



# Acta Colombiana de Cuidado Intensivo

[www.elsevier.es/acci](http://www.elsevier.es/acci)



ORIGINAL

## Características clínicas de las gestantes nativas de la gran altitud con preeclampsia grave. Estudio transversal



Amilcar Tinoco-Solórzano<sup>a,b,\*</sup>, Ray Cruz Bellido<sup>c</sup>, Manuel Rueda Camana<sup>d</sup>, Alberto Diaz Seminario<sup>e</sup>, Alberto Salazar-Granara<sup>a</sup> y Julio C. Charri<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Universidad de San Martín de Porres (USMP), Facultad de Medicina Humana, Centro de Investigación de Medicina en la Altura (CIMA), Huancayo, Perú

<sup>b</sup> Seguro Social de Salud (ESSALUD), Hospital Nacional Ramiro Priale Priale, Servicio de Cuidados Intensivos e Intermedios, Huancayo, Perú

<sup>c</sup> Seguro Social de Salud (ESSALUD), Hospital II Pasco, Servicio de Emergencia y Cuidados Intensivos, Cerro de Pasco, Perú

<sup>d</sup> Seguro Social de Salud (ESSALUD), Hospital II Pasco, Servicio de Gineco-Obstetricia, Cerro de Pasco, Perú

<sup>e</sup> Ministerio de Salud (MINSA), Instituto Materno Perinatal, Servicio de Cuidados Intensivos, Lima, Perú

<sup>f</sup> Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC), Facultad de Medicina Humana, Cerro de Pasco, Perú

Recibido el 6 de abril de 2020; aceptado el 29 de agosto de 2020

Disponible en Internet el 27 de octubre de 2020

### PALABRAS CLAVE

Embarazo;  
Preeclampsia;  
Altitud;  
Hemoglobina;  
Perú

### Resumen

**Introducción:** Las enfermedades hipertensivas del embarazo generan a nivel mundial entre 62.000 y 77.000 muertes por año. La preeclampsia grave tiene diversas incidencias, desde el 0,4% hasta el 1,3% del total de partos. Nuestro objetivo es determinar la incidencia de la preeclampsia grave en nativas de la gran altitud y describir las características clínicas relacionadas con la altitud, tales como disminución de la saturación de oxígeno y elevación de la hemoglobina.

**Materiales y métodos:** Estudio epidemiológico, observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo realizado en Cerro de Pasco, Perú (4.380 msnm). Se recolectaron los datos al ingreso a la unidad de cuidados intensivos revisando tarjetas de control prenatal e historias clínicas. Se estudiaron gestantes nativas de la gran altitud con preeclampsia grave durante 10 años (enero de 2009 a diciembre de 2018) con muestreo no probabilístico de casos consecutivos.

**Resultados:** De 8.221 partos y 8.284 nacidos vivos, 141 cursaron con preeclampsia grave. La incidencia es del 1,70 al 1,72%. Nuestra muestra fueron 37 gestantes nativas que llevaron su embarazo en la gran altitud. En el primer control prenatal se encontró hemoglobina: 15,02 g%. Al ingreso a la unidad de cuidados intensivos se encontró hemoglobina: 14,7 g% y saturación de oxígeno: 94%. La relación de la hemoglobina y la presión arterial tuvo una  $p > 0,05$ .

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [amilcartinoco@gmail.com](mailto:amilcartinoco@gmail.com) (A. Tinoco-Solórzano).

**Conclusiones:** a) La incidencia de preeclampsia grave en la gran altitud es mayor que a nivel del mar. b) La hemoglobina elevada es frecuente en las nativas de la gran altitud con preeclampsia grave. c) No logramos encontrar asociación causal entre la elevación de la hemoglobina y la elevación de la presión arterial.

