



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO “DR. EDUARDO LICEAGA”

**PARÁMETROS GASOMÉTRICOS EN EMBARAZADAS CON TRABAJO DE
PARTO Y PACIENTES CON PREECLAMPSIA SEVERA MAYORES DE 34
SEMANAS**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL:
GRADO DE ESPECIALISTA**

**EN:
GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA**

**PRESENTA:
DR. HUGO PÉREZ VILLEGAS**

**TUTOR-DIRECTOR DE TESIS:
DR. ALBERTO OLIVARES HUERTA**

CD. MX. AGOSTO, 2023



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

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental en el proceso de culminación de mi especialización en Ginecología y Obstetricia. Este logro no habría sido posible sin el apoyo, el aliento y la dedicación de cada uno de ustedes.

A mi amada familia, les agradezco por ser mi pilar inquebrantable. Su constante respaldo emocional y su fe en mí fueron mi motor para superar los retos que este camino académico presentó. Cada logro alcanzado es también suyo, y su amor ha sido mi mayor inspiración. Las palabras no pueden capturar la magnitud de mi gratitud. Su aliento constante y su cariño desinteresado me han sostenido en los momentos más desafiantes. Ustedes han sido mi fuerza motriz y mi razón para perseverar, y cada paso en este viaje lleva su influencia y amor.

A mi querido abuelo, aunque ya no esté físicamente con nosotros, su legado y sus valores siguen vivos en mí. Su inspiración sigue guiando mis pasos y su amor sigue siendo un faro en momentos de oscuridad. Este logro lleva también su nombre, como un homenaje a su memoria.

A mi querida Martha, tu apoyo incondicional ha sido mi roca en este camino. Tú has sido mi refugio en momentos de agotamiento y dudas, y tu fe en mis capacidades me ha motivado a dar lo mejor de mí en cada paso. Tu paciencia, comprensión y aliento inquebrantable me han impulsado a superar los desafíos con determinación. Gracias por ser mi compañera de vida y por compartir mis triunfos y desafíos.

A mis amigos, quienes han compartido risas, lágrimas y momentos inolvidables a lo largo de este camino. Su apoyo incondicional y su presencia en cada etapa han sido un regalo preciado. Gracias por ser mi red de apoyo y por compartir este viaje conmigo.

A mis respetados profesores, quienes compartieron su vasto conocimiento y experiencia conmigo. Sus enseñanzas no solo enriquecieron mi entendimiento en el campo de la Ginecología y Obstetricia, sino que también me inspiraron a esforzarme cada día por mejorar y contribuir al bienestar de las mujeres y sus familias.

Cada uno de ustedes ha sido un pilar esencial en esta travesía hacia la especialización en Ginecología y Obstetricia. Les dedico este logro con todo mi corazón y gratitud. Que esta tesis no solo represente mis esfuerzos, sino también la contribución de todos ustedes en mi formación y desarrollo profesional.

Una vez más, gracias por su apoyo, amor y confianza.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN ESTRUCTURADO	4
PALABRAS CLAVES.....	4
ANTECEDENTES.....	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	8
JUSTIFICACIÓN	8
HIPÓTESIS	9
OBJETIVOS.....	9
OBJETIVOS GENERALES	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
METODOLOGÍA.....	10
TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO	10
POBLACIÓN.....	10
TAMAÑO DE LA MUESTRA	10
CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	11
• <i>Criterios de inclusión</i>	11
• <i>Criterios de exclusión</i>	11
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES A EVALUAR Y FORMA DE MEDIRLAS	12
PROCEDIMIENTO.....	12
FLUJOGRAMA.....	13
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	13
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	14
ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD.....	14
RELEVANCIA Y EXPECTATIVAS.....	15
RECURSOS DISPONIBLES.....	15
RECURSOS NECESARIOS	15
RESULTADOS	16
DISCUSIÓN	17
CONCLUSIÓN	19
REFERENCIAS	20
ANEXO.....	21

Parámetros gasométricos en embarazadas con trabajo de parto y pacientes con preeclampsia severa mayores de 34 semanas

RESUMEN ESTRUCTURADO

Antecedentes. Tanto la preeclampsia como el trabajo de parto son condiciones que se caracterizan por hipoxia sostenida. La primera de forma crónica-sostenida y la segunda de forma aguda. Sin embargo, se desconoce si modifican el equilibrio ácido-base, y dado que pueden coexistir al mismo tiempo, es imperativo describir el comportamiento gasométrico en ambas condiciones.

Objetivo general. Describir los parámetros gasométricos en muestras arteriales y venosas en embarazadas con preeclampsia severa mayores de 34 semanas y pacientes con trabajo de parto a término.

