

Correlación entre los niveles de hemoglobina y hematocrito maternos en el tercer trimestre de gestación y los del recién nacido, Cusco-Perú

Vanessa Frisancho Angulo¹; Carmen Joselyn Alvarez Mosqueira¹; Ronny Breibat-Timpo²; Dennis Edward Mujica Núñez^{1,3}; Carlos Hesed Virto-Farfan^{1,4}

1 Universidad Andina del Cusco, Centro de Investigación en Neurociencias. Cusco, Perú.

2 Universidad Continental. Cusco, Perú.

3 Seguro Social de Salud (EsSalud). Cusco, Perú.

4 Universidad Andina del Cusco, Instituto Científico, Vicerrectorado de Investigación. Cusco, Perú.

RESUMEN

Objetivo: Determinar la correlación de la hemoglobina (Hb) y el hematocrito (Hto) maternos en el tercer trimestre de gestación y la hemoglobina y el hematocrito del recién nacido en EsSalud, Cusco. **Materiales y métodos:** Estudio observacional transversal en madres y neonatos de EsSalud, Cusco, que incluye gestantes en el tercer trimestre sin anemia previa y con al menos seis controles prenatales, y recién nacidos a término sin desviaciones extremas de peso. La muestra comprendió 484 individuos (242 parejas madre-recién nacido). Los datos se analizaron con SPSS y JASP, aplicando pruebas de correlación y análisis multivariados. **Resultados:** Se analizaron 242 binomios de madres y recién nacidos, estudiando variables como edad materna (mediana 30 años), edad gestacional (40 semanas), controles prenatales (8), y medidas neonatales (peso de 3286,446 gramos y talla de 49,031 cm). Las pruebas de Shapiro-Wilk indicaron que no había una distribución normal en variables como edad gestacional y talla neonatal, lo que sugirió la necesidad de emplear pruebas no paramétricas. No se observaron correlaciones estadísticamente significativas entre los niveles de Hb y Hto maternos con los neonatales. Se encontraron correlaciones fuertes entre Hb y Hto maternos ($\rho = 0,935$) y neonatales ($\rho = 0,999$). La edad gestacional mostró correlaciones con peso ($\rho = 0,326$) y talla neonatal ($\rho = 0,298$). No se encontraron diferencias significativas en Hb y Hto entre géneros. **Conclusiones:** Las variables como edad gestacional y número de controles prenatales mostraron distribuciones estables y homogéneas. La falta de correlación significativa entre ciertos parámetros hematológicos maternos y neonatales sugiere una independencia de estos factores en la transmisión de características hematológicas a esta altitud. Sin embargo, las correlaciones significativas observadas validan la consistencia interna de las mediciones y destacan la influencia de la edad gestacional en el desarrollo neonatal. No existen correlaciones estadísticamente significativas entre la Hb y el Hto maternos con los neonatales, sugiriendo que la adaptación materna durante la gestación protege al recién nacido de alteraciones como la anemia, incluso si la madre tuviera niveles bajos de Hb. Los resultados sugieren la necesidad de políticas de salud e intervenciones individualizadas al neonato y a la madre por separado, dado que los cambios fisiológicos de la gestación parecen proteger al neonato durante este periodo.

Palabras clave: Hemoglobinas; Hematocrito; Altitud; Anemia; Embarazo (Fuente: DeCS BIREME).

Correlation between hemoglobin and hematocrit levels of women in the third trimester of pregnancy and those of their newborns in Cusco, Peru

ABSTRACT

Objective: To determine the correlation between hemoglobin (Hb) and hematocrit (Hct) levels of women in the third trimester of pregnancy and Hb and Hct levels of their newborns at EsSalud Cusco. **Materials and methods:** A cross-sectional observational study conducted in mothers and their newborns at EsSalud Cusco. The study included pregnant women in the third trimester of pregnancy with no history of anemia and who had attended at least six prenatal visits, as well as full-term newborns without marked fluctuations in birth weight. The sample comprised 484 individuals (242 mother-newborn dyads). Data were analyzed using IBM SPSS Statistics and JASP, applying correlation tests and multivariate analyses. **Results:** The analysis included 242 mother-newborn dyads. Study variables consisted of maternal age (median: 30 years), gestational age (40 weeks),

Correspondencia:

Carlos Hesed Virto Farfán
hesedvirto@gmail.com

Recibido: 9/5/2024

Evaluated: 24/5/2024

Aprobado: 28/5/2024



Esta obra tiene licencia de Creative Commons. Artículo en acceso abierto. Atribución 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Copyright © 2025, Revista Horizonte Médico (Lima). Publicado por la Universidad de San Martín de Porres, Perú.

number of prenatal visits (8) and neonatal measurements (mean birth weight: 3286.446 g and mean length: 49.031 cm). Shapiro-Wilk tests indicated non-normality for variables such as gestational age and birth length, suggesting the need for nonparametric tests. No statistically significant correlations were observed between maternal and neonatal Hb and Hct levels. However, strong correlations were found between maternal ($\rho = 0.935$) and neonatal ($\rho = 0.999$) Hb and Hct levels. Gestational age was correlated with birth weight ($\rho = 0.326$) and length ($\rho = 0.298$). No significant differences in Hb and Hct levels were found between genders.

Conclusions: Variables such as gestational age and number of prenatal visits showed stable and homogeneous distributions. The lack of significant correlations between certain maternal and neonatal hematologic parameters suggests that these factors may function independently in the transmission of hematological characteristics at high altitude. However, the strong correlations observed support the internal consistency of the measurements and highlight the influence of gestational age on neonatal development. The absence of statistically significant correlations between maternal and neonatal Hb and Hct levels indicates that physiological changes during pregnancy may protect the newborn from disorders such as anemia, even when maternal Hb levels are low. The results suggest the importance of developing health policies and interventions that address the newborn and the mother separately, as maternal physiological changes during pregnancy appear to confer hematological protection to the newborn.

