

Estimación de la edad gestacional mediante antropometría neonatal en una población residente a gran altitud

Estimation of gestational age by neonatal anthropometry in a high altitude resident population

Carlos TORRES-SALINAS^{1,2}, Kensey SOLÓRZANO QUISPE¹, Luis BAQUERIZO SEDANO^{2,3,4,5,6}

1 Universidad Continental, Facultad de Medicina Humana, Perú.

2 Sociedad Peruana de Nutrición, Lima, Perú.

3 Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

4 Universidad de Navarra, Facultad de Farmacia y Nutrición, Departamento de Ciencias de la Alimentación y Fisiología, Pamplona, España.

5 Universidad de Navarra, Centro de Investigación en Nutrición, Pamplona, España.

6 Centro de Salud David Guerrero Duarte, Concepción, Perú.

Recibido: 15/enero/2025. Aceptado: 6/marzo/2025.

RESUMEN

Antecedentes: La edad gestacional suele predecir el pronóstico de los recién nacidos y en determinados casos orienta a brindar atenciones específicas. Sin embargo, en poblaciones con un abordaje prenatal subóptimo el uso de métodos convencionales no siempre es posible. Por otro lado, el principal indicador antropométrico, el peso, es menor debido a la hipoxia crónica; surgiendo la necesidad de evaluar la capacidad de otras medidas antropométricas para estimar la edad gestacional y así mejorar la calidad de atención en esta población.

Objetivos: Explorar la capacidad de predecir la edad gestacional, usando medidas antropométricas no habituales en un hospital situado a 3250 metros sobre el nivel del mar (msnm) en los andes peruanos.

Métodos: Se realizó un estudio transversal prospectivo durante el periodo de Junio a Setiembre de 2024 incluyendo a 242 recién nacidos, usando como medidas antropométricas la circunferencia de brazo (CB), circunferencia de muslo (CM) y circunferencia de pantorrilla (CP), mediante técnicas estandarizadas. Se adoptó métodos estadísticos estándar para determinar el límite crítico, coeficiente de correlación y estimación

mediante análisis de regresión. El indicador de desenlace fue el mejor modelo de regresión.

Resultados: Las medidas antropométricas mostraron una correlación positiva con la edad gestacional hasta las 37 semanas, luego del cual fue menor. Se halló una correlación positiva entre la suma de las circunferencias con la edad gestacional para mujeres y varones de: CB+CM+CP ($r=0,840$), CB+CM+CP ($r=0,868$); y, la estimación de edad gestacional en semanas mediante las fórmulas: $EG= 18,022+ (CM*0,885) + (CP*0,902)$ o $EG= 16,79 + (CM*0,894) + (CP*1,008)$ respectivamente.

Conclusión: La edad gestacional de neonatos nacidos de madres residentes en altura, puede estimarse usando medidas antropométricas como CB, CM, CP; siendo la combinación de CM y CP la de mejor eficacia. Por lo que, se sugiere hacer uso de ellos cuando los métodos estándar no sean posibles de realizar.

PALABRAS CLAVE

Altitud, neonatología, antropometría, longitud, gestación, edad gestacional (DeCS).

ABSTRACT

Background: Gestational age often predicts the prognosis of newborns and in certain cases guides the provision of specific care. However, in populations with a suboptimal prenatal approach, the use of conventional methods is not always pos-

Correspondencia:
Carlos Torres-Salinas
ctorress@continental.edu.pe

sible. On the other hand, the main anthropometric indicator, weight, is lower due to chronic hypoxia; there is a need to evaluate the capacity of other anthropometric measures to estimate gestational age and thus improve the quality of care in this population.

Objectives: To explore the ability to predict gestational age, using non-standard anthropometric measurements in a hospital located at 3250 meters above sea level (masl) in the Peruvian Andes.

Methods: A prospective cross-sectional study was conducted from June to September 2024, including 242 newborns, using arm circumference (AC), thigh circumference (TC), and calf circumference (CC) as anthropometric measurements, using standardized techniques. Standard statistical methods were adopted to determine the critical limit, correlation coefficient, and estimation by regression analysis. The outcome indicator was the best regression model.

Results: Anthropometric measurements showed a positive correlation with gestational age up to 37 weeks, after which it was lower. A positive correlation was found between the sum of the circumferences and gestational age for women and men of: AC+TC+CC ($r=0.840$), AC+TC+CC ($r=0.868$); and, the estimation of gestational age in weeks using the formulas: $EG= 18.022 + (CM*0.885) + (CP*0.902)$ or $EG= 16.79 + (CM*0.894) + (CP*1.008)$ respectively.

Conclusion: The gestational age of newborns born to mothers living at high altitude can be estimated using anthropometric measurements such as BC, CM, CP; the combination of CM and CP being the most effective. Therefore, it is suggested to use them when standard methods are not possible.

KEYS WORDS

High altitude, neonate, antropometry, pregnancy, gestational age. (MeSH terms).

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, según UNICEF se ha observado que 2, 3 millones de niños mueren en el primer mes de vida, con una media aproximada de 6400 muertes neonatales por día, lo cual resulta alarmante¹. Mientras que en la tasa de mortalidad neonatal en el Perú es variable según regiones, y oscilan entre 7,54 – 15,67 muertes por 1000 nacidos vivos, con una media de 11 aproximadamente^{2,3}.

