



## Artículo Original

# Pequeño y grande para edad gestacional como factor de riesgo para morbilidad y mortalidad neonatal a término en altura

## Small and large for gestational age condition as a risk factor for neonatal morbidity and mortality at term newborns at altitude

DOI

Wilfredo Villamonte-Calanche<sup>1,2,a</sup>, Darío Escalante-Guzmán<sup>3,b</sup>, María Jerí-Palomino<sup>2,4,c</sup>

<https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2022.151.1083>

### RESUMEN

**Introducción:** El crecimiento fetal en altura es menor en comparación al nivel del mar, debido a la hipoxia hipobárica existente. Consecuentemente hay menores medidas antropométricas neonatales. No hay información acerca de la capacidad de predicción de morbilidad neonatal usando los criterios de Lubchenco y Battaglia con la tabla creada a 3400 m de altura (TANA). **Material y Métodos:** Estudio de casos y controles. Usamos la información de 16 000 neonatos a término del Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco en Cusco, desde enero del 2003 a junio del 2012. Evaluamos el percentil 3, 10, 90 y 97 (P3, P10, P90 y P97) de los pesos e índice ponderal al nacer (IP). Neonatos con antropometría menor al P3 y P10 fueron considerados pequeños (PEG) y los mayores al P90 y P97 grandes para edad gestacional (GEG). Estos fueron considerados los casos, mientras aquellos con medidas entre estos intervalos fueron los controles (adecuados para edad gestacional). **Resultados:** La prevalencia de PEG (P10) fue 9,6% y 10,7% de GEG (P90). El P3 del peso al nacer (PN) incrementa el riesgo de ocurrencia en 3,2 y 10,7 veces de morbilidad y mortalidad neonatal, respectivamente. Similarmente, pronostica la mayor estancia hospitalaria (6,2 días). **Conclusiones:** Aplicando los criterios de Lubchenco y Battaglia, así como P3 y P97 del PN e IP utilizando la TANA, determinamos que el P3 del PN define el mayor riesgo para morbilidad y mortalidad neonatal a término a 3400 m de altura.

**Palabras Clave:** Hipoxia; Retardo del Crecimiento Fetal; edad gestacional; altura; mortalidad neonatal; Perú. (Fuente: DeCS-BIREME).

### ABSTRACT

**Background:** The fetus growth at high altitude is less than at sea level due to hypobaric hypoxia. Consequently, there are small neonatal anthropometric measurements. Therefore, there is no information about predicting neonatal morbi-mortality using Battaglia and Lubchenco criteria by neonatal curve created at 3400-m altitude (TANA). **Material and Methods:** It was a case-control study. We used the information of 16000 term infants from the Adolfo Guevara Velazco National Hospital in Cusco, from January 1, 2003, to June 30, 2012. We evaluated the 3rd, 10th, 90th, and 97th percentile (P3, P10, P90, and P97) of newborns weight and ponderal index (PI). Neonatal anthropometry less than P3 or P10 (SGA) and higher than P90 or P97 (LGA) were the cases, and those with measurements between these intervals were the controls (AGA). **Results:** SGA (P10) prevalence was 9.6% and 10.7% of LGA (P90). The P3 of the birth weight (BW) increases the risk of occurrence of neonatal morbidity and mortality in 3.2 and 10.7 times, respectively. Similarly, it prognosticates longer hospital stay (6.2 days). **Conclusions:** Applying the Lubchenco and Battaglia criteria and P3 and P97 of the BW and PI using the TANA, we determined that the P3 of the BW defines the highest risk for neonatal morbidity and mortality at term newborns at 3400-m altitude

**Keywords:** Hypoxia; fetal growth restriction; gestational age; altitude; neonatal mortality; Peru. (Source: DeCS-BIREME).

### FILIACIÓN

1. Centro de Investigación Multidisciplinaria de Medicina Materno-Perinatal de Altura, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Andina del Cusco, Perú.
2. Centro de Investigación de Medicina Materno-Fetal de altura (CENIMFA), Servicios de Salud CENIMFASAC, Cusco, Perú.
3. Departamento de Pediatría, Servicio de Neonatología, Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco de ESSALUD, Cusco, Perú.
4. Departamento de Ginecología y Obstetricia, Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco de ESSALUD, Cusco, Perú.
  - a. Médico Ginecobstetra.
  - b. Médico Neonatólogo
  - c. Obstetrix.

### ORCID

1. Wilfredo Villamonte Calanche / [0000-0001-8723-0252](https://orcid.org/0000-0001-8723-0252)
2. Darío Escalante Guzmán / [0000-0003-3075-771X](https://orcid.org/0000-0003-3075-771X)
3. María Jerí Palomino / [0000-0001-6133-431X](https://orcid.org/0000-0001-6133-431X)

### CORRESPONDENCIA

Wilfredo Villamonte-Calanche.  
Dirección: Urb. Villa del Carmen B4 San Jerónimo, Cusco, Perú.