Keywords: Hemoglobins; Hematocrit; Altitude; Anemia; Pregnancy (Source: MeSH NLM).

INTRODUCCIÓN

La anemia es un problema de salud pública global que afecta a más de mil seiscientos millones de personas en el mundo ⁽¹⁾. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que su prevalencia es de 47 % en niños en edad preescolar, 30 % en escolares, 42 % en mujeres embarazadas y 29 % en mujeres en edad reproductiva no embarazadas ⁽²⁾. La anemia tiene múltiples causas, pero la más común es la deficiencia de hierro, responsable de aproximadamente la mitad de los casos ⁽³⁾. Otras causas incluyen carencias de vitaminas como ácido fólico, vitamina B12 y vitamina A, inflamación crónica, parasitosis intestinal, malaria, infecciones como VIH/SIDA y tuberculosis, desórdenes genéticos y hemoglobinopatías ⁽⁴⁾. En niños pequeños, está asociada con retrasos en el crecimiento y desarrollo psicomotor, disminución del rendimiento cognitivo y escolar, mayor morbilidad por infecciones y mayor mortalidad ^(5,6). En mujeres embarazadas se relaciona con bajo peso al nacer, parto prematuro y mortalidad materna y perinatal ^(7,8). Los grupos de mayor riesgo son los niños menores de dos años, los adolescentes, las mujeres en edad fértil, las mujeres embarazadas y personas de escasos recursos ⁽⁹⁾. Las regiones del mundo con las mayores tasas de prevalencia son África y Asia ⁽¹⁰⁾. Dentro de un mismo país, la anemia suele ser más prevalente en zonas rurales que en urbanas ⁽⁹⁾.

En Latinoamérica la anemia también es un problema relevante. Se estima que afecta al 22,5 % de mujeres en edad reproductiva y al 17,8 % de los niños menores de cinco años en la región ^(11,12), es decir, esto representa alrededor de 33 millones de mujeres y ocho millones de niños afectados por la enfermedad ⁽¹³⁾. La principal causa en Latinoamérica es la deficiencia de hierro, responsable de casi el 50 % de los casos ⁽¹⁴⁾. Otras causas incluyen deficiencias de ácido fólico, vitamina A y vitamina B12, parasitosis intestinal por helmintos, malaria, desnutrición, y condiciones inflamatorias ⁽¹⁵⁾. Las tasas de anemia son consistentemente más altas en las zonas rurales que en las urbanas dentro de los países ⁽¹³⁾. Por otro lado, la anemia incrementa el riesgo de mortalidad materna y perinatal, retraso en el crecimiento fetal, parto prematuro y bajo peso al nacer ⁽⁷⁾. En niños se asocia con alteraciones

del desarrollo cognitivo y motor, efectos negativos sobre el rendimiento escolar y la respuesta inmune ^(5,6). Un análisis en 18 países latinoamericanos encontró altas prevalencias de anemia en Guatemala (25,7 %), Bolivia (31,6 %) y Honduras (22,9 %) en mujeres, y en Guatemala (49,6 %) y Honduras (31,8 %) en niños menores de cinco años ⁽¹³⁾. En general, el Caribe tiene menores tasas que América Central y del Sur ⁽¹⁶⁾. Sin embargo, es poco probable que Latinoamérica alcance estos objetivos para el 2030 sin estrategias intersectoriales, políticas efectivas y mayor inversión para resolver este problema ⁽¹⁷⁾. En el Perú, la anemia es un problema de salud pública severo que afecta principalmente a mujeres y niños. La Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (Endes) 2019 reportó una prevalencia de anemia del 25,4 % en mujeres de 15 a 49 años y del 5 % en niños de 6 a 35 meses ⁽¹⁸⁾. La principal causa de anemia es la deficiencia de hierro (65 %), seguida por el déficit de ácido fólico (25 %) y de vitamina B12 (4 %) ⁽¹⁹⁾. La anemia por deficiencia de hierro se asocia a dietas pobres en alimentos fuente, baja biodisponibilidad de hierro en la dieta y pérdidas por parasitosis ⁽²⁰⁾. Las estrategias nacionales para reducir la anemia han tenido resultados limitados: la suplementación con multimicronutrientes en menores de 36 meses alcanza solo al 35 % ⁽²¹⁾ y la fortificación de alimentos no es universal y su implementación es variable ⁽²²⁾. Se necesita un programa intersectorial efectivo que incluya intervenciones focalizadas en poblaciones de alto riesgo, educación nutricional, mejora del acceso a alimentos fortificados, control de parasitosis y mayor cobertura de suplementación ⁽²⁰⁾. Cerrar las brechas de implementación y financiamiento es crucial ⁽²³⁾. La región Cusco presenta una de las prevalencias más altas de anemia en el Perú: afecta al 52,4 % de niños menores de tres años y al 39,1 % de mujeres en edad fértil ⁽¹⁸⁾; en el distrito de Maras la prevalencia en niños llega al 90,5 % ⁽²¹⁾. Además, la altura sobre el nivel del mar es otro factor predisponente ⁽²⁴⁾. La OMS recomienda mejorar la calidad de la dieta, la educación nutricional, la suplementación focalizada y la fortificación de alimentos ⁽²⁵⁾.

