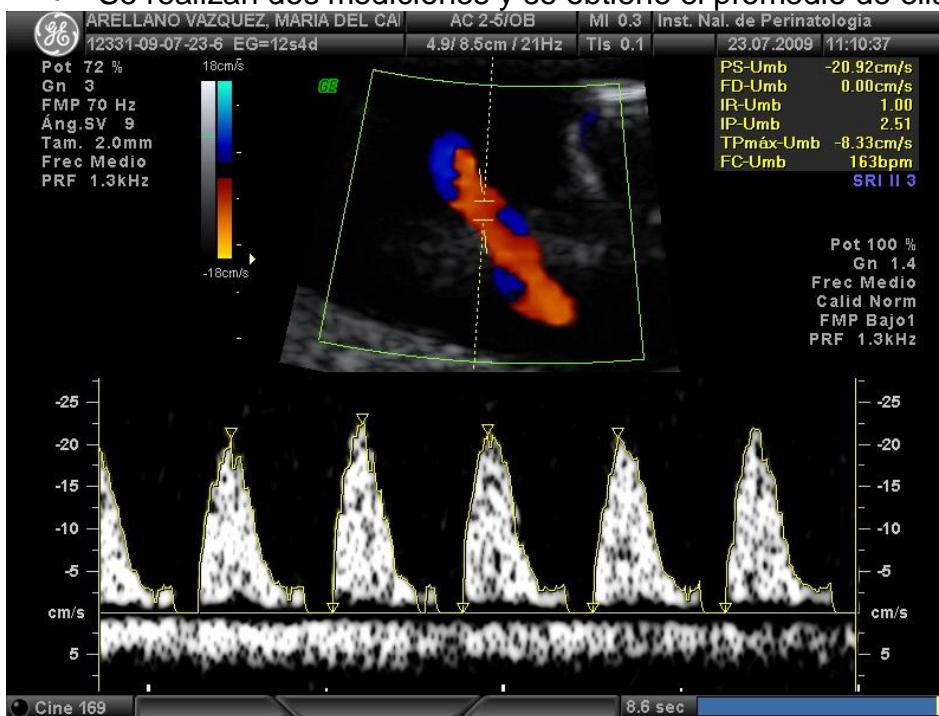
El estudio se llevará a cabo en el departamento de Medicina Materno Fetal, en el cual se incluirán a las pacientes que cumplan con los criterios de selección.

Para el estudio se utilizará un equipo ATL HDI modelo 5000 con transductor convexo de multifrecuencia de 3 a 5MHz, bidimensional, con funciones Doppler color y pulsado y ultrasonidos de alta resolución General Electric Voluson 730 Expert, GE Medical System Europe-78, Buc, France, con transductores abdominales curvilineares de 3.5-5MHz, con cineloop.

La medición se llevará a cabo por los médicos adscritos del servicio de Medición a Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología.

#### Técnica:<sup>1</sup>

1. Colocar a la paciente en posición decúbito dorsal.
2. Realizar evaluación de la flujometría Doppler:
  - La forma de onda de la velocidad de onda se obtienen en tiempo real, evitando los movimientos gruesos o respiratorios fetales.
  - Se localiza el cordón umbilical en asa libre, aproximadamente en tercio medio entre la inserción placentaria y fetal.
  - Se localiza la arteria umbilical fetal con Doppler color, y posteriormente se coloca el volumen muestra sobre él hasta que aparezca una forma de onda esperada.
  - Se obtiene el índice de pulsatilidad.
  - Se realizan dos mediciones y se obtiene el promedio de ellas.



---

<sup>i</sup> Harville EW, Savitz DA, Dole N, Herring AH, Thorp JM, Light KC. **Stress and placental resistance measured by Doppler ultrasound in early and mid-pregnancy.** *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32: 23-30.