Metodología: estudio descriptivo, observacional, transversal y retrospectivo. Estudio de datos gasométricos en expedientes de pacientes embarazadas de 18 a 40 años, con o sin comorbilidades con diagnóstico de preeclampsia severa mayores de 34 semanas y pacientes con trabajo de parto a término que ingresaron al servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga” en el periodo comprendido de enero 2022 a diciembre 2022.

Se utilizará estadística descriptiva con medidas de tendencia central como media o mediana, y dispersión como desviación estándar o rango intercuartilar según su distribución, la cual será evaluada con la prueba de Shapiro-Wilks.

Hipótesis: En pacientes con trabajo de parto a término y preeclampsia severa mayor de 34 semanas, se reportará disminución del pH, HCO₃ y pCO₂, compatibles con acidosis metabólica compensada en muestras de sangre venosa y arterial.

Probables resultados: se espera que se encuentre un grado de desequilibrio ácido base, con tendencia a la acidosis metabólica en los parámetros gasométricos, con cierto grado de compensación al tratarse de eventos agudos.

PALABRAS CLAVES

Embarazo, preeclampsia, gasometría, pH, bicarbonato, dióxido de carbono.

ANTECEDENTES

En la década de 1950, se inició el estudio de la placentación con diferentes técnicas de biopsia realizadas durante el parto por cesárea y después del parto vaginal. Dixon, Robertson, Renaer y Brosens fueron investigadores clave en este campo. Brosens llevó a cabo un estudio importante al examinar muestras de histerectomía por cesárea de pacientes con diversas condiciones, como preeclampsia y síndrome nefrótico. Utilizando la técnica de seccionamiento del útero con placenta in situ, se analizaron las arterias radiales y espirales en el lecho placentario y en áreas no placentarias. Posteriormente, Pijnenborg y su equipo realizaron un estudio más amplio sobre la transformación de las arterias espirales durante las primeras semanas del embarazo. Estos estudios proporcionaron información valiosa sobre la estructura y cambios que se suscitan para la formación de la placenta¹.

El conocimiento de dicho desarrollo placentario, es un proceso vital en la reproducción de mamíferos, especialmente en los seres humanos. Este fenómeno biológico es esencial para el desarrollo adecuado del embrión y el feto, y desempeña un papel crucial en el suministro de nutrientes y oxígeno, así como en la eliminación de desechos metabólicos. La placenta, órgano formado, establece una conexión íntima entre la madre y el feto, permitiendo el intercambio de sustancias y hormonas necesarias para el crecimiento y desarrollo adecuados del feto. Además, la placentación también desempeña un papel en la protección del feto contra agentes infecciosos y en la regulación del sistema inmunológico materno-fetal.

Por lo que, las fallas en la placentación tienen implicaciones significativas para la madre y el feto. Se asocian con complicaciones obstétricas graves como preeclampsia, RCIU, aborto espontáneo y parto prematuro. Estas condiciones pueden limitar el suministro de nutrientes y oxígeno al feto, afectando su crecimiento y desarrollo adecuados. Además, las alteraciones en la placentación aumentan el riesgo de complicaciones maternas como hipertensión gestacional y trastornos tromboembólicos. También pueden afectar la función inmunológica, aumentando la susceptibilidad a infecciones y complicaciones inflamatorias durante el embarazo. Las fallas en la placentación requieren atención médica y seguimiento para minimizar los riesgos y optimizar los resultados del embarazo².

Aquí radica la importancia del conocimiento de las patologías que puede desarrollar una mala placentación; como la preeclampsia, dado que los últimos 10 años, se ha acumulado información que indica que una mujer que ha tenido un embarazo con preeclampsia tiene un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular en el futuro³.

De hecho, se conoce que la preeclampsia es multifactorial y que los mecanismos fisiopatológicos para el desarrollo de esta enfermedad en pacientes con y sin factores de riesgo son diversos. Sin embargo, aún se desconoce cuál es el componente definitivo en el desarrollo de la enfermedad, teniendo como principal mecanismo implicado en su etiología una inadecuada remodelación de las arterias espirales, lo que ocasiona una isquemia útero-placentaria⁴.

En situaciones fisiológicas, las células del trofoblasto extraveloso remodelan el músculo liso de las arterias espirales, disminuyendo la presión sanguínea proveniente de las arterias uterinas, creando una interfaz materno-fetal ideal para el intercambio de oxígeno y nutrientes mediante un mecanismo de alta capacitancia y baja resistencia⁵.