Las modificaciones hematológicas a grandes altitudes incluyen incrementos en la hemoglobina (Hb) y el hematocrito (Hto), como respuestas adaptativas a la hipoxia hipobárica, característica

Correlación entre los niveles de hemoglobina y hematocrito maternos en el tercer trimestre de gestación y los del recién nacido, Cusco-Perú

de estos entornos. Específicamente, el hematocrito puede aumentar un 2 % entre 1001-2000 m s. n. m., un 4 % entre 2001-3000 m s. n. m., y un 6 % entre 3001-4000 m s. n. m. En Cusco, que se encuentra a 3400 m s. n. m., se recomienda un factor de corrección de 0,2 g/dL por cada 100 m sobre 1000 m para ajustar los diagnósticos de anemia, permitiendo así un cálculo más preciso de los niveles normales de Hb y facilitando una evaluación adecuada bajo condiciones de hipoxia hipobárica.

El objetivo del estudio fue determinar la correlación de la Hb y el Hto materno en el tercer trimestre de gestación y la Hb y el Hto del recién nacido en EsSalud Cusco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y población de estudio

El estudio presentado es de tipo correlacional y cuantitativo, orientado a observar y analizar la relación entre los niveles de Hb en madres y sus recién nacidos a alturas significativas, utilizando un diseño transversal analítico y retrospectivo. El objetivo es identificar tamaños de correlación, significancia estadística y tamaño del efecto entre las variables mencionadas. La población de estudio incluye a madres y recién nacidos del sistema EsSalud en Cusco: madres gestantes mayores de 18 años, embarazadas de un único feto, en el tercer trimestre, sin diagnóstico previo de anemia y con al menos seis controles prenatales; y recién nacidos a término (entre 37 y 41 semanas según Capurro), cuyo peso se encuentra dentro de dos desviaciones estándar de la media, evitando extremos inferiores al percentil 10 y superiores al percentil 90.

Los criterios de exclusión para las madres incluyeron enfermedades crónicas como diabetes o lupus, así como antecedentes de complicaciones obstétricas graves. En cuanto a los recién nacidos se excluyeron aquellos con bajo o excesivo peso al nacer.

El tamaño muestral se determinó en 484 individuos (242 madres y 242 recién nacidos), calculado para asegurar un intervalo de confianza del 99 % y un poder estadístico del 80 %, con un *odds ratio* (OR) del 2,95. Este tamaño permite inferencias estadísticas adecuadas con un alto nivel de confianza y precisión. El muestreo se realizó de manera aleatorizada simple y se identificó a los pacientes elegibles a través del sistema EXPLORA-EsSalud, Cusco, desde enero hasta octubre de 2023. Los datos se recogieron una vez que los comités de ética pertinentes aprobaron el protocolo de investigación, y se procesaron utilizando sistemas estadísticos avanzados (IBM SPSS y JASP) para realizar el análisis descriptivo y multivariado, incluyendo pruebas de correlación de Pearson o Spearman según la distribución de los datos.

VARIABLES Y MEDICIONES

El estudio correlacional entre los niveles de hemoglobina en madres y recién nacidos en altura incluye las siguientes variables principales: el nivel de hemoglobina y el hematocrito en madres y recién nacidos. Estas variables se midieron utilizando procedimientos estándar para garantizar la precisión

y la confiabilidad de los datos. Adicionalmente, se recogieron datos epidemiológicos característicos para ajustar los análisis y realizar las comparaciones pertinentes. La recolección de datos se efectuó a través de un sistema de gestión hospitalaria (EXPLORA y EsSI de EsSalud), y se elaboró una base de datos exhaustiva con los registros de los nacimientos y los controles prenatales del periodo de estudio comprendido entre enero y octubre de 2023. Se empleó una ficha técnica de recolección de datos, diseñada específicamente para este estudio y validada por expertos, con el fin de operacionalizar las variables y asegurar la integridad metodológica.

Análisis estadístico

Una vez que se recolectaron y validaron los datos, se procedió con un análisis estadístico exhaustivo utilizando los programas estadísticos IBM SPSS versión 25.0 y JASP 0.17.3.0. El análisis incluyó técnicas descriptivas y multivariadas. Se calcularon frecuencias, medias, medianas, desviaciones estándar y rangos intercuartílicos para todas las variables. Se verificó la normalidad de las distribuciones mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, lo cual determinó el uso de las pruebas de correlación de Pearson o Spearman para analizar las relaciones entre las variables de estudio. Además, se aplicó un análisis multivariado para evaluar la influencia de las variables intervinientes y no intervinientes, lo que permitió una comprensión más profunda y detallada de las dinámicas subyacentes en las correlaciones estudiadas.

Consideraciones éticas

El diseño y ejecución del estudio se realizó siguiendo los principios éticos del informe Belmont, que incluyen el respeto a las personas, la beneficencia y la justicia. El estudio fue evaluado por el Comité de ética de la Universidad Andina del Cusco mediante el Informe 004-2024-CIEI-UAC, con fecha 13 de marzo de 2024, y por EsSalud, Cusco, según la Resolución N° 111-GRACU-ESSALUD-2024, con fecha 22 de febrero de 2024.

RESULTADOS

Se analizaron 587 recién nacidos y gestantes, de los cuales se obtuvo un total de 242 recién nacidos y 242 madres que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión.

Análisis descriptivo

En el análisis descriptivo se estudiaron variables como edad materna, edad gestacional, número de controles prenatales y medidas neonatales (peso, talla, hemoglobina y hematocrito). Las medianas de la edad materna (30 años), la edad gestacional (40 semanas) y el número de controles prenatales (ocho) mostraron una distribución simétrica, lo que indica estabilidad en los cuidados prenatales. Las medidas de peso (3286,446 g) y talla (49,031 cm) del recién nacido reflejaron una distribución homogénea, mientras que las desviaciones estándar mostraron una variabilidad moderada en la edad materna y peso neonatal, lo que sugiere diversidad en los sujetos.