### EMAIL

[villamonte100@hotmail.com](mailto:villamonte100@hotmail.com)

### CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores, niegan conflictos de interés.

### FINANCIAMIENTO

Autofinanciamiento.

### REVISIÓN DE PARES

Recibido: 17/09/2021  
Aceptado: 12/03/2022

### COMO CITAR

Villamonte-Calanche W, Escalante-Guzmán D, Jerí-Palomino M. Pequeño y grande para edad gestacional como factor de riesgo para morbilidad y mortalidad neonatal a término en altura. Rev. Cuerpo Med. HNAAA [Internet]. 15 de junio de 2022 [citado 15 de junio de 2022]; 15 (1): 60-5. DOI: <https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2022.151.1083>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.  
Versión Impresa: ISSN: 2225-5109  
Versión Electrónica: ISSN: 2227-4731  
Cross Ref. DOI: 10.35434/rcmhnaaa  
OJS: <https://cmhnaaa.org.pe/ojs>

## INTRODUCCIÓN

Existe una relación inversa entre la hipoxia hipobárica (HH) con el crecimiento fetal que se expresa en un menor peso al nacer (PN) en ciudades de altura<sup>(1-3)</sup>. En Estados Unidos de Norteamérica el PN desciende 102 g por cada 1 000 m de ascenso en altitud<sup>(4)</sup>. De la misma forma, en los Andes del Perú se ha evidenciado una disminución de 55 g por cada 500 m de ascenso en altura entre los 2 340 y los 3 820 m de altitud, mientras que por encima de los 4 000 m la disminución es de 247 g<sup>(5)</sup>. Esta disminución del crecimiento fetal por efecto de la HH se relacionaría con un menor depósito de tejido adiposo más que de masa magra fetal<sup>(6)</sup>.

En el mundo más de 120 millones de personas viven por encima de los 2 000 m de altura y en el Perú más de 10 millones de personas están en la misma condición, lo que representa casi el 30% de la población peruana<sup>(7)</sup>. En ella se observa una mayor proporción de pobreza, comparado con la población que vive a nivel del mar<sup>(8)</sup>, potenciando el efecto negativo de la HH en el crecimiento fetal. En el Perú, mucha de esta población acude a los hospitales públicos del Ministerio de Salud (MINSA). A pesar de lo mencionado, en la población andina a 3400 m de altura con condiciones socioeconómicas intermedias, no se ha evidenciado diferencias estadísticamente significativas en algunas medidas de antropometría neonatal como el PN, comparada con la descrita por la Corporación INTERGROWTH-21st en recién nacidos (RN) provenientes de madres que viven por debajo de los 1600 m de altura<sup>(9)</sup>. Un ejemplo de ello son las personas que acuden al Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco (HNAGV) del Cusco. Estos hallazgos podrían ser explicados por cambios adaptativos de esta población a la HH a través de mecanismos epigenéticos<sup>(10)</sup>.

En el año 2019, a nivel mundial se ha reportado que alrededor de 2,5 millones de niños murieron en el primer mes de vida y 6700 RN mueren cada día. La mayor mortalidad neonatal se ha evidenciado en países ubicados en África Subsahariana, seguidos por el Asia Central y Sur (27 y 24 muertes por 1000 nacidos vivos, respectivamente)<sup>(11)</sup>. En el Perú, de acuerdo a la encuesta ENDES 2018, la mortalidad neonatal fue de 10 muertes por cada 1000 nacidos vivos, siendo mayor en las ciudades de la sierra y selva, así como en las personas con mayor pobreza<sup>(12)</sup>. Las causas más frecuentes que condicionan la muerte de un neonato son prematuridad, infecciones y asfixia<sup>(13)</sup>. Este último, se relaciona con un menor crecimiento fetal, expresado en menores medidas antropométricas al nacer.

Battaglia-Lubchenco, permitieron categorizar al RN en pequeño, adecuado y grande para la edad gestacional (PEG, AEG y GEG respectivamente), de acuerdo al percentil 10 (P10) y 90 (P90) del PN<sup>(14)</sup> al igual que el índice ponderal (IP). Los PEG tienen un mayor riesgo de presentar morbilidad: Convulsiones, sepsis, enterocolitis necrotizante y encefalopatía hipóxico isquémica<sup>(15)</sup>, al igual que los GEG tienen mayor riesgo de parto traumático, lesiones del plexo braquial y uso de ventilación mecánica<sup>(16)</sup>, en comparación con los AEG, por lo que la mortalidad neonatal es mayor en los neonatos PEG y GEG<sup>(17)</sup>. Del mismo modo, recientemente se ha publicado una tabla de antropometría neonatal a 3400 m

de altura (TANA) donde se describe el PN e IP de acuerdo a la edad gestacional, permitiendo clasificar a los RN como PEG o GEG en una población socioeconómicamente intermedia a 3 400 m de altura<sup>(18)</sup>.

