



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
UMAE HOSPITAL DE GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA No. 4  
“LUIS CASTELAZO AYALA” IMSS**

**CORRELACION ENTRE EL ISTMO AÓRTICO, DUCTUS  
VENOSO Y ARTERIA UMBILICAL CON EL pH Y LA  
PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO DE LA ARTERIA  
UMBILICAL AL NACIMIENTO EN FETOS CON  
RESTRICCIÓN EN EL CRECIMIENTO INTRAUTERINO**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN  
GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA  
PRESENTADA POR**

**DR. GABRIEL JUAN CELIS RICO**

**ASESORA:  
DRA. MARITZA GARCÍA ESPINOZA.**



**IMSS**

**México, D.F.**

**Agosto 2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

---

---

Dr. Gilberto Tena Alavez  
Director General  
UMAE Hospital de Ginecología y Obstetricia "Luis Castelazo Ayala"

---

---

---

Dr. Carlos Emiro Morán Villota  
Director de Educación e Investigación en Salud  
UMAE Hospital de Ginecología y Obstetricia "Luis Castelazo Ayala"

---

---

---

Dra. Maritza García Espinoza  
Asesora de tesis  
Servicio de Perinatología  
UMAE Hospital de Ginecología y Obstetricia "Luis Castelazo Ayala"

---

---

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Que me lo ha dado todo y que siempre está a mi lado.

### **A mis padres**

Por darme la vida.

Por el apoyo incondicional que siempre me brindaron.

Por ser mis primeros maestros en la vida.

### **A Rafita**

Que siempre fuiste mi motivo para seguir adelante

### **A Diego y Mauricio**

Por estar siempre conmigo y animarme en los momentos difíciles.

### **A la Dra. Maritza García Espinoza**

Por la dedicación, apoyo y todas las desveladas para la elaboración de mi tesis.

### **Al Dr. Oscar Moreno Álvarez Y Dr. Juan Carlos Martínez Chequer**

Por la colaboración en este proyecto de investigación y aporte de sus conocimientos

### **A mis maestros**

Por impartirme sus conocimientos y tenerme tanta paciencia.

### **A mis grandes amigos**

A Yolanda, Alejandro, Dazita, Silva, Gaby, Mayra y Yadira quienes siempre estuvieron allí.

A todos mi compañeros de residencia por compartir esta experiencia maravillosa.

### **Al HGO 4 “Luis Castelazo Ayala”**

Por ser mi hogar y permitirme formar parte de esta gran institución.

A todos los que de una forma u otra me apoyaron siempre y que estarán en mi corazón de aquí en adelante.

Simplemente..... GRACIAS.

Tabla de contenidos:

RESUMEN .....	5
MARCO TEÓRICO: .....	6
RESTRICCIÓN DEL CRECIMIENTO UTERINO. .	6
ULTRASONIDO DOPPLER .....	7
ISTMO AORTICO .....	8
GASOMETRIA DE CORDON UMBILICAL. ....	9
HIPOTESIS .....	11
OBJETIVOS: .....	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	11
ESPECIFICACIONES DE VARIABLES: .....	12
DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES:	12
ESCALA DE MEDICION DE LAS VARIABLES: .....	13
TIPO DE ESTUDIO. ....	13
UNIVERSO DE ESTUDIO. ....	13
CRITERIOS DE INCLUSIÓN, NO INCLUSIÓN Y DE ELIMINACIÓN.	13
PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE LAS MUESTRAS.	14
DETERMINACION ESTADISTICA DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	14.
SISTEMA DE CAPTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	14
ANALISIS ESTADISTICO. ....	15
PROGRAMA DE TRABAJO. ....	15
AMBITO GEOGRAFICO. ....	15
RECURSOS HUMANOS. ....	16
RECURSOS MATERIALES. ....	16
FINANCIAMIENTO. ....	16
DIFUSION DE LOS RESULTADOS. ....	16
RESULTADOS. ....	17
DISCUSIÓN. ....	19
CONCLUSION .....	20
TABLAS .....	21
ANEXO 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. ....	28
ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO .....	29
ANEXO 3. HOJA DE CAPTACION DE DATOS .....	30
BIBLIOGRAFIA .....	31

## **RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN:** La restricción del crecimiento intrauterino afecta aproximadamente el 8% de todos los embarazos, contribuyendo a una gran tasa de morbimortalidad perinatal ya sea por todo lo que implica esta patología por sí sola y también por la prematuridad iatrogénica que existe al decidir terminar el embarazo con el afán de evitar una muerte fetal in-útero. Una vez que se diagnostica RCIU en un embarazo, el médico se enfrenta al dilema de decidir cuál es el mejor momento para la terminación del embarazo; momento donde los riesgos de hipoxia in útero sobrepasan los riesgos inherentes a la prematuridad. Muchos investigadores han estudiado pruebas para determinar el mejor momento de la interrupción de la gestación, se ha estudiado sobre la intervención hemodinámica ultrasonográfica en la restricción del crecimiento intrauterino, para determinar cuál es el mejor parámetro hemodinámico de bienestar fetal, en llegar a un consenso de cuál es el más adecuado en la vigilancia perinatal.

**OBJETIVO:** Determinar si existe alguna correlación entre la evaluación mediante ultrasonido doppler del istmo aórtico, ductus venoso y arteria umbilical con la presión parcial de oxígeno y pH de cordón umbilical al nacimiento en fetos con trastornos del crecimiento intrauterino secundarios a insuficiencia placentaria.

**MATERIAL Y METODOS:** Se realizó un estudio prospectivo, observacional, transversal, de no intervención, no aleatorizado, de casos consecutivos. Se estudiaron a 40 mujeres derechohabientes al IMSS con gestaciones únicas y diagnóstico de restricción del crecimiento intrauterino evaluadas por el Servicio de Perinatología del Hospital de Ginecología y Obstetricia Luis Castelazo Ayala. Se les realizó USG Doppler para valoración fetal y se les dió el manejo de acuerdo a lo establecido en el Servicio de Perinatología. A todas las pacientes consignadas en el estudio se les realizó gasometría arterial del cordón umbilical al momento del parto para medición de pH y pO<sub>2</sub> y se tomaron los datos neonatales de cada recién nacido. En el análisis estadístico se utilizaron medidas basadas en ordenación (mediana y rangos). Se optó por la prueba de correlación de Spearman puesto que la distribución de los datos fue. Se utilizó el software para windows SPSS versión 16.