© 2020 Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## KEYWORDS

Pregnancy;  
Pre-eclampsia;  
High altitude;  
Haemoglobin;  
Peru

## Clinical features of indigenous pregnant women living in high altitudes with severe pre-eclampsia. A cross-sectional study

### Abstract

**Introduction:** Hypertensive diseases of pregnancy cause between 62,000-77,000 deaths per year worldwide. Severe preeclampsia varies from 0.4% to 1.3% of all deliveries. The aim of this article is to determine the incidence of severe preeclampsia in high-altitude indigenous pregnant women, and describe clinical characteristics related to altitude, such as decreased oxygen saturation, and elevated haemoglobin.

**Materials and methods:** Epidemiological, observational, descriptive, cross-sectional and retrospective study, in Cerro de Pasco, Peru (4,380 metres above sea level). Data were collected upon entry to the intensive care unit, by checking prenatal control cards and medical records. Indigenous high-altitude pregnant women with severe preeclampsia were studied over a 10-year period (January 2009 to December 2018) with non-probabilistic sampling of consecutive cases. **Results:** Of 8,221 births and 8,284 born, 141 were in severe preeclampsia, an incidence of 1.70 to 1.72%. Our sample was 37 pregnant women who carried their pregnancy in high altitude. A mean haemoglobin of 15.02 g% was observed in the first prenatal check-up. On admission to the intensive care unit a haemoglobin of 14.7 g% and oxygen saturation: 94% was found. The ratio of haemoglobin and blood pressure was significant ( $P > .05$ ).

**Conclusions:** (i) The incidence of severe preeclampsia at high altitudes is higher than that at sea level. (ii) Elevated haemoglobin is common in high-altitude indigenous pregnant women with severe preeclampsia. (iii) No causal association was found between elevated haemoglobin and increased blood pressure.

© 2020 Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

Las enfermedades hipertensivas del embarazo generan alrededor del 18% de las muertes maternas a nivel mundial, estimado esto entre 62.000 u 77.000 muertes por año. La preeclampsia tiene una incidencia global del 2,16% del total de partos. La preeclampsia grave tiene una incidencia muy diversa, pudiendo encontrarse desde el 0,4% hasta el 1,3% del total de partos<sup>1-4</sup>. Definimos gestante nativa de la gran altitud aquella mujer embarazada que nació y vive en forma regular (más de un año) en una ciudad por encima de los 3.500 m de altitud<sup>5-8</sup>. Se definió como caso de preeclampsia grave cuando después de la semana 20 de gestación se encontró presión arterial sistólica  $\geq 160$  mmHg o presión arterial diastólica  $\geq 110$  mmHg en dos ocasiones con al menos 4 h de diferencia mientras la paciente está en reposo en cama asociado a proteinuria evidenciada con Dipsstick de 1+. En ausencia de proteinuria se debía evidenciar por lo menos uno de los siguientes hallazgos: trombocitopenia (plaquetas  $< 100.000$ ), función hepática anormal (TGO y TGP dos veces su valor normal), dolor abdominal persistente en cuadrante superior derecho, dolor en epigas-

trio, insuficiencia renal progresiva (creatinina  $> 1,1$  mg/dl), edema pulmonar, disturbios neurológicos (cefalea) o disturbios visuales (escotomas)<sup>9</sup>.

En el mundo existen 385 millones de personas que viven en la altitud, por encima de los 1.500 msnm<sup>10,11</sup>. La hipoxia hipobárica debida a la altitud determina que los pobladores nativos se adapten a nuevas condiciones, tales como saturación arterial de oxígeno disminuida y hemoglobina elevada<sup>12</sup>. Para lograr un producto óptimo la mujer gestante debe adaptarse no solo al embarazo sino también a las condiciones provocadas por la hipoxia hipobárica de la altitud y asegurar una suficiente disponibilidad de oxígeno a nivel de la circulación uteroplacentaria<sup>13,14</sup>. La presión sanguínea durante el embarazo se incrementa con la altitud en todas las mujeres, independientemente de la aparición de hipertensión inducida en el embarazo. La incidencia de preeclampsia aumenta en aproximadamente 3 veces en la altitud<sup>15,16</sup>. La elevación de la hemoglobina parece estar relacionada con el incremento de la incidencia de preeclampsia en la altitud. En la altitud la hipoxia crónica estimula la elevación de la hemoglobina durante toda la gestación<sup>13</sup>. El riesgo de preeclampsia aumenta con niveles