En la actualidad, no hay publicaciones que evalúen los criterios de Battaglia y Lubchenco utilizando una tabla neonatal creada en altura. Por esta razón, este estudio tiene como objetivo determinar el riesgo de morir o enfermar en los neonatos a término a 3400 m de altura, aplicando los criterios de Battaglia y Lubchenco además de los P3 y P97 del PN e IP utilizando la TANA. Así mismo, conocer la prevalencia de PEG, AEG y GEG a este nivel de altura.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño y población de estudio: Estudio observacional y analítico de casos y controles que evaluó los criterios de Battaglia-Lubchenco<sup>(14)</sup> y el P3 y 97 del PN e IP usando la TANA<sup>(18)</sup>. Se realizó en el servicio de neonatología del Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco (HNAGV) de ESSALUD del Cusco, a 3 400 m de altura. La población de estudio fueron todos los 16000 RN desde el primero de enero del 2003 al 30 de junio del 2012 (Figura 1). Se seleccionaron 14 656 RN que cumplieron los siguientes criterios de inclusión: neonato proveniente de embarazo único con o sin morbilidad, 37 a 42 semanas de gestación (por última regla), historia clínica con toda la información necesaria y haya nacido en el HNAGV. No seleccionamos 1344 neonatos (901 pretérminos, 332 de embarazos múltiples y 111 con información incompleta en sus historias clínicas).

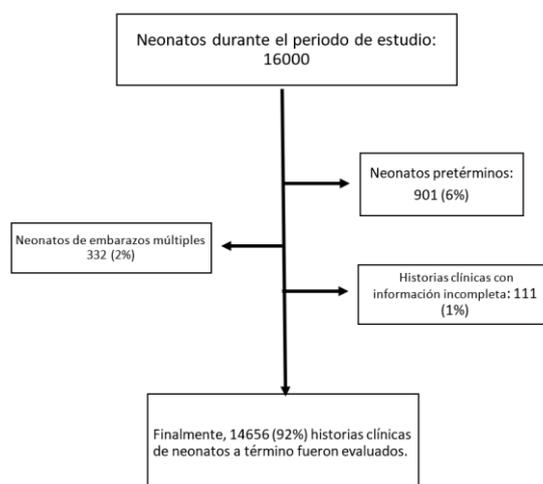


Figura 1.

Diagrama de flujo de la selección de historias clínicas de neonatos a 3400 de altura.

**Definición de casos y controles:** los casos fueron los RN cuyo peso o IP al nacer fue menor al P3 o P10 y también los mayores al P90 o P97 de la TANA. Todos ellos fueron comparados con los controles en forma separada. Los controles fueron los RN cuyo peso o IP al nacer se hallaban entre el P3 o P10 y el P90 o P97 de la TANA.

**Las variables estudiadas fueron:** peso e IP (peso [g] por 100

/talla3 [cm]) al nacer, presencia de morbilidad (deterioro de la salud que condiciona a hospitalización en un área distinta al materno), mortalidad (muerte dentro de los primeros 28 días de vida), unidad (lugar en el hospital, donde el neonato recibe cuidado de acuerdo a su enfermedad) y tiempo de hospitalización (número de noches que el RN estuvo en el hospital).

**Procedimiento y análisis de datos:** seleccionamos a todos los RN del libro de nacimientos del servicio de neonatología del HNAGV que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión y la información referida a las variables de estudio se digitó en una base de datos diseñada en Microsoft Excel 2013© y posteriormente se analizó con el programa estadístico R versión 3.6.0. Se usó la prueba de t de student para comparar las variables cuantitativas si eran consistentes con distribución normal, de no serlo usamos la prueba de U Mann-Whitney o Kruskal-Wallis de acuerdo al caso. Adicionalmente, las variables cualitativas fueron comparadas por la prueba de chi cuadrado, así mismo se realizó una regresión múltiple binaria con ajuste de variables.

Para determinar el riesgo de enfermedad o mortalidad neonatal aplicando los criterios de Battaglia-Lubchenco y los P3 y P97 del PN e IP usando la TANA usamos el odds ratio para todos los percentiles del peso e IP al nacer. Así mismo, se calculó la estancia hospitalaria para cada punto de corte.

**Consideraciones éticas:** el comité de investigación y ética del Hospital Nacional Adolfo Guevara Velazco aprobó la ejecución de este estudio mediante con Carta 006-CE-GRACU-ESSALUD-2017 y fue refrendada por Resolución de Gerencia de la Red Asistencial Cusco No 051 -GRACU-ESSALUD-2017.

## RESULTADOS

La edad y el número de gestaciones promedio de las madres de los RN evaluados, así como el puntaje de Apgar al minuto y a los cinco minutos mostraron diferencia significativa en los grupos de estudio (Tabla 1). La prevalencia de PEG fue de 2,8% con el P3 y 9,6% con el P10 del PN. Empleando el P3 y P97 del IP se halló una prevalencia de 5,5% y 10,2% respectivamente (Tabla 2).