**RESULTADOS:** La correlación entre IP ductus venoso, IP istmo aórtico y arteria umbilical vs. pO<sub>2</sub> y pH arterial de cordón umbilical no fueron estadísticamente significativos.

**CONCLUSIONES:** En este estudio no se demostró una correlación significativa de la valoración del istmo aórtico, ductus venoso y arteria umbilical vs. presión parcial de O<sub>2</sub> y pH arterial umbilical en productos con restricción del crecimiento intrauterino, por lo que se requieren estudios posteriores con muestras más grandes para valorar dicha correlación.

## MARCO TEÓRICO:

### RESTRICCIÓN DEL CRECIMIENTO UTERINO.

La restricción del crecimiento intrauterino (RCIU) afecta aproximadamente el 8% de todos los embarazos, contribuyendo en forma importante a la prematuridad neonatal. Se habla de restricción del crecimiento intrauterino fetal cuando el feto se encuentra afectado en cuanto a su capacidad de crecimiento potencial, ya sea por causas genéticas, metabólicas, infecciosas o placentarias. La restricción del crecimiento intrauterino es responsable de patologías asociadas a altas tasas de morbi-mortalidad perinatal, tales como distress fetal, asfixia perinatal, encefalopatía neonatal, hipotermia, hipoglucemia, y se asocia a riesgos para patologías neurológicas y de desarrollo mental.<sup>(1)</sup>

La RCIU durante el embarazo se define cuando sonográficamente la fetometría se encuentra por debajo de un percentil de acuerdo a la edad gestacional, particularmente la circunferencia abdominal o el peso fetal estimado. La percentila más usada es la percentila 10, el cual se considera el estándar para su diagnóstico. Sin embargo este estándar es arbitrario y puede llevar a sobrediagnosticar esta patología. Se ha usado una medida más estricta como es la percentila 5 o 3 para ser más específico pero menos sensible. Ya que se sabe que no todos los productos pequeños son restringidos y no todos los restringidos son pequeños en tamaño o peso para su edad gestacional, se ha usado la evaluación del ultrasonido Doppler para corroborar alteraciones hemodinámicas compensatorias del producto.<sup>(2)</sup>

Sin embargo El Colegio Norteamericano de Obstetricia y Ginecología (ACOG), define RCIU como aquella condición en la que el feto posee una estimación de peso menor al percentil 10 para esa población a una determinada edad gestacional.

Existen varias clasificaciones para la RCIU, los cuales se han dividido en:

1. Según la severidad. La RCIU puede ser clasificada en:
  - Leve p5-p10
  - Moderada p2-p5
  - Severa menor de p2
2. Dependiendo del momento de instalación.
  - Precoz Se presenta antes de las 28 semanas de gestación
  - Tardía Se presenta después de las 28 semanas
3. A partir del análisis de las proporciones corporales fetales.
  - Simétrico (tipo I) La cabeza y el cuerpo son proporcionadamente pequeños. Asociado a problemas de desarrollo fetal temprano
  - Asimétrico (tipo II) El cerebro es anormalmente grande comparado con el hígado. Asociado a problemas en el desarrollo tardío

Esta clasificación sugiere frecuentemente la probable causa de la RCIU.<sup>(3)</sup>

La etiología de la RCIU se asocia a varios factores maternos, fetales y placentarios. Los factores maternos incluyen enfermedades hipertensivas, alteraciones autoinmunes, algunos medicamentos, desnutrición severa, algunos hábitos maternos como tabaquismo, alcoholismo y consumo de cocaína. Los factores fetales incluyen: aneuploidias, malformaciones, síndromes relacionados a problemas genómicos, infecciones virales o por protozoarios, parto pretérmino y embarazos múltiples. Los factores placentarios incluyen condiciones anatómicas, vasculares, cromosómicos y anomalías morfológicas.<sup>(4)</sup>

Una vez que se define un embarazo con producto con RCIU, el médico se enfrenta al dilema de decidir cuál es el mejor momento para la terminación del embarazo, el momento donde los riesgos de hipoxia in útero sobrepasan los riesgos inherentes a la prematuridad representando todo un reto. Muchos investigadores han estudiado pruebas para determinar el mejor momento. En 2003 se publicó un estudio sobre la intervención hemodinámica ultrasonográfica en la RCIU, en donde se estudiaron las alteraciones en las diversas mediciones hemodinámicas a través de Doppler, encontrando que el orden progresivo de alteraciones fetales eran progresivas como sigue: índice de pulsatilidad de la arteria umbilical (AU), arteria cerebral media (ACM), ausencia de la velocidad diastólica de la arteria umbilical, flujo reverso de la arteria umbilical y ausencia o flujo reverso en el ductus venoso (DV).<sup>(5)</sup>

## **ULTRASONIDO DOPPLER**

El ultrasonido Doppler es una técnica no invasiva utilizada para evaluar la hemodinámica materno-fetal. Este estudio se basa en la premisa de que una insuficiencia placentaria, uterina o en la circulación fetal se traduce en resultados perinatales adversos y que estas anomalías se pueden valorar con el uso de velocimetría Doppler. Las técnicas Doppler se han usado en obstetricia desde 1977, cuando Fitzgerald y Drumm hicieron el primer reporte exitoso de evaluación de flujos sanguíneos de la arteria umbilical.<sup>(6)</sup>

Los fetos con restricción del crecimiento intrauterino secundarios a insuficiencia placentaria redistribuyen su flujo sanguíneo de la periferia al cerebro y se puede usar el ultrasonido Doppler de diferentes vasos como son arteria umbilical, arterias cerebrales, vasos venosos entre otros para determinar estos cambios.<sup>(7)</sup>

En los últimos años, el sistema venoso fetal, particularmente el ductus venoso, ha sido el foco de mucha investigación. Los estudios Doppler de la circulación fetal han demostrado la importancia del ductus venoso en el tamizaje durante el primer trimestre para anomalías cromosómicas fetales, además, al



estar alterado, también se asocia con una alta probabilidad de defectos cardiacos, también se ha usado con éxito para la vigilancia de productos con RCIU.<sup>(8)</sup>

