



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE MEDICINA**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA No. 3
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DE ADULTOS**

**VALORES DE LA GASOMETRIA ARTERIAL EN PACIENTES
EMBARAZADAS CON PREECLAMPSIA SEVERA.**

Registro: R-2020-3504-004

TESIS

que para obtener el grado de

MÉDICO ESPECIALISTA EN GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA

Presenta

Dra. Viridiana Abigahil Ortiz Vargas

Asesor de tesis:

Dr. Juan Gustavo Vázquez Rodríguez

Ciudad de México. Marzo del año 2020





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.

ALUMNA DE TESIS

Dra. Viridiana Abigahil Ortiz Vargas

Residente del 4º año de la especialidad de Ginecología y Obstetricia avalada por la Universidad Nacional Autónoma de México.

Sede: Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Ginecología y Obstetricia No. 3 del Centro Médico Nacional “La Raza” del Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México.

Matrícula IMSS: 97360038

Domicilio Calzada Vallejo esquina Antonio Valeriano S/N. Colonia “La Raza”. Alcaldía Azcapotzalco. Ciudad de México. CP 02990.

Teléfono celular: 55-21-92-62-79

Correo electrónico: viryortiz.vo@gmail.com

INVESTIGADOR RESPONSABLE

Dr. Juan Gustavo Vázquez Rodríguez.

Médico no familiar. Médico Internista- Nefrólogo. Investigador asociado “B” del Sistema de investigadores del IMSS.

Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos UMAE Hospital de Ginecología y Obstetricia No. 3 Centro Médico Nacional “La Raza”, IMSS. Ciudad de México.

Matrícula IMSS: 9361197

Domicilio: Allende 116 interior 13 Colonia Centro. Texcoco, Estado de México. México. CP 56100.

Teléfono Lada. 01-595-95-499-44.

Correo electrónico: juangustavovazquez@hotmail.com

LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Ginecología y Obstetricia No. 3
Centro Médico Nacional “La Raza” IMSS.

Domicilio: Vallejo 266 y 270 Colonia La Raza. Alcaldía Azcapotzalco, Ciudad de
México. CP 02990.

Teléfono: 55-57-82-10-88 extensión 23667.

**VALORES DE LA GASOMETRIA ARTERIAL EN PACIENTES EMBARAZADAS
CON PREECLAMPSIA SEVERA.**

Registro: R-2020-3504-004

FIRMAS DE AUTORIZACIÓN

Dr. Juan Carlos Hinojosa Cruz
Director de Educación e Investigación en Salud
UMAE HGO No. 3 CMN "La Raza" IMSS

Dra. Verónica Quintana Romero
Jefe de División de Educación en Salud
UMAE HGO No. 3 CMN "La Raza" IMSS

Dr. Juan Antonio García Bello
Jefe de División de Investigación en Salud
UMAE HGO No. 3 CMN "La Raza" IMSS

Dr. Juan Gustavo Vázquez Rodríguez
Investigador responsable y asesor de la tesis
UMAE HGO No. 3 CMN "La Raza" IMSS

DICTAMENES DE AUTORIZACIÓN

11/2/2020

SIRELCIS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 3504.
HOSPITAL DE GINECO OBSTETRICIA NUM. 3, CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA

Registro COFEPRIS 17 CI 09 002 136
Registro CONBIOÉTICA CONBIOETICA 09 CEI 009 2018072

FECHA Martes, 11 de febrero de 2020

Dr. Juan Gustavo Vázquez Rodríguez

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **VALORES DE LA GASOMETRIA ARTERIAL EN PACIENTES EMBARAZADAS CON PREECLAMPSIA SEVERA** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

R-2020-3504-004

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE


Rosa María Arce Herrera
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3504

[Imprimir](#)

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

30/1/2020

SIRELCIS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité de Ética en Investigación 35048.
HOSPITAL DE GINECO OBSTETRICIA NUM. 3, CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA

Registro COFEPRIS 17 CI 09 002 136

Registro CONBIOÉTICA CONBIOETICA 09 CEI 009 2018072

FECHA Jueves, 30 de enero de 2020

Dr. Juan Gustavo Vázquez Rodríguez

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **VALORES DE LA GASOMETRIA ARTERIAL EN PACIENTES EMBARAZADAS CON PREECLAMPSIA SEVERA** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

Sin número de registro

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Dr. EFREEN HORACIO MONTAÑO FIGUEROA
Presidente del Comité de Ética en Investigación No. 35048

Imprimir

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

DEDICATORIA

A mis padres, que me dieron la vida, por creer y confiar en mí, por darme su apoyo incondicional, por su amor único, por estar ahí siempre, por entender mis ausencias y mis malos ratos, las palabras nunca serán suficientes para mostrarles todo mi agradecimiento, los amo.

A mis hermanos, Eunice, Missael y Adrián, por apoyarme siempre, por ayudarme a salir adelante, por estar siempre que los necesito, los quiero mucho.

A mi compañero de vida, Jair, gracias por estar siempre conmigo, por acompañarme a cada paso, por las noches de desvelo, por madrugar conmigo, por soportar mis malos ratos y cambios de humor, por recorrer este camino a mi lado, por no desistir, sé que no fue fácil, pero ¡Lo logramos! Te amo.

A Valeria, mi hija, porque a pesar de tu corta edad, siempre entendiste mis ausencias, por apoyarme, por ser mi motor e impulso para seguir adelante, te amo.

A mi tía Pilar, por tu apoyo incondicional, por siempre alentarme a seguir adelante, por estar ahí siempre que lo necesitaba.

AGRADECIMIENTOS

Con todo mi respeto y admiración a mi asesor de tesis, el Dr. Juan Gustavo Vázquez Rodríguez. Mi mayor agradecimiento por haberme aceptado como alumna de tesis, por su incomparable apoyo para lograr este trabajo, por sus regaños, consejos y pláticas, por su gran dedicación y entrega, pero, sobre todo, por su incomparable esfuerzo para que esta tesis concluyera.

A mi querido Hospital de Ginecología y Obstetricia No. 3 del Centro Médico Nacional “La Raza” del IMSS, por acogerme para mi formación como especialista.

ÍNDICE

APARTADO		PÁGINA
Resumen		10
Abstract		12
Introducción		14
Planteamiento del problema		20
Pregunta de investigación		21
Justificación		22
Objetivo(s)		23
Hipótesis		24
Material y métodos		25
	Diseño	25
	Lugar del estudio	25
	Universo de trabajo	26
	Criterios de selección	28
	Descripción general del estudio	29
	Aspectos estadísticos	30
	Variables del estudio	31
Aspectos éticos		33
Resultados		35
Discusión		38
Conclusiones		45
Referencias bibliográficas		46
Anexos		51
	Consentimiento informado	51
	Instrumento de recolección de datos	56

RESUMEN

Introducción: Los valores de la gasometría arterial reflejan los cambios maternos gestacionales y el efecto de enfermedades intercurrentes como la preeclampsia severa (PS).

Objetivo: Determinar los valores de la gasometría arterial en pacientes embarazadas con PS.

Material y métodos: Estudio observacional, retrospectivo, transversal, descriptivo. Se estudiaron pacientes con embarazo ≥ 20 semanas y PS admitidas a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del 01 de julio al 31 de diciembre del año 2019. Se incluyeron enfermas con cualquier edad, paridad y expediente clínico disponible conteniendo el reporte de una gasometría arterial que se toma de rutina al ingresar a la UCI. Se excluyeron las pacientes con antecedente de preeclampsia, eclampsia, síndrome HELLP o con comorbilidades respiratorias, cardiológicas y renales que afectan el valor de los parámetros gasométricos de la sangre arterial. De los expedientes clínicos se documentaron sus datos generales, exploración obstétrica, laboratorio clínico y la gasometría arterial.

Análisis estadístico: Se utilizó estadística descriptiva como medidas de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desviación estándar, rango) con el programa estadístico Excel 2016 para Windows y el paquete estadístico SPSS versión 20.