Cuando ocurre una mala remodelación de las arterias espirales por una deficiente invasión trofoblástica, el flujo sanguíneo en la interfaz útero-placentaria presenta una alta velocidad, lo que ocasiona hipoperfusión, originando isquemia placentaria y mayor lesión en la vellosidad⁶⁻⁸. Esto genera una respuesta inflamatoria que afecta al endotelio veloso produciendo liberación de sustancias como tromboxano, tirosina cinasa 1 soluble tipo fms (sFlt-1) y endoglina soluble, que favorecen la disfunción endotelial a nivel materno. A nivel sistémico, la sFlt-1 ocasiona una vasoconstricción que promueve ambos fenómenos: hipertensión e hipoxia, volviéndose un círculo vicioso, teniendo como resultado una disfunción de órganos, llegando a ser multiorgánica⁹.

A nivel tisular, la hipoxia origina procesos de autorregulación que tienen como objeto la liberación de sustancias vasodilatadoras locales que promueven a su vez un aumento en la perfusión de capilares. A este respecto, las células endoteliales se comportan como sensores funcionales de oxígeno, liberando potentes vasodilatadores como la prostaciclina, óxido nítrico y factor hiperpolarizante

dependiente del endotelio, en respuesta al descenso de la tensión de oxígeno¹⁰.

Esta hipoxia puede ocasionar un desequilibrio ácido-base como lo reportó Vázquez *et al.* quienes realizaron un estudio retrospectivo en 30 pacientes con más de 20 semanas de gestación y diagnóstico de preeclampsia severa atendidas en la unidad de cuidados intensivos del Centro Médico Nacional La Raza, en la Ciudad de México, entre el 1 julio y el 31 de diciembre de 2019. Reportaron que las pacientes presentaban una acidosis metabólica compensada¹¹.

En otro estudio, Cao *et al.* investigaron los cambios gasométricos arteriales en 348 pacientes embarazadas que desarrollaron una enfermedad hipertensiva en el First People's Hospital, de Jining, de marzo de 2013 a marzo de 2016. Reportaron que el pH, pCO₂ y el HCO₃⁻ se encontraban disminuidos en las pacientes con trastorno hipertensivo, lo que se traduce en una acidosis metabólica compensada¹².

Otro episodio de hipoxia al que se expone el embarazo ocurre durante el trabajo de parto, en el cual, durante cada contracción, se ve reducido el flujo sanguíneo placentario, ocasionando una disminución en el transporte de oxígeno y nutrientes transplacentarios¹³. En el transcurso de las contracciones uterinas se reporta una reducción de la perfusión uteroplacentaria en un 60%. Sin embargo, los fetos sanos a término con una placenta normalmente desarrollada pueden adaptarse a esta hipoxia mediante la activación del quimiorreflejo periférico. Esto resulta en una disminución en el consumo de oxígeno y una distribución prioritaria de sangre oxigenada a órganos críticos como el corazón, el cerebro y las glándulas suprarrenales¹⁴.

Durante el trabajo de parto, el útero humano a término se adapta a la hipoxia mediante mecanismos metabólicos. El miometrio tiene reservas de glucógeno y ácidos grasos que pueden utilizarse como fuente de energía en condiciones de baja disponibilidad de oxígeno. En respuesta a la hipoxia, el glucógeno se descompone en glucosa para producir ATP, dando como resultado una generación de lactato como subproducto. Además, se produce una adaptación en las enzimas responsables de la descomposición del lactato, que se vuelven menos inhibidas por los niveles altos de lactato presentes en un feto a término. Esto permite un suministro

continuo de energía a pesar de las condiciones de hipoxia intermitente durante el trabajo de parto¹⁵.

Sin embargo, al ser un evento que transcurre en pocas horas, no se encuentra estudiado del todo, por lo que el estudio gasométrico nos podría dar un panorama más amplio y claro de este fenómeno.

Ahora bien, estudios han demostrado que no existe diferencia significativa en tomar una gasometría venosa a arterial en los parámetros gasométricos, esto podría reducir la carga logística del muestreo arterial, facilitar la detección y el seguimiento mejorados y reducir el dolor del paciente¹⁶. Con todo, se desconoce si existe diferencia en el contexto del embarazo con patología como es en preeclampsia severa.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se sabe que, en pacientes con preeclampsia con criterios de severidad, por la hipoxia sostenida secundaria al proceso fisiopatológico que caracteriza a la enfermedad, cursan con acidosis metabólica. De igual forma el trabajo de parto es un evento que se caracteriza por hipoxia transitoria durante la actividad uterina, por lo que ambos eventos podrían modificar los parámetros gasométricos. Sin embargo, se desconoce cuál es el comportamiento ácido-base en ambos grupos de pacientes en embarazos mayores de 34 semanas.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los parámetros gasométricos venosos en pacientes embarazadas con trabajo de parto a término? y ¿Cuáles son los parámetros gasométricos venosos y arteriales en pacientes embarazadas con preeclampsia severa mayores de 34 semanas?