de hemoglobina > 14,5 g/dl en todas las altitudes<sup>17,18</sup>. Sin embargo, podrían existir otros factores involucrados, tales como la reducción del flujo sanguíneo de la arteria uterina, factores circulantes de origen placentario, estrés oxidativo placentario y función vascular alterada<sup>19,20</sup>. La mayor viscosidad sanguínea asociada al incremento de hemoglobina se relaciona con un menor flujo sanguíneo, pero esto no es una constante en todas las gestantes andinas. El incremento de la hemoglobina es inversamente proporcional al número de generaciones de ancestros con residencia en la altitud<sup>21,22</sup>.

Nuestro estudio representa la primera aproximación a un problema perinatal cardiovascular como la enfermedad hipertensiva durante el embarazo en una población singular como es la de las nativas de la gran altitud. Nuestro objetivo es determinar la incidencia de la preeclampsia grave en la gran altitud, describir las características clínicas de las nativas de la gran altitud que cursan con preeclampsia grave relacionadas con la altitud, tales como la disminución de la saturación de oxígeno y la elevación de la hemoglobina, y sugerir estas características como factores de riesgo. Nuestros resultados podrían ser valorados y utilizados para optimizar la detección precoz de características relacionadas con la presentación de preeclampsia grave en gestantes de la gran altitud y ser el inicio de una nueva línea de investigación con estudios de mayor complejidad.

## Material y métodos

Estudio epidemiológico, observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo realizado en la ciudad de Cerro de Pasco, Perú, a 4.380 msnm, con una presión barométrica de 457 mmHg. La recolección de los datos fue realizada al ingreso de la paciente a la unidad de cuidados intensivos (UCI) del Hospital II Pasco - EsSalud. Se revisaron las tarjetas de control prenatal, la historia clínica de ingreso y los exámenes auxiliares. La población objetivo estaba representada por las gestantes nativas de la gran altitud con el diagnóstico de preeclampsia grave durante un periodo de 10 años, de enero de 2009 a diciembre de 2018. Se realizó un muestreo no probabilístico de casos consecutivos.

Los criterios de inclusión fueron: a) gestantes nativas de la gran altitud que ingresaron a la UCI con el diagnóstico de preeclampsia grave, y b) gestantes que tenían todos sus controles prenatales registrados en el Hospital II Pasco - EsSalud.

Los criterios de exclusión fueron: a) gestantes con menos de un año de residencia en la gran altitud, y b) historia clínica incompleta.

Las variables estudiadas son características clínicas relacionadas con la altitud, tales como saturación de oxígeno y hemoglobina en pacientes con diagnóstico de preeclampsia grave.

Realizamos el análisis univariado, verificando la normalidad de las variables usando SHAPIRO WILKS ( $p > 0,05$  normal;  $p < 0,05$  no normal). Se describieron las variables cualitativas usando frecuencias y porcentajes. Las variables cuantitativas se describieron: normal, usando media y desviación estándar; no normal, con mediana y rangos. Para el análisis bivariado de las variables cuantitativas con normalidad: hemoglobina > 14,5 y presión arterial (sistólica, diastólica y media). Se utilizó la prueba de correlación de Pearson ( $p < 0,05$ ) para la comparación de proporciones. También se

evaluaron la razón de prevalencias para determinar la magnitud de asociación y un intervalo de confianza del 95% para la precisión de la asociación. Se utilizó el programa SPSS 25, versión oficial.

Se obtuvieron los permisos institucionales correspondientes, que nos permitieron acceder a los datos de las historias clínicas. El estudio no generó riesgos en los pacientes porque se basó en el análisis retrospectivo de historias clínicas y no se tuvo contacto directo con las gestantes.

