



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL GENERAL “DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ”**

**PARÁMETROS GASOMÉTRICOS EN EL  
TERCER TRIMESTRE DEL EMBARAZO  
EN PACIENTES SANAS Y CON  
PREECLAMPSIA SEVERA SIN TRABAJO  
DE PARTO EN EL HOSPITAL GENERAL  
“DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ”**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA  
EN:**

**GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA**

**PRESENTA:**

***DRA. ADRIANA CASTILLO VARELA***



**ASESOR DE TESIS:  
DR. JUAN PABLO ARAGON HERNANDEZ**

**MÉXICO D.F. 2007**



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.

## AGRADECIMIENTOS

A la mujer que me dio la vida: MI MADRE  
Porque donde quiera que este, se que me bendice siempre

A DIOS  
Por permitirme vivir y ser quien soy

A MI PADRE Y MIS HERMANOS  
Por su cariño, comprensión y apoyo

Y a todas aquellas MUJERES  
Que me brindaron su confianza,  
Y por quienes tiene razón de ser, nuestra especialidad.

## INDICE

ANTECEDENTES	1
MARCO DE REFERENCIA	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
JUSTIFICACIÓN	10
OBJETIVOS	10
HIPÓTESIS	11
DISEÑO	11
MATERIALES Y MÉTODOS	11
VALIDACIÓN DE DATOS	14
RESULTADOS	15
DISCUSIÓN	19
CONCLUSIONES	22
TABLAS Y ANEXOS	23
BIBLIOGRAFÍA	28

## **ANTECEDENTES**

### **Introducción**

El embarazo induce cambios en todos los sistemas orgánicos de la mujer. De manera global es importante considerar, que estos cambios son parte de un proceso, cuyo objetivo es proveer el máximo soporte al feto y minimizar el estrés en la madre.

Muchos de nuestros conocimientos de los cambios ácido-base y respiratorios en el embarazo se han hecho muchos años atrás y el material es limitado e incompleto. Esta es una sorpresa si consideramos que el embarazo constituye uno de los más severos estados de adaptación fisiológica. Incongruentemente los efectos sobre la función pulmonar de un número excesivamente raro de enfermedades ha sido estudiado exhaustivamente desde varios aspectos sin embargo los efectos del embarazo aun son incompletos en la actualidad. (1).

### ***Cambios pulmonares fisiológicos durante el embarazo.***

*Alteraciones estructurales.* Aumenta el ángulo subcostal antes de que el útero aumente significativamente su tamaño. El diámetro transversal y la circunferencia torácica también aumentan de forma precoz. Al final del embarazo se eleva el diafragma, pero la amplitud del movimiento diafragmático con cada respiración se incrementa. El diafragma se eleva 4 cm. por arriba de su posición en estado no grávido.

### **Consumo de oxígeno.**

*Presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>).* Aunque la ventilación-minuto aumenta en un 30 a 40% durante el embarazo, el consumo de oxígeno se incrementa en solo 15 al 20%. Debido principalmente a la estimulación del centro respiratorio por los altos niveles de progesterona circulante. Consecuentemente, los niveles de PO<sub>2</sub> se incrementan hasta un promedio de 104 a 108mmHg. El incremento en el consumo de oxígeno es atribuible al

consumo fetal y placentario de oxígeno, al aumento del gasto cardiaco, al aumento de la tasa de filtración glomerular y al aumento del tejido en el útero y las mamas.

*Presión parcial de dióxido de carbono (PCO<sub>2</sub>)* aunque la producción de dióxido de carbono aumenta durante el embarazo, los niveles de PCO<sub>2</sub> disminuyen a un promedio de 27 a 32mmHg debido al incremento de la ventilación-minuto. Esta disminución facilita el intercambio de dióxido de carbono entre la madre y el feto. El pH arterial aumenta solo ligeramente debido a que el descenso de la PCO<sub>2</sub> se ve compensado por una disminución en los niveles de bicarbonato sérico (HCO<sub>3</sub>) hasta un nivel de 18 a 21 mEq/l por el aumento en la tasa de excreción renal.

*El volumen corriente* se incrementa en un 30% a un 40% en el embarazo. La progesterona disminuye el umbral de dióxido de carbono en el centro respiratorio. El volumen de reserva espiratorio y la capacidad residual funcional disminuyen en el embarazo, pero la frecuencia respiratoria y la capacidad vital permanecen igual.

*Resistencia.* El volumen espiratorio forzado y la velocidad de flujo espiratorio máxima no cambian durante el embarazo. (2)

Se considera que la hiperventilación materna es una medida de protección que impide al feto quedar expuesto a concentraciones excesivas de CO<sub>2</sub>. Estos cambios respiratorios tienen implicaciones en patologías obstétricas que cursan con alteraciones en los gases arteriales como asma, edema pulmonar, neumonía, embolia pulmonar y preeclampsia.

Durante el embarazo se han reportado cambios en los gases arteriales debido a los cambios fisiológicos propios, principalmente a nivel cardiorrespiratorio. (3). La entrega, extracción y consumo del oxígeno de los tejidos, parte central del proceso de la respiración y producto del intercambio gaseoso en la membrana alveolo-capilar puede ser calculado de forma exacta.

El organismo humano puede ser visto como un sistema que obtiene oxígeno de la atmósfera para llevar a cabo sus funciones metabólicas, cuyo producto en forma de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), regresa a la misma. Conocer los procedimientos por medio del cual el oxígeno es llevado de la membrana alveolo-capilar a la célula, y como es utilizado, representan aspectos de evaluación especialmente importantes en el enfermo crítico. El oxígeno atraviesa la membrana alveolo-capilar, siguiendo un gradiente de presión y la sangre lo transporta a los tejidos en 2 formas: unido a la hemoglobina y disuelto en sangre.

El valor normal de concentración arterial de oxígeno ( $\text{CaO}_2$ ) supera en mucho a las necesidades metabólicas de las células que extraen de la sangre arterial la cantidad requerida de oxígeno, y el resto regresa a la sangre venosa, pudiéndose calcular el contenido venoso de oxígeno ( $\text{CvO}_2$ ) a partir de una gasometría de sangre venosa. Se prefiere que la muestra de sangre venosa se obtenga de la arteria pulmonar ya que representaría la mezcla de la sangre venosa proveniente de todos los territorios del organismo. La diferencia normal entre el  $\text{CaO}_2$  y el  $\text{CvO}_2$  representa la cantidad de oxígeno que consumen los tejidos ( $\text{VO}_2$ ) en un momento dado, y que puede utilizarse para inferir el comportamiento de la función ventricular, o bien, lo adecuado de la extracción de oxígeno ( $\text{TEO}_2$ ) por los tejidos. (6).