La problemática es multifactorial y dos aspectos importantes son la condición de bajo peso al nacer y prematuridad, ya que éstos tienen un mayor riesgo de complicaciones no sólo en el periodo neonatal, sino también de morir durante el primer año de vida; del mismo modo que predicen la salud global durante los primeros años de vida, el crecimiento, desarrollo psicosocial y posibilidades de supervivencia futura⁴⁻⁶.

Por lo mismo, aquellos neonatos considerados de alto riesgo para morbilidad y mortalidad, como los prematuros, y que en ocasiones suelen asociarse a un desarrollo fetal anormal deben ser identificados y monitoreados regularmente. En general se suele realizar medidas antropométricas como el peso, perímetro cefálico, torácico, abdominal y talla; pero no es usual usar otras como la medición de las extremidades. Los parámetros antropométricos alternativos, como la circunferencia del brazo (CB), del muslo (CM) y de la pantorrilla (CP), se pueden usar para evaluar el crecimiento del recién nacido e identificar a los bebés en riesgo. De esta manera, al menos en poblaciones a nivel del mar, algunos de estos estudios ya han encontrado una relación sustancial entre la circunferencia de la parte media del brazo y el muslo con la edad gestacional⁷⁻⁹.

Sin embargo, existen condiciones multifactoriales que hacen que una sociedad no tenga una totalidad de gestantes con controles adecuados y de ese modo la estimación de la edad gestacional no es posible por los métodos estándar, pero si lo es la evaluación antropométrica del recién nacido.

Respecto al comportamiento de estas variables, se ha descrito un crecimiento diferente en poblaciones de elevada altitud; los primeros datan de la década de los 70 's hallando una mayor incidencia de retraso de crecimiento intrauterino. Por otro lado, estudios más recientes mostraron una disminución de peso de entre 54,7 gr a 96,9 gr por cada 1000 metros que se asciende sobre el nivel del mar y en otros casos una mayor proporción de bajo peso al nacer 11,7% frente a 8,8%¹⁰⁻¹². En ese sentido, esta investigación pretende explorar la capacidad de utilizar las medidas antropométricas no frecuentes para predecir la edad gestacional en neonatos que son producto de gestaciones a elevada altitud (3270 msnm).

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio analítico de corte transversal con los recién nacidos en el Hospital Regional Docente Materno Infantil "El Carmen", Huancayo, Perú. Se determinó el tamaño de la muestra de 385 neonatos para un reporte anual estadístico de 3917 nacimientos durante el último año, con un límite de confianza del 95% y 5% de error alfa. El muestreo consecutivo fue empleado como técnica de muestreo para seleccionar la recién nacidos que cumplieron los criterios de inclusión.

Los criterios de inclusión fueron: recién nacidos entre junio y setiembre del 2024, contar con una historia completa y parto sin complicaciones.

Los criterios de exclusión fueron: anomalías congénitas de las extremidades, gestación múltiple, restricción del crecimiento intrauterino, diabetes mellitus gestacional y complicaciones del embarazo, como anemia y trastornos hipertensivos del embarazo. Recién nacidos con una diferencia de más de 2 semanas entre la fecha de última menstruación y la puntuación obtenida por examen físico ya sea por

Capurro B o de Ballard. La muestra final estuvo compuesta por 242 recién nacidos.

La edad gestacional se determinó considerando el siguiente orden de prioridad: ecografías del primer trimestre, examen físico por Capurro B y método Ballard a las 12 horas del post natal en prematuros^{13,14}.

Dentro de 48 horas del parto, los recién nacidos seleccionados fueron examinados utilizando procedimientos estandarizados para medir las variables antropométricas de las extremidades^{15,16}.

La circunferencia media del brazo, se midió en el punto equidistante entre el proceso del acromion y el proceso del olécranon del brazo izquierdo. La circunferencia del muslo se midió en posición supina al nivel del surco más bajo de la región glútea izquierda; la cinta se colocó perpendicular al eje longitudinal del miembro inferior. La circunferencia de la pantorrilla se midió en el punto más prominente de la pierna izquierda en posición semiflexionada.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se evaluó la distribución de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión para describir las variables continuas, reportando medianas y rangos intercuartílicos debido a la naturaleza no paramétrica de los datos. La comparación de medidas antropométricas entre sexos se realizó mediante la prueba U de Mann-Whitney.

Para evaluar la relación entre la edad gestacional y las medidas antropométricas neonatales, se empleó la prueba de correlación de Spearman. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal múltiple para identificar los mejores predictores de la edad gestacional, utilizando como variables independientes las circunferencias de brazo, muslo y pantorrilla. La validez del modelo se evaluó mediante el coeficiente de determinación ajustado (R^2) y la inspección de los residuos.

Además, se construyó un modelo de regresión logística para predecir la prematuridad (<37 semanas de gestación) en función de las medidas antropométricas. La capacidad discriminativa del modelo se evaluó mediante la construcción de curvas ROC individuales para cada variable (circunferencia de brazo, muslo y pantorrilla) y una curva ROC combinada utilizando las tres medidas. Se calculó el área bajo la curva (AUC) para cada modelo, encontrándose que la circunferencia de muslo tuvo la mayor capacidad discriminativa de manera individual, mientras que el modelo combinado mostró el mejor desempeño global con un AUC de 0.98.

Todos los análisis se realizaron utilizando los paquetes estadísticos Python (pandas, scipy, statsmodels y scikit-learn), considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Aspectos éticos

El estudio fue aprobado por el comité de ética del Hospital Regional Docente Materno Infantil "El Carmen", la recolección de datos resguardó los datos sensibles y la base de datos registró solo las variables estudiadas, sin contener datos de identificación.