Resultados: La media de la edad fue 31.6 ± 6.85 años (límites 16 a 43), mediana de la paridad 1 (límites 1 a 3), todas con producto único y embarazo de 33.89 ± 3.43 semanas (límites 25 a 38.6), síndrome HELLP 23.33% (7 casos), eclampsia 6.6% (2 casos) y residencia en la ciudad de México de 31.37 ± 7 años (límites 16 a 43). Los valores de la gasometría arterial fueron: pH 7.41 ± 0.08 (límites 7.13 a 7.52), PCO₂ 25.51 ± 6.12 mmHg (límites 17 a 52), PO₂ 85.24 ± 41.81 mmHg (límites 26 a 211), Hct $33.86 \pm 7.51\%$ (límites 19 a 52), HCO₃⁻ 16.95 ± 5.13

mmol/L (límites 9.9 a 41), HCO_3^- std 19.04 ± 2.50 mmol/L (límites 13.3 a 22.8), TCO_2 16.94 ± 2.51 mmHg (límites 10.5 a 21.6), BE ecf -7.72 ± 5.60 mmol/L (límites -16.8 a 16.9), BE (B) -7.36 ± 3.07 mmol/L (límites -15 a -2.7), $\text{SO}_2\text{c}\%$ 93 ± 8.29 % (límites 66 a 100), THbc 10.64 ± 2.36 g/dL (límites 5.9 a 16.1), A-a D02 49.43 ± 110.98 mmHg (límites -23 a 455), pA0_2 140.43 ± 106.93 mmHg (límites 82 a 497), $\text{PaO}_2/\text{PAO}_2$ 0.79 ± 0.28 mmHg (límites 0.08 a 1.18) y RI fue 0.95 ± 2.57 (límites -0.2 a 10.8).

Conclusiones: Los resultados del presente estudio se pueden interpretar como un patrón de acidosis metabólica. La adecuada interpretación de los parámetros de la gasometría arterial constituye una herramienta útil para el diagnóstico integral y la evaluación de la efectividad de la terapéutica en las pacientes embarazadas preeclámplicas especialmente en aquellas que ameritan cuidados intensivos.

Palabras clave: Gases en sangre arterial; Preeclampsia severa; Embarazo de alto riesgo; Cuidados intensivos en obstetricia.

ABSTRACT

Introduction: Blood gasometry values reflect gestational maternal changes and the effect of intercurrent diseases such as severe preeclampsia (SP).

Objective: To determine the values of arterial blood gas in pregnant patients with SP.

Material and methods: Observational, retrospective, cross-sectional, descriptive study. Patients with pregnancy ≥ 20 weeks and SP admitted to the Intensive Care Unit (ICU) from July 1 to December 31 of the year 2019 were studied. Patients with any age, parity, and clinical record available containing the report of an arterial blood gas that is taken routinely upon admission to the ICU were included. Patients with a history of preeclampsia, eclampsia, HELLP syndrome or with respiratory, cardiological and renal comorbidities that affect the value of gasometric parameters of arterial blood were excluded. From the clinical records, their general data, obstetric examination, clinical laboratory and arterial blood gas were documented.

Statistical analysis: Descriptive statistics as measures of central tendency (mean, median) and dispersion (standard deviation, range) with the statistical program Excel 2016 for Windows and the statistical package SPSS version 20 were used.

Results: The mean age was 31.6 ± 6.85 years (limits 16 to 43), median of parity 1 (limits 1 to 3), all with single product and pregnancy of 33.89 ± 3.43 weeks (limits 25 to 38.6), syndrome HELLP 23.33% (7 cases), eclampsia 6.6% (2 cases). and residence in Mexico City 31.37 ± 7 years (limits 16 to 43). The arterial blood gas values were: pH 7.41 ± 0.08 (limits 7.13 to 7.52), PCO₂ 25.51 ± 6.12 mmHg (limits 17 to 52), PO₂ 85.24 ± 41.81 mmHg (limits 26 to 211), Hct $33.86 \pm 7.51\%$ (limits 19 to 52), HCO₃⁻ 16.95 ± 5.13 mmol / L (limits 9.9 to 41), HCO₃-std 19.04 ± 2.50 mmol / L (limits 13.3 to 22.8), TCO₂ 16.94 ± 2.51 mmHg (limits 10.5 to 21.6), BE ecf -7.72 ± 5.60 mmol / L (limits -16.8 to 16.9), BE (B) -7.36 ± 3.07 mmol / L (limits -15 to -2.7), SO₂c% $93 \pm 8.29\%$ (limits 66 to 100), THbc 10.64 ± 2.36 g / dL (limits

5.9 to 16.1), Aa D_{O2} 49.43 ± 110.98 mmHg (limits -23 to 455), pA_{O2} 140.43 ± 106.93 mmHg (limits 82 to 497), PaO₂ / PAO₂ 0.79 ± 0.28 mmHg (limits 0.08 to 1.18) and RI was 0.95 ± 2.57 (limits -0.2 to 10.8).

Conclusions: The results of the present study can be interpreted as a pattern of metabolic acidosis. The adequate interpretation of the parameters of arterial gasometry constitutes a useful tool for the integral diagnosis and evaluation of the effectiveness of therapeutics in preeclamptic pregnant patients, especially those that merit intensive care.

Keywords: Arterial blood gas; Severe preeclampsia; High risk pregnancy; Intensive care in obstetrics.

INTRODUCCIÓN

La gasometría arterial es una prueba que permite analizar de manera simultánea el estado ventilatorio, el estado de oxigenación y el estado ácido-base. Se realiza en una muestra de sangre arterial; no obstante, en circunstancias especiales, también se puede realizar en sangre venosa periférica o sangre venosa mezclada.

La gasometría arterial proporciona mediciones directas de iones hidrógeno (pH), presión parcial de oxígeno (PaO₂), presión parcial de dióxido de carbono (PaCO₂) y saturación arterial de oxígeno (SaO₂). Además, con el respaldo tecnológico apropiado, se puede medir la concentración de carboxihemoglobina (COHb) y metahemoglobina (MetHb). La concentración de bicarbonato (HCO₃⁻) y el exceso de base efectivo (BE ecf) no son medidos de manera directa, son valores calculados. Algunos gasómetros miden también electrolitos séricos, lactato, glucosa, entre otros aniones y ácidos débiles.¹

Indicaciones y contraindicaciones

La gasometría arterial es el estándar de oro para diagnosticar anomalías del intercambio gaseoso y del equilibrio ácido-base. Es de utilidad en la evaluación de pacientes críticamente enfermos o pacientes estables con enfermedades respiratorias crónicas. También ayuda en el seguimiento de pacientes que han recibido intervenciones de diversas índoles, farmacológicas y no farmacológicas, esto es para conocer el efecto de las mismas.

Algunas contraindicaciones para realizar una gasometría arterial incluyen: a) prueba modificada de Allen negativa; es decir, ausencia de circulación colateral, b) lesión o proceso infeccioso en el sitio de punción, c) ausencia de pulso en la zona donde se planea llevar a cabo la punción arterial, d) presencia de una fístula arteriovenosa (v.gr. tratamiento con hemodiálisis) en el sitio considerado para la punción y e) toma de una muestra de sangre en un entorno de emergencia aguda

cuando el muestreo venoso no es factible (la mayoría de las pruebas se pueden realizar a partir de una muestra arterial).²

El rango de los valores normales varía entre laboratorios. En general, los valores normales de pH, PaCO₂, la concentración de HCO₃⁻, PaO₂ y SaO₂ son los siguientes:

- pH de 7.35 a 7.45
- PaCO₂ de 35 a 45 mmHg
- HCO₃⁻ de 21 a 27 mEq / L
- PaO₂ en reposo > 80 mmHg
- SaO₂ > 95 %³

Los no fumadores pueden tener hasta 3 por ciento de carboxihemoglobina (COHb), es decir 3 por ciento de la hemoglobina total), pero los fumadores pueden tener niveles de 10 a 15 por ciento. Los niveles por encima de estos valores respectivos se consideran anormales. Las personas normales tienen aproximadamente 1 por ciento de meta-hemoglobina en su sangre arterial.⁴

Gasometría arterial y altitud

En México existe una gran diversidad geográfica con respecto a la altitud. Se han descrito las altitudes de las principales ciudades y de las poblaciones, carreteras, vías férreas y montañas con mayor altitud sobre el nivel del mar. Sobresalen 37 ciudades localizadas a más de 1,000 m de altura, siete de las cuales rebasan los 2,000 m. Más aún, existen múltiples poblaciones no urbanas y sitios montañosos que rebasan los límites considerados de gran altitud (3,000 m).⁵

La presión barométrica disminuye casi linealmente con respecto a la altitud hasta los primeros 5,000 m. Consecuentemente, existe un efecto significativo en los

valores gasométricos conforme cambia la altura. Los valores gasométricos normales han sido descritos en la ciudad de México y en sitios con alturas similares.⁵

Los valores estimados de PaO₂ y PaCO₂ para sujetos aclimatados de la ciudad de México, situada a 2,238 m sobre el nivel del mar son de 65.9 y 32.7 mmHg, respectivamente, mientras que las medias de los valores medidos son de 67 y 31 mmHg.⁵

Gasometría arterial y embarazo

Durante el embarazo los cambios normales del tracto respiratorio dan como resultado una alcalosis respiratoria compensada, con una PaO₂ más alta y una PaCO₂ más baja que en mujeres no embarazadas. Se cree que la PaCO₂ inferior proporciona un gradiente de difusión que facilita la capacidad del feto para eliminar los desechos de su metabolismo aeróbico.