JUSTIFICACIÓN

Actualmente no existe evidencia en la literatura del comportamiento ácido base en la paciente embarazada a término con trabajo de parto. Durante la actividad uterina la placenta se expone a hipoxia transitoria lo que podría dar lugar a un trastorno ácido-base, por lo que se considera importante describir el comportamiento

gasométrico en este grupo de población dado que cualquier paciente en trabajo de parto puede debutar con preeclampsia y así conocer si este grupo de pacientes cursa con alteraciones gasométricas que pudieran sumarse a los cambios secundarios de un trastorno hipertensivo asociado.

El único estudio en México que ha reportado los cambios gasométricos en pacientes con preeclampsia severa fue arterial, y dado que en nuestra institución también se toma gasometría venosa, se pretende caracterizar cómo se comporta gasométricamente estas pacientes tanto en muestras arteriales como venosas.

Este estudio podría dar pauta a como se comportan las pacientes que debutan con preeclampsia durante el trabajo de parto; sin embargo, de primera instancia, lo que se tiene que describir son los cambios gasométricos venosos en pacientes con trabajo de parto y pacientes con preeclampsia severa en muestras venosas y arteriales.

HIPÓTESIS

En pacientes con trabajo de parto a término y preeclampsia severa mayor de 34 semanas, se reportará disminución del pH, HCO₃, pCO₂, pO₂ y elevación de lactato, compatibles con acidosis metabólica compensada en muestras de sangre venosa y arterial.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- I. Describir los parámetros gasométricos venosos en pacientes con trabajo de parto a término.
- II. Describir los parámetros gasométricos venosos y arteriales en pacientes con preeclampsia severa mayores de 34 semanas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Identificar los expedientes de las pacientes con preeclampsia severa que cuenten con gasometría arterial o venosa.
- ii. Identificar los expedientes de las pacientes con trabajo de parto con gasometría venosa.

- iii. Recabar los datos de los expedientes elegidos según criterios de inclusión.
- iv. Describir los parámetros gasométricos de las pacientes de los expedientes seleccionados.

METODOLOGÍA

TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO

Según la finalidad: descriptivo

Según la interferencia del investigador: observacional

Según la secuencia temporal: transversal

Según el momento de incurrancia de información en relación con el inicio del estudio: retrospectivo

POBLACIÓN

Expedientes de pacientes embarazadas de 18 a 40 años, con o sin comorbilidades con diagnóstico de preeclampsia con criterios de severidad, que ingresaron por el Área de Urgencias del servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga" en el periodo comprendido de enero 2022 a diciembre 2022. Y expedientes de pacientes embarazadas de 18 a 40 años, con o sin comorbilidades con diagnóstico de trabajo de parto en fase activa y sin enfermedad hipertensiva, que ingresaron por el Área de Urgencias del servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga" en el periodo comprendido de enero 2022 a diciembre 2022.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para realizar el cálculo de tamaño de muestra se consideró el cálculo de determinación para una media conforme a la formula¹⁷:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * s^2}{\delta^2} * \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

Se sustituyeron los valores con los hallazgos del estudio Vázquez *et al.*, sobre los valores de la gasometría arterial en pacientes embarazadas con preeclampsia severa. $Z^2_{\alpha/2}=1.96^2$, $s^2=0.08^2$, $d^2=0.05^2$, $n=30$, $N=217$, por lo que el cálculo de muestra obtenido $1.96^2 * 0.08^2 / 0.05^2 (1-(30/217)) \gg 8.44$ pacientes, redondeando

quedan 9 pacientes por grupo. Sin embargo, para describir los datos de acuerdo con la normalidad se decidió incluir 30 pacientes por grupo, quedando un total de 90 pacientes.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

- **Criterios de inclusión:** expedientes de pacientes embarazadas de 18 a 40 años, con o sin comorbilidades con diagnóstico de preeclampsia con criterios de severidad con gasometría venosa (grupo 1) o arterial (grupo 2) y expedientes de pacientes embarazadas de 18 a 40 años, con o sin comorbilidades con diagnóstico de trabajo de parto en fase activa, sin enfermedad hipertensiva que cuente con gasometría venosa (grupo 3), que ingresaron por el Área de Urgencias del servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga” en el periodo comprendido de enero 2022 a diciembre 2022.
- **Criterios de exclusión:** expedientes de pacientes con embarazo gemelar, desprendimiento prematuro de placenta normoinsera.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES A EVALUAR Y FORMA DE MEDIRLAS