Los valores normales de la presión arterial de oxígeno ( $\text{PaO}_2$ ) varían con la edad. La presión arterial de dióxido de carbono ( $\text{PaCO}_2$ ) es un índice muy sensible y específico de la ventilación, un aumento de la  $\text{PaCO}_2$  siempre indica hipoventilación alveolar y un descenso de la  $\text{PaCO}_2$  siempre indica hiperventilación alveolar, que puede ser voluntaria (síndrome de hiperventilación) o involuntaria (compensación de acidosis metabólica, ciertos tipos de hipoxia etc). La  $\text{PaCO}_2$  no se correlaciona con la edad. El rango de normalidad es de 36-44 mmHg. (7)

Los gases sanguíneos arteriales (GSA) se usan de forma universal para explorar la función respiratoria. El valor de pH equivale a la concentración de hidrogeniones ( $\text{H}^+$ ) existente en sangre. Expresa numéricamente su mayor o menor grado de acidez.

Los valores normales establecidos durante el estado no grávido se han determinado de la manera siguiente: (8)

Concentración de hidrogeniones	pH 7.36-7.44
Presión Arterial de Oxígeno	PaO <sub>2</sub> 55-80mmHg
Presión Arterial de Dióxido de carbono	PaCO <sub>2</sub> 36-44mmHg
Bicarbonato	HCO <sub>3</sub> 18-24meq/L
Diferencia arterial de la presión de oxígeno	AaPO <sub>2</sub> menor de 10mmHg
Saturación arterial de Oxígeno	SvO <sub>2</sub> 78% (73-85%)
Concentración Arterial de Oxígeno	CaO <sub>2</sub> 18-20ml/dl
Concentración venosa de Oxígeno	CvO <sub>2</sub> 13-16ml/dl
Diferencia arteriovenosa de oxígeno	a-vO <sub>2</sub> 3-5ml/dl
Presión venosa de Oxígeno	PvO <sub>3</sub> 3-53mmHg
Saturación venosa de oxígeno	SvO <sub>2</sub> 65-70%
Extracción de Oxígeno	DO <sub>2</sub> 520-720ml/min. Por metro cuadrado

Estos valores hasta el momento se han determinado de manera estándar tanto para hombres como para mujeres, sin embargo debido a los cambios adaptativos que se producen en el embarazo no podemos ignorar que deben también producirse en los gases arteriales, además hay entidades patológicas propias del embarazo que alteran sustancialmente los sistemas cardiorrespiratorio como lo es la Preeclampsia Severa, la cual forma parte de los trastornos hipertensivos del Embarazo siendo esta en la cual se presentan un vasoespasmo generalizado alterando de forma importante el transporte de oxígeno a nivel celular. Siendo la entidad más frecuente la acidosis metabólica.

### ***Preeclampsia Severa***

La preeclampsia severa forma parte de los trastornos hipertensivos del embarazo, es un síndrome específico del embarazo en el que hay menor perfusión de los órganos, secundaria a vasoespasmo y activación endotelial (9), esta entidad ocurre después de las 20 semanas de gestación, la causa de esta condición es desconocida hasta el momento pero puede ser iniciada por una placentación anormal que produce un efecto endotelial difuso materno. Esto lleva al vasoespasmo reduciendo la perfusión a los órganos, (5). Según los criterios del Working Group (2000) para hacer el diagnóstico de preeclampsia severa deben existir: (4)



1. Tensión Arterial (TA) durante el reposo en cama de 160mmHg de sistólica o 110 mmHg de diastólica, medida en 2 ocasiones separadas al menos 6 horas.
2. Proteinuria mayor a 5g en una muestra recogida de 24hrs o un índice +3 a +4 en una tira de orina aleatoria.
3. Oliguria definida como un volumen de orina en 24hrs menor a 400ml o un nivel de creatinina serica superior a 1.2mg/dl (a menos que se sepa que era superior previamente).
4. Alteraciones visuales o cerebrales, incluyendo: alteración de la conciencia, cefalea, escotomas y visión borrosa, o combinaciones de varios síntomas.
5. Edema pulmonar o cianosis.
6. Dolor epigástrico o en el cuadrante superior derecho.
7. Función hepática alterada sin una causa conocida, con elevación de la amino transferasa aspartato (AST) por encima de 70U/l
8. Trombocitopenia, indicada como un recuento de plaquetas inferior a 100, 000 mm<sup>3</sup> o evidencia de anemia hemolítica microangiopática como hallazgos anómalos en el frotis periférico, bilirrubina aumentada (1.2mg/dl o mayor) o lactato deshidrogenada elevada (LDH) 600U/l o mayor. (2)

## MARCO DE REFERENCIA

Actualmente los conocimientos que se tienen acerca de los cambios gasométricos derivados de la adaptación de los sistemas cardiovascular y respiratorio son muy escasos en nuestro país, el ejemplo de un estudio realizado en nuestro hospital es el de la *Dra. Amira García Juárez (10) en 1998* que como tema de tesis estudió a 100 pacientes en los meses de agosto y octubre de 1998 que acudieron tanto a la consulta externa de obstetricia, como a urgencias y unidad tocoquirúrgica del Hospital General “Dr. Manuel Gea González” para determinar los gases arteriales en pacientes sanas con embarazo a término con y sin trabajo de parto, las cuales se dividieron en 2 grupos de 50 cada uno con y sin trabajo de parto. La edad promedio para las pacientes sin trabajo de parto fue de 22 años y con trabajo de parto fue de 22 años con un rango menor de 15 años y mayor de 42 años. De las 100 pacientes, 46 fueron primigestas (46%) de estas 24 estuvieron en el grupo A (48%) y 22 en el grupo B (44%); las otras 54 tuvieron 2 o más gestaciones, de estas 26 (52%), pertenecieron al grupo A y 28 (56%) al grupo B.

- Valorándose los parámetros gasométricos arteriales en primer lugar está el pH, que para el grupo A, el promedio fue de 7.46, con rangos de 7.42 a 7.6 y para el grupo B fue de 7.46 con rangos de 7.36 a 7.59
- Los valores promedio para la PCO<sub>2</sub>, fueron en el grupo A de 22.17mmHg, con rangos de 8.6 a 29.1 y para el grupo B de 20.85mmHg, con rangos de 9.7 a 31.5.
- Los propuestos para el HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> en el grupo A fueron de 15.49mEq/l, con rangos de 7 a 19.6 y para el grupo B de 14.76 mEq/l, con rangos de 8.9 a 21
- Con respecto a EB, los promedios en el grupo A fueron de -6.74mmol/l, con rangos de 33.3 a 12.8: para el grupo B fueron de 7.41mmol/l, con rangos de -1.1 a -12.9
- Los valores promedio para la PO<sub>2</sub> fueron en el grupo A de 75.29mmHg, con rangos de 42.2 a 110.2 para el grupo B de 78.75mmHg, con rangos de 40.9 a 112.6
- Para la SO<sub>2</sub>% los promedios en el grupo A fueron de 95.28%, con rangos de 82.1 a 99. Para el grupo B fue de 95.49, con rangos de 77.9 a 99.7.