En el primer trimestre, el ángulo subcostal puede cambiar de 68 a 103 grados, el diafragma se eleva hasta 4 cm y el diámetro del pecho puede aumentar 2 cm o más. Conforme el útero aumenta de tamaño progresivamente la posición del diafragma se eleva hasta 4 cm por encima de su posición habitual de reposo.⁶

La capacidad residual funcional (CRF) disminuye aproximadamente un 20 por ciento durante la segunda mitad del embarazo debido a una disminución tanto en el volumen de reserva espiratorio (VRE) como del volumen residual (VR). También se han observado cambios variables y generalmente menores en la capacidad vital (CV) y la capacidad pulmonar total (CPT), pero la magnitud de estos cambios sugiere que es probable que sea clínicamente no significativa.

La función de la vía aérea se conserva durante el embarazo, como lo refleja un volumen de espiración forzada en un segundo (VEF1) y una relación VEF1 / CVF sin cambios. Se han descrito alteraciones menores de poca importancia clínica en

la capacidad de difusión del monóxido de carbono con un aumento durante el primer trimestre seguido de una disminución hasta las 24 a 27 semanas de gestación. Las mujeres sanas que portan gestación con gemelos parecen tener una función respiratoria similar a la de mujeres con embarazo único.⁷

Quizás el cambio más sorprendente en la fisiología respiratoria durante el embarazo es el aumento de la ventilación minuto en reposo que aumenta en casi 50 por ciento en los embarazos a término. Esto se debe, principalmente, a un mayor volumen corriente (aumentado hasta en 40 por ciento), mientras que la frecuencia respiratoria permanece esencialmente sin cambios. El aumento en la ventilación es mayor que la elevación correspondiente del consumo de oxígeno (aproximadamente el 20 por ciento). Se cree que los niveles elevados de progesterona durante el embarazo son los responsables del aumento de la ventilación por encima de lo explicado por los requisitos metabólicos incrementados. La progesterona es un estimulante conocido de la respiración y del impulso respiratorio y sus niveles aumentan gradualmente de aproximadamente 25 ng / ml a las seis semanas hasta 150 ng / ml al término gestacional.

Como resultado del aumento inducido por la progesterona en la ventilación alveolar, la PaCO₂ cae a una meseta de 27 a 32 mmHg durante el embarazo. A esta alcalosis respiratoria le sigue una excreción renal compensatoria de bicarbonato, de modo que el pH arterial resultante es normal o ligeramente alcalino (generalmente entre 7.40 y 7.45). La oxigenación materna se conserva durante el embarazo. De hecho, la PaO₂ generalmente aumenta debido a la hiperventilación, que varía de 106 a 108 mmHg en el primer trimestre a 101 a 104 mmHg en el tercer trimestre.⁸

Del 60 al 70 por ciento de las mujeres experimentan disnea durante el curso del embarazo normal. Este síntoma comúnmente comienza durante el primero o segundo trimestre, la frecuencia aumenta durante el segundo trimestre y es estable durante el tercer trimestre. El mecanismo de la disnea durante el embarazo normal no está del todo claro. Ocurre mientras el útero todavía es

relativamente pequeño; por lo tanto, no se puede atribuir únicamente a un aumento en la circunferencia abdominal o la presión ejercida hacia arriba sobre el diafragma. Es probable que la hiperventilación inducida por la progesterona sea parcialmente la responsable. En un estudio observacional, la presencia de disnea durante el embarazo se correlacionó con una PaCO₂ baja, y las mujeres con mayor probabilidad de experimentar disnea fueron aquellas que tenían valores basales previo al embarazo relativamente altos para la PaCO₂.⁹

Preeclampsia

La preeclampsia es un trastorno multisistémico, progresivo, caracterizado por hipertensión y proteinuria o hipertensión y disfunción significativa de algún órgano blanco con o sin proteinuria, en la última mitad del embarazo o posparto. El trastorno es causado por disfunción vascular placentaria y casi siempre se resuelve después del parto. Más del 80 por ciento de los casos se desarrollan a término con buenos resultados maternos y fetales. Sin embargo, estos embarazos tienen un mayor riesgo de mortalidad materna y / o fetal o de morbilidad grave. El 20 por ciento restante de los casos que se manifiestan antes del término tienen un alto riesgo de nacimiento de un bebé prematuro y pequeño para la edad gestacional. A largo plazo, las mujeres con preeclampsia tienen un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, renal e hipertensiva crónica.¹⁰

Con el avance de la tecnología médica, el análisis de gases en la sangre arterial de mujeres embarazadas preeclámpticas también ha sido aplicado gradualmente a la clínica ya que los resultados pueden reflejar alteraciones de la función respiratoria pulmonar y del equilibrio ácido-base. Los trastornos hipertensivos inducidos por el embarazo pueden causar depresión respiratoria y desequilibrio ácido-base que se expresan como anomalías en los resultados de la gasometría en sangre arterial.

En el Hospital de Jining, en China, Cao y cols.¹¹ realizaron un estudio de marzo de 2013 a marzo de 2016 el cual tuvo como objetivo investigar los resultados de la gasometría arterial y el equilibrio ácido-base en pacientes con hipertensión inducida por el embarazo y su influencia en los recién nacidos. Incluyó un total de 348 pacientes con hipertensión inducida por el embarazo (grupo de investigación), y otro grupo de 156 casos de mujeres embarazadas sanas (grupo control). Se analizó el valor del pH, PaO₂, PaCO₂, HCO₃⁻ y BE. También se evaluó la calificación de Apgar al 1, 5 y 10 minutos después del nacimiento para analizar la correlación entre el pH de la sangre arterial materna y el puntaje de Apgar. Los valores del pH, PaO₂ y HCO₃⁻ en el grupo de investigación fueron más bajos que los del grupo de control ($p < 0.05$) y los valores de la PaCO₂ y BE en el grupo de investigación fueron más altos que los del grupo control ($p < 0.05$). La incidencia de asfixia neonatal leve (puntaje de Apgar con 4 a 6 puntos) y asfixia neonatal severa (puntaje de Apgar < 4 puntos) en el grupo de investigación fueron más altos que los del grupo control ($p < 0.05$). El puntaje de la escala de Apgar de los recién nacidos se correlacionó positivamente con el valor del pH de la sangre arterial de mujeres embarazadas. En el grupo de investigación, el valor del pH, PaO₂ y HCO₃⁻ en las pacientes con preeclampsia leve fueron más altos que en pacientes con preeclampsia severa. Además, los niveles de PaCO₂ y BE fueron más altos que los del grupo control ($p < 0.05$). Entre más datos de severidad presentaban las pacientes preeclámptica las diferencias de los índices con respecto a los valores normales se hicieron más grandes.¹¹

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La enfermedad hipertensiva inducida por el embarazo, ocupa el primer lugar como causa de muerte materna directa, lo cual es un indicador de desarrollo de un país.

En nuestro medio, las pacientes con preeclampsia ocupan el primer lugar en solicitar atención médica en los servicios de urgencias de un hospital general o de un centro de atención terciaria. El diagnóstico de la preeclampsia es clínico y la documentación de los hallazgos de severidad se apoyan en los datos exploratorios, estudios de laboratorio clínico y técnicas de imagen.

Las enfermas con PS en estado crítico ameritan su admisión a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) para recibir la atención de la más alta calidad por un equipo multidisciplinario médico-quirúrgico experimentado para mejorar la condición materna y la del recién nacido al momento del parto.

La gasometría arterial está incluida como una herramienta para evaluar el estado ventilatorio, la oxigenación, el metabolismo tisular y el estado ácido-base de la paciente. La correcta interpretación de sus parámetros se basa en el conocimiento que los cambios gestacionales le imprimen de manera natural y de las alteraciones que la PS produce en el contexto geográfico de la región (altura sobre el nivel del mar) donde se brinda la atención especializada. Todo ello cobra vital importancia porque implica la base para formular la toma de decisiones de la terapéutica médica y quirúrgica. A partir de ello surge la siguiente pregunta de investigación.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los valores de la gasometría arterial en pacientes embarazadas con PS?

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de investigación se justificó por los siguientes argumentos:

- Se aborda el estudio de un grupo de mujeres altamente vulnerables por el embarazo y la PS.
- Trata un tema de investigación prioritaria del IMSS como el de las muertes prevenibles.
- Los resultados permitirán determinar los parámetros gasométricos de la mujer embarazada con PS en nuestro medio.
- Los hallazgos podrán ser comparados para establecer similitudes y diferencias con los de la literatura médica actual.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar los valores de la gasometría arterial en pacientes embarazadas con PS.