# CAPÍTULO 11

## BIBLIOGRAFÍA

- <sup>1</sup> Brace RA. **Regulation of blood volume in utero.** Hanson MA, Spencer JAD, Rodeck CH, editors. Hanson MA, Spencer JAD, Rodeck CH *The circulation, Fetus and neonate. Physiology and clinical application*, vol 1. Cambridge: Cambridge University Press; 1993: 75-99.
- <sup>2</sup> Kiserud T. **Physiology of the fetal circulation.** *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine* 2005; 20:493-503.
- <sup>3</sup> Acharya G, Wilsgaard T, Berntsen GKR, Maltau JM, Kiserud T. **Reference ranges for umbilical vein blood flow in the second half of pregnancy based on longitudinal data.** *Prenat Diagn* 2005; 25:99-111.
- <sup>4</sup> Alfirovic Z, Neilson JP. **Doppler ultrasonography in high-risk pregnancies: systemic review with meta-analysis.** *Am J Obstet Gynecol* 1995; 172: 1379-87.
- <sup>5</sup> Benirschke K, Kauffman P. **Pathology of the human placenta.** New York Springer Veriag. 1990; 156-62.
- <sup>6</sup> Stuart B, Drumm J, FitzGerald DE. **Fetal blood velocity waveforms in normal pregnancy.** *Br J Obstet Gynaec* 1980; 87: 780-785.
- <sup>7</sup> Detti L, Mari G, Cheng CC, Ray O, Bahado-Singh. **Fetal Doppler velocimetry.** *Obstet Gynecol Clin N Am* 2004; 31:201-214.
- <sup>8</sup> Taslimi M. **Doppler Ultrasonography in Assessment of Fetal Well-being.** *NeoReviews* 2004; 5: e247-e251.
- <sup>9</sup> Arbeille P. **Fetal arterial Doppler- IUGR and hypoxia.** *Europ J Obstet Gynecol & Reprod Biol* 1997; 75: 51-53.
- <sup>10</sup> Acharya G, Wilsgaard T, Berntsen GK, Maltau JM, Kiserud T. **Reference ranges for serial measurements of blood velocity and pulsatility index at the intra-abdominal portion, and fetal and placental ends of the umbilical artery.** *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 162-169.
- <sup>11</sup> Parra M, Rodrigo R, Fernandez V, Bosco C, Soto-Chacón E, Muñoz H, et al. **Screening test for preeclampsia through assessment of uteroplacental blood flow and biochemical markers of oxidative stress and endothelial dysfunction.** *Am J Obstet Gynecol* 2005.
- <sup>12</sup> Levy R, Smith SD, Yusuf K, Huettner PC, Kraus FT, Sadovsky Y, Nelson M. **Trophoblast apoptosis from pregnancies complicated by fetal growth restriction is associated with enhanced p53 expression.** *Am J Obstet Gynecol* 2002; 186(5): 1056-61.
- <sup>13</sup> Rudolph AM. **Distribution and regulation of blood flow in the fetal and neonatal lamb.** *Circ Res* 1985; 57: 811-21.
- <sup>14</sup> Vimpeli T, Huhtala H, Wilsgaard T, Acharya G. **Fetal cardiac output and its distribution to the placenta at 11-20 weeks of gestation.** *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 265-271.
- <sup>15</sup> Torres H, Gallardo JM, Guzmán ME. **Rangos de Referencia de los Valores del Índice de Pulsatilidad, Índice de Resistencia y Relación Sístole/Diástole de la Arteria Umbilical en Embarazos de 14 a 40 semanas de gestación.** INPer; 2007.
- <sup>16</sup> Wloch A, Sadowski K, Rozmus-Warcholinska W; Wloch S; Bodzek P; Czuba B; Borowski D; Cnota W; Kuka D; Szaflik K; Huhta J. **Doppler Study**

**of the Peripheral Flows in Early Gestation.** *J Physiol Pharmac* 2008; 59(Sup 4): 77-85.

<sup>17</sup> Khare M, Paul S, Konje JC. **Variation in Doppler índices along the length of the cord from the intraabdominal to the placental insertion.** *Acta Obstet Gynecol* 2006; 85: 922-928.

<sup>18</sup> Petersen SG, Wong SF, Urs P, Gray PH, Gardener GJ. **Early onset, severe fetal growth restriction with absent or reversed end-diastolic flow velocity waveform in the umbilical artery: Perinatal and long-term outcomes.** *Aus NZ J Obstet Gynaecol* 2009; 49: 45-51.

<sup>19</sup> Parra-Cordero M, Lees C, Missfelder-Lobos H, Seed P, Harris C. **Fetal arterial and venous Doppler pulsatility index and time averaged velocity ranges.** *Prenat Diagn* 2007; 27: 1251-1257.

<sup>20</sup> Figueras F, Eixarch E, Gratacós E, Gardosi J. **Predictiveness of antenatal umbilical artery Doppler for adverse pregnancy outcome in small-for-gestational-age babies according to customised birthweight centiles: population based study.** *BJOG* 2008; 115: 590-594.

<sup>21</sup> Romero Arauz JF, Ramos León JC, Rivera Velázquez P, Álvarez Jiménez G, Molina Pérez CJ. **Velocimetría Doppler de la arteria umbilical y resultado perinatal adverso en preeclampsia severa.** *Ginecol Obstet Mex* 2008; 76(8): 440-449.

<sup>22</sup> Kiserud T, Eik-Nes SH, Blaas H-G, Hellevik LR. **Ultrasonographic velocimetry of the fetal ductus venosus.** *Lancet* 1991; 338: 1412-4.

<sup>23</sup> Baschat AA. **Arterial and venous Doppler in the diagnosis and management of early onset fetal growth restriction.** *Early Hum Develop* 2005; 81: 877-887.

<sup>24</sup> Harville EW, Savitz DA, Dole N, Herring AH, Thorp JM, Light KC. **Stress and placental resistance measured by Doppler ultrasound in early and mid-pregnancy.** *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32: 23-30.