Grupo	pH	PCO <sub>2</sub> mmHg	HCO <sub>3</sub> mEq/l	EBmmol	PO <sub>2</sub> mmHg	SO <sub>2</sub> %
A	7.46	22.17	15.49	-6.74	75.29	95.28
B	7.46	20.85	20.85	7.41	78.75	95.49

Tabla 1. Valores promedio de los parámetros gasométricos. (8)

Otro estudio realizado para determinar los cambios que sufren los valores gasométricos pero a diferentes alturas es el de *Fionnuala Mc Auliffe, y colaboradores (11)*, quienes efectuaron un estudio de cohorte, en un clínica de control prenatal en Lima Perú a nivel del mar y altas altitudes (4 300m) en Cerro de Pasco, Perú para comparar las mediciones de gases sanguíneos y la ventilación minuto en 304 mujeres con embarazos normales entre las semanas 7 y las 41 calculadas por fecha de última menstruación y ultrasonografía, incluyendo a 112 quienes vivían a nivel del mar y 192 quienes vivían en altas altitudes y 38 mujeres no embarazadas a nivel del mar y a altas altitudes.

En la siguiente tabla se observan los resultados de este estudio.

1. *Media (SD) de gases sanguíneos y ventilación en mujeres no embarazadas y embarazadas a nivel del mar y a altas altitudes.*

Variables	No embarazadas		Embarazadas	
	Nivel del mar	Altas altitudes	Nivel del mar	Altas altitudes
PO <sub>2</sub> (mmHg)	93(9)	48 (4) <sup>a</sup>	98.5 (10)	53 (3) <sup>a</sup>
PCO <sub>2</sub> (mmHg)	40 (2.5)	27 (2.0) <sup>a</sup>	32 (3.0)	23 (1.6) <sup>a</sup>
pH	7.43 (0.02)	7.48 (0.03) <sup>a</sup>	7.45 (0.02)	7.495 (0.03) <sup>a</sup>
Saturación %	98 (0.8)	88 (3.0) <sup>a</sup>	98.5 (0.7)	89.9 (2.4) <sup>a</sup>
Hemoglobina (gr/dl)	14 (1.6)	16 (1.7) <sup>a</sup>	11.8 (1.4)	14.3 (1.5) <sup>a</sup>
HCO <sub>3</sub> (mMol/l)	25.3 (1.2)	19.9 (1.3) <sup>a</sup>	21.7 (1.6)	17.5 (1.2) <sup>a</sup>
BE	1.37 (0.9)	-0.7 (1.4) <sup>a</sup>	-0.69 (1.3)	-2.06 (1.3) <sup>a</sup>
Contenido de O <sub>2</sub> (ml/100ml)	1.82 (0.2)	1.89 (0.2)	1.58 (0.2)	1.75 (0.2) <sup>a</sup>
Ventilación por minuto (L/min)	10.5 (4)	12.4 (4)	13.3 (3.8)	16.7 (7) <sup>a</sup>
Frecuencia respiratoria (min)	15.7 (4.8)	18.9 (5.3)	18.6 (5.9)	20.9 (6.6) <sup>o</sup>
Volumen total (L)	0.7 (0.3)	0.7 (0.2)	0.8 (0.3)	0.8 (0.4)

<sup>a</sup> P <0.01

<sup>o</sup> P <0.05

Se encontró que la presión de oxígeno (PO<sub>2</sub>), la presión de dióxido de carbono (PCO<sub>2</sub>), bicarbonato, (HCO<sub>3</sub>), el exceso de base (EB) y la saturación de oxígeno (SaO<sub>2</sub>), fueron mas bajos en embarazos a altas altitudes, comparados con los embarazos a nivel del mar. El pH, la hemoglobina, el contenido de oxígeno arterial y la ventilación minuto fueron mas altos. En altas altitudes la saturación de oxígeno y la hemoglobina disminuyeron hacia el término resultando en una caída del contenido de oxígeno arterial al final del embarazo. En mujeres cuyas familias han vivido a altas altitudes durante más de 3 generaciones, mantuvieron su oxigenación a lo largo del embarazo, mejor que las mujeres cuyas familias habían vivido menos de 3 generaciones antes. Se concluyo que en embarazos a altas altitudes, la adaptación materna parece adecuarse durante el primer trimestre del embarazo pero declina al término de este. Sin embargo la oxigenación se mantiene en aquellas cuyas familias han vivido por mas tiempo en altas altitudes que sugieren una benéfica adaptación para un ambiente hipóxico, que ocurre a través de las generaciones. (9)

En tanto que para determinar los parámetros predominantes en la paciente con preeclampsia severa, el Dr. *Raymundo F. Rodríguez Badillo*, y colaboradores (12). Efectuaron un estudio retrospectivo con el propósito de conocer el patrón gasométrico más frecuente en pacientes con toxemia del embarazo en pacientes del Hospital General “Dr. Manuel Gea González” y determinar si tiene implicaciones diagnosticas y pronosticas. Se incluyeron 127 pacientes con toxemia (preeclampsia-eclampsia) que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos entre enero de 1994 y junio de 1995, con un promedio de edad de 26 años y 36 semanas de edad gestacional. Se excluyo del estudio a quienes tenían una enfermedad agregada, se realizo determinación de gases arteriovenosos. Se analizó cada gasometría y se determino el patrón dominante, el cual fue de acidosis metabólica, con hiperventilación alveolar; se tomaron cuatro grupos según el grado de acidosis metabólica.

Grupo	EG	TAM	pH	PaO <sub>2</sub>	PaCO <sub>2</sub>	PvO <sub>2</sub>	P(v.a.)CO <sub>2</sub>	SaO <sub>2</sub>	SvO <sub>2</sub>
I	34.4±4	122±7	7.44±04	82±25	26.2±3	35.7±5	4.5±2	95±.03	70±.09
II	35.3±4	126±10	7.38±.08	85.7±31	24.5±3	40.6±9	4.77±3	95±.04	73±.08
III	35.5±3	132±15	7.3±.09	85.1±19	23.8±6	48.1±11	6.7±4	95±.02	75±.09
IV	33.5±6	133±15	7.13±.15	73.1±18	26.8±7	34.5±11	7.9±6	87±.08	69±.16

Tabla 1. Valores obtenidos del análisis de gases (AV). Se informo el valor promedio y desviación estándar de acuerdo al grupo de asignación por el grado de acidosis metabólica.

<b>Grupo</b>	<b>Ph</b>	<b>EB</b>	<b>C(v-a)O<sub>2</sub></b>
I	7.44	-3.58	4.59
II	7.38	-7.16	4.77
III	7.3	-12.73	6.78
IV	7.13	-17.81	7.97

Tabla 2. De acuerdo al grupo y grado de acidosis metabólica se correlaciona el pH, exceso-déficit (EB) y gradiente arteriovenoso de CO<sub>2</sub> (C(v-a)O<sub>2</sub>). De estos parámetros el más relevante es el C (v-a)O<sub>2</sub>, el cual se encontró incrementado en los grupos III y IV (denotando mayor grado de hipovolemia y/o hipoperfusión tisular).

Los valores gasométricos analizados muestran que la paciente con toxemia del embarazo tiende a establecer mecanismos de regulación cardiorrespiratoria que le confieren cierto grado de adaptación ante el estado de choque presente. (10)

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

¿Cuáles son los valores gasométricos promedio en pacientes sanas con embarazo del tercer trimestre sin trabajo de parto y como se modifican en la preeclampsia severa?