Variable	Definición conceptual	Unidad de medición	Tipo de variable	Codificación
Edad	Tiempo transcurrido en años desde el nacimiento	Años	Cuantitativa discreta	18, 19, 20,...
Gestaciones	Número de gestaciones que ha tenido la paciente	Numerales	Cuantitativa discreta	1,2,3,...
pH	Medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o una solución	Logarítmica	Cuantitativa continua	7.42,7.43,...
PO2	Presión parcial de oxígeno de un medio gaseoso o líquido	mmHg	Cuantitativa continua	85.1,85.2,85.3,...
PCO2	Presión parcial de dióxido de carbono de un medio gaseoso o líquido	mmHg	Cuantitativa continua	35.4, 35.5, 35.6,...
HCO3	Concentración de iones de bicarbonato	mmol/L	Cuantitativa continua	19.1,19.2,19.3,...
Lactato	Marcador importante de los procesos metabólicos celulares	mmol/L	Cuantitativa continua	2.0,2.1,2.2,...

PROCEDIMIENTO

Después de haber sido aceptado por el comité de estudio retrospectivos de médicos residentes del Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga". Se acudirá al área de estadística de la Unidad 112-A donde se solicitará por diagnóstico el número de expedientes candidatos. Se acudirá al servicio de archivo clínico de la unidad y se solicitarán los expedientes de las pacientes candidatas. Se revisarán y se recabarán los datos de expedientes de pacientes que cumplan con criterios de inclusión y exclusión. Dado que a algunas pacientes con preeclampsia se les toma gasometría venosa y a otras arteriales, se recabará la información de ambas muestras, por lo que se formarán dos grupos, uno de aquellas a quienes tienen muestra venosa y otras arterial. Sin embargo, en el grupo de pacientes con trabajo de parto, se ha observado que se toman muestras venosas para gasometría, por lo que el único grupo en esta condición obstétrica implicará gasometría venosa.

De tal manera, se formarán tres grupos: pacientes embarazadas con trabajo de parto a término con gasometría venosa, pacientes embarazadas con preeclampsia severa mayores de 34 semanas con gasometría venosa y pacientes con preeclampsia severa mayores de 34 semanas con gasometría arterial.

Se describirán únicamente los parámetros básicos de la gasometría: pH, pCO₂, HCO₃, pO₂ y lactato dado que son los parámetros mayor leídos y que darán pie a futuros estudios según los hallazgos.

FLUJOGRAMA



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizará estadística descriptiva (media, mediana o moda) y de distribución (desviación estándar o rango) según el tipo de variable y distribución. La prueba de normalidad se utilizará para ver la distribución de los datos, en caso de tener una distribución normal se utilizará una media con desviación estándar. Si la distribución

es no normal se utilizará la mediana y rango. Se determinará la distribución de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Búsqueda y recopilación de antecedentes y referencias documentales	X						
Elaboración del marco teórico	X						
Elaboración de planteamiento del problema, justificación, objetivos, hipótesis, criterios de inclusión, exclusión		X					
Registro y revisión del protocolo por el Comité de Investigación de Estudios Retrospectivos			X	X			
Recopilación de información					X		
Organización y análisis de los resultados					X		
Análisis de los datos, elaboración de discusión y conclusiones						X	
Entrega de reporte y artículo						X	X

ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD

Para la realización del estudio se utilizarán datos reportados en el expediente clínico de las pacientes, por lo que no implica una intervención directa sobre la misma. Dentro de los datos se asignará un número de secuencia (código) a cada expediente con la finalidad de garantizar la protección de datos personales como lo estipula la Ley General de Protección de Datos Personales. Los registros físicos o informáticos serán custodiados en el archivo de investigación de la Unidad 112 del Hospital

General de México “Dr. Eduardo Liceaga”.

El estudio se realizará dentro de los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos según la Declaración de Helsinki - Asamblea General, Fortaleza, Brasil 2013, así como al artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, clasificándolo en la categoría I.

Investigación sin riesgo: son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

RELEVANCIA Y EXPECTATIVAS

Los resultados darán pauta a nuevas líneas de investigación para estudios prospectivos. Por ejemplo, estudios que permitan valorar el estado clínico en recién nacidos dependiendo el grado del desequilibrio ácido base.

RECURSOS DISPONIBLES

Investigador principal - Coordinador de investigación: realización del protocolo de investigación, búsqueda y recopilación de datos, análisis de la información, elaboración de artículo para su publicación.