**Tabla 1. Características generales de la población evaluada**

Características	PEG	IC95%	AEG	IC95%	GEG	IC95%	p*
Edad (años)	31,0	30,2 - 31,8	31,7	30,8 - 32,5	32,5	31,7 - 33,2	< 0,001
Edad Gestacional (semanas)	39,5	39,4 - 39,6	39,4	39,4 - 39,5	39,5	39,4 - 39,6	0,302
Gestaciones	2,3	2,2 - 2,4	2,4	2,4 - 2,5	2,8	2,7 - 2,9	<0,001
Apgar al 1 Minuto	8,5	8,4 - 8,6	8,7	8,6 - 8,7	8,6	8,5 - 8,6	<0,001
Apgar al 5 Minuto	8,9	8,9 - 9,0	9,0	8,9 - 9,0	9,0	8,9 - 9,0	0,010

AEG, adecuado para edad gestacional; PEG, pequeño para edad gestacional; GEG, grande para la edad gestacional. \* Prueba de Kruskal-Wallis

**Tabla 2. Prevalencia de neonatos PEG, AEG y GEG a término a 3400 m de altura.**

Peso al nacer	PEG		AEG		GEG	
	n	%	n	%	n	%
Percentil 3 y 97	415	2,8	13755	93,9	486	3,3
Percentil 10 y 90	1412	9,6	11669	79,6	1575	10,7
<b>Índice Ponderal</b>						
Percentil 3 y 97	811	5,5	13453	91,8	392	2,7
Percentil 10 y 90	1813	12,4	11352	77,5	1491	10,2

AEG, adecuado para edad gestacional; PEG, pequeño para edad gestacional; GEG, grande para edad gestacional.

El mayor riesgo de ocurrencia de enfermedad se halla en el grupo de neonatos menores al P3 del PN: OR, 3,2; IC95% 2,55-4,13 (Tabla 3) así como la posibilidad de que un RN sea hospitalizado en una unidad intermedia o intensiva de hospitalización: OR, 3,2; IC95% 2,48-4,02 (Tabla 4). Finalmente, las mayores posibilidades de que un RN muera se obtuvieron empleando el P3 del PN: OR 10,7; IC95%: 4,24-27,0 e IP: OR, 4,6; IC95%: 1,72-12,54 (Tabla 5). Al realizar una regresión logística multivariada binaria con las características maternas y neonatales, se pudo determinar que la cesárea y el menor puntaje de Apgar a los 5 minutos influyen sustancialmente en la morbilidad y mortalidad neonatal; teniendo el primero un efecto protector mientras que, un menor valor del segundo, un efecto negativo (Tabla 6)

**Tabla 3. Odd ratios del peso e índice ponderal al nacer y morbilidad neonatal a término a 3400 m de altura.**

	OR	IC95%	p
<b>Peso al nacer</b>			
Percentil 3	3,2	2,55 - 4,13	<0,001
Percentil 10	2,1	1,81 - 2,41	<0,001
Percentil 90	1,4	1,21 - 1,62	<0,001
Percentil 97	1,9	1,47 - 2,35	<0,001
<b>Índice Ponderal</b>			
Percentil 3	1,8	1,53 - 2,21	<0,001
Percentil 10	1,7	1,52 - 1,97	<0,001
Percentil 90	1,3	1,15 - 1,56	<0,001
Percentil 97	1,8	1,35 - 2,27	<0,001

**Tabla 4. Odd ratio del peso e índice ponderal al nacer y hospitalización neonatal a término a 3400 m de altura.**

	OR	IC95%	p
<b>Peso al nacer</b>			
Percentil 3	3,2	2,48 - 4,02	<0,001
Percentil 10	2,1	1,81 - 2,41	<0,001
Percentil 90	1,4	1,23 - 1,65	<0,001
Percentil 97	1,8	1,45 - 2,31	<0,001
<b>Índice Ponderal</b>			
Percentil 3	1,8	1,51 - 2,18	<0,001
Percentil 10	1,7	1,52 - 1,98	<0,001
Percentil 90	1,4	1,20 - 1,61	<0,001
Percentil 97	1,8	1,34 - 2,27	<0,001

**Tabla 5. Odd ratio del peso e índice ponderal al nacer y mortalidad neonatal a término a 3400 m de altura.**

	OR	IC95%	p
<b>Peso al nacer</b>			
Percentil 3	10,7	4,24 - 27,0	<0,001
Percentil 10	3,9	1,69 - 9,1	0,004
Percentil 90			0,129
Percentil 97			0,412
<b>Índice Ponderal</b>			
Percentil 3	4,6	1,72 - 12,54	0,001
Percentil 10	2,9	1,19 - 7,21	0,014
Percentil 90			0,448
Percentil 97			0,063