Se ha sugerido que los cambios en el patrón de flujo en el ductus venoso precede a la aparición de patrones anormales de la frecuencia cardiaca fetal en los embarazos complicados con insuficiencia placentaria, pero también el estudio del ductus venoso puede ser difícil ya que también está modulado por cambios en el comportamiento fetal, movimientos respiratorios y arritmias cardiacas. Debido a lo anterior, se ha estudiado otros vasos y se han reportado con estudios observacionales que la velocimetría de flujo del istmo aórtico es actualmente la mejor prueba predictora de descompensación hacia hipoxia crónica y desnutrición en el feto con RCIU, según estudios se observó flujo anormal en el istmo aórtico 8 días antes de establecerse anomalías en la frecuencia cardiaca fetal.<sup>(6)</sup>

## **ISTMO AORTICO**

El istmo aórtico (IA) es el segmento vascular localizado entre el origen de la arteria subclavia izquierda y el final aórtico del ductus arterioso. Ya que la circulación fetal se basa en dos sistemas que trabajan en forma paralela y que un shunt se define como la unión de dos puntos de un sistema de flujo divergente, el istmo aórtico esta considerado como el único shunt o conexión entre los sistemas vasculares izquierdo y derecho en lugar del ductus arterioso.<sup>(9)</sup>

Durante la vida fetal, los ventrículos derecho e izquierdo perfunden la circulación sistémica de forma paralela, normalmente el ventrículo derecho perfunde principalmente el área diafragmática y solo una pequeña fracción se destina a la circulación pulmonar; el ventrículo izquierdo es responsable de nutrir al la mitad superior del cuerpo. El ductus venoso y el foramen oval aseguran la entrada de sangre altamente oxigenada a las coronarias y a la circulación cerebral. El istmo aórtico es un verdadero shunt arterial fisiológico en el feto. En la sístole la dirección del flujo sanguíneo en el istmo aórtico depende de las contribuciones relativas de los volúmenes de ambos sistemas y el equilibrio de su impedancia, y durante la diástole se cierran las válvulas aórtico y pulmonar y la dirección del flujo en el istmo aórtico refleja la impedancia de los ventrículos. Estas propiedades fisiológicas permiten vigilar disfunción ventricular y estados de hipoxemia de acuerdo a la dirección del flujo a través del istmo aórtico.<sup>(10)</sup>

En condiciones normales, cuando la resistencia placentaria es baja, se puede observar un flujo sistólico y diastólico a través del IA, cuando se incrementa de forma severa la resistencia placentaria, se produce un flujo reverso en la arteria umbilical, estos cambios en el flujo a nivel ístmico se caracterizan por un flujo reverso diastólico y aparecen antes de cualquier modificación significativo del flujo de la arteria umbilical.<sup>(11)</sup>

El estudio Doppler de la arteria umbilical y de la arteria cerebral media, han demostrado ser marcadores hemodinámicos en el diagnóstico de la RCIU y la predicción de resultados perinatales adversos. Pero debido al alto porcentaje de la prematuridad iatrogénica, se han estudiado los flujos del ductus venoso y del istmo aórtico para la vigilancia de compromiso fetal y así establecer el mejor momento para la terminación del embarazo antes de que existan datos de progresión de deterioro fetal como la acidemia y la afectación del desarrollo neuronal a largo plazo. Sin embargo esta noción aun debe confirmarse con otros estudios.<sup>(12)</sup>

Estudios clínicos sugieren que en el feto humano, la presencia de flujo ístmico retrogrado se asocia con un desarrollo neuronal no óptimo en el niño de 2 a 4 años<sup>(13)</sup>, de allí la importancia de la vigilancia adecuada del producto con RCIU ya que puede haber afectación a largo plazo

## **GASOMETRIA DE CORDON UMBILICAL.**

Las complicaciones respiratorias que se desarrollan en los neonatos dependen del grado de hipoxia *in-útero*. En general, el análisis de gases de sangre del cordón umbilical se obtiene en pacientes con partos de alto riesgo para hipoxia o asfixia fetal, así como cuando ocurre depresión del recién nacido, este es un parámetro más fidedigno en comparación con la valoración de APGAR, ya que es un método subjetivo.

Esta práctica es importante, ya que tiene repercusiones legales, puesto que el análisis de gases de sangre del cordón umbilical así como con el manejo clínico, puede asistir a excluir el diagnóstico de asfixia al nacimiento en aproximadamente 80% de los recién nacidos deprimidos al nacer.

El parámetro más comúnmente usado es el pH arterial. La muestra de sangre venosa sola no es recomendada, debido a que la sangre arterial es más representativa de la condición metabólica fetal y porque puede existir acidemia arterial con pH venoso normal. El completo análisis de los gases de sangre puede proveer información importante acerca del tipo y causa de acidemia, siendo esto más claro al utilizar sangre de arteria y vena. Los estudios de gases de cordón umbilical sirven para valorar el estado metabólico del feto en los minutos y escasas horas previos al parto. La oxigenación fetal y el pH generalmente declinan durante el trabajo de parto, siendo los valores normales establecidos por el Colegio Americano de Ginecología y Obstetricia (ACOG) en recién nacidos de término:

- Sangre arterial: pH 7.25, PO<sub>2</sub> 18 mm Hg, PCO<sub>2</sub> 50 mm Hg.
- Exceso de base: -4.3 mEq/L, HCO<sub>3</sub> 22.0 mEq/L.
- Sangre venosa: pH 7.34, PO<sub>2</sub> 29.7 mm Hg, PCO<sub>2</sub> 40.7 mm Hg, HCO<sub>3</sub> 21.4 mEq/L.
- Exceso de base -2.4 mEq/L.<sup>17</sup>

Los límites de normalidad de los valores de gases de cordón umbilical, dependen de la población estudiada. En general, el rango inferior de pH arterial normal se considera 7.10 y el pH venoso de 7.20. Existen muchos factores intraparto que pueden modificar el pH y no es raro que recién nacidos sanos presenten datos de acidemia.

## **HIPOTESIS**

La evaluación doppler del IA, DV y AU se correlaciona con el pH y presión parcial de oxígeno arterial del cordón umbilical al nacimiento en fetos con restricción del crecimiento intrauterino.

### **OBJETIVOS:**

- General:

Determinar si existe alguna correlación entre la evaluación mediante ultrasonido doppler del istmo aórtico, ductus venoso y arteria umbilical con la presión parcial de oxígeno y pH arterial del cordón umbilical al nacimiento en fetos con restricción del crecimiento intrauterino.