## **JUSTIFICACIÓN**

El embarazo normal implica una serie de modificaciones en el sistema cardiorrespiratorio que permiten mantener una homeostasis; durante el tercer trimestre se presenta la mayor parte de las modificaciones, algunas de las complicaciones más frecuentes en el embarazo implican alteraciones cardiorrespiratorias y por ende, de los patrones gasométricos arteriales, la importancia de este estudio radica en conocer los parámetros gasométricos normales en el embarazo normal del tercer trimestre para poder comprender las modificaciones patológicas que se presentan en enfermedades como la preeclampsia severa la cual se presenta con mayor frecuencia durante este periodo, y con ello mejorar el abordaje terapéutico de esta, ya que hasta el momento son escasos los estudios con los que contamos en la actualidad, en población mexicana.

## **OBJETIVOS**

### *General*

Determinar los valores gasométricos arteriales en pacientes con embarazo normal y con Preeclampsia Severa sin trabajo de parto en el tercer trimestre.

### *Específicos*

1. Determinar los valores gasométricos en la paciente sana con embarazo del tercer trimestre sin trabajo de parto
2. Determinar los valores gasométricos en la paciente con preeclampsia severa con embarazo del tercer trimestre sin trabajo de parto.
3. Comparar los valores gasométricos entre uno y otro grupo.

## **HIPÓTESIS**

Si en la mujer durante el embarazo los cambios cardiorrespiratorios tienen como objetivo la adaptación multiorgánica y los valores de la gasometría arterial reflejan estos cambios, entonces en patologías como la preeclampsia severa, es de esperarse que esta modifique estos valores.



## DISEÑO

1. Número de muestras a estudiar. Comparativo
2. Conocimiento que tienen los investigadores de los factores a estudiar. Abierto
3. Participación del investigador. Observacional
4. Tiempo en que suceden los eventos. Prospectivo
5. Relación que guardan entre sí los datos. Transversal

## MATERIALES Y METODOS

1. Universo de estudio: mujeres embarazadas que acuden al Hospital General “Dr. Manuel Gea González”, que cursen con embarazo del tercer trimestre.

2. Tamaño de la muestra.

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó para comparación de medias. Los parámetros utilizados fueron los niveles de presión arterial de oxígeno ( $\text{PaO}_2$ ) con base a los resultados de tabla 1 del estudio realizado por el Dr. Rodríguez Badillo R. (10) con una desviación estándar de  $\text{PaO}_2$  de 25 para pacientes con preeclampsia severa del grupo I y una desviación estándar para las pacientes con preeclampsia severa del grupo IV de 18 esperando un diferencia de medias de 9, una confiabilidad del 95% y una potencia de la prueba de 80%, por lo que el tamaño calculado de la muestra fue de 73 pacientes para cada grupo.

3. Criterios de selección

3.1 Criterios de inclusión

a) Pacientes *sanas* con embarazo del tercer trimestre

1. Embarazo corroborado por fecha de última menstruación o por ultrasonografía, sin trabajo de parto.

b) Pacientes *con preeclampsia severa* con embarazo del tercer trimestre

1. Embarazo corroborado por fecha de última menstruación o por ultrasonografía y sin trabajo de parto.

2. Diagnostico clínico y apoyado por laboratorio de preeclampsia severa
  - 2.1. TA mayor o igual a 160/110 mmHg
  - 2.2. Presencia de proteinuria igual o mayor a 5gr/l en orina de 24hrs
  - 2.3. Oliguria
  - 2.4. Elevación de Aspartato Aminotransferasa y Alanin Aminotransferasa
  - 2.5. Alteraciones visuales o cerebrales.
  - 2.6. Edema pulmonar o cianosis
  - 2.7. Dolor epigástrico o en el cuadrante superior derecho
  - 2.8. Trombocitopenia (<100 000 plaquetas)
3. Sin trabajo de parto

### 3.2. Criterios de exclusión

- a) Pacientes con antecedente de hipertensión crónica previa
- b) Antecedente de tabaquismo
- c) Antecedente de etilismo
- e) Pacientes con anemia Hb menor a 12grs

### 3.3. Criterios de eliminación

- a) Pacientes cuyos resultados no se hayan reportado o con valores que no correspondan a los solicitados.

### 3.4. Definición de variables

<b>Independientes</b>		
	Categoría	Escala
Del grupo de estudio	-Sanas	
	-Con preeclampsia severa	
	• TA alta	Intervalo
	• Proteinuria	Intervalo
	• Cefalea	Nominal
	• Visión borrosa	Nominal
• Oliguria	Intervalo	

<b>Dependientes</b>		
Variable	Categoría	Escala
Gasometría arterial	Ph	Intervalo
	HCO <sub>3</sub>	Intervalo
	PaCO <sub>2</sub>	Intervalo
	PaO <sub>2</sub>	Intervalo
	HCO <sub>3</sub>	Intervalo
	BE	Intervalo
	SaO <sub>2</sub>	Intervalo

### 3.5.Descripción de los procedimientos.

1. Se tomaran muestras de gasometrías arteriales a las pacientes, que acudan a los servicios de consulta externa y Urgencias de Ginecología, que cumplan con los criterios de inclusión previa realización de una historia clínica completa, y consentimiento informado.
2. La muestra de gasometría arterial se tomara de la arteria radial, previa antisepsia de la zona a puncionar de la mano derecha o izquierda, mediante la maniobra de Allen (consiste en mantener el antebrazo elevado para drenar la sangre de la mano. Posteriormente se indica al enfermo que cierre el puño al tiempo que se comprimen las arterias cubital y radial, indicándole posteriormente que extienda los dedos, se notara la palidez por la reducción del flujo sanguíneo, la liberación de la compresión de la arteria cubital recuperara la coloración normal de la palma de la mano en un lapso no mayor a 5 segundos. Una vez tomada la muestra, con jeringa de 1ml (insulina) previamente heparinizada, será trasladada en recipiente con hielo a la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del hospital “Dr. Manuel Gea González”.
3. Los valores reportados se vaciaran a la hoja de captura.

### **VALIDACIÓN DE DATOS.**

- I. Estadística descriptiva: medidas de tendencia central y dispersión: rango, media, mediana, moda, desviación estándar, proporciones o porcentajes.
- II. Por tener dos muestras, se utilizara estadística inferencial. Para los parámetros principales.
  - a) Si no hay homogeneidad de varianza se usara estadística no paramétrica. El nivel de significancia para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) será de  $p < 0.05$ .