**Tabla 6. Análisis multivariado de factores que influyen en la morbilidad y mortalidad neonatal.**

Variable	Morbilidad neonatal (n=3436)			Mortalidad neonatal (n=38)			p
	OR	IC95%	p	OR	IC95%	p	
Edad materna	1,11	0,99 - 1,24	0,061	0,93	0,33 - 2,59	0,887	
Gestaciones	0,88	0,81 - 0,96	0,006	1,91	0,81 - 4,52	0,141	
<b>Vía del Parto</b>							
Vaginal	Ref						
Cesárea	0,36	0,33 - 0,40	<0,001	0,15	0,06 - 0,42	<0,001	
<b>Sexo neonatal</b>							
Femenino	Ref						
Masculino	1,01	0,91 - 1,11	0,907	1,94	0,76 - 4,95	0,166	
Apgar 5 minutos	14,82	6,83 - 32,15	<0,001	76,77	29,12 - 202,37	<0,001	

Los neonatos menores al P3 y P10 del PN, tuvieron una mayor estancia hospitalaria: 6,2 y 4,4 días respectivamente, predominantemente en las unidades de cuidados intensivos neonatales (Tabla 7). Del mismo modo, los RN con un IP mayor al P97 tuvieron 4,2 días de hospitalización.

**Tabla 7. Peso e índice ponderal al nacer y estancia hospitalaria neonatal a 3400 m de altura.**

	Caso (días)	IC95%	Controles (días)	ICI 95%	p
<b>Peso al nacer</b>					
Percentil 3	6,2	5,0 - 7,4	3,0	2,9 - 3,0	<0,001
Percentil 10	4,4	4,0 - 4,8	2,9	2,8 - 3,0	<0,001
Percentil 90	3,3	3,0 - 3,5	2,9	2,8 - 3,0	<0,001
Percentil 97	3,8	3,4 - 4,3	3,0	2,9 - 3,0	<0,001
<b>Índice Ponderal</b>					
Percentil 3	4	3,5 - 4,5	3,0	2,9 - 3,1	<0,001
Percentil 10	3,7	3,4 - 3,9	3,0	2,9 - 3,0	<0,001
Percentil 90	3,5	3,3 - 3,7	3,0	2,9 - 3,0	<0,001
Percentil 97	4,2	3,7 - 4,8	3,0	2,9 - 3,1	<0,001

**DISCUSIÓN**

El riesgo de enfermar de los PEG (P10 del PN de acuerdo a la definición de la OMS<sup>(19)</sup> a 3 400 m de altura es OR, 2,1 (95%IC, 1,81-2,4) en comparación con los AEG. Ello es mayor a lo reportado por Ticona y col.<sup>(20)</sup> para los hospitales peruanos del MINSa (OR, 1,47;95%IC, 1,32-1,62) y Mendez y col.<sup>(21)</sup> para los hospitales de nivel del mar de Estados Unidos de

Norteamérica (OR, 1,75;95%IC,1,71-1,78). Esta diferencia podría ser el resultado de una mayor frecuencia de morbilidad y mortalidad en neonatos procedentes de madres que tuvieron alguna enfermedad durante el embarazo y quienes no fueron incluidos en los mencionados estudios<sup>(20,21)</sup>. Además, el nacimiento con un menor puntaje de Apgar a los 5 minutos, así como el efecto de la HH podrían haber influenciado negativamente en estos resultados a través de la demora en la transición a la circulación postnatal, así como una mayor frecuencia de hipertensión pulmonar<sup>(22)</sup>. Por otro lado, la realización de la cesárea tiene un efecto protector en la mortalidad y morbilidad neonatal, por su realización oportuna frente a una patología obstétrica definida.

A 3400 m de altura el P3 del PN incrementa el riesgo de enfermar a los nacidos en esta altitud (OR, 3,2;95%IC, 2,55-4,13), consecuentemente incrementa el riesgo de éstos a ser hospitalizados (OR, 3,2; 95% CI, 2,48-4,02). Usando el mismo punto de corte para el peso estimado por ultrasonido, para la edad gestacional (PEU) en fetos a nivel del mar, Savchev y col.<sup>(23)</sup> hallaron similares resultados a pesar de que las gestantes y sus fetos tenían flujometría Doppler normal. El riesgo cambia al modificar el punto de corte al P10 del PEU o PN<sup>(24)</sup> o el percentil 5 del PN a nivel del mar (OR, 2,44; 2,41-2,47)<sup>(21)</sup>. Consecuentemente, se puede observar que hay una relación inversa entre el punto de corte del PN y el riesgo de un neonato a estar enfermo y estar hospitalizado. El P3 del PN, es el punto de corte que mejor discrimina un significativo compromiso del RN a nivel del mar o en altitud<sup>(23)</sup>, pero no puede distinguir claramente el RN enfermo y pequeño de aquel que es pequeño y sano.