Las pruebas de Shapiro-Wilk indicaron que no había una distribución normal en variables como la edad gestacional y la

talla neonatal, así como en la Hb y el Hto neonatales ($p < 0,001$), mientras que el peso neonatal y el Hto materno mostraron una distribución normal. Esto sugiere la necesidad de llevar a cabo pruebas no paramétricas para algunas variables. Además, el análisis del número de controles prenatales en 484 individuos

mostró una concentración en siete a ocho controles, que representaron cerca del 77,7 % de las observaciones válidas. Los controles más frecuentes fueron siete (40,5 %) y ocho (37,2 %), con el mínimo y máximo reportados de seis (8,7 %) y nueve (13,6 %) controles, respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis descriptivo de edad materna, edad gestacional, número de controles prenatales, peso del recién nacido, talla del recién nacido, Hb materna, Hb del recién nacido, Hto materno y Hto del recién nacido

	Edad materna	Edad gestacional	Número de controles prenatales	Peso del recién nacido	Talla del recién nacido	Hb materna	Hb recién nacido	Hto materno	Hto recién nacido
Mediana	30,000	40,000	8,000	3280,000	49,000	13,900	17,000	40,100	51,000
Media	30,798	39,652	7,558	3286,446	49,031	13,850	17,049	40,001	51,148
Desviación estándar	5,054	0,965	0,834	389,265	3,526	1,099	1,825	3,128	5,474
IQR	6,000	1,000	1,000	513,750	2,000	1,475	2,000	3,875	6,000
Shapiro-Wilk	0,984	0,885	0,868	0,997	0,378	0,990	0,965	0,993	0,965
Valor p de Shapiro-Wilk	0,007	< 0,001	< 0,001	0,969	< 0,001	0,107	< 0,001	0,327	< 0,001

IQR: rango intercuartílico

Análisis de correlación

Debido a que algunas variables no mostraron una distribución normal según la prueba de Shapiro-Wilk, se empleó la prueba de correlación de Spearman. No se detectaron correlaciones significativas entre la Hb y el Hto maternos y los correspondientes valores en los recién nacidos ($p > 0,05$). Sin embargo, se encontraron fuertes correlaciones positivas entre la Hb y el Hto maternos ($\rho = 0,935$, $p < 0,001$) con un tamaño de efecto de la z de Fisher de 1,697 y un intervalo de confianza del 95 % entre 0,917 y 0,949.

La correlación entre la Hb y el Hto neonatales fue casi perfecta ($\rho = 0,999$, $p < 0,001$), con un tamaño de efecto de 4,076 y

un intervalo de confianza del 95 % entre 0,999 y 1,000. Se observaron correlaciones negativas débiles pero significativas entre la edad materna y la Hb y el Hto neonatales ($\rho = -0,147$ y $\rho = -0,151$, respectivamente; $p < 0,025$), lo que indica una influencia menor del envejecimiento materno. La edad gestacional mostró una correlación positiva leve con la Hb y el Hto maternos ($\rho = 0,145$ y $\rho = 0,148$, respectivamente; $p < 0,025$), y correlaciones significativas con el peso y la talla del recién nacido ($\rho = 0,326$ y $\rho = 0,298$, respectivamente; $p < 0,001$), destacando su impacto en el crecimiento fetal, como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de correlación Spearman

		rho de Spearman	p	Límite inferior del IC del 95 %	Límite superior del IC del 95 %	Tamaño del efecto (z de Fisher)	SE del tamaño del efecto
Hb materna	Hb recién nacido	-0,087	0,179	-0,21	0,04	-0,087	0,065
Hb materna	Hto recién nacido	-0,086	0,182	-0,21	0,041	-0,086	0,065
Hto materno	Hb recién nacido	-0,074	0,251	-0,198	0,053	-0,074	0,065
Hto materno	Hto recién nacido	-0,074	0,248	-0,199	0,052	-0,075	0,065
Hb materna	Hto materno	0,935	*** < 0,001	0,917	0,949	1,697	0,073
Hb materna	Edad materna	0,078	0,227	-0,049	0,202	0,078	0,065
Hb materna	Edad gestacional	0,145	* 0,025	0,019	0,266	0,146	0,065
Hb materna	Número de controles prenatales	0,009	0,892	-0,117	0,135	0,009	0,065

Correlación entre los niveles de hemoglobina y hematocrito maternos en el tercer trimestre de gestación y los del recién nacido, Cusco-Perú