Utilizamos un sistema de codificación de las historias clínicas que aseguró la confidencialidad y el anonimato de tal manera que no se pudo identificar a los sujetos que ingresaron al estudio.

## Resultados

Durante un periodo de 10 años (enero de 2009 a diciembre de 2018) se registraron 141 casos de preeclampsia grave que ingresaron a la UCI. Esto determinó una incidencia del 1,70% en 8.284 nacidos vivos y del 1,72% en 8.221 partos. Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo una muestra de 37 casos.

De los 141 casos, se eliminaron del estudio 38 por no ser nativas de la gran altitud, 29 por tener una estadía en la gran altitud menor de un año, 23 por ser casos sin controles prenatales en el hospital y 14 por tener historias clínicas incompletas.

Las gestantes incorporadas al estudio en su totalidad eran nativas que llevaron su embarazo en la gran altitud y que cursaron con preeclampsia grave. Las observaciones más importantes son: edad y peso del recién nacido. Durante el primer control prenatal los más relevantes fueron: índice de masa corporal y hemoglobina (tabla 1).

En relación con el diagnóstico, los criterios más frecuentes fueron presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, epigastralgia y proteinuria (tabla 2).

Al ingreso a la UCI encontramos como resultados más relevantes: presión arterial media, albúmina, hematocrito y ácido úrico (tabla 3).

La determinación de la asociación causal entre la elevación de la hemoglobina materna (Hb > 14,5 g%) y la elevación de la presión arterial (sistólica, diastólica y media) encontró una  $r < 0,1971$  y una  $p > 0,05$  (tabla 4).

Los resultados no muestran una disminución de la saturación de oxígeno, y se encontró un valor del 94% al ingreso a la UCI. La elevación de la hemoglobina se evidencia tanto en el primer control prenatal (15,02 mg%) como al ingreso a la UCI (14,7 mg%).

## Discusión

Nuestros hallazgos son: a) la incidencia de preeclampsia grave en nativas de la gran altitud está por encima de lo reportado a nivel del mar; b) la hemoglobina materna en el primer control y al ingreso a la UCI se encontraba por encima de 14,5 mg/dl, y c) la saturación de oxígeno se encontraba en valores normales al ingreso a la UCI.

En relación con los resultados del estudio no pudimos comprobar asociación causal entre la elevación de la hemoglobina y la presencia de preeclampsia grave en gestantes nativas de la gran altitud, a pesar de haber dividido nues-

**Tabla 1** Características clínicas generales y obstétricas

	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Media	Desviación estándar	Shapiro Wilk(p > 0,05)
<i>Edad (años)</i>			30,65	6,36	0,157
<i>Residencia en la altura (año)</i>			28 <sup>a</sup>	20-45 <sup>b</sup>	0,045
<i>Edad gestacional (semana)</i>			37 <sup>a</sup>	26-40 <sup>b</sup>	0,008
<i>Peso del recién nacido (g)</i>			2,328,08	409,45	0,438
<i>Estado civil</i>					0,001
Soltera	3,00	8,11			
Casada	11,00	29,73			
Conviviente	23,00	62,16			
<i>Grado de instrucción</i>					0,001
Analfabeta	2,00	5,41			
Primaria	3,00	8,11			
Secundaria	19,00	51,35			
Superior	13,00	35,14			
<i>Actividad laboral</i>					0,000
Ama de casa	34,00	91,89			
Dependiente	3,00	8,11			
<i>Tipo de parto</i>					0,000
Vaginal	5,00	13,51			
Cesárea	32,00	86,49			
<i>Paridad</i>					0,012
Nulípara (0 partos)	14,00	37,84			
Primipara (1 parto)	10,00	27,03			
Multipara (2 o más partos)	13,00	35,14			
<i>Periodo intergenésico</i> <sup>23,24</sup>					0,007
Corto (< 18 meses)	15,00	40,54			
Normal (18 a 60 meses)	5,00	13,51			
Largo (> 60 meses)	17,00	45,95			
<i>Grupo sanguíneo - RH</i>					0,003
A (+)	4,00	10,81			
B (+)	1,00	2,70			
O (+)	32,00	86,49			
<i>Control prenatal</i> <sup>25</sup>					0,001
Inadecuado (< 8)	29,00	78,38			
Adecuado (8 o más)	8,00	21,62			
<i>Primer control prenatal</i>					
Peso (kg)			57,26	7,86	0,751
Talla (m)			150,43	5,62	0,751
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )			25,25	3,56	0,070
Hemoglobina (g%)			15,02	1,60	0,190
<i>Preeclampsia anterior</i>	4,00	10,81			0,000
<i>Edad materna &gt; 40 años</i>	3,00	8,11			0,000