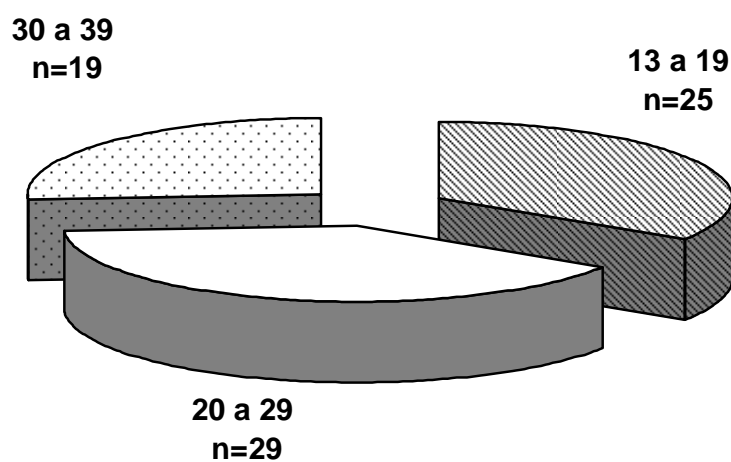
## **RESULTADOS**

Se incluyeron 146 pacientes, que acudieron a la Consulta Externa de Obstetricia y al servicio de Urgencias del Hospital “Dr. Manuel Gea González”, durante los meses de mayo, junio, julio del 2007, que cumplieron con los criterios de inclusión las cuales se dividieron en 2 grupos (con 73 pacientes cada uno). El grupo 1 se integro por pacientes embarazadas sanas sin trabajo de parto, y el grupo 2 integrado por pacientes con embarazo complicado por preeclampsia severa sin trabajo de parto, de este último grupo se elimino a una paciente porque la toma de gasometría arterial se había realizado una vez iniciado la administración de oxígeno al 100%.

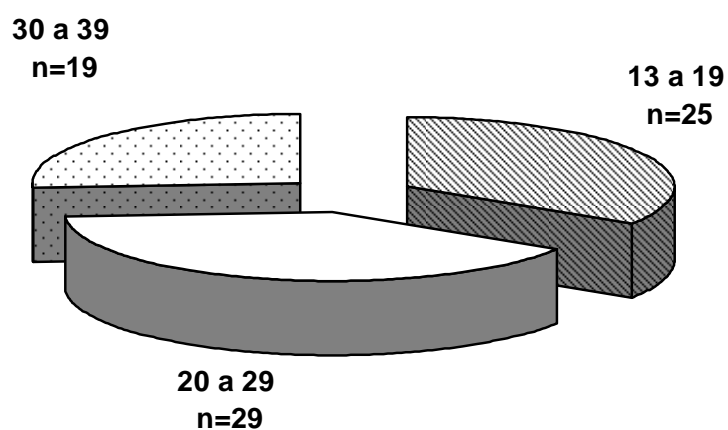
Se excluyeron pacientes que tuvieran patologías previas, con antecedente de tabaquismo y etilismo, se corrobora que la Hb fuera mayor a 12g/dl. En el caso de pacientes que tuvieran duda o hubieran olvidado la Fecha de ultima Menstruación la edad gestacional se corrobora con Ultrasonido obstétrico. No en todas se pudo realizar toma de talla y peso, que fue el caso de las pacientes con Preeclampsia Severa.

En este estudio el rango de edad de todas las pacientes estudiadas oscilo entre los 13 y los 39 años.

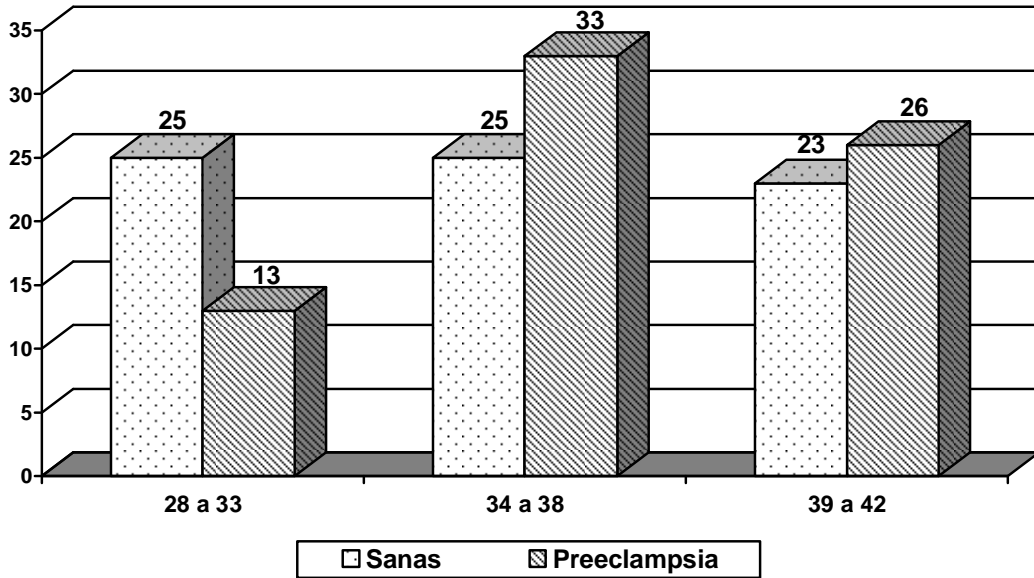
### Pacientes Sanas



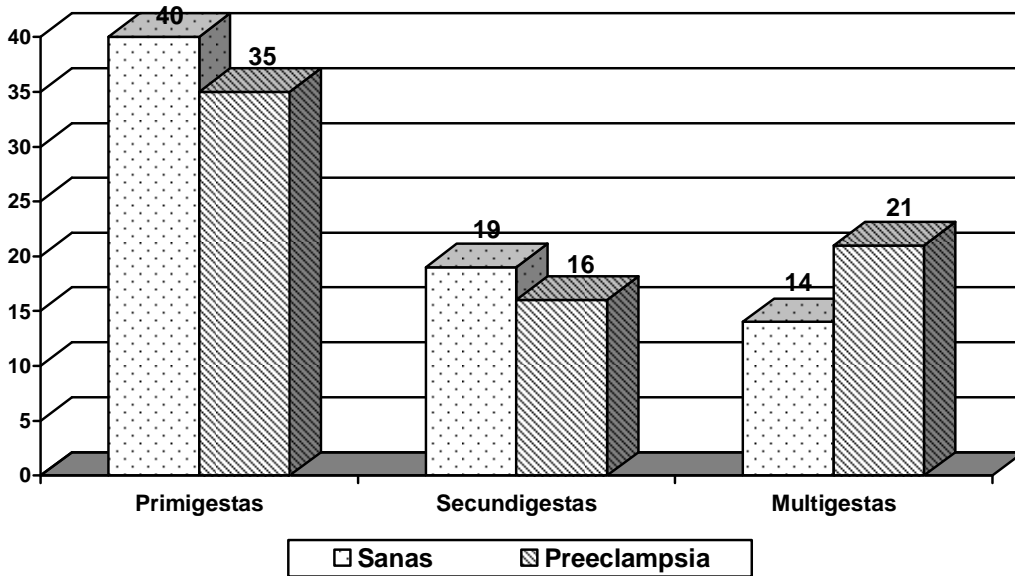
### Pacientes con Preeclampsia Severa



**Semanas de gestación por grupos de edad**



**Semanas de gestación por número de embarazo**



De manera global los parámetros gasométricos obtenidos durante este estudio fueron los siguientes:

		N	Media	Desv. Est.	Interv. Confianza (95%)		U de Man Whitney	Mín	Máx
					Min	Máx			
PH	Sanas	73	7,44	0,03	7,43	7,45		7,34	7,52
	Preeclampsia severa	72	7,43	0,06	7,41	7,44	0,154	7,16	7,55
PO2	Sanas	73	86,41	10,80	83,89	88,93		60,3	127
	Preeclampsia severa	72	90,85	34,04	82,85	98,85	0,126	50,6	215
PCO2	Sanas	73	24,17	2,50	23,59	24,76		17	28,8
	Preeclampsia severa	72	24,77	3,86	23,86	25,68	0,328	16,1	38,2
HCO3	Sanas	73	16,53	1,75	16,12	16,94		11,3	21,8
	Preeclampsia severa	72	16,12	2,19	15,61	16,64	0,345	9,5	20,5
EB	Sanas	73	-5,74	1,98	-6,20	-5,27		-13	-1
	Preeclampsia severa	72	-6,26	2,87	-6,94	-5,59	0,485	-17	-2
SAO2	Sanas	73	95,00	4,32	93,99	96,01		70,8	99
	Preeclampsia severa	72	94,12	7,73	92,31	95,94	0,473	41,1	99,3
HB	Sanas	73	13,35	3,00	12,65	14,05		7,8	24
	Preeclampsia severa	72	12,94	4,69	11,84	14,04	0,408	8,1	25,7
Temperatura	Sanas	73	36,74	0,38	36,65	36,83		36	37
	Preeclampsia severa	72	36,68	0,43	36,58	36,78	0,499	36	38
FIO2	Preeclampsia severa	72	22,36	5,36	21,12	23,63	0,022	21	45

#### Medias de edad para ambos grupos

GRUPO	N	Media	Desv. Est	Mín	Máx
Sanas	73	24,01	6,48	13	39
Preeclampsia	72	25,86	6,49	14	39
Total	145	24,93	6,53	13	39

#### Media y desviación estándar entre los grupos

	GRUPO	N	Media	Desviación estándar (95%)	Prueba de Levene's
Edad	Sanas	73	24,01	6,48	
	Preeclampsia severa	72	25,86	6,49	0,993
Semanas de gestación	Sanas	73	35,12	3,78	
	Preeclampsia severa	72	36,20	3,57	0,172
Número de embarazos	Sanas	73	1,81	1,17	
	Preeclampsia severa	72	1,97	1,16	0,618



## DISCUSIÓN

En el pH, observamos que los resultados son muy similares, lo cual coincide con los parámetros descritos como normales para la ciudad de México (7.36-7.44) a una altura de 2000m sobre el nivel del mar. (6). y por otros autores, que mencionan incluso una leve alcalosis compensatoria. Hasselbalch y Gammelmtoft en 1915 habían encontrado una disminución del pH en mujeres embarazadas que en aquellas que no lo estaban.

El valor promedio de la presión Arterial de Oxígeno ( $\text{PaO}_2$ ) en los dos grupos fue similar entre ellos pero se hallaron valores más bajos que los reportados por Bankowski, aunque en un estudio realizado por Templeton en 1976 había descrito una reducción de este parámetro a lo largo del embarazo. En la ciudad de México se mencionan rangos de 55 a 80mmHg (6). McAuliffe y Sobrevilla apoyan con sus estudios han apoyado el hecho que la  $\text{PaO}_2$  se modifica de acuerdo a la altura en la que viva la mujer embarazada.

Se observa que en el grupo de pacientes con preeclampsia severa el valor es ligeramente mayor al de las sanas pero sin significancia estadística, esto es debido a que algunas pacientes con esta patología necesitaron Tratamiento inmediato incluso de intubación oro traqueal por lo que al realizar la toma de gasometría arterial, el reporte final fue influido por esta aportación externa de oxígeno.

Al parecer la hiperventilación que tiene lugar durante el embarazo según algunos autores parece mejorar la  $\text{PaO}_2$  manteniéndola por arriba de 100mmHg durante toda la gestación, la cual recupera su valor basal 5 semanas después del parto. Sin embargo Shapiro ha comunicado una disminución de los niveles de  $\text{PaO}_2$  durante el tercer trimestre del embarazo que se postula que obedece a cambios en el consumo de oxígeno, en la relación ventilación/perfusión o a cambios del volumen minuto cardíaco debido a compresión aorto-cava.

El valor de  $\text{PaCO}_2$  se encontró valores similares entre los dos grupos, sin diferencias estadísticas significativas. Pero en valores menores en relación a otros autores que mencionan valores mínimos los cercanos a los 30mmHg en los 2 primeros trimestres siendo regular en el último trimestre. Lo que explica esta hiperventilación alveolar son los

cambios en la mecánica pulmonar, que determinan menores volúmenes pulmonares al final de la espiración, así como los aumentos del impulso respiratorio, inducidos por vía hormonal, (progesterona) aunque los riñones normales compensan la alcalosis respiratoria (Shapiro)-

Respecto a los valores obtenidos para el  $\text{HCO}_3$  también se observaron valores, incluso menores a los reportados por Bankowski, observamos que incluso en los 2 grupos hay una similitud importante y sin significancia estadística y sin manifestación clínica. Normalmente la sangre contiene una gran capacidad buffer (amortiguadora) que permite cambios significativos del contenido ácido con escasa modificación de la concentración de hidrogeniones (pH). Además de que por la disminución de  $\text{PaCO}_2$  la tasa de excreción renal de  $\text{HCO}_3$  se incrementa.

En cuanto a los valores de Exceso de base (EB) el promedio fue de un déficit de 5mmol/l para ambos grupos. Diversos autores mencionan como límite aceptable  $\pm 3\text{mmol/l}$ . Pero en este estudio algunas pacientes sanas presentaron incluso un déficit mayor a los 5mmol/l, sin ninguna manifestación clínica.

La Dra. García en un estudio previo de parámetros gasométricos había advertido que los valores obtenidos se encontraban muy por debajo de las pacientes no embarazadas, hecho que refleja un grado importante de acidosis aun cuando esta es compensada durante el embarazo. Ante estos hallazgos podríamos tomar este estudio como referencia para futuras determinaciones de exceso-déficit de base en el tratamiento de pacientes con Preeclampsia Severa ya que observamos que, cifras que de acuerdo a otros autores se considerarían como anormales en la preeclampsia severa (12). Y que requieren de manejo inmediato sin embargo no se contaba con estudios en mujeres embarazadas sanas, y este estudio podría servirnos en el futuro como referencia durante el tratamiento en la corrección del estado ácido-base, tomando en cuenta que no siempre estas cifras son indicadoras de severidad y por lo tanto ser cautelosos en el tratamiento de las pacientes, considerando que en el embarazo incluso estas cifras tan altas son normales. Ya que esta capacidad amortiguadora (buffer) no depende solo de la concentración de bicarbonato sino también de la masa eritrocitaria y otros factores (fosfatos, Amonio).

Los valores de Saturación Arterial de Oxígeno ( $SaO_2$ ) se observan similares a los mencionados por la literatura en general. Esto puede explicarse porque los valores promedio de temperatura, así como la  $PaCO_2$  y el pH son factores que se mantuvieron en valores dentro del rango de la normalidad y pueden modificar la afinidad del oxígeno por la hemoglobina. Además este estudio la  $PaO_2$  fue superior Los 60mmHg, presión a la cual ocurre a una saturación de oxígeno del 95%.