		rho de Spearman	P	Límite inferior del IC del 95 %	Límite superior del IC del 95 %	Tamaño del efecto (z de Fisher)	SE del tamaño del efecto
Hb materna	Peso del recién nacido	0,016	0,802	-0,110	0,142	0,016	0,065
Hb materna	Talla del recién nacido	0,068	0,293	-0,059	0,192	0,068	0,065
Hb recién nacido	Hto recién nacido	0,999	*** < 0,001	0,999	1,000	4,076	0,083
Hb recién nacido	Edad materna	-0,147	* 0,022	-0,269	-0,022	-0,148	0,065
Hb recién nacido	Edad gestacional	-0,075	0,246	-0,199	0,052	-0,075	0,065
Hb recién nacido	Número de controles prenatales	-0,008	0,900	-0,134	0,118	-0,008	0,065
Hb recién nacido	Peso del recién nacido	-0,104	0,105	-0,228	0,022	-0,105	0,065
Hb recién nacido	Talla del recién nacido	-0,061	0,348	-0,185	0,066	-0,061	0,065
Hto materno	Edad materna	0,096	0,135	-0,030	0,220	0,097	0,065
Hto materno	Edad gestacional	0,148	* 0,022	0,022	0,269	0,149	0,065
Hto materno	Número de controles prenatales	0,020	0,759	-0,107	0,146	0,020	0,065
Hto materno	Peso del recién nacido	0,046	0,473	-0,080	0,171	0,046	0,065
Hto materno	Talla del recién nacido	0,030	0,637	-0,096	0,156	0,030	0,065
Hto recién nacido	Edad materna	-0,151	* 0,019	-0,272	-0,026	-0,152	0,065
Hto recién nacido	Edad gestacional	-0,074	0,249	-0,199	0,052	-0,074	0,065
Hto recién nacido	Número de controles prenatales	-0,008	0,896	-0,134	0,118	-0,008	0,065
Hto recién nacido	Peso del recién nacido	-0,102	0,114	-0,225	0,025	-0,102	0,065
Hto recién nacido	Talla del recién nacido	-0,057	0,375	-0,182	0,069	-0,057	0,065
Edad materna	Edad gestacional	-0,039	0,548	-0,164	0,088	-0,039	0,065
Edad materna	Número de controles prenatales	0,007	0,916	-0,119	0,133	0,007	0,065
Edad materna	Peso del recién nacido	-0,013	0,844	-0,139	0,114	-0,013	0,065
Edad materna	Talla del recién nacido	-0,068	0,291	-0,193	0,058	-0,068	0,065
Edad gestacional	Número de controles prenatales	0,090	0,162	-0,036	0,214	0,090	0,065
Edad gestacional	Peso del recién nacido	0,326	*** < 0,001	0,209	0,435	0,339	0,066
Edad gestacional	Talla del recién nacido	0,298	*** < 0,001	0,178	0,409	0,307	0,066
Número de controles prenatales	Peso del recién nacido	0,015	0,817	-0,111	0,141	0,015	0,065
Número de controles prenatales	Talla del recién nacido	0,016	0,808	-0,111	0,142	0,016	0,065
Peso del recién nacido	Talla del recién nacido	0,710	*** < 0,001	0,642	0,768	0,888	0,069

* p < 0,05, *** p < 0,001

SE: error estándar; IC: intervalo de confianza

Análisis según el sexo del recién nacido

En el estudio, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para evaluar las diferencias en los niveles de Hb y Hto entre madres y neonatos, pero no se encontraron diferencias estadísticamente significativas según el sexo de los recién nacidos. Los valores de U para la hemoglobina materna y neonatal fueron 7027,500 ($p = 0,684$) y 7 558,500 ($p = 0,567$), respectivamente, lo que indicó que las diferencias en Hb fueron estadísticamente insignificantes. Las correlaciones biserial de rangos fueron -0,030 y 0,043, por lo que las correlaciones mostraron ser muy débiles.

Para el Hto, los valores de U fueron 6997,000 ($p = 0,643$) y 7550,500 ($p = 0,577$) para madres y neonatos, con correlaciones biserial de rangos de -0,035 y 0,042, lo que sugirió una influencia limitada de la maternidad y el nacimiento en los niveles de hematocrito. Los análisis descriptivos mostraron poca variabilidad entre madres y neonatos en ambos parámetros, sin encontrar diferencias significativas entre los géneros. Sin embargo, los neonatos masculinos mostraron mayor variabilidad, lo que podría indicar diferencias fisiológicas en la adaptación neonatal entre géneros. Esta tendencia se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis de T-Test (prueba U de Mann-Whitney)

	W	p	Correlación biserial de rangos	SE Correlación biserial de rangos
Hb materna	7027,500	0,684	-0,030	0,075
Hb recién nacido	7558,500	0,567	0,043	0,075
Hto materno	6997,000	0,643	-0,035	0,075
Hto recién nacido	7550,500	0,577	0,042	0,075

* $p < 0,05$, *** $p < 0,001$

SE: error estándar

Nota. Para la prueba de Mann-Whitney, el tamaño del efecto se determina por la correlación biserial de rangos.

DISCUSIÓN

Este estudio proporcionó un análisis descriptivo de parámetros clave en salud materno-infantil como edad materna, edad gestacional y controles prenatales, también reveló estabilidad en las características demográficas y en los cuidados de salud. La edad materna promedió los 30 años, con una gestación de 40 semanas y un promedio de ocho controles prenatales, lo que indicó patrones de crecimiento saludables en recién nacidos, aunque algunas variables requirieron análisis no paramétricos debido a desviaciones de la normalidad.

El estudio reveló correlaciones significativas entre la hemoglobina y el hematocrito tanto maternos como neonatales, además de asociaciones entre la edad materna y estos parámetros hematológicos en neonatos, sugiriendo influencias del envejecimiento materno. También, la edad gestacional correlacionó positivamente con el peso y talla neonatales, lo cual resalta la importancia de un embarazo a término para el desarrollo fetal adecuado. El análisis de género mediante la prueba U de Mann-Whitney no mostró diferencias significativas en los parámetros hematológicos, lo cual indicó mínima relevancia clínica de las diferencias de género en este contexto. En nuestro estudio, no existen correlaciones estadísticamente significativas entre la Hb y el Hto maternos con los neonatales. Esto sugiere que la adaptación materna durante la gestación protege al recién nacido de alteraciones como la anemia, incluso si la madre tuviera niveles bajos de Hb.