<sup>a</sup> Mediana.<sup>b</sup> Rango.

n = 37.

tra muestra en dos grupos con un corte de la hemoglobina en 14,5 g/dl. Esta limitación puede ser superada en estudios posteriores de tipo prospectivo donde la comparación sea con gestantes sin preeclampsia.

Continuando la presente línea de investigación con estudios analíticos, los resultados del presente estudio descriptivo podrían extrapolarse a las gestantes nativas de la gran altitud (3.500-5.800 msnm) que cursan con preeclampsia grave motivo del presente estudio, ya que se realizó en la ciudad más alta del mundo durante un periodo de 10 años y presenta resultados similares a los reportados en estudios anteriores.

Comparando nuestros resultados con estudios previos encontramos que en la gran altitud la incidencia de preeclampsia severa es del 1,72%, mayor a lo reportado a nivel mundial a nivel del mar, que va desde el 0,4% hasta el 1,3% del total de partos<sup>1-4</sup>. Sin embargo, concuerda con reportes realizados en la altitud. De la Galvez, en La Paz (Bolivia), de un total de 136.200 partos reporta un caso de preeclampsia grave/eclampsia por cada 40 partos<sup>26</sup>. En Villavicencio (Colombia), Salazar et al.<sup>27</sup>, en 1.697 partos, reportan 45 casos de preeclampsia grave.

En relación con la hemoglobina, encontramos que en las gestantes nativas de la gran altitud que cursan con

**Tabla 2** Criterios diagnósticos de preeclampsia grave

	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Media	Desviación estándar	Shapiro Wilk (p > 0,05)
PA sistólico > 160 mmHg			164,86	8,47	0,980
PA diastólico > 110 mmHg			110,30	10,88	0,560
Plaquetas < 100,000 mm <sup>3</sup>			149.081	51.798,00	0,540
Creatinina (mg/dl)			0,98 <sup>a</sup>	0,6-1,9 <sup>b</sup>	0,003
TGO > 80 (U/l)			82,00 <sup>a</sup>	17-935 <sup>b</sup>	0,000
TGP > 112 (U/l)			79,00 <sup>a</sup>	17-567 <sup>b</sup>	0,000
Epigastralgia	19,00	51,35			1,000
Proteinuria (Dipstick 1+)	27,00	72,97			0,110
Cefalea	22,00	59,46			0,993
Dolor abdominal	13,00	35,14			0,410
Escotomas	2,00	5,41			0,000
Edema agudo de pulmón	0,00	0,00			0,000

TGO: transaminasa glutámico-oxalacética; TGP: transaminasa glutámico-pirúvica.

<sup>a</sup> Mediana.<sup>b</sup> Rango.

n = 37.