RESULTADOS

Las características generales de la muestra estudiada se presentan en la **Tabla 1**. Se observó una media de edad materna de 28,5 años, en su mayoría con grado de instrucción secundaria 76% y culminación de embarazo por parto vaginal frente al de cesárea (78,9% vs 21,1%). Asimismo, en su mayoría provenían de una zona urbana (88,4%), respecto a la zona rural (11,6%). En cuanto a los neonatos, se observó la

Tabla 1. Características generales de los participantes

Características maternas	
Edad (años)	
Media +/- D.S.	28,45 +/- 4,6
Mínimo	19
Máximo	43
Grado de Instrucción	
Sin instrucción	2
Primaria	1
Secundaria	184
Superior	55
Tipo de parto	
Vaginal	191
Cesárea	51
Paridad	
1	58
2-3	117
> 3	67
Procedencia	
Rural	28
Urbano	214
Total	242

Tabla 1 cont. Características generales de los participantes

Características maternas	
Características de los neonatos	
Edad (semanas)	
Media +/- D.S.	38,84 +/- 1,49
Mínimo	34
Máximo	41
Pretérmino	20
A término	222
Peso al nacer (gramos)	
Media +/- D.S.	3117,04 +/- 253,1
Mínimo	2530
Máximo	3975
Sexo	
Masculino	108
Femenino	134
Total	242

predominancia del sexo femenino 55,1% frente al masculino 44,9% con una media de edad gestacional de 38,8 semanas, siendo a término un 86,7% y prematuros un 13,3%; el peso al nacer promedio se halló en 3117,04.

Asimismo, en cuanto a la distribución poblacional, se encontró ligera tendencia hacia los de sexo masculino Figura 1.

Mientras que en el análisis segregado por sexos y edad gestacional (pretérmino y a término) **Tabla 2**; se encontró un ligero mayor peso y talla en el sexo femenino frente al masculino indistintamente de la condición de prematuridad; pero no en las otras medidas antropométricas CB, CM y CP.

Respecto a la correlación entre las medidas antropométricas con la edad gestacional, según condición de nacido prematuro o a término, estos se muestran en el **Tabla 3**. En prematuros, la CB tuvo la menor correlación ($r=0,418$), mientras que la CM tuvo la mayor correlación ($r=0,557$); en los neonatos a término se halló que la CP mostró la menor correlación ($r=0,235$) y la CM la mayor ($r=0,668$). Para ambos grupos (pretérmino y a término), la combinación de las tres mediciones antropométricas obtuvo correlaciones de $r=0,630$ y $r=0,703$ respectivamente. Del mismo modo, las correlaciones de las medidas antropométricas según sexo se muestran en el **Tabla 4**.

En cuanto al análisis global, sin disgregar en prematuro y a término, las medidas antropométricas frente a la edad gestacional, mostraron las siguientes correlaciones:

- CB: $r_s = 0,728$, $p < 0.001$
- CM: $r_s = 0,812$, $p < 0.001$
- CP: $r_s = 0.356$, $p < 0.001$

Todas, fuertes y significativas las cuáles se muestran también a través de la Figura 2.; destacando que, en análisis indistinto de prematuridad o condición de neonato a término, la CM guarda mayor correlación con la edad gestacional.

Para garantizar la validez del modelo, se procedió a realizar un análisis de diagnóstico de regresión, el cuál muestra que los errores están distribuidos aleatoriamente en torno a cero, lo que indica que el modelo de regresión es adecuado y no presenta patrones de error sistemáticos; ello se presenta en la Figura 3.

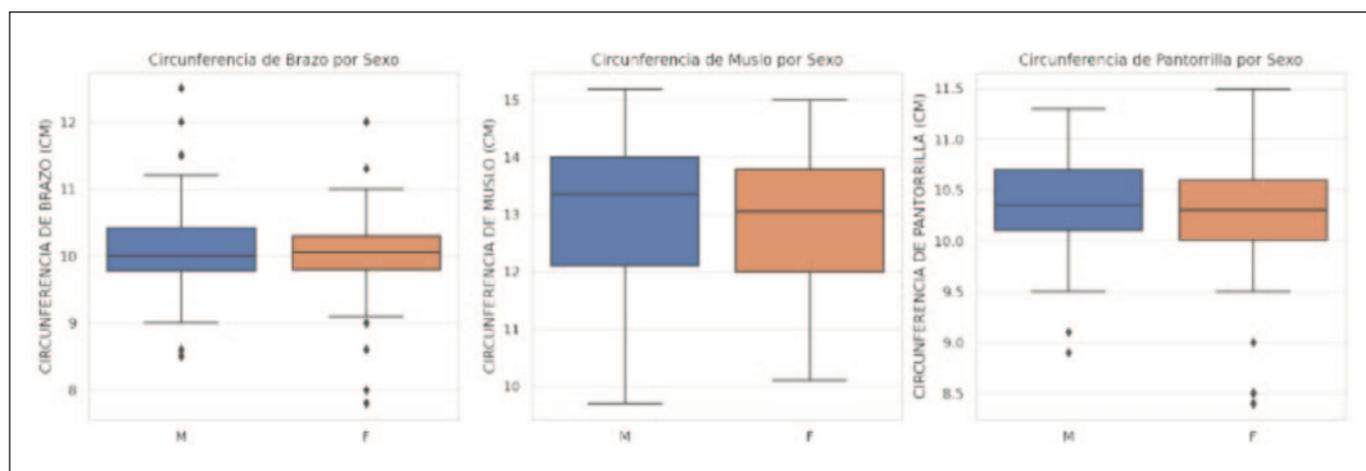
**Figura 1.** Boxplots de medidas antropométricas (CB, CM y CP), sin diferencias significativas entre sexos