Objetivos específicos

1. Identificar cada uno de los valores de la gasometría arterial en pacientes embarazadas con PS.
2. Comparar los valores de la gasometría arterial en pacientes embarazadas con PS con los de la literatura médica actual.

HIPÓTESIS

Resulta no necesaria por tratarse de un estudio observacional descriptivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio

- Por la intervención: OBSERVACIONAL
- Por el tiempo en que se produjo la información: RETROSPECTIVO
- Por la medición de variables de resultado: TRANSVERSAL
- Por la interpretación de resultados: DESCRIPTIVO.

Diseño

Serie de casos.

Lugar o sitio del estudio

UCI de la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE). Hospital de Ginecología y Obstetricia No 3. Centro Médico Nacional "La Raza" del IMSS, Ciudad de México.

UNIVERSO DE TRABAJO, POBLACIÓN, MUESTRA Y CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Universo de trabajo

Todas las mujeres embarazadas que acudieron a la UMAE Hospital de Ginecología y Obstetricia No. 3 del Centro Médico Nacional “La Raza” IMSS, en la ciudad de México en el periodo del 01 de julio al 31 de diciembre del año 2019.

Población

Todas las mujeres embarazadas que acudieron a la UMAE Hospital de Ginecología y Obstetricia No. 3 del Centro Médico Nacional “La Raza” IMSS, ciudad de México y que fueron admitidas en la UCI en el periodo del 01 de julio al 31 de diciembre del año 2019.

Población muestreada

Mismas mujeres con embarazo ≥ 20 semanas admitidas en la UCI, pero con diagnóstico de PS acorde a los criterios de la GPC mexicana de la preeclampsia del año 2017 y las recomendaciones del ACOG emitidas en el año 2019.^{12,13}

Muestra

Mismas pacientes que reunieron los criterios de selección.

Calculo del tamaño de la muestra

No fue calculada porque se trató de casos consecutivos seleccionados por conveniencia.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

1. Mujeres con embarazo ≥ 20 semanas.
2. De cualquier edad y paridad.
3. Con diagnóstico establecido de PS acorde a los criterios de la GPC mexicana de la preeclampsia del año 2017 y las recomendaciones del American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) de los Estados Unidos de Norteamérica emitidas en el año 2019. ^{12,13}
4. Atendidas en la UCI de la UMAE Hospital de Ginecología y Obstetricia No. 3 del Centro Médico Nacional “La Raza” IMSS, ciudad de México en el periodo del 01 de julio al 31 de diciembre del 2019.
5. Con expediente clínico, laboratorio y reporte de la gasometría arterial disponibles.

Criterios de exclusión

1. Pacientes con antecedente de preeclampsia, eclampsia o síndrome HELLP.
2. Con comorbilidades respiratorias, cardiológicas y/o renales cuyas complicaciones afectan los parámetros gasométricos de la sangre arterial.

Criterios de eliminación

- 1.- Reporte de la gasometría arterial incompleto.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Se consultó el registro de las pacientes que fueron admitidas a la UCI del hospital sede en el periodo del 01 de julio al 31 de diciembre del año 2019 para identificar las posibles candidatas del estudio. Los investigadores revisaron los expedientes clínicos de las pacientes seleccionadas para documentar sus datos generales y obstétricos y el de una gasometría arterial la cual forma parte de la batería de estudios que se realizan de rutina cuando ingresan a la UCI.

Los resultados impresos de la gasometría arterial (ver la sección de Variables) fueron consignados electrónicamente en un archivo de Excel version 2016 para luego transcribirlos al programa estadístico SPSS versión 20 para su análisis estadístico.

ASPECTOS ESTADÍSTICOS

Se utilizó estadística descriptiva como medidas de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desviación estándar y rango). Para el tratamiento se utilizó el programa estadístico Excel 2016 para Windows y el paquete estadístico SPSS versión 20.

VARIABLES DEL ESTUDIO

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
pH	Valor logarítmico de la cantidad de hidrogeniones en sangre arterial.	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre 7.37 y 7.43	Cuantitativa continua	
PCO ₂	Presión parcial de dióxido de carbono en la sangre arterial.	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre 32.7 y 35.7 mmHg.	Cuantitativa continua	mmHg
PO ₂	Presión parcial de oxígeno en la sangre arterial.	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre 62 y 65.9 mmHg.	Cuantitativa continua	mmHg
Htc	El hematocrito (Hct) es el porcentaje que ocupa la fracción sólida de una muestra de sangre anticoagulada al separarse de su fase líquida. Está determinado casi enteramente por el volumen que ocupan los glóbulos rojos.	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre 36 y 45%	Cuantitativa continua	%
HCO ₃ ⁻	El bicarbonato (HCO ₃ ⁻) es una sal ácida derivada del ácido carbónico.	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre 22 y 26	Cuantitativa continua	mmol/L
HCO ₃ std	Se refiere al bicarbonato estándar	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre 21 y 28 mmol/L	Cuantitativa continua	mmol/L
TCO ₂	Cantidad total de CO ₂ , resulta de la suma de HCO ₃ ⁻ y PCO ₂	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre 23 y 29 mmol/L	Cuantitativa continua	mmol/L
BE ecf	Exceso de base del fluido extracelular	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre -2 y 2 mmol/L	Cuantitativa continua	mmol/L

BE (B)	Exceso de base: Cantidad de ácido o base requerida para titular 1 Litro de sangre al pH normal de 7.40	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre -2 y 2 mmol/L	Cuantitativa continua	mmol/L
SO ₂	Porcentaje de oxígeno en un líquido, generalmente en la sangre.	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre 95 y 100%	Cuantitativa continua	%
Hbc	Hemoproteína de la sangre, su función consiste en captar el oxígeno de los alveolos pulmonares y comunicarlo a los tejidos, y tomar el dióxido de carbono para transportarlo a los pulmones para expulsarlo.	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre 12.3 y 15.3 g/Dl	Cuantitativa continua	g/dL
A-a DO ₂	Gradiente Alveolo – arterial de oxígeno: indicador global de la capacidad del pulmón como intercambiador de gases	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre 10 y 15 mmHg	Cuantitativa continua	mmHg
PAO ₂	Presión alveolar de oxígeno.	Valores normales en residentes de la Ciudad de México entre 68 y 71.9 mmHg	Cuantitativa continua	mmHg
PaO ₂ /PAO ₂	Diferencia entre la concentración alveolar de oxígeno y la concentración arterial de oxígeno. Se utiliza para diagnosticar la fuente de hipoxemia. El gradiente A–a ayuda a evaluar la integridad de la unidad capilar alveolar.	Valor reportado por analizador de gases, tomado de la primera gasometría	Cuantitativa continua	mmHg
RI	Cociente respiratorio	El valor normal en residentes de la Ciudad de México es de 0.8	Cuantitativa continua	

CONSIDERACIONES ÉTICAS

- 1.- Los investigadores garantizaron que este estudio tiene apego a la legislación y reglamentación de la Ley General de salud en materia de Investigación para la salud, lo que brindó mayor protección a los sujetos del estudio.
- 2.- De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación el riesgo de esta investigación está considerado como investigación sin riesgo porque se realizó con los expedientes clínicos de una población vulnerable como lo es la mujer embarazada y el recién nacido
- 3.- Los procedimientos de este estudio se apegan a las normas éticas y al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación. Se llevaron a cabo en plena conformidad con los principios de la “Declaración de Helsinki” y sus enmiendas.
- 4.- Los investigadores garantizan que:
 - a. Se realizó una búsqueda minuciosa de la literatura científica sobre el tema a realizar.
 - b. Este protocolo se sometió a evaluación por el Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No.3504 del IMSS.
 - c. Este protocolo se realizó por personas científicamente calificadas y bajo la supervisión de un equipo de médicos clínicamente competentes y certificados en su especialidad.
 - d. Este protocolo guardó la confidencialidad de las personas. Los autores firmaron una carta de confidencialidad sobre el protocolo y sus resultados de manera que se garantice reducir al mínimo el impacto del estudio sobre su integridad física y mental y su personalidad.
 - e. En todo momento se preservó la confidencialidad de la información de las participantes, ni las bases de datos ni las hojas de colección contienen información que pudiera ayudar a identificarlas, dicha información es conservada en registro aparte por el investigador principal bajo llave.

f. En la publicación de los resultados de esta investigación se preservó la exactitud de los resultados obtenidos. Al difundir los resultados de ninguna manera se expuso información que pudiera ayudar a identificar a las participantes.

g. Dado que se trata de un estudio retrospectivo con revisión de registros clínicos en el cual la confidencialidad de las participantes se resguardó de manera estricta y a que hacer acudir a las participantes a firmar consentimiento informado imposibilitaría la realización del proyecto, se propuso al comité de investigación en salud permita que se llevara a cabo sin el consentimiento informado.

h. Las pacientes no obtuvieron algún beneficio. Sin embargo, se espera que los resultados permitan conocer mejor la enfermedad. Dado que se trata de un estudio sin riesgo en el que sólo se van a revisar de manera retrospectiva registros clínicos con resguardo de la confidencialidad, se considera que el balance riesgo-beneficio es adecuado.