**Tabla 3** Características clínicas críticas al ingreso a cuidados intensivos

	Media	Desviación estándar	Shapiro Wilk p > 0,05
Estancia hospitalaria (día)	7 <sup>a</sup>	1-16 <sup>b</sup>	0,038
Estancia UCI (días)	3 <sup>a</sup>	1-10 <sup>b</sup>	0,004
Peso (kg)	65,37	8,47	0,520
Talla (m)	150,43	5,62	0,750
Índice masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	28 <sup>a</sup>	23-39 <sup>b</sup>	0,015
Presión arterial media (mmHg)	128,46	8,02	0,731
Frecuencia cardíaca	81,59	18,77	0,575
Saturación O <sub>2</sub> (%)	94	3,73	0,565
Frecuencia respiratoria	19	2,78	0,262
Flujo urinario (cc/k/h)	1,2 <sup>a</sup>	0,1-4,1 <sup>b</sup>	0,016
Glasgow	15 <sup>a</sup>	8-15 <sup>b</sup>	0,000
Albúmina (g/dl)	2,45	0,44	0,854
Hematocrito (%)	43,38	5,56	0,652
Ácido úrico (mg/dl)	5,77	1,31	0,603
TTPA (segundos)	37,3''	5,68	0,162
Hemoglobina (g%)	14,7 <sup>a</sup>	8,8-18,8 <sup>b</sup>	0,017
Bilirrubina (mg/dl)	0,9 <sup>a</sup>	0,52-2,27 <sup>b</sup>	0,002
Fibrinógeno (mg/dl)	340 <sup>a</sup>	100-673 <sup>b</sup>	0,002
Glucosa (mg/dl)	76 <sup>a</sup>	60-127 <sup>b</sup>	0,005
DHL (U/l)	940	682,36	0,000
TP (segundos)	14'' <sup>a</sup>	12-23 <sup>b</sup>	0,000
Urea (mg/dl)	26 <sup>a</sup>	13-119 <sup>b</sup>	0,000

DHL: deshidrogenasa láctica; TP: tiempo de protrombina; TTPA: tiempo de tromboplastina parcial activada.

<sup>a</sup> Mediana.<sup>b</sup> Rango.

n = 37.

preeclampsia grave, esta se encuentra elevada con un valor > 14,5 g/dl, tanto en el primer control prenatal (15,02 mg/dl) como al ingreso a la UCI (14,7 mg/dl). Estudios anteriores señalan que, en la altitud, la hemoglobina de las gestantes se encuentra elevada. Araoz et al.<sup>28</sup>, en La Paz (Bolivia), a 3.600 msnm encontraron una hemoglobina de  $13,6 \pm 2,3$  g/dl en 300 gestantes. En el Perú, Gonzales et al.<sup>29</sup> obtuvieron datos de 379.816 partos en poblaciones

por encima de los 3.000 m y encontraron valores prevalentes de hemoglobina alta (> 14,5). También se ha reportado que los valores de hemoglobina elevados están relacionados con un incremento en el riesgo de mortalidad materna. Gonzales et al.<sup>18</sup> evaluaron 446.397 embarazos en el Perú y encontraron una elevación de la mortalidad con valores > 14,5 mg/dl. En Bangladesh, en 1.584 gestantes, Mamun et al.<sup>30</sup> encontraron elevación de la mortalidad perinatal en las mujeres

**Tabla 4** Hemoglobina y presión arterial

Presión arterial	Hb > 14,5 g%			
	Correlación de Pearson (r)	(p < 0,05)	Razón de prevalencias (RP)	Intervalo de confianza (IC 95%)
<i>Primer CPN (&lt; 20 semana)</i>				
PAS > 160	-0,0553	0,7452	0,96	0,767-1,200
PAD > 110	0,1971	0,2423	1,26	0,815-1,946
PAM > 126	0,1809	0,2839	1,30	0,769-2,205
<i>Ingreso a UCI</i>				
PAS > 160	0,0283	0,8678	1,02	0,812-1,279
PAD > 110	-0,8900	0,6003	0,91	0,651-1,273
PAM > 126	-0,0064	0,9699	0,99	0,651-1,509

CPN: control prenatal; Hb: hemoglobina; PAD: presión arterial diastólica; PAM: presión arterial media; PAS: presión arterial sistólica; UCI: unidad de cuidados intensivos.

n = 37.

que tenían niveles más altos de hemoglobina en el embarazo en comparación con sus contrapartes.

En relación con la saturación de oxígeno, se esperó encontrar una disminución de este secundaria a la hipoxia hipobárica de la altitud, lo cual no ocurrió. En estudios anteriores realizados en la altitud tampoco se encontró referencia a este suceso.