El riesgo de muerte neonatal es 10,7 veces (95%IC, 4,2-27,0) y 3,9 veces (95%IC, 1,7-9,1) usando el P3 y el P10 del PN de TANA, respectivamente. Ello es menor al riesgo descrito para los hospitales públicos del Perú, donde el riesgo es 15,6 veces (95%CI, 8,4-28,9)<sup>(20)</sup>. Esta diferencia, puede ser explicada por que el riesgo nacional incluye prematuros (60,6% de las muertes neonatales), muchos de los cuales provienen de madres pobres (49,9%)<sup>(25)</sup>. Además, hay una elevada frecuencia de partos domiciliarios (65,4% de RN que mueren), especialmente en áreas rurales (50,6% vs 33,4% en las áreas rurales versus urbanas, respectivamente)<sup>(25)</sup>. Todos estos factores influyen en una mayor posibilidad de que un RN muera<sup>(26,27)</sup>. En contradicción, el riesgo a morir en Estados Unidos de Norteamérica es 2,56 veces usando el P10 del PN (IC95%, 1,83-3,57)<sup>(21)</sup>. Esta diferencia podría relacionarse con la HH y otros factores específicos de un país en vías de desarrollo, como es el Perú.

Hay una relación inversa entre la morbilidad neonatal y el punto de corte del PN, así los RN con PN menores al P3 a 3400 m de altitud tienen una mayor estancia hospitalaria (6,2 días), frecuentemente en unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN), lo cual es mayor a los 2 días descrito por Savchev y col.<sup>(23)</sup> a nivel del mar, en PEG (P3 del PEU) sin anomalías en la flujometría doppler fetal o materna. Ello podría ser explicado por que muchos de estos RN hospitalizados a 3400 m de altitud pudieron haber tenido redistribución de flujo sanguíneo previo al nacimiento lo que hubiera favorecido la presencia de patologías postnatales como el síndrome de distrés respiratorio, enterocolitis necrotizante, sepsis y hemorragia intraventricular que son

las patologías más comunes en los PEG<sup>(8,28)</sup>. Ameritaría realizar nuevos estudios que evalúen el flujo sanguíneo fetal así como determinar en qué medida la HH, tiene influencia en esta situación.

El 9,6% de prevalencia de PEG (P10 del PN) que hallamos en este estudio aplicando TANA, es semejante a lo descrito por otros autores a nivel del mar<sup>(28,29)</sup>, lo cual podría relacionarse con una mejor adaptación a la HH de la población andina del sur del Perú<sup>(30)</sup>. En este sentido, algunas medidas antropométricas neonatales a término a 3400 m de altitud, como el peso, talla e IP, no muestran diferencia matemáticamente con la tabla reportada por el Consorcio INTERGROWTH 21st. Otras medidas, como la circunferencia de la cabeza muestran algunas diferencias, especialmente en neonatos del sexo femenino<sup>(9)</sup>. Por otro lado, a nivel del mar, en diferentes poblaciones se ha hallado diferencias entre las tablas locales y las descritas por el Consorcio INTERGROWTH 21st<sup>(28)</sup>. Del mismo modo, cuando comparamos la prevalencia de PEG y GEG aplicando TANA, los valores son mayores a los hallados usando la tabla descrita por Lubchenco y col.<sup>(31)</sup>, la cual fue creada en una población no adaptada a la altura en Estados Unidos de Norteamérica y es muy diferente a la población andina. Por otro lado, hay una mayor frecuencia de madres obesas en el HNAGV, lo cual podría explicar el 10,6% de prevalencia de GEG en esta población<sup>(32)</sup>.

Durante el periodo de estudio se ha gastado más de 500 mil dólares americanos<sup>(33)</sup> por la hospitalización de los RN a término con PN menores al P3, cifra que pudo ser menor, de haberse detectado prenatalmente los fetos que fueron PEG. Ello disminuye el riesgo de un resultado adverso durante su hospitalización en unidades neonatales<sup>(34)</sup>. Esto es muy importante, sobre todo en países en vías de desarrollo como el Perú. Por lo que a 3400 m de altura es trascendente un buen control prenatal que permita evitar que un RN sea PEG o de serlo, sea manejado adecuadamente aplicando la combinación de la edad gestacional al nacimiento, el peso calculado por ultrasonografía y la flujometría Doppler fetal determinando el índice cerebro placentario.

La fortaleza de nuestro estudio es la gran muestra poblacional que usamos en un periodo de 10 años en una población socioeconómicamente intermedia a 3400 metros de altura. La limitación principal de este estudio fue el haber obtenido la información de una fuente secundaria, que muchas veces puede contener errores. Para superar esta limitación, se uniformizó la metodología de búsqueda en las historias clínicas y se realizó una doble digitación de las fichas en las bases de datos. Por otro lado, al tener ESSALUD una población diferente al MINSA, nuestros resultados podrían ser diferentes al ser aplicados en estos establecimientos de salud.