Bratlid *et al.* ⁽²⁶⁾, en Noruega, evaluaron la relación entre la hemoglobina y la ferritina sérica en madres y recién nacidos, sin encontrar correlaciones significativas entre estos parámetros. Este resultado es similar al presente estudio, que identificó que no existe correlación significativa entre los niveles de Hb materna y neonatal en un contexto de altitud. La metodología de Bratlid, centrada en la comparación directa de parámetros hematológicos en muestras maternas y del cordón umbilical, comparte similitudes con nuestro enfoque. Esto sugiere que, a pesar de variables como la altitud, el recién nacido no se ve afectado por las alteraciones en la Hb y Hto. Las limitaciones en el estudio de Bratlid son compartidas por nuestro estudio, particularmente en términos de la capacidad para generalizar los hallazgos a otras poblaciones y contextos. Sin embargo, las implicancias de su investigación, en términos de la complejidad de predecir el estado del hierro y la Hb neonatal a partir de mediciones maternas, resaltan la importancia de considerar factores contextuales específicos, como la altitud, al evaluar riesgos y diseñar intervenciones en salud. Altinkaynak *et al.* ⁽²⁷⁾, en Turquía, investigaron varios parámetros hematológicos en madres y sus recién nacidos, y encontraron una correlación positiva significativa entre los niveles de ferritina sérica, pero no en la hemoglobina. Este hallazgo contrasta de manera parcial con nuestros resultados, que mostraron que no existe una correlación entre los niveles de Hb materna y neonatal en condiciones de altitud. La ausencia de correlación significativa en los niveles de Hb entre madres y recién nacidos en el estudio

de Altinkaynak sugiere que otros factores, posiblemente relacionados con la dieta o genética, podrían jugar un papel importante en el estado hematológico neonatal, una variable que también es crítica en contextos de altitud. La metodología empleada por Altinkaynak, aunque similar en el uso de diseños transversales y análisis correlacional, se diferenció en la gama de parámetros hematológicos evaluados. Este enfoque más amplio ofrece una visión más holística del estado del hierro, en contraste con nuestro estudio específicamente enfocado en la Hb debido al contexto particular de la altitud. Las limitaciones del estudio de Altinkaynak, relacionadas con la generalización de los resultados a poblaciones más amplias, coinciden con las del presente estudio, especialmente en lo que respecta a la especificidad del contexto geográfico y ambiental. Las implicancias de su estudio sugieren que los valores de Hb y Hto maternos no afectan al recién nacido. El estudio realizado por Vásquez-Molina *et al.* ⁽²⁸⁾, en México, se centró en establecer la relación entre los valores de hierro en sangre de las madres y sus recién nacidos, y encontró una correlación débil entre la ferritina materna y neonatal. Esta observación, paralela a los hallazgos del presente estudio, resalta que en determinados contextos no se evidencian correlaciones entre la Hb materna y neonatal. A diferencia de nuestro enfoque en altitud y su impacto específico en la hemoglobina, Vásquez-Molina se centró en una población sin distinciones de altitud, lo que podría explicar la variabilidad en las correlaciones observadas. En lo que respecta a metodología, ambos estudios emplearon un diseño transversal y un análisis de correlación, aunque con diferentes marcadores de estado de hierro. La limitación en el estudio de Vásquez-Molina, relacionada con la suplementación de hierro y su impacto en las reservas maternas, resalta la importancia del contexto nutricional, lo que constituye una variable interesante para evaluar en futuros estudios. Las implicancias apuntan a la necesidad de considerar múltiples factores, incluyendo la nutrición y el entorno, al evaluar y diseñar intervenciones para mejorar la salud materna y neonatal. Es fundamental adaptar dichas intervenciones a las condiciones locales, como la altitud. Shao *et al.* ⁽²⁹⁾ encontraron una asociación positiva entre la Hb materna y la Hb neonatal, lo que difiere con nuestros hallazgos sobre la correlación entre la hemoglobina materna y neonatal. La diferencia clave entre los estudios radica en el enfoque específico en la ferritina como marcador de las reservas de hierro, en contraste con nuestro enfoque en la hemoglobina. La metodología de Shao, que incluye un amplio muestreo y análisis de correlación, comparte similitudes con el presente enfoque, aunque su estudio abarca una población más general sin el enfoque específico en altitud. Marques *et al.* ⁽³⁰⁾ evaluaron la correlación entre los niveles de hemoglobina de madres y sus hijos en lactancia exclusiva, y encontraron una asociación positiva que se fortalece entre los cuatro y cinco meses de edad. A diferencia de este estudio, nuestro trabajo se enfoca en el momento del nacimiento, en donde se destaca que no existe correlación estadísticamente significativa en altitud. La metodología transversal y el ajuste por regresión lineal múltiple en el estudio de Marques difieren de nuestro análisis correlacional directo, pero ambos subrayan la influencia materna en los niveles de hemoglobina neonatal, como son,

en nuestro caso, la edad materna y la edad gestacional con la talla y peso del recién nacido. La limitación principal en el estudio de Marques consiste en su alcance transversal, similar a nuestro estudio, pero su contexto de lactancia materna ofrece una perspectiva diferente sobre cómo y cuándo se manifiestan estas correlaciones. Las implicancias de su trabajo sugieren la importancia del estado nutricional materno durante la lactancia, mientras que el presente estudio pone de relieve que los valores maternos no afectan los niveles de hemoglobina y hematocrito del recién nacido. El estudio de Kohli *et al.* ⁽³¹⁾, en India, examinó la relación entre la hemoglobina materna antes del parto y las de sus recién nacidos, y encontró una correlación débil entre estas variables. Estos resultados coinciden con los de nuestro estudio, que identificó que no existe una correlación significativa entre la hemoglobina materna y neonatal en contextos de altitud. Esto podría explicar algunas de las diferencias en los resultados, ya que el contexto geográfico y la selección de variables influyen en las correlaciones observadas. En términos de limitaciones, ambos estudios reconocen la complejidad de predecir los resultados neonatales a partir de medidas maternas. Sin embargo, nuestro estudio, al enfocarse en un contexto geográfico específico, ofrece resultados más claros sobre esta relación en grandes altitudes, como en el caso de Cusco (3400 m s. n. m.). Las implicancias del estudio de Kohli sugieren cautela al interpretar las correlaciones débiles, dado que en nuestro estudio no encontramos correlaciones significativas, y se consideran factores protectores fisiológicos durante el embarazo que podrían proteger al recién nacido de la anemia. Yusa *et al.* ⁽³²⁾ exploraron la correlación entre los niveles de hemoglobina materna con la hemoglobina y el peso del recién nacido en el Hospital Nacional Docente Madre Niño “San Bartolomé” en Lima, 2015, y encontraron una correlación significativa entre estos parámetros. Este hallazgo contrasta con nuestro estudio. La metodología de Yusa, que incluyó una investigación cuantitativa de tipo descriptiva correlacional, se puede comparar con nuestro enfoque, aunque el estudio de Yusa se centró en una población específica dentro de un contexto urbano de baja altitud.