Tabla 2. Descripción de las variables por sexo y edad gestacional

	Masculino		Femenino	
	Pretérmino (N=21)	Término (N=87)	Pretérmino (N=34)	Término (N=100)
Edad materna	26,73	28,84	28,04	29,06
Peso	2776,77	3183,74 *	2796,67	3250,68 * #
Talla	48,39	50,22 *	48,58	50,5 * #
CB	9,53	10,34 *	9,41	10,17 * #
CM	11,7	13,43 *	11,5	13,39 *
CP	9,94	10,56 *	9,84	10,39 * #
CB+CM+CP	31,18	34,34 *	30,74	33,94 *

*p<0,05 Pretérmino vs Término, # p<0,05 masculino vs femenino.

Tabla 3. Correlación entre medidas antropométricas y edad gestacional; según condición de parto y sexo

Parámetros antropométricos	Prematuro	A término	Femenino	Masculino
	Coef. Correlación	Coef. Correlación	Coef. Correlación	Coef. Correlación
Peso	0,888***	0,854***	0,888***	0,854***
Talla	0,626***	0,603***	0,626***	0,603***
CB	0,418***	0,587***	0,418***	0,587***
CM	0,557***	0,668***	0,557***	0,668***
CP	0,508***	0,235***	0,508***	0,235***
CB+CM+CP	0,630***	0,703***	0,630***	0,703***

*** p<0,0001

Posteriormente, se realizó una estimación de la edad gestacional mediante regresión lineal y usando los parámetros antropométricos de uso no habitual (CB, CM y CP), se realizaron los análisis y el modelo con mayor R² fue el que solo consideraba CM y CB. La **Tabla 4**, muestra la estimación de

la edad gestacional utilizando dichas medidas antropométricas para ambos sexos. En ese sentido, para el sexo femenino se obtuvo un R² = 0,72 y para el sexo masculino un R² = 0,75.

Finalmente, se buscó evaluar la capacidad del modelo para discriminar si el neonato era prematuro o a término, mediante las medidas antropométricas estudiadas; el modelo mostró un área bajo la curva ROC: 0,98 con alta sensibilidad y especificidad, la misma que se muestra en la Figura 4.

Tabla 4. Análisis de regresión por circunferencias y sexo

	Femenino	Masculino
	EG =18,022 + (CM * 0,885) + (CP * 0,902)	EG =16,79 + (CM * 0,894) + (CP * 1,008)
Prob F	0,00	0,00
R2	0,72	0,75

DISCUSIÓN

La residencia a elevada altitud, definida habitualmente como mayor a 2500 msnm cubre a más de 140 millones de personas, en dichos lugares la disponibilidad de oxígeno es reducido del mismo modo que las temperaturas son más bajas, representando ello desafíos fisiológicos tanto para sus residentes como transeúntes; dichos retos han impulsado cam-

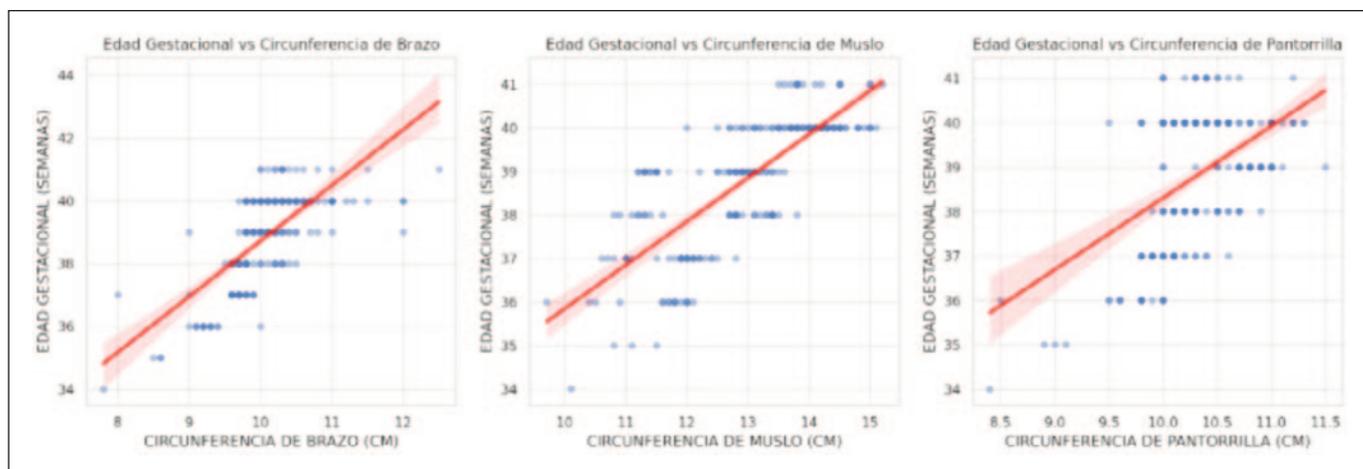


Figura 2. Correlación entre edad gestacional y las medidas antropométricas estudiadas, en un análisis global de edades gestacionales