Investigador asociado: análisis de la información y resultados, elaboración de artículo para su publicación.

Materiales: por su naturaleza, no se requieren recursos adicionales a los que ya cuenta el investigador principal.

Financieros: no se requiere de financiamiento para la realización de este estudio.

RECURSOS NECESARIOS

Equipo de cómputo con hoja de cálculo de Microsoft Excel® y Software de análisis estadístico SPSS® versión 22.0, con los cuales ya cuenta el investigador.

RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 30 pacientes por grupo. Las pacientes con gasometría arterial y preeclampsia con criterios de severidad tuvieron una edad promedio de 29.0 ± 9.0 años, la mediana de gestaciones fue de 2 (rango, 1-3), 9 (30%) tuvieron alguna enfermedad subyacente y la edad gestacional promedio a la cual se tomó la gasometría fue de 36.7 ± 1.68 semanas. La gasometría mostró un pH de 7.35 (0.09), HCO_3 de 17.38 ± 2.52 , pCO_2 de 31.77 ± 8.69 , exceso de base de -8.01 ± 3.07 , lactato de 2.48 ± 1.48 y Anion gap de 12.9 ± 3.30 .

En el grupo de preeclampsia severa con gasometría venosa, la edad promedio fue de 27.0 ± 7.9 años, 2 (rango, 1-3) gestaciones, 12 (40.0%) con patología asociada y una edad gestacional de 37.2 ± 1.98 semanas. La gasometría mostró un pH de 7.37 (0.05), HCO_3 de 18.9 ± 3.18 , pCO_2 de 32.91 ± 6.03 , exceso de base de -6.31 ± 3.43 , lactato de 1.87 ± 0.63 y anion gap de 13.2 ± 6.17 .

Para el grupo de trabajo de parto, la gasometría tomada fue venosa, la edad materna promedio fue de 26.2 ± 5.76 años, con una mediana de 2 (rango 1-3) gestaciones, todas las pacientes fueron sanas, y la edad gestacional fue de 38.8 ± 1.29 semanas. La gasometría mostró un pH de 7.38 (0.06), HCO_3 de 17.15 ± 2.64 , pCO_2 de 28.16 ± 5.98 , exceso de base de -7.35 ± 2.77 , lactato de 2.40 ± 1.21 y anion gap de 16.03 ± 2.93 .

La diferencia entre los diferentes parámetros gasométricos (arterial y venosa) en pacientes con preeclampsia severa no mostró diferencia en el pH ($p= 0.42$), pCO_2 ($p= 0.555$) y anion gap ($p= 0.823$). Mientras que el HCO_3 ($p= 0.038$), exceso de base ($p= 0.048$), pO_2 ($p= 0.016$) y lactato ($p= 0.042$), sí mostraron diferencia (Tabla 3).

Tabla 1. Variables demográficas de la población estudiada con preeclampsia y trabajo de parto

	PE severa (GasA)	PE severa (GasV)	Trabajo de parto (GasV)
Edad (años)	29.0 (9.0)	27.0 (7.9)	26.2 (5.76)
Gestaciones (número)	2 (1, 3)	2 (1, 3)	2 (1, 3)
Patología asociada (número)	9 (30.0 %)	12 (40.0 %)	0
Edad gestacional (semanas)	36.7 (1.68)	37.2 (1.98)	38.8 (1.29)

Elaboración propia. GasA= gasometría arterial, GasV= gasometría venosa

Tabla 2. Parámetros gasométricos de la población estudiada con preeclampsia y trabajo de parto

	PE severa (GasA)	PE severa (GasV)	Trabajo de parto (GasV)
pH	7.35 (0.9)	7.37 (0.05)	7.38 (0.06)
HCO ₃	17.38 (2.52)	18.9 (3.18)	17.15 (2.64)
pCO ₂	31.77 (8.69)	32.91 (6.03)	28.16 (5.98)
pO ₂	86.70 (59.08)	57.82 (24.22)	65.36 (20.68)
EB	-8.01 (3.07)	-6.31 (3.43)	-7.35 (2.77)
Lactato	2.48 (1.48)	1.87 (0.63)	2.40 (1.21)
Anion Gap	12.9 (3.30)	13.2 (6.17)	16.03 (2.93)

Elaboración propia. GasA= gasometría arterial, GasV= gasometría venosa, HCO₃= bicarbonato, EB= exceso de base.