El estudio investigó la correlación entre los niveles de hemoglobina y hematocrito en madres y neonatos en altitud, destacando tanto las limitaciones metodológicas como la necesidad de intervenciones específicas. Las limitaciones incluyen un diseño correlacional, que impide establecer inferencias causales; un enfoque transversal, que restringe el análisis temporal; y una muestra limitada a EsSalud en Cusco, lo que reduce la posibilidad de generalizar los resultados. Además, la dependencia de datos retrospectivos puede introducir errores, junto con variables no controladas, como la dieta y condiciones médicas no diagnosticadas. La necesidad de métodos estadísticos no paramétricos debido a la falta de normalidad de algunas variables también reduce la robustez del estudio. Estas deficiencias subrayan la importancia de realizar futuras investigaciones longitudinales para obtener datos más generalizables y desarrollar modelos de evaluación de riesgos basados en factores demográficos y obstétricos. Asimismo, el estudio enfatiza la necesidad de un

seguimiento prenatal intensificado en áreas de gran altitud, la asignación de recursos hacia programas de salud materno-infantil adaptados a las características de estas regiones, así como la capacitación específica del personal de salud en zonas altas. Asimismo, es urgente invertir en investigaciones futuras que incluyan estudios longitudinales y experimentales para entender mejor las dinámicas biológicas subyacentes, mejorar las intervenciones basadas en evidencia, ampliar la diversidad de las muestras para generalizar los hallazgos y explorar las variaciones regionales en los niveles de biomarcadores.

En conclusión, la mediana de la Hb materna fue de 13,9 y el rango intercuartílico de 1,475. La mediana de la Hb del recién nacido fue de 17 y el rango intercuartílico de 2. Esto se complementa con la existencia de una correlación significativa y positiva entre la edad gestacional y la Hb materna ($\rho=0,145, p=0,025$). El hematocrito materno tuvo una mediana de 40,1 y un rango intercuartílico de 3,875; el hematocrito del recién nacido, una mediana de 51 y un hematocrito de 6. No existe una correlación estadísticamente significativa entre la Hb y el Hto maternos y los del recién nacido. Se requiere mayor investigación sobre los mecanismos compensatorios fisiológicos maternos durante el embarazo para la protección del feto y del neonato.

Contribución de autoría: VFA, CJAM, RBT, DEMN y CHVF participaron en el diseño, el protocolo, la redacción, la interpretación de los datos y la revisión crítica; además, asumieron la responsabilidad del manuscrito.

Fuentes de financiamiento: Los autores financiaron este artículo.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. The global prevalence of anaemia in 2011 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2015. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/177094>
2. McLean E, Cogswell M, Egli I, Wojdyla D, de Benoist B. Worldwide prevalence of anaemia, WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1993-2005. *Public Health Nutr* [Internet]. 2009;12(4):444-54. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18498676/>
3. Petry N, Olofin I, Boy E, Donahue Angel M, Rohner F. The effect of low dose iron and zinc intake on child micronutrient status and development during the first 1000 days of life: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients* [Internet]. 2016;8(12):773. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu8120773>
4. Kassebaum NJ, GBD 2013 Anemia Collaborators. The global burden of anemia. *Hematol Oncol Clin North Am* [Internet]. 2016;30(2):247-308. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hoc.2015.11.002>
5. Walker SP, Wachs TD, Gardner JM, Lozoff B, Wasserman GA, Pollitt E, et al. Child development: risk factors for adverse outcomes in developing countries. *Lancet* [Internet]. 2007;369(9556):145-57. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60076-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60076-2)
6. Cappellini MD, Motta I. Anemia in clinical practice—definition and classification: does hemoglobin change with aging? *Semin Hematol* [Internet]. 2015;52(4):261-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1053/j.seminhematol.2015.07.006>
7. Rahman MM, Abe SK, Rahman MS, Kanda M, Narita S, Bilano V, et al. Maternal anemia and risk of adverse birth and health outcomes in low- and middle-income countries: systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2016;103(2):495-504. Disponible en: <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.107896>
8. Daru J, Zamora J, Fernández-Félix BM, Vogel J, Oladapo OT, Morisaki N, et al. Risk of maternal mortality in women with severe anaemia during pregnancy and post partum: a multilevel analysis. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2018;6(5):e548-54. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30078-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30078-0)
9. Lin L, Wei Y, Zhu W, Wang C, Su R, Feng H, et al. Prevalence, risk factors and associated adverse pregnancy outcomes of anaemia in Chinese pregnant women: a multicentre retrospective study. *BMC Pregnancy Childbirth* [Internet]. 2018;18(1):111. Disponible en: <https://bmcpregnancychildbirth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12884-018-1739-8>
10. Balarajan Y, Ramakrishnan U, Özaltın E, Shankar AH, Subramanian SV. Anaemia in low-income and middle-income countries. *Lancet* [Internet]. 2011;378(9809):2123-35. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12884-018-1739-8>
11. GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* [Internet]. 2018;392(10159):1789-858. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32279-7)
12. Ncogo P, Romay-Barja M, Benito A, Aparicio P, Nseng G, Berzosa P, et al. Prevalence of anemia and associated factors in children living in urban and rural settings from Bata District, Equatorial Guinea, 2013. *PLoS One* [Internet]. 2017;12(5):e0176613. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176613>
13. Mujica-Coopman MF, Brito A, López de Romaña D, Ríos-Castillo I, Cori H, Olivares M. Prevalence of anemia in Latin America and the Caribbean. *Food Nutr Bull* [Internet]. 2015;36(2 Suppl):S119-28. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0379572115585775>
14. Allen LH. Causes of vitamin B12 and folate deficiency. *Food Nutr Bull* [Internet]. 2008;29(2 Suppl):S20-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/15648265080292S105>
15. Salazar-Lindo E, Allen S, Brewster DR, Elliott EJ, Fasano A, Phillips AD, et al. Intestinal infections and environmental enteropathy: working group report of the second World