- Específico:

1. Determinar la utilidad de la evaluación mediante ultrasonido Doppler del istmo aórtico, ductus venoso y arteria umbilical en fetos con RCIU.
2. Describir la presión parcial de oxígeno de la sangre de la arteria umbilical inmediatamente posterior al nacimiento de fetos con RCIU.
3. Describir el estado ácido-base de la sangre de la arteria umbilical inmediatamente posterior al nacimiento de fetos con RCIU.
4. Determinar cuál de las formas de evaluar el istmo aórtico (cualitativo o cuantitativo) son útiles en la práctica clínica para el manejo del feto con RCIU.
5. Correlacionar el Apgar al nacimiento de los neonatos con pH y pO<sub>2</sub> arterial de cordón umbilical disminuidos en fetos con RCIU.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

¿Existe alguna correlación entre la evaluación ultrasonográfica doppler del istmo aórtico, ductus venoso y arteria umbilical con la presión parcial de oxígeno y pH arterial del cordón umbilical productos con restricción del crecimiento intrauterino?

## ESPECIFICACIONES DE VARIABLES:

- Variables independientes:
  - Medición doppler del istmo aórtico, ductus venoso y arteria umbilical.
  - PH arterial del cordón umbilical al nacimiento.
  - Presión parcial de oxígeno arterial en cordón umbilical al nacimiento.
  - Restricción del Crecimiento intrauterino.
- Variables dependientes:
  - Restricción del crecimiento placentaria.
  - Índice de pulsatilidad del istmo aórtico.
  - Evaluación cualitativa de la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico
  - Evaluación del APGAR del recién nacido con restricción del crecimiento uterino.

## DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES:

### **Indice de pulsatilidad del Istmo aórtico**

Evaluación hemodinámica de la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico, resultado de la diferencia de la velocidad sistólica máxima menos la velocidad del fin de la diástole entre la velocidad media del flujo sanguíneo en dicho vaso obtenido a través de la medición de la onda de velocidad flujo y calculado por el programa informático del ultrasonido utilizado

### **Evaluación Cualitativa del istmo aórtico**

De acuerdo a la visualización del flujo diastólico de la onda de velocidad de flujo podrá ser:

**Flujo anterógrado** la diástole no presenta flujo reverso en ningún momento del ciclo.

**Flujo retrógrado** presencia de flujo reverso durante parte o toda la diástole.

### **Indice de pulsatilidad del ductus venoso**

Resultado de la diferencia de la velocidad sistólica máxima menos la velocidad del fin de la diástole entre la velocidad media del flujo sanguíneo en el ductus venoso obtenido a través de la medición de la onda de velocidad flujo y calculado por el programa informático del ultrasonido utilizado

### **Indice de pulsatilidad de arteria umbilical**

Resultado de la diferencia de la velocidad sistólica máxima menos la velocidad del fin de la diástole entre la velocidad media del flujo sanguíneo en la arteria umbilical obtenido a través de la medición de la onda de velocidad flujo y calculado por el programa informático del ultrasonido utilizado

### **PH Arterial del cordón umbilical**

Se considerara alterado cuando el pH se encuentre por debajo de 7.2

### **Restricción del crecimiento intrauterino**

Condición en la que el feto posee una estimación de peso por fetometría ultrasonográfica en percentil igual o menor a 10 y alteración hemodinámica en el doppler, o peso fetal en percentil menor de 3 con o sin alteración hemodinámica en el doppler.

### **ESCALA DE MEDICION DE LAS VARIABLES:**

- Variable independiente: continua.
- Variable dependiente: continua.

### **TIPO DE ESTUDIO.**

Prospectivo, observacional, transversal, de no intervención, no aleatorizado, de casos consecutivos.

### **UNIVERSO DE ESTUDIO.**

- Mujeres derechohabientes al IMSS con gestaciones únicas y diagnóstico de restricción del crecimiento intrauterino evaluadas por el Servicio de Perinatología del Hospital de Ginecología y Obstetricia "Luis Castelazo Ayala".

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN, NO INCLUSIÓN Y DE ELIMINACIÓN.**

#### *Inclusión:*

- Gestación única.
- Edad gestacional conocida, confirmada por USG a partir de la LCC a las 11-12 SDG y DBP a partir de las 13-14 SDG)
- Diagnostico de RCIU (PFE menor P 3 para edad gestacional con Doppler normal y PFE menor P10 con razón cerebroplacentaria alterada.
- Evaluación prenatal completa.

*No inclusión:*

- Presencia de cromosomopatía, infección o anomalía fetal diagnosticada intraútero.
- Presencia de otras complicaciones del embarazo que afecte el curso normal de este.
- Pacientes con diagnóstico confirmado que no acepten ser incluidas al protocolo.

*Eliminación:*

- Resultados incompletos.

## **PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE LAS MUESTRAS.**

Las pacientes incluidas en el estudio fueron sometidas a ultrasonido obstétrico estructural con cálculo de peso .Se realizó doppler de arteria umbilical,, ductus venoso e istmo aórtico determinando el índice de pulsatilidad de estas y se evaluó la morfología de la onda de velocidad de flujo .La evaluación fue realizada por un solo observador. Al nacimiento se realizó toma de gasometría de la arteria umbilical tomando los valores de pH y presión parcial de oxígeno y se realizó el análisis estadístico de los resultados. La evaluación se realizó en forma paralela al manejo clínico sin intervenir en el manejo de la patología. Las mediciones efectuadas se realizaron con una periodicidad de 48 hrs; y con fines de esta investigación los valores que fueron analizados eran aquellos registrados hasta 48hrs. previas al nacimiento. Al momento del nacimiento, se tomaron muestra de gasometría arterial de cordón umbilical y se registraron loa valores de pH y presión parcial de oxígeno y todos los datos neonatales reportados por pediatría.

## **DETERMINACION ESTADISTICA DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.**

- No se requiere, debido a que se tomó todo el universo de estudio.

## **SISTEMA DE CAPTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

- Hoja especial de recolección de datos.
- Recopilación de datos en una base de datos de EXCEL de Microsoft.

## **ANALISIS ESTADISTICO.**

1. Según la distribución de las variables analizadas con fines de descripción general se utilizaron medidas basadas en momento (media, desviación estándar ) o en ordenación (mediana y rangos)
2. Tras evaluar la distribución de las variables del estudio se optó por correlación de Spearman ante una distribución no paramétrica.
3. En caso de existir correlación mediante un modelo de regresión simple se evaluó la magnitud de la asociación entre las variables antes mencionadas. Se consideraron las pruebas estadísticamente significativas mediante intervalos de confianza 95% y  $p \leq 0.005$ .
4. Con fines de realizar el análisis estadístico se utilizó el software para windows SPSS versión 16
5. Modelos de regresión logística o múltiple.
6. Intervalos de confianza 95% (significancia estadística).