La Fracción inspirada de oxígeno ( $FiO_2$ ) es un parámetro que en el grupo de sanas este siempre fue constante ya que la fracción inspirada de Oxígeno fue de 21% el presente en el medio ambiente. En el grupo de Preeclampsia Severa se modifico Por la aportación de oxígeno requerida según la urgencia (puntas nasales, mascarilla), en este grupo de pacientes.

. Se realizaron comparaciones de los parámetros entre los dos grupos de acuerdo a edad, número de embarazos y semanas de gestación mediante las pruebas de U Man Whitney, Kruskal-Wallis y de Levene`s sin encontrar diferencia estadística significativa entre ambos grupos.

Comparándose según el número de embarazos se observo que el número de gestaciones no influye sobre los parámetros obtenidos ni para las pacientes sanas ni para aquellas con Preeclampsia Severa.

De acuerdo a semanas de embarazo tampoco se observaron diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos (28 a 33, 34-38, y de 39-42 semanas de gestación)

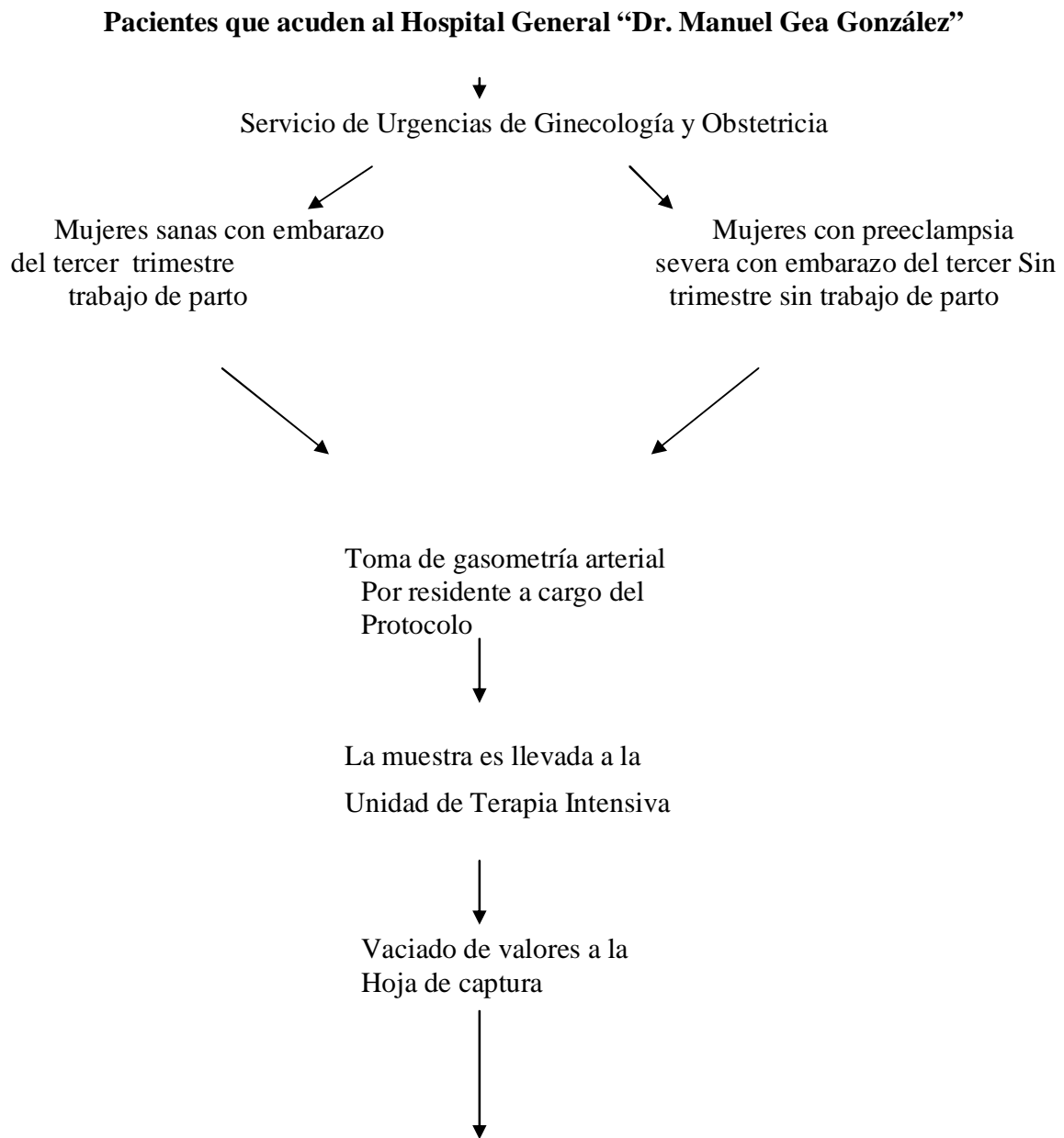
Se determinaron 3 grupos de acuerdo a número de embarazo (primigestas, secundigestas y multigestas)

## CONCLUSIONES

- Los parámetros gasométricos entre ambos grupos fueron muy similares careciendo de diferencia estadística significativa para cada grupo.
- Se observó que en la preeclampsia Severa, la mayoría de las pacientes compensó la acidosis causada por la vasoconstricción causada por la Hipertensión y que las modificaciones que se presentan durante el embarazo tienen como fin proteger a la madre y al feto de estas agresiones.
- Es necesario puntualizar que estos valores varían de acuerdo con la altura (presión barométrica) siendo mayor la PaO<sub>2</sub> y la SaO<sub>2</sub>, a medida que esta es más cercana al nivel del mar.
- Pero difieren de lo establecido hasta ahora por otros autores, poniendo de manifiesto que se deben realizar más estudios con el fin de contar con referencias de valores gasométricos de acuerdo a características demográficas para nuestra población.
- Sugerimos tomar en cuenta los valores gasométricos de este estudio en embarazadas sanas para evaluar y tratar más cuidadosamente a las pacientes que presenten trastornos en el estado ácido-base.