Para reducir el riesgo de sesgo incluimos varios procedimientos, y para la selección e inclusión de participantes se unificó el criterio usando la definición del *American College of Obstetricians and Gynecologists*<sup>5</sup>. La representatividad se aseguró con una estricta utilización de los criterios de inclusión asociada a un muestreo no probabilístico de casos consecutivos, lo cual aseguró una adecuada proporción de pacientes excluidos del análisis final. Para asegurar una adecuada medición se utilizó una estrategia de recolección sustentada en una capacitación unificada de todos los investigadores. Sin embargo, no se pudieron evitar limitaciones asociadas a sesgos de medición relacionados con el rendimiento de los documentos evaluados, que no permitieron detectar en los controles prenatales la saturación de oxígeno durante la gestación, lo cual no permitió valorar adecuadamente esta variable.

En conclusión, encontramos que: a) la incidencia de preeclampsia grave en la gran altitud es mayor que a nivel del mar; b) la hemoglobina > 14,5 g/dl es una característica frecuente en las nativas de la gran altitud que presentan preeclampsia grave, y c) no logramos encontrar asociación causal entre la elevación de la hemoglobina materna y la elevación de la presión arterial. Recomendamos ampliar la investigación a estudios más complejos y a diversas altitudes para demostrar si la elevación de la hemoglobina es un factor de riesgo para la presencia de preeclampsia grave en las gestantes de la altitud y que en el control prenatal se evalúen frecuentemente tanto la saturación de oxígeno como el nivel de hemoglobina.

## Financiamiento

Este artículo ha sido financiado por los autores.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Abalos E, Cuesta C, Carroli G, Qureshi Z, Widmer M, Vogel JP, et al. Pre-eclampsia, eclampsia and adverse maternal and perinatal outcomes: A secondary analysis of the World Health Organization Multicountry Survey on Maternal and Newborn Health. BJOG. 2014;121 Suppl 1:14–24.
- Kongwattanakul K, Saksiriwuttho P, Chaiyarakach S, Thepsuthamarat K. Incidence, characteristics, maternal complications, and perinatal outcomes associated with preeclampsia with severe features and HELLP syndrome. Int J Womens Health. 2018;10:371–7.
- Ngwenya S. Severe preeclampsia and eclampsia: Incidence, complications, and perinatal outcomes at a low-resource setting, Mpilo Central Hospital, Bulawayo, Zimbabwe. Int J Womens Health. 2017;17:353–7.
- Curiel-Balsera E, Prieto-Palomino MA, Muñoz-Bono J, Ruiz MJ, Galeas JL, Quesada G. Análisis de la morbilidad materna de las pacientes con preeclampsia grave, eclampsia y síndrome HELLP que ingresan en una unidad de cuidados intensivos gineco-obstétrica. Med Intensiva. 2011;35:478–83.
- Tinoco-Solórzano A, Román A, Charri J. Gasometría arterial en diferentes niveles de altitud en residentes adultos sanos en el Perú. Horiz Med. 2017;17:6–10.
- Hill CM, Carroll A, Dimitriou D, Gavlik J, Heathcote K, l'Esperance V, et al. Polysomnography in Bolivian children native to high altitude compared to children native to low altitude. Sleep. 2016;39:2149–55.
- Segura Vega L, Agusti R, Parodi Ramírez J. Factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares en el Perú. Estudio Tornasol. Rev Peru Cardiol. 2006;32:82–128.
- Imray C, Booth A, Wright A. Acute altitude illnesses. BMJ. 2011;343:d4943.
- American College of Obstetricians and Gynecologists. Hypertension in pregnancy. Report of the American College of Obstetricians and Gynecologists' Task Force on Hypertension in Pregnancy. Obstet Gynecol. 2013;122:1122.