## **PROGRAMA DE TRABAJO.**

- Se realizó la recopilación de datos de forma diaria de los casos registrados durante el día.

## **AMBITO GEOGRAFICO.**

- Unidad médica de alta Especialidad, Hospital de Ginecología y Obstetricia No. 4 “Luís Castelazo Ayala”.
- Unidad de ultrasonido del Servicio de Perinatología.



## **RECURSOS HUMANOS.**

- Investigadores.
- Médicos adscritos que realicen Doppler de istmo aórtico, ductus venoso y arteria umbilical a las pacientes del estudio.

## **RECURSOS MATERIALES.**

- Unidad médica de Perinatología del HGO 4 “Luís Castelazo Ayala”.
- Equipo de ultrasonografía con Doppler
- Equipo de cómputo con programa EXCEL de Microsoft y SPSS versión 16.
- Accesorios de papelería (lápiz, hojas de captación de datos, etc.)
- Equipo de laboratorio con medidor de gasometría.

## **FINANCIAMIENTO.**

Se cubrió en su totalidad por el investigador.

## **DIFUSION DE LOS RESULTADOS.**

Los resultados del estudio fueron usados para la elaboración de una tesis para titulación de especialidad. De acuerdo con el comité de investigación del HGO 4 “Luís Castelazo Ayala” el estudio se enviará para ser publicado en alguna revista.

## RESULTADOS.

Se estudiaron 40 pacientes con diagnóstico de RCIU, de las cuales 2 no tenían la evaluación perinatal completa por lo que fueron excluidas del estudio, quedando 38 pacientes que conformaron el universo de estudio. Los datos demográficos de la población estudiada fueron:

La mediana de la edad materna al momento del estudio fue de 26 años, con un rango de edad entre 16 y 39 años,

El estado civil de las pacientes fue: casadas 68.4%, unión libre 21.1% y solteras 10.5%.

La escolaridad de las pacientes fue: primaria en el 13.2%, secundaria en el 23.7%, media superior en el 28.9%, con carrera técnica en el 15.7% y con licenciatura en el 18.5%.

La ocupación materna era: hogar en el 39.5%, empleada en el 55.2% y estudiante en el 5.3% del total de pacientes (Tabla 1).

Los antecedentes obstétricos se enumeran en la tabla 2. En donde 18 de las 38 pacientes eran primigestas, 10 pacientes tenían un embarazo previo (partos 3, aborto 1, cesáreas 5, ectópico 1), 7 pacientes con 2 embarazos previos (parto 1, abortos 8, cesáreas 5) y 3 pacientes con 3 embarazos previos (partos 4, abortos 2, cesáreas 3).

De las 38 pacientes, 11 tenían una patología durante el embarazo (28.9%), siendo: preeclampsia severa (27.2%), anemia aplásica (9%), epilepsia (9%), insuficiencia renal aguda (9%), CA pancreático (9%), hipotiroidismo (9%), síndrome de HELLP (9%), asma (9%), hipertensión sistémica crónica (9%) y 27 pacientes cursaron el embarazo sin patología agregada (71.1%).

Existía antecedente de RCIU en 4 de las 38 pacientes estudiadas (2 de las cuales cursaban con patología en el embarazo: 1 con asma y 1 con insuficiencia renal crónica) (Tabla 2).

Los hallazgos ultrasonográficos fetales se encuentran resumidos en la Tabla 3: la mediana para la edad gestacional fue de 35.2, con un rango entre 25.1-40 semanas de gestación. La mediana del peso fetal estimado por ultrasonido fue de 1806g (665-2691), muy similar al peso al nacer con 1895 g (635-2850). El índice de líquido amniótico (ILA) mostró una mediana de 10.15 (0-20.3). De igual forma fueron medidos los índices de pulsatilidad de ducto venoso y de istmo aórtico mostrando una mediana de .63 (0.20-3.16) y 2.53 (1.92-3.44) respectivamente; durante la evaluación prenatal, también se midió arteria umbilical, siendo de 1.26 (0.62-4.71).

La mediana del apgar al minuto y a los 5 minutos de nacido fue de 8 (55.26%) y 9 (62.16%) respectivamente, la mediana de los resultados de la gasometría arterial umbilical fue. pH: 7.28 (7.16-7.40 con SD .05). El promedio de pCO<sub>2</sub>: fue 39 (24-66), y del pO<sub>2</sub>:16 (9-38) (tabla 4).

Se categorizó el pH arterial de acuerdo a los valores normales establecidos internacionalmente, mostrando una proporción de 40.5% con un pH por debajo de 7.20 (acidemia).

De acuerdo a la prueba de Pearson, la correlación entre IP del ductus venoso vs. O<sub>2</sub> arterial fue no significativo con un  $p= 0.273$  (tabla 5).

Mediante la correlación de la coeficiente de Spearman, se corroboró que la correlación entre el IP del ductus venoso y el apgar al minuto del nacimiento era no significativa  $p= 0.115$  (tabla 6), así como su correlación con apgar a los 5 min del nacimiento  $p= 0.264$  (tabla 7), la correlación entre pH arterial del cordón umbilical y el IP del ductus venoso tampoco fue significativo con un  $p= .386$  (tabla 8).

La correlación de Pearson del IP de IAo vs. pO<sub>2</sub> arterial del cordón umbilical fue no significativo con un  $p= 0.658$  (tabla 9). Mediante la coeficiente de Spearman no se encontró significancia estadística en la correlación entre IP del istmo aórtico y apgar al minuto del nacimiento con  $p= 0.128$  (tabla 10). La correlación del IP del istmo aórtico con el apgar a los 5 min del nacimiento de  $p= 0.275$  (tabla 11) y su correlación con el pH arterial del cordón umbilical con  $p= 0.372$  (tabla 12) no fueron estadísticamente significativos.