En conclusión, aplicando los criterios de Battaglia y Lubchenco además de los P3 y P97 del PN e IP utilizando la TANA, determinamos que el RN menor al P3 del PN es el que tiene el mayor riesgo a que se enferme, muera, se hospitalice y tenga mayor estancia hospitalaria a 3400 m de altura. La prevalencia de neonatos menores al P3 y P10 del PN es 2,8 y 9,6% respectivamente, así como los RN mayores al P90 y P97 del PN son 3,3 y 10,7% respectivamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Julian CG. High altitude during pregnancy. Clin Chest Med. 2011; 32:21-31. DOI: [10.1016/j.ccm.2010.10.008](https://doi.org/10.1016/j.ccm.2010.10.008)
2. Mortola JP, Frappell PB, Aguero L, Armstrong K. Birth weight and altitude: A study in Peruvian communities. J Pediatr. 2000; 136:324-9. DOI: [10.1067/mpd.2000.103507](https://doi.org/10.1067/mpd.2000.103507)
3. Giussani DA, Salinas CA, Villena M, Blanco CE. The role of Oxygen in prenatal growth: studies in the chick embryo. J Physiol. 2007;585.3:911-7. DOI: [10.1113/jphysiol.2007.141572](https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.141572)
4. Gwenn M, Jensen MA, Moore L. The Effect of High Altitude and Other Risk Factors on Birth weight: Independent or Interactive Effects? Am J of Public Health. 1997; 87:1003-7. DOI: [10.2105/ajph.87.6.1003](https://doi.org/10.2105/ajph.87.6.1003)
5. Villamonte W, Jeri M, Lajo L, Monteagudo Y, Diez G. Peso al nacer a término en diferentes niveles de altura en el Perú. Rev Per Ginecol Obstet. 2011; 57:144-50. DOI: [10.31403/rpgo.v57i178](https://doi.org/10.31403/rpgo.v57i178)
6. Galan HL, Rigano S, Radaelli T, Cetin I, Bozzo M, Chyu J, et al. Reduction of subcutaneous mass, but not lean mass, in normal fetuses in Denver, Colorado. Am J Obstet Gynecol. 2001; 185:839-44. DOI: [10.1067/mob.2001.117350](https://doi.org/10.1067/mob.2001.117350)
7. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Densidad poblacional y altitud por provincias, 2018 [Internet]. Lima; 2018 [citado el 28 de enero del 2022]. Disponible en: <http://www.inei.gov.pe/>
8. Silva LM, Jansen PW, Steegers EA, Jaddoe VW, Arends LR, Tiemeier H, et al. Mother's educational level and fetal growth: the genesis of health inequalities. Int J Epidemiol. 2010; 39(5):1250-6. DOI: [10.1093/ije/dyq069](https://doi.org/10.1093/ije/dyq069)
9. Villamonte-Calanche W, Manrique-Corazao F, Jeri-Palomino M, De-La-Torre C, Roque-Roque JS, Wilson N. Neonatal anthropometry at 3400 m above sea level compared with INTERGROWTH 21st standards. J Matern Fetal Neonatal Med. 2017;30(2):155-8. DOI: [10.3109/14767058.2016.1163682](https://doi.org/10.3109/14767058.2016.1163682)
10. Julian CG. Epigenomics and human adaptation to high altitude. J Appl Physiol (1985). 2017; 123(5):1362-70. DOI: [10.1152/jappphysiol.00351.2017](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00351.2017)
11. WHO. Newborns: improving survival and well-being [Internet]. 2022[cited 2022 Mar 13]. Available from: <https://bit.ly/373jOil>
12. INEI. Encuesta demográfica y de Salud Familiar 2018 [Internet]. 2022[citado el 13 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3iPspaQ>
13. MINSA. Plan para la reducción de la morbilidad y mortalidad neonatal en el Perú [Internet]. 2016-2020 [citado el 14 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/36HexwP>
14. Battaglia FC, Lubchenco LO. A practical classification of newborn infants by weight and gestational age. J Pediatr. 1967; 71:159-63. DOI: [10.1016/s0022-3476\(67\)80066-0](https://doi.org/10.1016/s0022-3476(67)80066-0)
15. American College of Obstetricians and Gynecologists. Fetal Growth Restriction: ACOG Practice Bulletin Summary, Number 227. Obstetrics & Gynecology. 2021; 137 (2): 385-7. DOI: [10.1097/AOG.0000000000004252](https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000004252)
16. American College of Obstetricians and Gynecologists. Macrosomia: ACOG Practice Bulletin, No 216. Obstetrics & Gynecology. 2020; 135 (1): e18-e35. DOI: [10.1097/AOG.0000000000003606](https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000003606)
17. Madden JV, Flatley CJ, Kumar S. Term small-for-gestational-age infants from low-risk women are at significantly greater risk of adverse neonatal outcome. Am J Obstet Gynecol. 2018;218(5): 525.e1-9 DOI: [10.1016/j.ajog.2018.02.008](https://doi.org/10.1016/j.ajog.2018.02.008)
18. Villamonte-Calanche W, Yabar-Galdos G, Jeri-Palomino M, Wilson NA. Anthropometric reference curves for term neonates born at 3400 meters above sea level. J Matern Fetal Neonatal Med. 2019; 32(12):1946-51. DOI: [10.1080/14767058.2017.1421935](https://doi.org/10.1080/14767058.2017.1421935)
19. World Health Organization. Intrauterine growth retardation in newborn children [Internet]. Geneva; 2020 [Cited 2022 Mar 13]. Available from: <https://bit.ly/3iOECwx>
20. Ticona-Rendón M, Huanco-Apaza D. Curvas de crecimiento intrauterino del Perú y su efecto en la identificación de una nueva población de elevado riesgo nutricional [Internet]. Lima; 2007 [Citado el 22 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3LrkSv7>
21. Mendez-Figueroa H, Truong VTT, Pedroza C, et al. Small-for-gestational-age infants among uncomplicated pregnancies at term: a secondary analysis of 9 Maternal-Fetal Medicine Units Network studies. Am J Obstet Gynecol. 2016;215:628.e1-7. DOI: [10.1016/j.ajog.2016.06.043](https://doi.org/10.1016/j.ajog.2016.06.043)