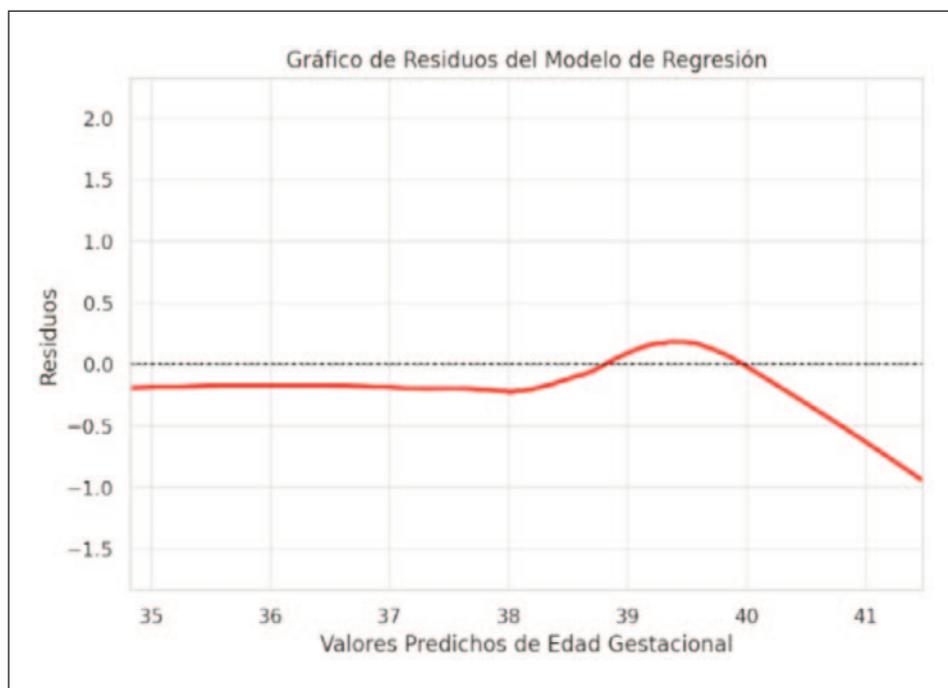


Figura 3. Gráfico de residuos del modelo de regresión para los valores de EG predichos

bios evolutivos destinados a mejorar la aptitud del ser humano, para su supervivencia y reproducción¹⁷.

En ese sentido un estudio observó que el peso al nacer es dosis dependiente de la exposición a niveles bajos de oxígeno, y ésta es más evidente en poblaciones transeúntes como la etnia Han frente a las residentes o adaptadas durante mucho tiempo atrás como los tibetanos; los bebés tibetanos pesaban más que los Han, con un promedio de 310 g más en altitudes de 2700 a 3000 m (IC del 95% = 126,494 g; $p < 0,01$) y 530 g más a 3000-3800 m (210,750 g; $p < 0,01$); y no sólo eso, sino que también se halló una mayor mortalidad prenatal y postnatal tres veces mayor en la etnia Han¹⁸.

Hallazgos similares respecto al crecimiento fetal y peso al nacer, fueron observados, en modelos animales; tal es así, que, los pesos al nacer de gestaciones ovinas en grandes alturas residentes durante varias generaciones son mayores al de las ovejas que fueron sometidas a gran altura sólo durante el periodo de gestación, esto puede explicarse por los cambios morfológicos placentarios encontrados en ellas, como una mayor presencia de superficie total de cotiledones y superficie ocupada por vasculatura, representando así un mecanismo de adaptación heredado de la hipoxia hipobárica¹⁹.

Por otro lado, se ha demostrado también la presencia de alteraciones de la capacidad de difusión placentaria, del trofismo de la arteria uterina y arterias mesometales a lo largo de la gestación y un aumento de volumen de espacios sanguíneos a nivel placentario y presencia de flujo compensatorio. Del mismo modo, cabe destacar que existió diferencias del crecimiento placentario según sexo, tal es así que, los de sexo masculino presentaron mayor peso placentario, ello probablemente por tener mayor demanda de nutrientes respecto a sus pares, pero a su vez también resultaron ser más susceptibles ante entornos adversos como la hipoxia²⁰⁻²³.

Sin bien existen mecanismos adaptativos en población nativa, éstos no los hacen invulnerables a ser afectados por la hipoxia hipobárica, y existe, aunque en menor medida algunas consecuencias de dicha exposición, por ejemplo, se ha