Con la prueba de coeficiente de Spearman, se demostró que la correlación del IP de la arteria umbilical con el apgar al minuto del nacimiento, con el apgar a los 5 min del nacimiento, pH arterial del cordón umbilical, así como con la pO<sub>2</sub> arterial de cordón umbilical fueron no significativos con una  $p= 0.121$ ,  $p= 0.282$ ,  $p= 0.389$  y  $p= 0.885$  respectivamente (tablas 13, 14, 15 y 16)

La correlación entre pH arterial umbilical al nacimiento y Apgar al minuto de nacido, usando la prueba de correlación de Pearson, fue estadísticamente no significativo con un  $p= 0.325$  (tabla 17).

La correlación entre el pH arterial umbilical al nacimiento y Apgar a los 5 minutos de nacido fue estadísticamente no significativo con un  $p= 0.390$ , de acuerdo a la prueba de Pearson (tabla 20).

## **DISCUSIÓN.**

En la literatura se han reportado estudios en donde se observa que la medición del istmo aórtico es un parámetro fidedigno de bienestar fetal y está relacionado con el desenlace perinatal. Hasta este momento no hay ensayos que correlacionen el índice de pulsatilidad del istmo aórtico, ductus venoso y arteria umbilical con la gasometría arterial umbilical (pH y pO<sub>2</sub>) al momento del nacimiento de los productos con restricción.

En nuestro estudio, no se pudo comprobar cual de las mediciones ultrasonográficas usadas para valoración de bienestar fetal (DV, IA, AU) se correlacionan con el apgar, pH y pO<sub>2</sub> de cordón umbilical.

De acuerdo a los estudios realizados a nivel mundial, aun no se ha establecido cual es el estándar de oro para la vigilancia fetal en la restricción del crecimiento uterino, algunos autores concluyen que el istmo aórtico es el parámetro ideal, mientras que otros han tenido resultados favorables en la medición del ductus venoso en la vigilancia prenatal.

Al analizar las mediciones de los indicadores ultrasonográficos (DV, IA, y AU), se encontró que la distribución de los datos de estos indicadores no cumplían el supuesto de normalidad, por lo que se aplicó la prueba de correlación no paramétrica de Spearman. En ninguno de los casos se encontró alguna significancia estadística.

Las limitaciones encontradas en el estudio fue una población pequeña, se requiere de estudios posteriores con poblaciones más amplias para valorar los resultados

Es importante seguir haciendo investigaciones para buscar marcadores ultrasonográficos predictivos que nos permitan decidir el mejor momento de la interrupción de la gestación y mejorar así el pronóstico perinatal en fetos con RCIU.

Puesto que la RCIU es una condición que frecuentemente se asocia a una disminución en el flujo útero-placentario, el poder contar con mediciones hemodinámicas en el feto, lo cual se realiza a través del ultrasonido doppler, constituye una herramienta práctica que en caso de demostrar su utilidad en estudios realizados en nuestro medio, sin duda beneficiará el manejo de la RCIU

## **CONCLUSION**

Nuestro estudio confirma lo ya conocido por la literatura, en virtud de que nuestros resultados no mostraron correlación estadísticamente significativa entre los índices de pulsatilidad del istmo aórtico, ductus venoso y arteria umbilical en fetos con Restricción del Crecimiento Intrauterino con la gasometría de cordón umbilical (pH y pO<sub>2</sub>) y con el apgar al nacimiento y a los 5 min del nacimiento.

En nuestro estudio el IA, DV y AU no explican mucho el resultado perinatal al correlacionarlos con la gasometría de cordón umbilical (pH y pO<sub>2</sub>), y su correlación con el apgar. No obstante no fue el propósito del presente estudio evaluar el resultado perinatal.

Se concluye que no existe correlación entre las mediciones de DV, IA y AU con el pH y pO<sub>2</sub> arterial de cordón umbilical con RCIU.

## TABLAS

Edad materna al momento de Dx.	26 años (16-39) *
Estado Civil.	
Casada	26 (68.4%)
Unión libre	8 (21.1%)
Soltera	4 (10.5%)
Escolaridad	
Primaria	5 (13.2%)
Secundaria	9 (23.7%)
Media superior	11 (28.9%)
Carrera técnica	6 (15.7%)
Licenciatura	7 (18.5%)
Ocupación	
Hogar	15 (39.5%)
Estudiante	2 (5.3%)
Empleada	21 (55.2%)

\*Media.

Gestas	Total	parto	aborto	Cesarea	Ectópico
Primer embarazo	18				
1 embarazo previo	10	3	1	5	1
2 embarazos previos	7	1	8	5	
3 embarazos previos	3	4	2	3	
Patología asociada al embarazo					
Ninguno**			27 (71.1%)		
Preeclampsia severa			3 (7.8%)		
Anemia aplásica			1 (2.63%)		
Epilepsia			1 (2.63%)		
Insuficiencia renal aguda*			1 (2.63%)		
Cáncer pancreático			1 (2.63%)		
Hipotiroidismo			1 (2.63%)		
Síndrome de HELLP			1 (2.63%)		
Asma*			1 (2.63%)		
HASC			1 (2.63%)		
Sin antecedente de RCIU			34 (89.4%)		
Con antecedente de RCIU			4 (10.5%)		

\*Antecedente de RCIU.

Medición.	Mediana	Rango	N
Edad Gestacional (SDG)	35.2	25.1-40	38
Diámetro Biparietal (DBP)	32.5	23.5-38	38
Circunferencia Cefálica (CC)	32.1	25-38.4	38
Circunferencia Abdominal (SDG)	31.3	23-36.3	38
Longitud Femoral (LF)	32.1	22.4-36.6	38
Peso Fetal Estimado (PFE)	1806	665-2691	38
Índice de líquido amniótico (ILA)	10.15	0-20.3	38
Ductus Venoso (DV)	.62	0.2-3.16	38
Istmo Aórtico (IA)	2.53	1.92-3.44	38
Arteria Umbilical (AU)	1.26	0.62-4.71	38
Peso (g)	1895	635-2850	38
Talla (cm)	45	31-51	38

	n	%	N
<b>Apgar primer minuto</b>			38
5	1	2.70	
6	2	5.41	
7	14	37.84	
8	21	55.26	
<b>Apgar al quinto minuto</b>			38
7	2	5.41	
8	13	34.21	
9	23	62.16	
pH arterial umbilical	7.28*	(7.16 – 7.4)	
pO2 arterial umbilical	16*	(9 – 38)	
pCO2 arterial umbilical	39*	(24 – 58)	
<b>Sexo del Recién Nacido</b>			38
Hombre	16	43.24	
Mujer	22	57.89	

**Tabla 5. Correlación IP DV vs. O2 Arterial**

**Correlations**

		IP Ductus Venoso	O2 Arteria umbilical al nacimiento
IP Ductus Venoso	Pearson Correlation	1	-.188
	Sig. (2-tailed)		.273
	N	37	36
O2 Arteria umbilical al nacimiento	Pearson Correlation	-.188	1
	Sig. (2-tailed)	.273	
	N	36	37

Tabla 6. Correlación entre IP ductus venoso y apgar al minuto.