5.- Manera de selección de las potenciales pacientes participantes: todas las pacientes embarazadas con PS atendidas en la UCI del 01 de julio al 31 de diciembre del año 2019 que reúnan los criterios de selección.

6.- Se respetaron cabalmente los principios contenidos en el Código de Nuremberg y el Informe Belmont.

RESULTADOS

En el periodo del estudio ingresaron 217 pacientes a la UCI de las cuales el 34.10% (74 enfermas) cursaron con embarazo y PS, pero con otras patologías. Finalmente, solo 13.82% (30 casos) reunieron los criterios de selección por lo que fueron los sujetos de la presente investigación.

La media de la edad fue 31.6 ± 6.85 años (límites 16 a 43), mediana de la paridad 1 (límites 1 a 3), todas con producto único y embarazo de 33.89 ± 3.43 semanas (límites 25 a 38.6), síndrome HELLP 23.33% (7 casos), eclampsia en 6.6% (2 casos) y residencia comprobable en la ciudad de México de 31.37 ± 7 años (límites 16 a 43).

La media de la presión arterial sistólica fue 168.37 ± 19.26 mmHg (límites 126 a 210), presión arterial diastólica 102.82 ± 13.78 mmHg (límites 79 a 120) y presión arterial media 124.62 ± 14.22 (límites 96 a 150).

Respecto al laboratorio clínico de las 30 pacientes estudiadas se encontró que la media de la hemoglobina fue 12.06 ± 1.88 g/dL (límites 7.8 a 14.9), cuenta plaquetaria $186,448 \pm 88,840$ plaquetas/ μ L (límites 26,000 a 343,000). ácido úrico 6.19 ± 1.64 mg/dL (límites 3.5 a 9.6), creatinina sérica 0.97 ± 0.61 mg/dL (límites 0.45 a 3.5), enzima aspartato aminotransferasa AST 150 ± 456 U/L (límites 10 a 2,510), enzima alanina aminotransferasa ALT 78 ± 182 U/L (límites 5 a 958), enzima deshidrogenasa láctica DHL 748 ± 841 U/L (límites 325 a 4,440), bilirrubina total BT 0.65 ± 0.98 mg/dL (límites 0.06 a 4.23), bilirrubina indirecta BI 0.34 ± 0.44 mg/dL (límites 0.01 a 2.01), bilirrubina directa BD 0.31 ± 0.55 mg/dL (límites 0.05 a 2.42), fibrinógeno 525.62 ± 173.91 mg/dL (límites 89 a 843) y proteinuria 226 ± 207 mg/dL (límites 30 a 500). **Cuadro 1**

Cuadro 1. Valores del laboratorio clínico en 30 pacientes embarazadas con preeclampsia severa

Parámetros	Media \pm DS	Límites
Hemoglobina g/dL	12.06 \pm 1.88	7.8 a 14.9
Cuenta plaquetaria plaquetas/ μ L	186,448 \pm 88,840	26,000 a 343,000
Ácido úrico mg/dL	6.19 \pm 1.64	3.5 a 9.6
Creatinina mg/dL	0.97 \pm 0.61	0.45 a 3.5
Aspartato aminotransferasa U/L	150 \pm 456	10 a 2,510
Alanina aminotransferasa U/L	78 \pm 182	5 a 958
Deshidrogenasa láctica U/L	748 \pm 841	325 a 4,440
Bilirrubina total mg/dL	0.65 \pm 0.98	0.06 a 4.23
Bilirrubina indirecta mg/dL	0.34 \pm 0.44	0.01 a 2.01
Bilirrubina directa mg/dL	0.31 \pm 0.55	0.05 a 2.42
Fibrinógeno mg/dL	525.62 \pm 173.91	89 a 843
Proteinuria mg/dL	226 \pm 207	30 a 500

En cuanto a los valores de la gasometría arterial, la media del pH fue 7.41 \pm 0.08 (límites 7.13 a 7.52), PCO₂ 25.51 \pm 6.12 mmHg (límites 17 a 52), PO₂ 85.24 \pm 41.81 mmHg (límites 26 a 211), Hct 33.86 \pm 7.51% (límites 19 a 52), HCO₃⁻ 16.95 \pm 5.13 mmol/L (límites 9.9 a 41), HCO₃⁻ std 19.04 \pm 2.50 mmol/L (límites 13.3 a

22.8), TCO₂ 16.94 ± 2.51 mmHg (límites 10.5 a 21.6), BE ecf -7.72 ± 5.60 mmol/L (límites -16.8 a 16.9), BE (B) -7.36 ± 3.07 mmol/L (límites -15 a -2.7), SO₂c% 93 ± 8.29 % (límites 66 a 100), THbc 10.64 ± 2.36 g/dL (límites 5.9 a 16.1), A-a D_{O2} 49.43 ± 110.98 mmHg (límites -23 a 455), pA_{O2} 140.43 ± 106.93 mmHg (límites 82 a 497), PaO₂/PAO₂ 0.79 ± 0.28 mmHg (límites 0.08 a 1.18) y del RI fue 0.95 ± 2.57 (límites -0.2 a 10.8). **Cuadro 2**

Cuadro 2. Valores de la gasometría arterial en 30 pacientes embarazadas con preeclampsia severa		
Parámetros	Media ± DS	Límites
pH	7.41 ± 0.08	7.13 a 7.52
PCO ₂ mmHg	25.51 ± 6.12	17 a 52
PO ₂ mmHg	85.24 ± 41.81	26 a 211
Hct %	33.86 ± 7.51	19 a 52
HCO ₃ ⁻ mmol/L	16.95 ± 5.13	9.9 a 41
HCO ₃ std mmol/L	19.04 ± 2.50	13.3 a 22.8
TCO ₂ mmol/L	16.94 ± 2.51	10.5 a 21.6
BE ecf mmol/L	-7.72 ± 5.60	-16.8 a 16.9
BE (B) mmol/L	-7.36 ± 3.07	-15 a -2.7
SO ₂ c %	93 ± 8.29	66 a 100
Hbc g/dL	10.64 ± 2.36	5.9 a 16.1
A-a D _{O2} mmHg	49.43 ± 110.98	-23 a 455
PAO ₂ mmHg	140.43 ± 106.93	82 a 497
PaO ₂ /PAO ₂ mmHg	0.79 ± 0.28	0.08 a 1.18
RI	0.95 ± 2.57	-0.2 a 10.8

DISCUSION

La gasometría arterial se ha convertido en el estándar de oro para diagnosticar anormalidades en el intercambio gaseoso, en el equilibrio ácido-base y del estado metabólico de las pacientes en estado crítico. ¹ La gasometría arterial es de utilidad en la evaluación de las mujeres críticamente enfermas o pacientes estables, pero con sospecha de compromiso respiratorio o metabólico en curso. En este último grupo es especialmente útil para analizar la necesidad de prescribir oxígeno suplementario o ventilación no invasiva en caso de insuficiencia respiratoria, para la prescripción de líquidos cristaloides o de fármacos correctores en los casos avanzados. La gasometría arterial también sirve para evaluar la respuesta a las intervenciones terapéuticas, farmacológicas y no farmacológicas y su efecto sobre la historia natural de la enfermedad en turno, en este caso la preeclampsia. ¹

En la presente investigación se estudiaron 30 pacientes embarazadas con PS sin comorbilidades y sin criterios de compromiso cardíaco o pulmonar, esto es desde el punto de vista clínico y con estudios de imagen normales o negativos (radiografía portátil del tórax, electrocardiograma). Se trató de un grupo de enfermas cuya media de la edad correspondió en su mayoría a la cuarta década de la vida, con mediana de la paridad 1, todas con producto único y embarazo promedio de 33.89 ± 3.43 semanas. Debido a que la frecuencia del síndrome HELLP se encontró elevada (23.33%) al igual que la de eclampsia (6.6%) y que las medias de la presión sanguínea también resultaron elevadas (sistólica 168.37 ± 19.26 , diastólica 102.82 ± 13.78 y media 124.62 ± 14.22 mmHg) al igual que sus parámetros de laboratorio alterados (**Cuadro 1**) el argumento de que las enfermas se encontraban en estado crítico con justificada admisión a la UCI es totalmente válido.