**TABLAS Y ANEXOS.**

**FLUJOGRAMA**



**Comparación de valores de la gasometría arterial entre los 2 grupos de estudio**

# Secretaría de Salud. Hospital General "Dr. Manuel Gea González".

## CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

De acuerdo con los principios de la Declaración de Helsinki y con La ley General de Salud, Título Segundo. De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos CAPITULO I Disposiciones Comunes. Artículo 13 y 14.- En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberán prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar. Debido a que esta investigación se consideró como riesgo mínimo o mayor de acuerdo al artículo 17 y en cumplimiento con los siguientes aspectos mencionados con el Artículo 21:

- I. Se me ha explicado que siendo una mujer que cursa con un embarazo entre 27 y 40 semanas y que me encuentro sin enfermedades o padezco **preeclampsia Severa** (enfermedad específica del embarazo que cursa con aumento de la presión arterial y daño a otros órganos como corazón, riñón y cerebro), se me propone participar en el proyecto **"Parámetros gasométricos en el tercer trimestre del embarazo en pacientes sanas y con preeclampsia severa sin trabajo de Parto en el Hospital General Dr. Manuel Gea González"** y que los objetivos de este estudio consisten en determinar los valores de los gases en sangre (pH oxígeno, bicarbonato, dióxido de carbono, saturación de oxígeno), los cuales se utilizan en el estudio de pacientes con enfermedades respiratorias ya que permiten valorar su adecuada función así como para realizar tratamientos específicos en caso de que se presenten alteraciones.
- II. Se me ha informado que se tomará una muestra de sangre arterial (vaso arterial) de un mililitro de uno de mis antebrazos (muñeca), y esta toma es adicional al estudio que requiere mi enfermedad.
- III. Y no implica riesgos importantes, se me explico que la toma de sangre puede dar como resultado moretones, sangrados e infección, estos se resolverán con las indicaciones del médico en término de una o dos semanas.
- IV. Los resultados de este estudio ayudaran a determinar el mejor tratamiento de la enfermedad en mi caso y el de otras pacientes.
- V. Se me ha asegurado que puedo preguntar hasta mi complacencia todo lo relacionado con el estudio y mi participación.
- V. Se me explicó que puedo pertenecer a un grupo o a otro, sin que ello afecte el curso de mi enfermedad.

- VII. Se me aclaro que puedo no aceptar participar en el estudio si yo lo decido, sin que ello afecte mi atención por parte del médico o del hospital.
- VIII. Autorizo la publicación de los resultados de mi estudio a condición de que en todo momento se mantendrá el secreto profesional y que no se publicara mi nombre o se revelará mi identidad.
- XI. Los estudios de laboratorio que se practiquen serán cubiertos por el hospital.

Con fecha \_\_\_\_\_, habiendo comprendido lo anterior y una vez que se me aclararon todas las dudas que surgieron con respecto a mi participación en el proyecto, acepto participar en el estudio titulado:

**“Parámetros Gasométricos en el tercer trimestre del Embarazo en pacientes sanas y con Preeclampsia Severa Sin Trabajo de Parto en el Hospital General Dr. Manuel Gea González”**

Nombre y firma del paciente o responsable legal \_\_\_\_\_

Nombre, y firma del testigo 1 \_\_\_\_\_  
Dirección \_\_\_\_\_  
Relación que guarda con el paciente \_\_\_\_\_

Nombre, y firma del testigo 2 \_\_\_\_\_  
Dirección \_\_\_\_\_  
Relación que guarda con el paciente \_\_\_\_\_

Nombre y firma del Investigador Responsable o Principal \_\_\_\_\_

Este documento se extiende por duplicado, quedando un ejemplar en poder del sujeto de investigación o de su representante legal y el otro en poder del investigador.  
Para preguntas o comentarios comunicarse con la Dra. Pilar Mata subdirectora de Investigación al 3000 4000, extensión 3365.

**Hospital General "Dr. Manuel Gea González"**  
**Secretaría de Salud**

**HOJA DE CAPTURA DE DATOS**

Fecha:

Registro:

Folio:

Edad.

Peso:

Talla:

**Antecedentes patológicos:**

1. ha padecido alguna enfermedades los últimos 6 meses?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. En caso afirmativo ¿cual?

3. Actualmente tiene alguna enfermedad diagnosticada?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Durante este embarazo:

4. ¿Ha fumado?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuantos Cigarros? \_\_\_\_\_

5. ¿Ha ingerido alcohol?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Con que frecuencia? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

6. ¿Ha consumido drogas?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuáles? \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Antecedentes obstétricos**

1. Número de embarazo \_\_\_\_\_

P \_\_\_\_\_ C \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_ E \_\_\_\_\_

2. Fecha de última menstruación? \_\_\_\_\_

Semanas de gestación calculadas \_\_\_\_\_

3. Cuenta con ultrasonidos?

Fecha de realización y semanas calculadas \_\_\_\_\_



**Apartado llenado por el médico**

Para las pacientes con el diagnóstico de Preeclampsia Severa

1 ¿Cuáles fueron los criterios para el diagnóstico?

Tensión arterial al ingreso? \_\_\_\_\_

Tensión arterial media? \_\_\_\_\_

Sintomatología referida:

Datos de laboratorio:

**Gasometría Arterial**

Datos	Embarazadas sanas STDP	Embarazadas con Preeclampsia Severa STDP
pH		
PaO <sub>2</sub>		
PaCO <sub>2</sub>		
HCO <sub>3</sub>		
EB		
SaO <sub>2</sub>		
FiO <sub>2</sub>		
Hb		
Temp.		

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Prowse Clive M. et al. Respiratory and Acid-Base Changes during pregnancy. En *Anesthesiology*. 1965;26:381-392
2. Bankowski B.J., et al. Asesoramiento preconcepcional y cuidados prenatales. En *Jonás Hopkins Ginecología y Obstetricia*. España: Marban, 2005: 59-76.
3. DeCherney H. Alan, Nathan Lauren. Fisiología materna durante el embarazo. En: *Diagnóstico y tratamiento Ginecoobstetricos*. México: El manual moderno, 2003: 173-175.
4. Gary Cunningham F. et al. Trastornos Hipertensivos del embarazo. En *Williams Obstetricia*. España: Panamericana, 2001: 489-503.
5. Anonymus: reporto f de Nacional High Blood pressure education program Working Group on high Blood pressure in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 183:S1-S22.
6. Benítez-Cortazar Miguel, et al. Principios de la vigilancia hemodinámica: consideraciones clínicas y aspectos prácticos. *Rev. Iberolat C Int*. 1994; 3 (2): 52-61.
7. Bergada García Jaume. Monitorización del paciente critico. *Rev. Iberolat C Int*. 1998; 7(1):23-30.
8. Mohley JG., Collier CR, et al. Blood Gases. En Clausen JL (eds). *Pulmonary function testing guidelines and controversies*. New York: Academia Press, Inc., 1982; 223-57.
9. *Chest* 1996; 110: 791-809.
10. García Juárez A. et al. Tesis: Gases arteriales en pacientes sanas con embarazo a termino con y sin trabajo de parto en el Hospital Dr. Manuel Gea González. 1998.
11. McAuliffe Fionnuala et al. Blood gases in pregnancy at sea level and at high altitude. En *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*. 2001, 108: 980-985.
12. Rodríguez Badillo R. Noriega Rodríguez T. Patrón gasometrico en toxemia del embarazo: implicaciones diagnósticas y pronosticas. *Rev Iberolat C Int* 1997; 6(2): 54-49.

13. Shapiro Barry A. et al. Manejo clínico de los gases sanguíneos. Estados unidos: Panamericana , 1996.
14. Sobrerilla Luis et al. Human fetal and maternal oxygen tensión and acid-base status during delivery at high altitude. En Am J. Obstet. Gynaecology. 1971, 15: 1111-1118.
15. Templeton A. et al. Maternal Blood-Gases (PAO<sub>2</sub>-PaO<sub>2</sub>), Physiological Shunt and VD/VT in Normal pregnancy. En Br. J. Anaesth. 1976, 48: 1001-1004.