Correlación de Spearman	IP ductus venoso	Apgar al minuto
IP ductus venoso	1	-.260
		.115
	38	38
Apgar al minuto	-.260	1
	.115	
	38	38

Tabla 7. Correlación entre IP ductus venoso y apgar a los 5 minutos.

Correlación de Spearman	IP ductus venoso	Apgar a 5 minuto
IP ductus venoso	1	-.186
		.264
	38	38
Apgar a los 5 minutos	-.186	1
	.264	
	38	38



Tabla 8. Correlación entre IP ductus venoso y pH cordón U.

Correlación de Spearman	IP ductus venoso	pH cordón U.
IP ductus venoso	1	.145
Sig. (2-tailed)		.386
N	38	38
pH cordón umbilical	.145	1
Sig. (2-tailed)	.386	
N	38	38

Tabla 9. Correlación IP IAo vs. O2 Arterial

Correlations

		O2 Arteria umbilical al nacimiento	IP Istmo Aórtico
O2 Arteria umbilical al nacimiento	Pearson Correlation	1	.075
	Sig. (2-tailed)		.658
	N	37	37
IP Istmo Aórtico	Pearson Correlation	.075	1
	Sig. (2-tailed)	.658	
	N	37	38

Tabla 10. Correlación entre IP istmo aórtico y apgar al minuto.

Correlación de Spearman	IP istmo aórtico	Apgar al minuto
IP istmo aórtico	1	-.252
Sig. (2-tailed)		.128
N	38	38
Apgar al minuto	-.252	1
Sig. (2-tailed)	.128	
N	38	38

Tabla 11. Correlación entre IP istmo aórtico y apgar a los 5 minutos.

Correlación de Spearman	IP istmo aórtico	Apgar a 5 minuto
IP istmo aórtico	1	-.181
Sig. (2-tailed)		.275
N	38	38
Apgar a los 5 minutos	-.181	1
Sig. (2-tailed)	.275	
N	38	38

Tabla 12. Correlación entre IP istmo aórtico y pH cordón umbilical.

Correlación de Spearman	IP istmo aórtico	pH cordón U.
IP istmo aórtico	1	.149
Sig. (2-tailed)		.372
N	38	38
pH cordón U.	.149	1
Sig. (2-tailed)	.372	
N	38	38

Tabla 13. Correlación entre IP arteria umbilical y apgar al minuto.

Correlación de Spearman	IP Art. Umbilical	Apgar al minuto
IP Art. Umbilical	1	-.256
Sig. (2-tailed)		.121
N	38	38
Apgar al minuto	-.256	1
Sig. (2-tailed)	.121	
N	38	38

Tabla 14. Correlación entre IP arteria umbilical y apgar a los 5 minuto.

Correlación de Spearman	IP Art. umbilical	Apgar a los 5 minuto
IP Art. Umbilical	1	-.179
Sig. (2-tailed)		.282
N	38	38
Apgar a los 5 minutos	-.179	1
Sig. (2-tailed)	.282	
N	38	38

Tabla 15. Correlación entre IP Arteria umbilical y pO2 cordón U.

Correlación de Spearman	IP Art. Umbilical	pO2 cordón U.
IP art. Umbilical	1	.024
Sig. (2-tailed)		.885
N	38	38
pO2 cordón U.	.024	1
Sig. (2-tailed)	.885	
N	38	38

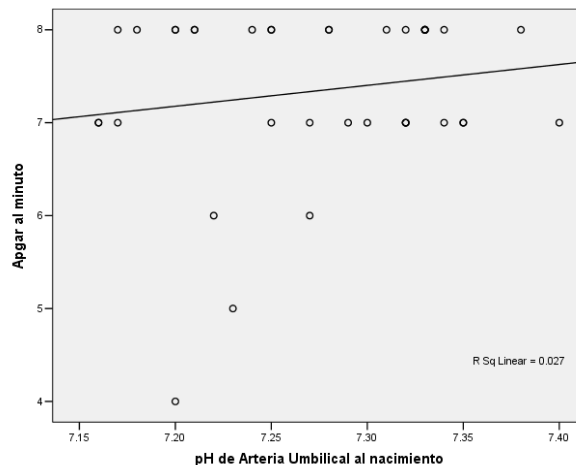
Tabla 16. Correlación entre IP arteria umbilical y pH cordón umbilical.

Correlación de Spearman	IP Art. Umbilical	pH cordón U.
IP art. Umbilical	1	.144
Sig. (2-tailed)		.389
N	38	38
pH cordón U.	.144	1
Sig. (2-tailed)	.389	
N	38	38

**Tabla 17. pH al nacimiento y Apgar al minuto**

**Correlations**

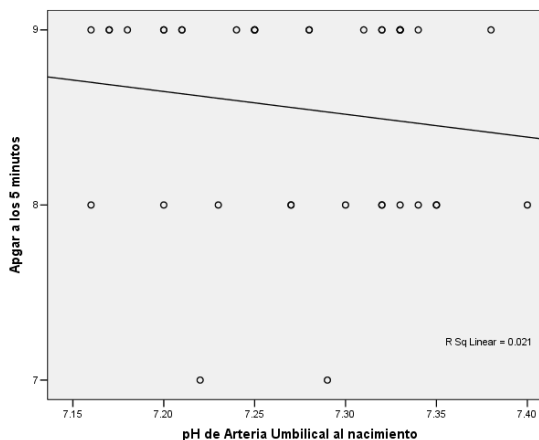
Correlations			
		pH de Arteria Umbilical al nacimiento	Apgar al minuto
pH de Arteria Umbilical al nacimiento	Pearson Correlation	1	.164
	Sig. (2-tailed)		.325
	N	38	38
Apgar al minuto	Pearson Correlation	.164	1
	Sig. (2-tailed)	.325	
	N	38	38



**Tabla 18. pH al nacimiento y Apgar a los 5 minutos**

**Correlations**

Correlations			
		pH de Arteria Umbilical al nacimiento	Apgar a los 5 minutos
pH de Arteria Umbilical al nacimiento	Pearson Correlation	1	-.144
	Sig. (2-tailed)		.390
	N	38	38
Apgar a los 5 minutos	Pearson Correlation	-.144	1
	Sig. (2-tailed)	.390	
	N	38	38



## ANEXO 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Actividad	1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	4to trimestre
Estandarización de métodos	XXXXX			
Recolección de datos		XXXXX	XXXXX	
Análisis de resultados.			XXXXX	
Redacción del estudio				XXXXX
Envío a publicación				XXXXX

## ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA RECABACION DE DATOS DE LA PACIENTE Y DEL PRODUCTO, PREPARTO Y POSTPARTO.