22. Niermeyer S. Going to High Altitude with a Newborn Infant. *High Alt Med Biol.* 2007;8(2):117-23. DOI: [10.1089/ham.2007.1068](https://doi.org/10.1089/ham.2007.1068)
23. Savchev S, Figueras F, Cruz-Martinez R, Illa M, Botet F, Gratacos E. Estimated weight centile as a predictor of perinatal outcome in small-for-gestational-age pregnancies with normal fetal and maternal Doppler indices. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2012; 39: 299-303. DOI: [10.1002/uog.10150](https://doi.org/10.1002/uog.10150)
24. Hershkovitz R, Kingdom JC, Geary M, Rodeck CH. Fetal cerebral blood flow redistribution in late gestation: identification of compromise in small fetuses with normal umbilical artery Doppler. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2000; 15: 209-212. DOI: [10.1046/j.1469-0705.2000.00079.x](https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.2000.00079.x)
25. Ministerio de Salud del Perú. Mortalidad Neonatal en el Perú y sus departamentos, 2011-2012 [Internet]. Lima: Ministerio de Salud; 2013 [Citado el 22 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3iR1VGa>.
26. Villamonte-Calanche W, Pereira-Victorio CJ, Jeri-Palomino M. Antropometría neonatal a término en una población rural y urbana a 3400 metros de altura. *Rev Panam Salud Pública.* 2017;41:1-7. DOI: [10.26633/RPSP.2017.83](https://doi.org/10.26633/RPSP.2017.83)
27. Villamonte W, Jeri M, De la Torre C. Biometría fetal e índice de líquido amniótico de 14-41 semanas a 3400 msnm y su comparación con tablas de otros niveles de altura. *Acta Med Per* [Internet]. 2013 [citado el 23 de marzo del 2022]; 30(1):14-25. Disponible en: <https://bit.ly/3wRoTVS>
28. Anderson NH, Sadler LC, Mckindlay CJD, Mccowan LME. INTERGROWTH 21st versus customized birthweight standards for identification of perinatal mortality and morbidity. *Am J Obstet Gynecol.* 2016;214(4): 509.e1-7. DOI: [10.1016/j.ajog.2015.10.931](https://doi.org/10.1016/j.ajog.2015.10.931)
29. Poon LC, Tan MY, Yelikaya G, Syngelaki A, Nikolaides KH. Birth weight in live births and stillbirths. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2016; 48:602-6. DOI: [10.1002/uog.17287](https://doi.org/10.1002/uog.17287)
30. Gonzales GF. Hemoglobina materna en el Perú: diferencias regionales y su asociación con resultados adversos perinatales. *Rev Peru Med Exp Salud Pública.* 2011; 28(3): 484-91. DOI: [10.17843/rpmesp.2011.283.527](https://doi.org/10.17843/rpmesp.2011.283.527)
31. Lubchenco LO, Hansman Ch, Dressler M, Boyd E. Intrauterine growth as estimated from liveborn birth-weight data at 24 to 42 weeks of gestation. *Pediatrics.* 1963; 32:793-800. DOI: [10.1542/peds.32.5.793](https://doi.org/10.1542/peds.32.5.793)
32. Villamonte W, Malaver J, Salinas R, Quispe E, Laurent A, Jeri M, et al. Factores de los padres condicionantes de peso al nacer en recién nacidos a término a 3400 msnm. *Rev Per Ginecol Obstet.* 2011; 57:153-63. DOI: [10.31403/rpgo.v57i179](https://doi.org/10.31403/rpgo.v57i179)
33. Costo de las actividades hospitalarias 2016. Resolución de Gerencia Central de Gestión Financiera 101 GCGF-ESSALUD-2016 (2019).
34. Sovio U, White IR, Dacey A, Pasupathy D, Smith GC. Screening for fetal growth restriction with universal third trimester ultrasonography in nulliparous women in the Pregnancy Outcome Prediction (POP) study: a prospective cohort study. *Lancet.* 2015; 386:2089-97. DOI: [10.1016/S0140-6736\(15\)00131-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00131-2).