10. Cohen JE, Small C. Hypsographic demography: The distribution of human population by altitude. *Proc Natl Acad.* 1998;95:14009–14.
11. Jibaja M, Ortiz-Ruiz G, García F, Garay-Fernández M, Montelongo F, Martínez J, et al. Hospital mortality and effect of adjusting PAO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> according to altitude above the sea level in acclimatized patients undergoing invasive mechanical ventilation. A multicenter study. *Arch Bronconeumol.* 2020;56:218–24.
12. Cortes S, Pérez F, Gobernado JA, Mora P. Epidemiología de los estados hipertensivos del embarazo. *Clin Invest Gin Obst.* 2009;36:132–9.
13. Viruez Soto JA, Olaya Garay SX, Franco Daniel M, Zabala Barrios B, Briones Garduño JC. Manual latinoamericano de obstetricia crítica. Distribuna; 2017.
14. Kametas NA, McAuliffe F, Krampf E, Chambers J, Nicolaides KH. Maternal cardiac function during pregnancy at high altitude. *BJOG.* 2004;111:1051–8.
15. Palmer SK, Moore LG, Young D, Cregger B, Berman JC, Zamudio S. Altered blood pressure course during normal pregnancy and increased preeclampsia at high altitude (3100 meters) in Colorado. *Am J Obstet Gynecol.* 1999;180:1161–8.
16. Moore LG, Hershey DW, Jahnigen D, Bowes W. The incidence of pregnancy-induced hypertension is increased among Colorado residents at high altitude. *Am J Obstet Gynecol.* 1982;144:423–9.
17. Kametas NA, Krampf E, McAuliffe F, Rampling MW, Nicolaides KH. Pregnancy at high altitude: A hyperviscosity state. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2004;83:627–33.
18. Gonzales GF, Tapia V, Gasco M, Carrillo CE, Fort AL. Association of hemoglobin values at booking with adverse maternal outcome among Peruvian populations living at different altitudes. *Int J Gynaecol Obstet.* 2012;117:134–9.
19. Zamudio S. High-altitude hypoxia and preeclampsia. *Front Biosci.* 2007;12:2967–77.
20. Lorca RA, Lane SL, Bales ES, Nsier H, Yi HM, Donnelly MA, et al. High altitude reduces NO-dependent myometrial artery vasodilator response during pregnancy. *Hypertension.* 2019;73:1319–26.
21. Gonzales GF. Impacto de la altura en el embarazo y en el producto de la gestación. *Rev Peru Med Exp Salud Pública.* 2012;29:242–9.
22. Julian CG. High altitude during pregnancy. *Clin Chest Med.* 2011;32:21–31.
23. Marston C. Report of a WHO technical consultation on birth spacing. *World Health Organization.* 2005;48:1–37.
24. Zavala-García A, Ortiz-Reyes H, Salomon-Kuri J, Padilla C, Preciado R. Periodo intergenésico: Revisión de la literatura. *Rev Chil Obstet Ginecol.* 2018;83:52–61.
25. World Health Organization. Recomendaciones de la OMS sobre atención prenatal para una experiencia positiva del embarazo. 2018.
26. De la Gálvez Murillo A. Atención obstétrica y complicaciones del embarazo y parto en Bolivia. *Cuad Hosp Clin.* 2009;54:100–7.
27. Salazar J, Triana J, Prieto F. Caracterización de los trastornos hipertensivos del embarazo. *Rev Colomb Obstet Ginecol.* 2004;55:279–86.
28. Araoz R, Alvarez G, Villarroel L, Quispe T, Quisbert E, Amaru R. Valores hematológicos en mujeres gestantes residentes a 3.600 msnm. *Rev Med La Paz.* 2018;24:27–33.
29. Gonzales GF, Tapia V, Gasco M, Carrillo CE. Hemoglobina materna en el Perú: Diferencias regionales y su asociación con resultados adversos perinatales. *Rev Per Med Exp Salud Pública.* 2011;28:484–91.
30. Mamun AA, Padmadas SS, Khatun M. Maternal health during pregnancy and perinatal mortality in Bangladesh: Evidence from a large-scale community-based clinical trial. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 2006;20:482–90.