Tabla 3. Diferencia en los parámetros gasométricos en preeclampsia

	PE severa (GasA)	PE severa (GasV)	p
pH	7.35 (0.9)	7.37 (0.05)	0.42
HCO ₃	17.38 (2.52)	18.9 (3.18)	0.038
pCO ₂	31.77 (8.69)	32.91 (6.03)	0.555
pO ₂	86.70 (59.08)	57.82 (24.22)	0.016
EB	-8.01 (3.07)	-6.31 (3.43)	0.048
Lactato	2.48 (1.48)	1.87 (0.63)	0.042
Anion Gap	12.9 (3.30)	13.2 (6.17)	0.823

Elaboración propia. GasA= gasometría arterial, GasV= gasometría venosa, HCO₃= bicarbonato, EB= exceso de base.

DISCUSIÓN

El trabajo de parto y la preeclampsia son situaciones en el embarazo en el cual se compromete la circulación placentaria; el grado de hipoxia es medible por los parámetros gasométricos al tomar valores que, en conjunto, se podrían interpretar de manera íntegral. La finalidad de la presente investigación fue medir los parámetros gasométricos más representativos (pH, HCO₃, pCO₂, O₂, EB, lactato y anion gap) en pacientes con embarazos mayores de 34 semanas que debutaron con preeclampsia con criterios de severidad y pacientes con embarazo de término con trabajo de parto en fase activa sin alguna enfermedad hipertensiva, utilizando gasometrías venosas y arteriales.

Este fue un estudio retrospectivo, por lo que todos los datos fueron tomados de los expedientes de las pacientes que cumplieron con dichos criterios de inclusión. Durante el periodo de revisión se pudieron recabar 90 pacientes como muestra total, divididas en 30 pacientes por grupo, obteniendo un total de 3 grupos los cuales ya

se mencionaron previamente.

En primer lugar, el trabajo de parto y la preeclampsia será difícil su estudio en conjunto y su comparación, ya que cuentan con diferentes eventos fisiológicos y fisiopatológicos. Pese a que, con los resultados se evidenció que en los tres grupos se ve una marcada acidosis metabólica compensada, es indicado tomar una gasometría en esta patología para un estudio integral. Además, este trastorno ácido base no es tan marcado en el grupo de gasometría venosa en pacientes con preeclampsia con criterios de severidad. Realizando una comparación de estos resultados con el estudio de 2008 de Cao y su grupo en Shandong, China; se evidencia una diferencia marcada entre el pH y EB, siendo más altos estos parámetros en nuestra población. Con respecto al estudio de Vázquez y colaboradores del 2021 en el CMN La Raza, se observa similitud en el grupo de pacientes con preeclampsia, excepto por el anión gap, ya que en dicho estudio no se encuentra reportado^[11,12].

En segundo plano, el anion gap en el grupo de preeclampsia con gasometría arterial y venosa se muestra de 12.9 y 13.2, respectivamente; y 16.03 en las pacientes con trabajo de parto, lo cual es una elevación bastante considerable en comparación a los grupos de preeclampsia. Alguna causa de la elevación del anion gap sería el aumento de lactato en las muestras, el cual es visualizable en los dos grupos; sin embargo, al haber un margen de diferencia elevado entre grupos se podría hipotetizar que existen algunos otros ácidos orgánicos y/o metabolitos que se eleven en el trabajo de parto más que en la preeclampsia, y que hasta el momento no se encuentran descritos en la literatura de manera clara. No obstante, se sabe que los estados hipertensivos en el embarazo como la preeclampsia y la eclampsia, los ácidos orgánicos como el ácido láctico, suelen encontrarse elevados en la orina¹⁸.

En tercer lugar, se encontró que entre los dos grupos de preeclampsia, la gasometría arterial es mas sensible que la venosa para la detección de lactato, bicarbonato y deficit de base, el cual se podría interpretar como una herramienta de respuesta terapéutica adecuada ante el manejo de volumen en estas pacientes que desarrollen esta enfermedad.

CONCLUSIÓN

En resumen, este estudio se centró en analizar los parámetros gasométricos en pacientes con preeclampsia severa y en mujeres en trabajo de parto en fase activa. A pesar de las diferencias en las características entre el trabajo de parto y la preeclampsia, los resultados revelaron una marcada acidosis metabólica compensada en ambos grupos, resaltando la importancia de las gasometrías en la evaluación integral de estas condiciones.

Un punto destacado fue la discrepancia en los valores de pH y el déficit de base en comparación con investigaciones previas, lo que sugiere posibles variaciones demográficas. La elevación del anion gap, particularmente en el grupo de trabajo de parto, plantea interrogantes sobre la existencia de ácidos orgánicos aún no descritos en la literatura, ya que apesar de la detección de mayor lactato en ambos grupos, las diferencias en el anion gap podrían indicar la presencia de otros metabolitos específicos del trabajo de parto.