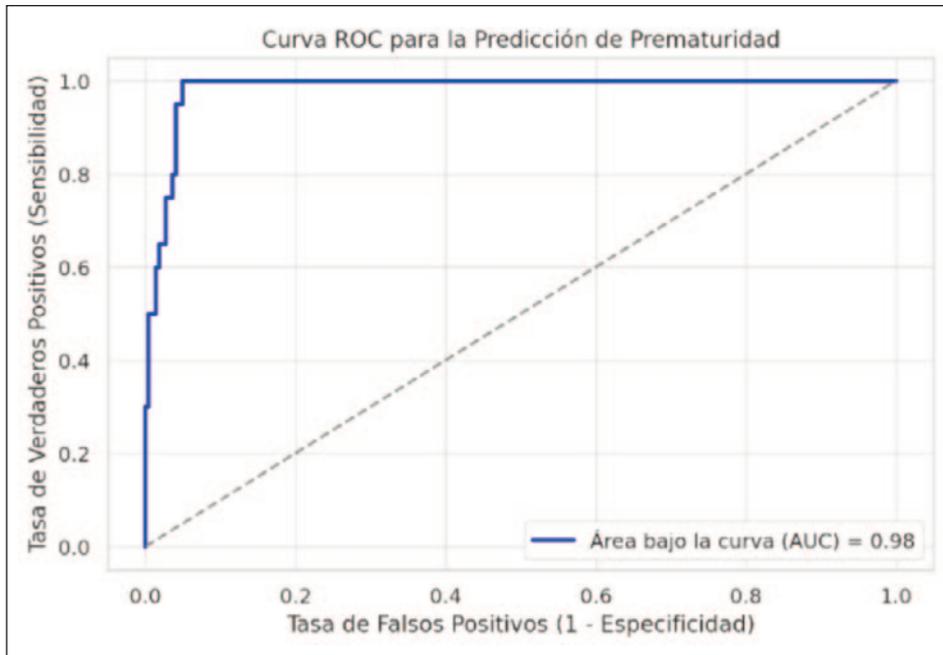


Figura 4. Curva ROC para discriminar la condición de prematuridad y a término, usando medidas antropométricas inusuales (CM, CB, CP), en población residente a gran altitud

descrito mayores casos de restricción de crecimiento intrauterino y bajo peso al nacer; los cuales, sin duda revisten importancia en la morbilidad neonatal.

Ahora bien, en relación al peso respecto a la edad gestacional resulta lógico que las consideraciones clásicas establecidas por Lubchenco no apliquen a poblaciones de gran altura, donde la clasificación percentilar de: adecuado, bajo y grande para edad gestacional, son diferentes como se demostró en un estudio²⁴. De ese modo, al existir evidencia de que el peso es afectado por la hipoxia hipobárica, resulta más usual su variación en dichos contextos, ello nos lleva a pensar que, si de algún modo el peso al nacer es una buena herramienta para estimar la edad gestacional, en estos casos podría no ser tan válido, y por ello se requieren otras herramientas antropométricas para precisar mejor la edad gestacional del recién nacido en altura.

La estimación de la edad gestacional suele ser sencilla en las zonas urbanas; sin embargo, esto recobra ciertas limitaciones y dificultades, específicamente en zonas de la población altoandina peruana que residen a gran altura; además, pese a los enormes esfuerzos del estado, aún existen retos no resueltos como el embarazo adolescente, captación tardía de gestantes, falta de confianza en la medicina occidental, carencia de ecógrafos o médicos especialistas, entre otros, los cuales derivan en una estimación de edad gestacional no muy precisa por las herramientas habituales²⁵⁻²⁷.

Y si no consideramos los métodos de evaluación somática en el postnatal inmediato - mediato; se observa que no se ha de-

sarrollado estudios en población nativa a gran altura, sobre la estimación de la edad gestacional mediante otras herramientas como las medidas antropométricas, que para nuestro caso fueron la circunferencia de brazo, circunferencia de muslo y circunferencia de pantorrilla. Del mismo modo, este estudio resulta una oportunidad para brindar pautas sobre los valores promedio de estas medidas antropométricas para población de altura.

Ante la dificultad de data disponible de investigaciones en poblaciones similares; se tratará de hacer un análisis respecto a neonatos nacidos a nivel del mar, en ese sentido, un estudio realizado en 202 recién nacidos, subclasificó a su muestra según peso al nacer en: menor a 2 Kg, de 2 a 2,5 Kg y mayores a 2,5 Kg., indistintamente del sexo, de los cuáles la CB mostró valores medios de 6,96, 8,18 y 9,82 cm., en tanto la CM fue de 12,89, 14,2 y 15,9 cm y la CP fue de 7,83, 9,13 y 9,99 cm para cada subgrupo respectivamente. Mientras que los coeficientes de correlación de Pearson con un $p < 0.001$ para menores de 2 Kg para la CB, CM y CP fueron de 0,63, 0,59 y 0,81; en aquellos entre los 2 Kg y 2,5 Kg fue 0,84, 0,70 y 0,98, y finalmente para aquellos mayores de 2,5 Kg fue de 0,855, 0,84 y 0,86²⁸. Para el caso nuestros dichos valores promedios variaron a primera impresión, ya que en nuestro caso los clasificamos por condición de prematuridad o a término, aun así, existen diferencias al respecto.

Otra investigación realizada en neonatos de bajo peso al nacer, tuvo como hallazgo un peso medio de $1,94 \pm 0,38$ Kg con 2,39 Kg como peso máximo y 1,035 Kg como peso mínimo; la CB osciló entre 6 a 11 cm con una media de $8,66 \pm 1,25$ cm; la CM media fue de 11,7 cm y la CP osciló entre 6 a 10 cm con un valor medio de $8,7 \pm 1,24$ (29). Mientras que, en otra revisión de 1270 neonatos en su gran mayoría neonatos a término, se obtuvo una media para el sexo femenino y masculino de la CB de 10,9 cm y 11,0 cm, CM de 15,49 cm y 15,3 cm, CP de 11,2 cm en ambos sexos³⁰.

Hasta el momento una comparación de nuestra investigación con las tres previas y considerando las diferencias metodológicas, muestran una diferencia de hasta -1.6 cm en la CB, -2.5 cm en la CM y -0.57 cm en la CP en los a término, pero con valores similares en el grupo que investigó a los de bajo peso al nacer; lo cual resulta esperable, considerando los cambios adaptativos en las gestaciones a gran altura descritos anteriormente.