Como parte de su protocolo de rutina se les tomó una muestra de sangre de la arteria radial para realizar una gasometría al momento de su admisión a la UCI. Se documentó que en todos los casos el procedimiento fue ejecutado siguiendo las recomendaciones emitidas por la Academia Americana de Cuidados Respiratorios (AARC, por sus siglas en inglés) en el año 2013.¹⁴ Se encontró que la técnica no se asoció con alguna complicación grave y que la muestra resultó adecuada (tipo arterial) con la cantidad de sangre suficiente para el estudio gasométrico correcto.

Como un dato valioso para la validez del estudio se pudo documentar que todas las enfermas vivían en la ciudad de México, la media de su residencia comprobable fue de 31.37 ± 7 años (límites 16 a 43). Con este dato se logró procurar que los resultados correspondieran a un grupo representativo de la población derechohabiente a nuestro cargo, pero con arraigo en esta ciudad.

Cuadro 2

Se conocen los valores gasométricos estimados para los habitantes de las principales poblaciones y sitios de mayor altitud en México a partir del trabajo de Vázquez-García y col. publicado en el año 2000.⁵ También se conocen los valores gasométricos que resultan de los cambios gestacionales, los que se producen en la preeclampsia sin trabajo de parto y en la preeclampsia durante la labor.^{6-9,15,16} Cuando se trató de comparar los resultados con los de la literatura médica previa y actual se encontraron tres investigaciones afines correspondientes a un trabajo internacional del año 2008 y dos estudios nacionales realizados en nuestro hospital en 2013 y 2015.

El primero es un reporte de Cao y cols.¹¹ realizado en un hospital de la región de Jinan, Shandong, China. Se trata de un estudio comparativo del análisis de los gases sanguíneos (valor pH, PO₂, PCO₂, HCO₃⁻ y BE) de 348 pacientes con el síndrome de hipertensión inducida por el embarazo (grupo de estudio) versus 156 mujeres embarazadas sanas (grupo control). El valor pH, la PO₂ y el nivel del radical HCO₃⁻ en el grupo de estudio fueron más bajos que los del grupo control ($p < 0.05$). En el **cuadro 3**

se muestran los resultados de dicho estudio que corresponden a las pacientes con PS.

El segundo manuscrito comparativo corresponde a Quezada-Bustillos y Vázquez-Rodríguez ¹⁷ quienes en el año 2013 reportaron el efecto del aporte de líquidos parenterales y del control farmacológico de la presión sanguínea sobre la acidosis metabólica preparto en 50 pacientes embarazadas con PS atendidas en la UCI. Para tal efecto fue tomada una gasometría arterial basal y otra inmediatamente antes de la interrupción gestacional, esto es luego de haber recibido el tratamiento de la UCI. En el **cuadro 3** se muestran los resultados gasométricos basales de dicho estudio.

El tercer documento revisado es de los autores Bustos-Otero y Vázquez-Rodríguez ¹⁸ quienes compararon los parámetros gasométricos en la sangre arterial materna y de la arteria umbilical en 100 pacientes embarazadas con PS sin y con obesidad. Las medias de los valores más representativos de la gasometría arterial de sus pacientes se muestran en el **cuadro 3**. De igual manera, en el mismo **cuadro 3** se comparan los hallazgos de la presente investigación y el resultado obtenido de la media calculada de los tres trabajos mexicanos ya citados.

Como se puede observar a partir de los resultados del presente estudio, el valor pH mostró reducción o tendencia a la acidosis, también la PO₂ mostró cantidades reducidas, pero menos marcadas que lo reportado por Cao y cols. ¹¹ La media de la PCO₂ mostró cercanía al rango de lo normal, pero con niveles bajos del radical bicarbonato y un acentuado déficit de base que, en su conjunto, pueden interpretarse como un patrón de acidosis metabólica. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Wheeler y cols. ¹⁵ quienes estudiaron la importancia del déficit de base y el transporte de oxígeno en la PS.

Cuadro 3. Valores de la gasometría arterial en pacientes embarazadas con preeclampsia severa

Autores	Parámetros gasométricos				
	valor pH	PO ₂ mmHg	PCO ₂ mmol/L	HCO ₃ ⁻ mmol/L	BE mmol/L
Cao y cols. ¹¹ China, 2008 n=59	7.09 ± 0.29	54.73 ± 4.76	53.76 ± 6.81	19.78 ± 2.46	4.97 ± 3.58
Quezada, Vázquez. ¹⁷ México, 2013 n=50	7.42 ± 0.04	87.24 ± 28.56	23 ± 4.25	16.88 ± 2.32	- 9.1 ± 2.97
Bustos, Vázquez. ¹⁸ México, 2015 n=100	7.41 ± 0.05	86.08 ± 30.19	25 ± 4.49	16.52 ± 2.86	- 6.78 ± - 5.19
Ortiz, Vázquez. México, 2020 n=30	7.41 ± 0.08	85.24 ± 41.81	25.51 ± 6.12	16.95 ± 5.13	- 7.36 ± 3.07
Media mexicana (Quezada+ Bustos+ Ortiz) n=180	7.41 ± 0.05	86.18 ± 33.52	24.50 ± 4.95	16.78 ± 10.31	- 7.74 ± 3.74

Se ha documentado que las pacientes embarazadas preeclámpticas tienen graves cambios en el pH y déficit de base más altos que otro tipo de enfermos en estado crítico.¹⁵ Durante el embarazo fisiológico, la hipocapnia primaria conduce a un cambio en el pH y a una ligera disminución del déficit de base. Adicionalmente, el coeficiente de correlación del pH arterial vs. pH capilar es 0.75 y el de la PaCO₂ arterial vs la PaCO₂ capilar es 0.76. Se ha encontrado que las pacientes embarazadas con preeclampsia tienen valores gasométricos de referencia que indican acidosis metabólica y déficit de base. Más aún, Schulman y cols.¹⁶ han demostrado que las enfermas pueden evolucionar hacia una acidosis metabólica todavía más significativa durante la labor y el parto. Estos autores estudiaron un grupo de 17 pacientes embarazadas preeclámpticas a las que les fue tomada una gasometría arterial durante el trabajo de parto e identificaron un patrón de acidosis metabólica y un profundo déficit de base a lo que denominaron “hipobasemia”. Estos datos fueron corroborados por un estudio ulterior realizado en 1996 por Wheeler y cols.¹⁵ quienes encontraron que el pH arterial disminuía conforme el déficit de base aumentaba.

La gasometría arterial ha permitido identificar la instalación del compromiso metabólico con la consecuente lesión de los órganos vitales de la madre y del feto propiamente dicho.^{15,16} En la preeclampsia, las resistencias vasculares aumentadas de manera sostenida junto con el aumento de la deuda de oxígeno van seguidas de un aumento de la extracción del oxígeno para mantener el metabolismo aeróbico.¹⁹ Sin embargo, la PS se caracteriza por un sistema fijo de extracción de oxígeno de los tejidos lo que impide su compensación apropiada para satisfacer la demanda metabólica. Los estudios indican que a medida que disminuye el suministro del oxígeno también se inicia gradualmente un inadecuado metabolismo celular y se produce una lesión endotelial en la microvasculatura que limita aún más el intercambio de oxígeno ocasionando un amplio espectro de lesiones anóxicas e isquémicas. La alteración del aporte de oxígeno afecta a todos los sistemas y órganos, pero los que tienen menor capacidad para aumentar la

capilaridad tales como el riñón, el hígado y el complejo útero-placentario pueden ser especialmente vulnerables. ^{19,20} En base a éste mecanismo fisiopatológico se ha podido explicar el patrón de las lesiones en los órganos diana maternos, de la elevada frecuencia de la acidosis metabólica materna y de la muerte fetal que se observan en las mujeres embarazadas con PS las cuales al ingresar al hospital muestran un importante déficit de oxígeno. ^{15,16}

La gasometría arterial resulta una herramienta útil para determinar la condición hemodinámica de la enferma como un instrumento individual o en conjunto con otras técnicas. Por ejemplo, Wheeler y cols. ¹⁵ reportaron en 1996 un estudio que realizaron con el objetivo de evaluar la relación del metabolismo anaeróbico representado por el déficit de base calculado con el transporte de oxígeno y la función ventricular izquierda. Incluyeron 40 pacientes embarazadas con PS que contaban con datos hemodinámicos obtenidos a partir de la colocación de un catéter de flotación en la arteria pulmonar y los de una gasometría de la sangre arterial. Formaron dos grupos de enfermas acorde al déficit de base medido a su ingreso tomando como el punto de corte $- 8.0$ mEq/L y encontraron que el análisis de regresión lineal mostró una amplia correlación negativa entre el déficit de base calculado y el índice de liberación de oxígeno ($r = - 0.64$), el índice cardiaco ($r = - 0.62$) y el índice del trabajo ventricular izquierdo ($r = - 0.58$). Un déficit de base inicial que rebasaba los $- 8.0$ mEq/L predijo consistentemente acidosis fetal, muerte fetal y lesión isquémica de los órganos blanco maternos. A partir de sus resultados un déficit de base de $- 8.0$ mEq/L ha sido tomado como el umbral o punto de corte que indica no solo la gravedad de la deuda del oxígeno, sino que también refleja un aumento del riesgo complicaciones maternas y fetales.