Además, se determinó que la gasometría arterial es más sensible que la venosa para identificar lactato, bicarbonato y déficit de base en pacientes con preeclampsia, con implicaciones relevantes en la toma de decisiones terapéuticas y el manejo de líquidos en esta condición.

En última instancia, el estudio enfatiza la utilidad crucial de las gasometrías en la evaluación y el manejo de la preeclampsia y el trabajo de parto, aunque en este último no es rutinario. A pesar de las diferencias entre los grupos, los resultados subrayan la importancia de un enfoque holístico en el abordaje de estas condiciones, lo que permite una comprensión más profunda de sus perfiles ácido-base y ofrece información valiosa para una terapia más precisa. No obstante, se requiere de más investigación para esclarecer las implicaciones clínicas de estos hallazgos y expandir el conocimiento sobre los aspectos metabólicos y fisiopatológicos de estas condiciones en diversas poblaciones.

REFERENCIAS

1. Brosens I, Pijnenborg R, Vercruyssen L, Romero R. The “Great Obstetrical Syndromes” are associated with disorders of deep placentation. *Am J Obstet Gynecol*. 2011;204(3):193–201.
2. Gyselaers W. Origins of abnormal placentation: why maternal veins must not be forgotten. *Am J Obstet Gynecol*. 2023;228(6):613–621.
3. Hypertension in pregnancy: Executive summary. *Obstet Gynecol*. 2013;122(5):1122–1131.
4. Ives CW, Sinkey R, Rajapreyar I, Tita ATN, Oparil S. Preeclampsia pathophysiology and clinical presentations: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76(14):1690–1702.
5. Magee, L. A., Nicolaides, K. H., & von Dadelszen, P. Preeclampsia. *The New England Journal of Medicine*, 2022;386(19):1817–1832
6. Chappell LC, Cluver CA, Kingdom J, Tong S. Pre-eclampsia. *Lancet*. 2021;398(10297):341–354.
7. Fajersztajn L, Veras MM. Hypoxia: From placental development to fetal programming: Influence of hypoxia on development. *Birth Defects Res*. 2017;109(17):1377–1385.
8. Jung E, Romero R, Yeo L, Gomez-Lopez N, Chaemsathong P, Jaovisidha A, et al. The etiology of preeclampsia. *Am J Obstet Gynecol*. 2022;226(2S):844–866.
9. Rana S, Lemoine E, Granger J, Karumanchi SA. Preeclampsia: Pathophysiology, challenges, and perspectives. *Circulation Research*. 2019;124(7):1094–1112.
10. Baigorri-González F, Lorente Balanza JA. Oxigenación tisular y sepsis. *Medicina Intensiva*. 2005;29(3):178–184.
11. Vázquez-Rodríguez JG, Ortíz-Vargas VA, Díaz-Aguilar FA, Chablé-Chan FG, Serrano-Rodríguez J, Arredondo. Valores de la gasometría arterial en pacientes embarazadas con preeclampsia severa. *Ginecol Obstet Mex* 2022; 90(8): 639-646.
12. 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. *Exp Ther Med.* 2019;17(1):349–353.

13. Ramos JGL, Sass N, Costa SHM, Ramos JGL, Sass N, Costa SHM. Preeclampsia. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia.* 2017;39(9):496–512.
14. Turner JM, Mitchell MD, Kumar SS. The physiology of intrapartum fetal compromise at term. *Am J Obstet Gynecol.* 2020;222(1):17–26.
15. Wray S, Alruwaili M, Prendergast C. HYPOXIA AND REPRODUCTIVE HEALTH: Hypoxia and labour. *J Reprod Fertil.* 2021;161(1):F67–80.
16. Ekström M, Engblom A, Ilic A, Holthius N, Nordström P, Vaara I. Calculated arterial blood gas values from a venous sample and pulse oximetry: Clinical validation. *PLOS ONE.* 2019;14(4):1-11
17. García-García JA, Reding-Bernal A, López-Alvarenga JC. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investig educ médica.* 2013;2(8):217–224.
18. Vázquez-Rodríguez JG, Hernández-Castilla DS. Marcadores del laboratorio clínico en pacientes con preeclampsia severa admitidas en una unidad de cuidados intensivos. *Clin Invest Ginecol Obstet.* 2019;46(3):95–101

ANEXO

Hoja de recolección de datos

Nombre	ECU	Edad	Gestaciones	Patología asociada	Diagnóstico	pH	pCO2	pO2	HCO3	Lactato	EB	anion gap