En ese sentido, se encontró otro estudio que buscaba encontrar algún parámetro antropométrico que sea eficaz para identificar neonatos con bajo peso al nacer; es así que esta investigación arrojó para este grupo y para los de sexo femenino y masculino una CB de 9.48+/-1.56 cm y 9.88 +/-2.29 cm; una CM de 12.26+/-1.39 y 12.60+/-1.41 cm y una CP de 8.75+/-1.34 cm y 90.1+/-2.45 cm respectivamente³¹. Reiterando la similitud de hallazgos de nuestra investigación en la población prematura.

Consideramos que nuestro estudio, es el primero en analizar medidas antropométricas de las extremidades en población neonatal nacida a gran altura y por ello se requiere otras investigaciones a fin de poder tener mayor claridad sobre su relación con la edad gestacional y subsecuente estimación por estos métodos.

CONCLUSIÓN

La edad gestacional de neonatos nacidos de madres residentes en altura, no siempre puede ser estimado mediante los métodos tradicionales y las diferencias fisiológicas respecto a sus pares a nivel del mar, hacen que el peso al nacer no guarde necesariamente la clásica relación frente a la edad gestacional. Por ello, herramientas adicionales como la toma de medidas antropométricas pueden ayudar a tener una mejor idea de la edad gestacional en los bebés que nacen a grandes alturas. Sin embargo, dada la escasa información al respecto, se requiere más estudios sobre el tema.

BIBLIOGRAFÍA

- Unicef data. Monitoring the situation of children and women [Internet]. 2024 Mar. Available from: <https://data.unicef.org/topic/child-survival/neonatal-mortality/#:~:text=The%20first%2028%20days%20of,1%20C000%20live%20births%20in%201990>.
- Ávila Vargas-Machuca JG. Inequality in Peruvian neonatal mortality generated by poverty and education, 2011-2019. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2022 Jun. 30 [cited 2024 Nov 1]; 39(2):178-84. Available from: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/10629>
- Aaron O'Neill. Peru: Infant mortality rate from 2011 to 2021 [Internet]. 2024 Mar. Available from: <https://www.statista.com/statistics/807105/infant-mortality-in-peru/#statisticContainer>
- Stephenson T, Symonds M. Maternal nutrition as a determinant of birth weight. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. [Internet]. 2002 Jan. [cited 2024 Nov 1]; 86(1), F4-F6. Available from: <https://doi.org/10.1136/fn.86.1.f4>
- Wubetu A., Amare Y., Haile A., Degu M. Newborn Birth Weight and Associated Factors Among Mother-Neonate Pairs in Public Hospitals, North Wollo, Ethiopia. *Pediatric Health Med Ther* [Internet]. 2021 Mar 09 [cited 2024 Dic 1]; 12, 111-118. Available from: <https://doi.org/10.2147/PHMT.S299202>
- Belbasis L., Savvidou M., Kanu C., Evangelou E., Tzoulaki I. Birth weight in relation to health and disease in later life: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *BMC Med* [Internet]. 2016 Sep 28 [cited 2024 Dic 1]; 14(1), 147. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12916-016-0692-5>
- Hendrixson D., Lasowski P., Koroma A., Manary M. Newborn Mid-Upper Arm Circumference Identifies Low-Birth Weight and Vulnerable Infants: A Secondary Analysis. *Curr Dev Nutr* [Internet]. 2022 Sep 12 [cited 2024 Dic 1]; 6(10), nzac138. Available from: <https://doi.org/10.1093/cdn/nzac138>
- Sharma J., Saxena S. Sharma U. Standard curves for mid arm circumference and mid-arm/head circumference ratio in newborns. *Indian J Pediatr*. [Internet]. 1990 May [cited 2024 Nov 1]; 57, 389-393. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF02727922>
- Tiruneh C. Estimation of Gestational Age Using Neonatal Anatomical Anthropometric Parameters in Dessie Referral Hospital, Northeast Ethiopia. *Risk Manag Healthc Policy*. [Internet]. 2020 Dec 15 [cited 2024 Nov 1]; 13, 3021-3029. Available from: <https://doi.org/10.2147/RMHP.S280682>
- Ray Yip, Altitude and birth weight, *The Journal of Pediatrics*, [Internet]. 1987 Dec [cited 2024 Dic 1]; Vol. 111, Issue 6, Part 1, Pag. 869-876. ISSN 0022-3476. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(87\)80209-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(87)80209-3)
- Wang B., Yao Y., Kang, J., Li C., Zhang G., Yu Z. Birth growth curves of neonates in high-altitude areas: A cross-sectional study. *Front Pediatr*. [Internet]. 2023 Jan 10 [cited 2024 Dic 1]; 10, 1028637. Available from: <https://doi.org/10.3389/fped.2022.1028637>
- Bailey B., Donnelly M., Bol K., Moore L., Julian C. High Altitude Continues to Reduce Birth Weights in Colorado. *Matern Child Health J*. [Internet]. 2019 Nov [cited 2024 Dic 4]; 23(11), 1573-1580. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10995-019-02788-3>
- Naidu K, Fredlund KL. Gestational Age Assessment. [Updated 2023 Jul 24]. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526000/>
- Gómez-Acosta AA, Reyes-Reyes AE, Ayón-Aguilar J, Beltrán-Romero CA, Parada-López JI. Correlación ecográfica del primer trimestre con la escala de Capurro para determinar las semanas de gestación del recién nacido. *Ginecol Obstet Mex* 2025; 93 (1): 1-5. Available from: <https://ginecologiayobstetricia.org.mx/articulo/correlacion-ecografica-del-primer-trimestre-con-la-escala-de-capurro-para-determinar-las-semanas-de-gestacion-del-recien-nacido>
- Jumar S., Jain H. A comparative study of calf muscle circumference with other anthropometry measurement as a measure of low birth weight in neonates. *Int J Contemp Pediatr*. [Internet]. 2020 Mar [cited 2024 Dic 4]; 7(3):540-545. Available from: <https://doi.org/10.18203/2349-3291.ijcp20200677>
- Kumar S, Jaiswal K, Dabral M, Dabral M, Malhotra AK, Malhotra AK, et al. Calf circumference at birth: A screening method for detection of low birth weight. *Indian J Community Health* [Internet]. 2012 Dec 31 [cited 2024 Dic 4]; 24(4):336-41. Available from: <https://www.iapsmupuk.org/journal/index.php/IJCH/article/view/275>