Actualmente existe una considerable evidencia que sugiere que la PS se asocia con el uso restringido del oxígeno periférico por lo que los esfuerzos terapéuticos para mejorar la liberación de oxígeno hacia los tejidos pueden ser un abordaje lógico del tratamiento y la gasometría arterial un parámetro útil para evaluar la efectividad de las correcciones del manejo. ¹⁵

En la última década ha surgido una nueva evidencia con respecto a la fisiopatología de la preeclampsia y de los beneficios del tratamiento temprano de la hipertensión arterial lo que puede tener un efecto favorable en el manejo de las pacientes embarazadas hipertensas especialmente el de las mujeres con edad relativamente avanzada al momento de la concepción o incluso para algunas enfermas más jóvenes pero con evidencia subclínica de daño vascular el cual puede no ser detectado con estudios básicos. Estas mujeres, además de la hipertensión, pueden tener otros factores de riesgo cardiovascular tales como la diabetes, la obesidad y la hiperlipidemia y/o signos de daño hipertensivo a otros órganos blanco como los riñones que sólo pueden ser detectados por estudios especiales. Finalmente, la identificación e interpretación adecuada de las alteraciones encontradas en la gasometría arterial pueden influir no solo en el tratamiento oportuno de las pacientes preeclámpicas, sino que a su vez puede ayudar a disminuir el riesgo de secuelas. ^{19,21,22}

CONCLUSIONES

La adecuada interpretación de los cambios encontrados en los parámetros de la gasometría arterial constituye una herramienta útil para el diagnóstico integral y la evaluación de la efectividad de la terapéutica en las pacientes preeclámpticas especialmente en aquellas que ameritan cuidados intensivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cortés-Telles A, Gochicoa-Rangel LG, Pérez-Padilla R, Torre-Bouscoulet L. Gasometría arterial ambulatoria. Recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Torax* 2017;76(1):44-50.

Dirección URL:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/nct/v76n1/0028-3746-nct-76-01-00044.pdf>

(Consultada: diciembre del 2019)

2. Davis MD, Walsh BK, Sittig SE, Restrepo RD. AARC Clinical Practice Guideline: blood gas analysis and hemoximetry: 2013. *Respir Care*. 2013 58(10):1694-1703.

Dirección URL:

<http://rc.rcjournal.com/content/respcare/58/10/1694.full.pdf>

(Consultada: diciembre del 2019)

3. Hansen JE, Sue DY, Wasserman K. Predicted values for clinical exercise testing. *Am Rev Resp Dis*. 1984;129(2P2):S49–S55.

Dirección URL:

<https://doi.org/10.1164/arrd.1984.129.2P2.S49>

(Consultada: diciembre del 2019)

4. Lee WW, Mayberry K, Crapo R, Jensen RL. The accuracy of pulse oximetry in the emergency department. *Am Jour Emerg Med*. 2000;18(4):427-431.

Dirección URL:

[https://www.ajemjournal.com/article/S0735-6757\(00\)51732-X/fulltext](https://www.ajemjournal.com/article/S0735-6757(00)51732-X/fulltext)

(Consultada: diciembre del 2019)

5. Vázquez García JC, Pérez Padilla R. Valores gasométricos estimados para las principales poblaciones y sitios a mayor altitud en México. Rev Inst Nal Enf Resp Mex. 2000;13(1):06-13.

Dirección URL:

<https://www.medigraphic.com/pdfs/iner/in-2000/in001b.pdf>

(Consultada: diciembre del 2019)

6. Turner AF. The chest radiograph in pregnancy. Clin Obstet Gynecol. 1975;18(3):65–74.

Dirección URL:

https://journals.lww.com/clinicalobgyn/Citation/1975/09000/THE_CHEST_RADIOGRAPH_IN_PREGNANCY.9.aspx

(Consultada: diciembre del 2019)

7. Grindheim G, Toska K, Estensen ME, Rosseland LA. Changes in pulmonary function during pregnancy: a longitudinal cohort study. BJOG. 2011;119(1):94-101. DOI:10.1111/j.1471-0528.2011.03158.x

8. Deutsch AB, Twitty P, Downes K, Parsons MT. Assessment of the alveolar-arterial oxygen gradient as a screening test for pulmonary embolism in pregnancy. Am J Obstet Gynecol. 2010;203(4):373.e1–4.

DOI:10.1016/j.ajog.2010.04.049

9. Weinberger SE. Maternal adaptations to pregnancy: physiologic respiratory changes and dyspnea. UpToDate, Mar 14, 2019.

Dirección URL:

<https://www.uptodate.com/contents/maternal-adaptations-to-pregnancy-physiologic-respiratory-changes-and-dyspnea>

(Consultada: diciembre del 2019)

10. Magee LA, Pels A Helewa M, Rey E, von Dadelszen P. On behalf of the canadian hypertensive disorders of pregnancy (HDP) working group. Diagnosis, evaluation, and management of the hypertensive disorders of pregnancy. *Pregnancy Hypertension*. 2014;4:105-145.

Dirección URL:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.preghy.2014.01.003>

(Consultada: diciembre del 2019)

11. Cao Y, Wang M, Yuan Y, Li C, Bai Q, Li M. Arterial blood gas and acid-base balance in patients with pregnancy-induced hypertension syndrome. *Exper Ther Med*. 2008;11:1-5.

Dirección URL:

https://www.researchgate.net/publication/328491085_Arterial_blood_gas_and_acid-base_balance_in_patient_with_pregnancy-induced_hypertension_syndrome

(Consultada: diciembre del 2019)

12. Guía de Práctica Clínica. Actualización 2017. Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la preeclampsia en el segundo y tercer nivel de atención. México. Secretaría de Salud. 2017.

Dirección URL:

<http://www.cenetec.salud.gob.mx/contenidos/gpc/catalogoMaestroGPC.html>

(Consultada: diciembre del 2019)

13. ACOG Practice Bulletin No. 202: Gestational Hypertension and Preeclampsia. *Obstet Gynecol* 2019;133:e1-e25

Dirección URL:

[file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/ACOG_Practice_Bulletin_No_202_Gestational.49%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/ACOG_Practice_Bulletin_No_202_Gestational.49%20(1).pdf)

(Consultada: diciembre del 2019)

14. Davis MD, Walsh BK, Sittig SE, Restrepo RD. AARC clinical practice guideline: blood gas analysis and hemoximetry: 2013. *Respir Care* 2013;58(10):1694-1703. doi: 10.4187/respcare.02786.
15. Wheeler TC, Graves CR, Troiano NH, Reed GW. Base deficit and oxygen transport in severe preeclampsia. *Obstet Gynecol.*1996;87(3):375-379.
16. Schulman H, Romney SL, Randolph G. Maternal acid-base balance in labor. *Obstet Gynecol.*1971;37(5):738-741.
17. Quezada-Bustillos L, Vázquez-Rodríguez JG. Efectos del aporte de líquidos parenterales y del control farmacológico de la presión sanguínea sobre la acidosis metabólica preparto en pacientes con preeclampsia severa atendidas en la unidad de cuidados críticos. Registro R-2013-3504-8. Abril del 2013. UNAM-IMSS.
18. Bustos-Otero A, Vázquez-Rodríguez JG. Comparación de los parámetros gasométricos en la sangre arterial materna y de la arteria umbilical en pacientes preeclámplicas con datos de severidad sin y con obesidad. Registro: R-2015-3504-35. Julio del 2015. UNAM-IMSS.
19. Pridjian G, Puschett JB. Preeclampsia. Part 1: Clinical and pathophysiologic considerations. *Obstet Gynecol Survey.*2002;57(9):598-618.
20. Morris CG, Low J. Metabolic acidosis in the critically ill. Part 1. Classification and pathophysiology. *Anesthesia.*2008;63:294-301.
21. Moser M, Brown CM, Rose CH, Garovic VD. Hypertension in pregnancy. *Jour Hypertension.*2012;30(6):1092-1100.