- Congress of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* [Internet]. 2004;39(2 Suppl):S662-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/j.1536-4801.2004.tb12235.x>
16. Allen LH. Anemia and iron deficiency: effects on pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2000;71(5 Suppl):1280S-4S. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.5.1280s>
 17. Stevens GA, Finucane MM, De-Regil LM, Paciorek CJ, Flaxman SR, Branca F, et al. Global, regional, and national trends in haemoglobin concentration and prevalence of total and severe anaemia in children and pregnant and non-pregnant women for 1995-2011: a systematic analysis of population-representative data. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2013;1(1):e16-e25. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(13\)70001-9](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(13)70001-9)
 18. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2019: nacional y regional [Internet]. Lima: INEI; 2019. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Endes2019/
 19. Instituto Nacional de Salud del Perú. Lineamientos de nutrición materno infantil del Perú [Internet]. Lima: INS; 2004. Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/handle/20.500.14196/218>
 20. Zavaleta N, Astete-Robilliard L. Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2017;34(4):716-22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3251>
 21. Huamán-Espino L, Aparco JP, Nuñez-Robles E, Gonzáles E, Pillaca J, Mayta-Tristán P. Consumo de suplementos con multimicronutrientes Chispitas y anemia en niños de 6 a 35 meses: estudio transversal en el contexto de una intervención poblacional en Apurímac, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Pública* [Internet]. 2012;29(3):314-23. Disponible en: <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2012.293.363>
 22. Hertrampf E, Cortés F, Erickson JD, Cayazzo M, Freire W, Bailey LB, et al. Consumption of folic acid-fortified bread improves folate status in women of reproductive age in Chile. *J Nutr* [Internet]. 2003;133(10):3166-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jn/133.10.3166>
 23. Alcázar L. ¿Por qué no funcionan los programas alimentarios y nutricionales en el Perú?: riesgos y oportunidades para su reforma [Internet]. Lima: MINEDU; 2004. Disponible en: <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/8>
 24. Gonzales GF, Olavegoya P. Fisiopatología de la anemia durante el embarazo: ¿anemia o hemodilución? *Rev Peru Ginecol Obstet* [Internet]. 2019;65(4):489-502. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.31403/rpgo.v65i2210>
 25. World Health Organization. Guideline: daily iron supplementation in infants and children [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2016. Disponible en: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241549523>
 26. Bratlid D, Moe PJ. Hemoglobin and serum ferritin levels in mothers and infants at birth. *Eur J Pediatr* [Internet]. 1980;134(2):125-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF01846030>
 27. Altinkaynak S, Alp H, Bastem A, Selimoğlu M, Energin M. Serum ferritin and hemoglobin levels of mothers and their newborns. *Turk J Pediatr* [Internet]. 1994;36(4):289-93. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7825234/>
 28. Vásquez-Molina ME, Corral-Terrazas M, Apezteguia MA, Carmona-Sawasky J, Levario-Carrillo M. Relación entre las reservas de hierro maternas y del recién nacido. *Salud Pública Mex* [Internet]. 2001;43(5):402-7. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342001000500003
 29. Shao J, Lou J, Rao R, Georgieff MK, Kaciroti N, Felt BT, et al. Maternal serum ferritin concentration is positively associated with newborn iron stores in women with low ferritin status in late pregnancy. *J Nutr* [Internet]. 2012;142(11):2004-9. Disponible en: <https://doi.org/10.3945/jn.112.162362>
 30. Marques Rde F, Taddei JA, Konstanyner T, Marques AC, Braga JA. Correlation between hemoglobin levels of mothers and children on exclusive breastfeeding in the first six months of life. *J Pediatr (Rio J)* [Internet]. 2016;92(5):479-85. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jped.2015.11.006>
 31. Kohli UA, Rajput M, Venkatesan S. Association of maternal hemoglobin and iron stores with neonatal hemoglobin and iron stores. *Med J Armed Forces India* [Internet]. 2021;77(2):158-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2019.11.002>
 32. Yusa Boza Y. Correlación entre los niveles de hemoglobina materna con hemoglobina y peso del recién nacido, Hospital Nacional Docente Madre Niño “San Bartolomé”, Lima. 2015 [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad de San Martín de Porres; 2016. Disponible en: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/2428/Yusa_%20BY.pdf?sequence=6&isAllowed=y