17. Bigham A. Genetics of human origin and evolution: high-altitude adaptations. *Curr Opin Genet Dev.* [Internet]. 2016 Aug [cited 2024 Dic 4]; 41, 8–13. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gde.2016.06.018>.
18. Moore L., Young D., McCullough R., Droma T., Zamudio S. Tibetan protection from intrauterine growth restriction (IUGR) and reproductive loss at high altitude. *Am J Hum Biol* [Internet]. 2001 Sep-Oct [cited 2024 Nov 4]; 13: 635–644, 2001. Available from: <https://doi.org/10.1002/ajhb.1102>
19. Parraguez V., et.al. Ovine placenta at high altitudes: comparison of animals with different times of adaptation to hypoxic environment. *Anim Reprod Sci.* [Internet]. 2006 Sep [cited 2024 Dic 4]; 95(1-2), 151–157. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.11.003>
20. Gilbert R., Cummings L., Juchau M., Longo L. Placental diffusing capacity and fetal development in exercising or hypoxic guinea pigs. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* [Internet]. 1979 Apr [cited 2024 Dic 7];46(4):828-34. Available from: <https://doi.org/10.1152/jappl.1979.46.4.828>
21. Rockwell L., Keyes L., Moore L.. Chronic hypoxia diminishes pregnancy-associated DNA synthesis in guinea pig uteroplacental arteries. *Placenta.* [Internet]. 2000 May [cited 2024 Dic 7];21(4):313-9. Available from: <https://doi.org/10.1053/plac.1999.0487>
22. Matheson H., Veerbeek J., Charnock-Jones D., Burton G., Yung H. Morphological and molecular changes in the murine placenta exposed to normobaric hypoxia throughout pregnancy. *J Physiol.* [Internet] 2016 Mar [cited 2024 Dic 7];1;594(5):1371-88. Available from: <https://doi.org/10.1113/JP271073>
23. Bailey B., Donnelly M., Bol K., Moore L., Julian C. High Altitude Continues to Reduce Birth Weights in Colorado. *Matern Child Health J.* [Internet] 2019 Nov [cited 2024 Dic 7];23(11):1573-1580. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10995-019-02788-3>
24. Argandoña J., Clasificación del recién nacido según peso al nacer y edad gestacional con curvas de crecimientos intrauterino propias elaboradas en el hospital EsSalud IV Huancayo 1998-2007. [Tesis de pregrado]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2008. Available from: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3079/Argando%C3%B1a%20Galarza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. López-Reyes L. El embarazo adolescente, adolescente infantil y sus severos impactos en la sociedad peruana. Una tragedia permanente. *An. Fac. med.* [Internet]. 2023 Dic [citado 2024 Dic 07];84(4):387-390. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832023000400387&lng=es.
26. Nureña C. Incorporación del enfoque intercultural en el sistema de salud peruano: la atención del parto vertical. *Rev Panam Salud Publica.* [Internet]. 2009 [citado 2024 Dic 07];26(4):368–76. Available from: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892009001000013
27. Maguiña C, Galán-Rodas E. Health situation in Peru: the pending agenda. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2011 Sep. 30 [cited 2024 Dic 10];28(3). Available from: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/544>
28. Nur M., Azis N., Tjipta G., Aldy D. Correlation between several anthropometric measurements to birth weight. *PI.* [Internet]. 2001 Dec 31 [cited 2024 Dic 10];41(11-12):288-1. Available from: <https://paediatricaindonesia.org/index.php/paediatricaindonesia/article/view/1044>
29. Kokku P., et.al. Calf circumference to detect low birth weight babies: a comparative study. *International Journal of Contemporary Pediatrics.* [Internet]. 2019 Dec [cited 2024 Dic 10]; Vol. 6 No. 6. Available from: <https://doi.org/10.18203/2349-3291.ijcp20194156>
30. Mandloi D., Thomas J., Peter P. Correlation of Calf Circumference in Relation to Other Anthropometric Measurements in Low Birth Weight Babies. *Research Square.* [Internet]. 2023 Mar 27 [cited 2024 Dic 10]. Available from: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2695880/v1>
31. Pomeroy E., Stock J., Cole T. O'Callaghan M., Wells J. Relationships between neonatal weight, limb lengths, skinfold thicknesses, body breadths and circumferences in an Australian cohort. *PLoS One,* [Internet]. 2014 Aug 27 [cited 2024 Dic 10];9(8), e105108. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105108>