22. Vázquez-Rodríguez JG. Lesión renal crónica por preeclampsia-eclampsia. Nefrol Mex. 2007; 28 (4): 116-120.

ANEXOS**ANEXO 1.- CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS DE SALUD
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD**

**VALORES DE LA GASOMETRIA ARTERIAL EN PACIENTES EMBARAZADAS CON
PREECLAMPSIA SEVERA.**

Ciudad de México, a _____

NÚMERO DE REGISTRO: _____

La preeclampsia severa consiste en una enfermedad del embarazo en que la presión arterial aumenta de manera que puede ser peligrosa incluso para la vida de la madre y su producto. Una consecuencia de la enfermedad que la hace tan peligrosa es la disminución de la oxigenación de la sangre y de los órganos y células, lo que hace que ésta se ponga ácida. La gasometría arterial consiste en tomar sangre de una arteria de la muñeca y medir la cantidad de oxígeno y acidez de la sangre, lo que ayuda a ver la gravedad de la enfermedad y poder tomar acciones para tratar de mejorarla. La cantidad de oxígeno y acidez varían en personas sanas a diferentes alturas de la ciudad donde viven y al día de hoy no se sabe con exactitud cuánto es lo normal a la altura de la Ciudad de México. En su caso, con fines de su adecuada atención médica ha sido necesario realizarle ya la toma de gasometrías arteriales.

PROPÓSITO DEL ESTUDIO

Por medio del presente Consentimiento Informado se le está invitando a que participe en un estudio de investigación clínica cuyo nombre está arriba citado, el cual se realizará en esta Unidad Médica y tiene como propósito conocer los valores normales de oxígeno y acidez en la sangre arterial de mujeres embarazadas sanas y compararlos con los de mujeres con preeclampsia severa. Creemos que esa información nos ayudará a detectar de manera más temprana cuando una mujer con un embarazo normal o con preeclampsia

severa (o incluso con otras enfermedades) tenga su oxígeno o la acidez en su sangre alteradas y poderle dar tratamiento de manera más oportuna y adecuada aún. Usted ha sido invitada a participar en este estudio debido a que cursa con su embarazo del tercer trimestre CON PREECLAMPSIA SEVERA por lo que pensamos que pudiera ser una buena candidata para participar en este proyecto. Al igual que usted otras _____ pacientes atendidas en este hospital con embarazo CON PREECLAMPSIA SEVERA serán invitadas a participar en este estudio.

PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO

Una vez que lea y entienda esta información, y solo si acepta participar: se tomarán de su expediente clínico algunos datos generales y de su embarazo, así como los de su atención del parto, los resultados de sus estudios de laboratorio y los de las gasometrías arteriales que ya se le hayan tomado. Esta información será totalmente confidencial, esto es, será conservada de forma tal que usted no pueda ser identificada y no se compartirá con nadie a menos que usted lo desee. No se le realizará algún procedimiento además de la atención que por su propia enfermedad recibe.

POSIBLES BENEFICIOS QUE RECIBIRÁ AL PARTICIPAR EN EL ESTUDIO

Usted no recibirá ninguna remuneración económica por participar en este estudio, y su participación no implicará ningún gasto extra para usted. Tampoco obtendrá algún beneficio directo de su participación. Los resultados del presente estudio contribuirán al avance del conocimiento. Creemos que esa información nos ayudará a detectar de manera más temprana cuando una mujer con un embarazo normal o con preeclampsia severa (o incluso con otras enfermedades) tenga su oxígeno o la acidez en su sangre alteradas y poderle dar tratamiento de manera más oportuna y adecuada aún.

POSIBLES RIESGOS Y MOLESTIAS.

Dado que nos comprometemos a guardar de manera estricta la información no se prevé algún riesgo por su participación en el estudio.

El investigador principal está comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con el tratamiento (en caso de que el proyecto modificara o interfiriera con el tratamiento habitual).

PARTICIPACIÓN O RETIRO

Su decisión de participación en este estudio es completamente voluntaria. Si usted decide no participar, seguirá recibiendo la atención médica brindada por el IMSS a la que tiene derecho, se le ofrecerán los procedimientos establecidos dentro de los servicios de atención médica del IMSS. Es decir que, si no desea participar en el estudio, su decisión no afectará su relación con el IMSS y su derecho a obtener los servicios de salud u otros servicios que derechohabiente recibe del IMSS. Si en un principio desea participar y posteriormente cambia de opinión, usted puede abandonar el estudio en cualquier

momento. El abandonar el estudio en el momento que usted quiera no modificará de ninguna manera los beneficios que usted tiene como derechohabiente del IMSS.

PRIVACIDAD Y CONFIDENCIALIDAD

La información que nos proporcione que pudiera ser utilizada para identificarla (como su nombre y afiliación) será guardada de manera confidencial y por separado, al igual que los resultados de sus estudios clínicos, para garantizar su privacidad. Nadie más tendrá acceso a la información que usted nos proporcione durante su participación en este estudio, al menos que usted así lo desee. Cuando los resultados de este estudio sean publicados o presentados en conferencias, por ejemplo, no se dará información que pudiera revelar su identidad. Su identidad será protegida y ocultada. Para proteger su identidad le asignaremos un número que utilizaremos para identificar sus datos, y usaremos ese número en lugar de su nombre en nuestras bases de datos.

PERSONAL DE CONTACTO PARA DUDAS Y ACLARACIONES SOBRE EL ESTUDIO

En caso de dudas o aclaraciones sobre el estudio podrá dirigirse con alguien sobre este estudio de investigación puede comunicarse las 24 horas todos los días de la semana:

Nombre:	Juan Gustavo Vázquez Rodríguez
Área de adscripción:	UCIA
Domicilio:	Calzada Vallejo y Antonio Valeriano SN. Colonia La Raza. Alcaldía Azcapotzalco, Ciudad de México.
Teléfono:	5724 5900 ext. 23667
Correo electrónico:	juangustavovazquez@hotmail.com
Área de Especialidad:	Medicina interna- Cuidados intensivos.
Matrícula IMSS	9361197

PERSONAL DE CONTACTO PARA DUDAS SOBRE SUS DERECHOS COMO PARTICIPANTE EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN:

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comité de Ética en Investigación: Calzada Vallejo esquina Antonio Valeriano SN. Colonia La Raza Alcaldía Azcapotzalco, Ciudad de México. CP 02990. De 07:00 a 13:300 hs: al teléfono (55) 5724 5900 extensión 23768, Correo electrónico: efreen.montano@imss.gob.mx

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.

Se me ha explicado con claridad en qué consiste este estudio, además he leído (o alguien me ha leído) el contenido de este formato de consentimiento. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas y todas mis preguntas han sido contestadas a mi satisfacción. Se me ha dado una copia de este formato. Al firmar este formato estoy de acuerdo en participar en la investigación que aquí se describe.

NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE.

Se me ha explicado el estudio de investigación y me han contestado todas mis preguntas. Considero que comprendí la información descrita en este documento y libremente doy mi consentimiento para participar en este estudio de investigación.

Nombre del paciente

Firma

NOMBRE, FIRMA Y MATRÍCULA DEL ENCARGADO DE SOLICITAR EL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Le he explicado el estudio de investigación al participante y he contestado todas sus preguntas. Considero que comprendió la información descrita en este documento y libremente da su consentimiento a participar en este estudio de investigación.

Nombre, firma y matrícula del encargado de obtener el
Consentimiento Informado

Firma

FIRMA DEL TESTIGO

Mi firma como testigo certifica que el/la participante firmó este formato de consentimiento informado en mi presencia, de manera voluntaria.

Testigo 1

Firma

Nombre, dirección, relación

FIRMA DEL TESTIGO.

Mi firma como testigo certifica que el/la participante firmó este formato de consentimiento informado en mi presencia, de manera voluntaria.

Testigo 2

Firma

Nombre, dirección, relación

NOTA ACLARATORIA

Dado que se trató de un estudio retrospectivo con revisión de los registros clínicos en el cual la confidencialidad de las participantes se resguardó de manera estricta y dado que hacer acudir a las participantes a firmar el consentimiento informado imposibilitaba la realización del proyecto, se propuso al Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud del hospital sede que permitiera que la investigación se llevara a cabo sin el consentimiento informado, dicha petición fue concedida.

ANEXO 2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

VALORES DE LA GASOMETRIA ARTERIAL EN PACIENTES EMBARAZADAS CON PREECLAMPSIA SEVERA		
Folio		Resultado
Edad (años)		
Paridad		
Semanas de gestación		
Diagnostico principal		
Síndrome HELLP		
Eclampsia		
Criterios de severidad		
Gasometría arterial	pH	
	PCO2	
	PO2	
	Htc	
	HCO3-	
	HCO3 std	
	TCO2	
	BE ecf	
	BE (B)	
	SO2c %	
	Hbc	
	A-a D02	
	PAO2	
	PaO2/PAO2	
	RI	