El presente documento escrito, pretende informar a la paciente del trabajo a realizar sobre la correlación entre el istmo aórtico con gasometría de la arteria umbilical en fetos con restricción en el crecimiento intrauterino.

Por medio de la presente autorizo en forma voluntaria y sin inconveniente proporcionar los datos necesarios para esta investigación, así como la recolección de información necesaria de mi expediente clínico y de mi hijo; siendo previamente informada del procedimiento y fin de esta investigación.

Siendo que he sido informada adecuadamente del proyecto a realizar, lo cual no pone en riesgo mi vida ni la de mi hijo, únicamente se me ha solicitado proporcionar información, autorizando mi seguimiento previo, durante y posterior al trabajo de parto. Estoy informada de que la conducta a seguir por parte del médico adscrito gineco-obstetra durante mi hospitalización es independiente de este trabajo de investigación, cuyo fin es observacional y descriptivo.

Comprendo que en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo solicitar la revocación de este consentimiento y eximir al doctor de dicho proyecto de mi autorización para la recolección de mis datos personales, así como los de mi hijo.

ACEPTO LO YA DESCRITO PREVIAMENTE EN ESTE DOCUMENTO PARA LA RECOLECCION DE DATOS:

Fecha: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de la paciente

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del médico involucrado en el protocolo

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

### ANEXO 3. HOJA DE CAPTACION DE DATOS

NOMBRE. \_\_\_\_\_  
 EDAD. \_\_\_\_\_ AFILIACION \_\_\_\_\_  
 EDO CIVIL : \_\_\_\_\_ ESCOLARIDAD: \_\_\_\_\_  
 OCUPACION: \_\_\_\_\_  
 ANTECEDENTE DE HIJO CON RESTRICCION SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 PATOLOGIAS MATERNAS ASOCIADAS SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 CUALES \_\_\_\_\_  
 G: \_\_\_\_\_ P: \_\_\_\_\_ A: \_\_\_\_\_ C: \_\_\_\_\_  
 CAUSAS DE CESAREAS : \_\_\_\_\_  
 FUM \_\_\_\_\_ FPP \_\_\_\_\_  
 AMENORREA CONFIABLE : SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 SEMANAS DE GESTACION AL MOMENTO DE DX \_\_\_\_\_  
 FETOMETRIA

DBP		
CC		
CA		
LF		
PFE		

#### DOPPLER

	IP	
ART UT DER		
ART UT IZQ		
ART CEREB MEDIA		
ART UMBILICAL		
DUCTUS VENOSO		
ISTMO AORTICO		

VIA DE INTERRUPCION \_\_\_\_\_  
 SEXO \_\_\_\_\_ PESO \_\_\_\_\_ TALLA \_\_\_\_\_  
 APGAR \_\_\_\_\_  
 PH ARTERIAL CU \_\_\_\_\_ PH VENOSO CU \_\_\_\_\_  
 CO2 ARTERIAL CU \_\_\_\_\_ O2 ARTERIAL CU \_\_\_\_\_  
 CO2 VENOSO CU \_\_\_\_\_ O2 VENOSO CU \_\_\_\_\_  
 COMPLICACIONES NEONATALES \_\_\_\_\_  
 DIAS ESTANCIA EN TERAPIA INTENSIVA NEONATAL \_\_\_\_\_  
 MUERTE NEONATAL : SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 CAUSAS \_\_\_\_\_

## BIBLIOGRAFIA

1. Wareing M, Myers J, O'Hara, Baker P. Sildenafil Citrate (Viagra) Enhances Vasodilatation in Fetal Growth Restriction. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90: 2550–2555.
2. Maulik D. Fetal growth compromise: definitions, standards and classification. *Clin Obstet Gynecol* 2006; 49 (2): 214-218.
3. Nien J, González R, Viviani P, Gómez R. Restricción del crecimiento intrauterino. *Boletín Perinatal* 2002; 2: 23-39.
4. Maulik D. Fetal growth restriction: the etiology. *Clin Obstet Gynecol* 2006; 49 (2) 228-235
5. Kinzler W, Vintzileos A. Fetal growth restriction: a modern approach. *Current Opinion Obstet Gynecol* 2008; 20: 125-131.
6. Divon M, Ferber A. Doppler evaluation of the fetus. *Clin Obstet Gynecol* 2002; 45 (4) 1015-1025.
7. Mari G, Hanif F, Kruger M, Cosmi E, Santolaya-Forgas J, et al. Middle cerebral artery peak systolic velocity: a new Doppler parameter in the assessment of growth-restricted fetuses. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 29: 310-316.
8. Teixeira L, Leite J, Castro Viegas M, Faria M, Pires M, et al. Non-influence of fetal gender on ductus venosus Doppler flow in the first trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 20: 42-46.
9. Del Rio M, Martínez J, Figueras F, Bennasar M, Palacio M, et al. Doppler assessment of fetal aortic isthmus blood flow in two different sonographic planes during the second half of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 170-174.
10. Mäkikallio K. Is it time to add aortic isthmus evaluation to the repertoire of Doppler investigations for placental insufficiency? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 31: 6-9.
11. Bonnin P, Fouron J, Teyssier G, Sonesson S, Skoll A. Quantitative assessment of circulatory changes in the fetal aortic isthmus during progressive increase of resistance to umbilical blood flow. *Circulation* 1993; 88: 216-222.
12. Del Rio M, Martínez J, Figueras F, Bennasar M, Olivella A. Doppler assessment of the aortic isthmus and perinatal outcome in preterm fetuses with severe intrauterine growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 31: 41-47.
13. Mäkikallio K, Jouppila P, Räsänen. Retrograde aortic isthmus net blood flow and human fetal cardiac function in placental insufficiency. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 351-357.