



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA**



**“CORRELACIÓN ENTRE MADURACIÓN DEL RETICULOCITO E  
ÍNDICES HEMATIMÉTRICOS DEL RECIÉN NACIDO DE ALTURA  
EN EL HOSPITAL CARLOS MONGE MEDRANO DE OCTUBRE  
2014-ENERO 2015”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ALEXSANDER RUBEN CALSIN TICONA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO CIRUJANO**

**PUNO - PERU**

**2015**



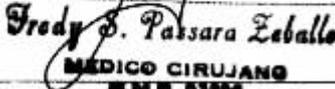
**“CORRELACIÓN ENTRE MADURACIÓN DEL RETICULOCITO E ÍNDICES  
HEMATIMÉTRICOS DEL RECIÉN NACIDO DE ALTURA EN EL HOSPITAL  
CARLOS MONGE MEDRANO DE OCTUBRE 2014-ENERO 2015”**

**Tesis Presentada Para Obtener El Título De:  
MÉDICO CIRUJANO**

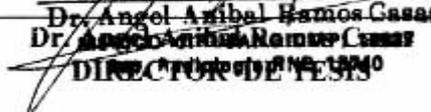
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**

**APROBADO POR EL JURADO REVISOR:**

  
**Dr. Ariel Saucedo Huarachi Loza**  
MÉDICO  
**PRESIDENTE DE JURADO**

  
**Dr. Fredy Passara Zeballos**  
MÉDICO CIRUJANO  
**PRIMER MIEMBRO**

  
**Dr. Carlos Alberto Quispe Cuenca**  
MÉDICO ASIST. DEL SERVICIO DE RADIOLOGÍA  
C.M.P. 15739 RNE 01122  
**SEGUNDO MIEMBRO**  
**DIAGNÓSTICO POR IMAGEN**

  
**Dr. Angel Arribal Ramos Casas**  
MÉDICO ASIST. DEL SERVICIO DE RADIOLOGÍA  
C.M.P. 15739 RNE 13040  
**DIRECTOR DE TESIS**

  
**Dr. Gilberto Peña Vicuña**  
MÉDICO PEDIATRA  
C.M.P. 15739 RNE 8927  
**ASESOR DE TESIS**



## INDICE

Dedicatoria	
Agradecimientos	
Resumen	
Abstract	
Introducción	3
CAPITULO I : Problema de investigación	5
1.1.- Planteamiento del problema	5
1.2.- Objetivos.	6
1.2.1.- Objetivo General.	6
1.2.2.- Objetivos Específicos.	6
CAPITULO II: Marco Teórico	7
2.1.- Antecedentes.	7
2.2.- Marco Conceptual.	8
2.2.1.- Características del Recién Nacido En La Altura.	8
2.2.2.- Hematimetría Fetal y Del Recién Nacido.	9
CAPITULO III: Metodología	20
3.1.- Tipo De Investigación.	20
3.1.1.- Diseño.	20
3.2.- Técnicas, instrumentos y materiales.	20
3.2.1.- Técnicas.	20
3.2.2.- Instrumentos.	21
3.2.3.- Materiales.	21
3.3.- Campo de Verificación.	22
3.4.-Estrategia de Recolección de Datos.	25
3.5.- Estrategia de Procesamiento de Datos.	26
CAPITULO IV: Resultados y discusión	27



4.1.- Resultados	27
4.2.- Discusión	45
Conclusiones	49
Recomendaciones	50
Bibliografía	51
Anexos	55



## DEDICATORIA

A mi Madre Rogelia, que desde su partida hacia la gloria de Dios, esta presente en cada momento de mi vida para guiar mis acciones.

A mi Hermana Gelivan Natalie, desde su pronta partida para acompañar a mi madre, supo ser con sus limitaciones físicas, un ejemplo de vida para las personas que tuvieron el agrado de conocerla.

A mi esposa Luz, mis hijas Alessandra y Ariana, que se convirtieron en mi fuente de luz para saber compartir con ellas una vida maravillosa llena de virtudes y pruebas.

Atentamente: Alexander



## AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios por la oportunidad de disfrutar de la vida y la grandeza de su creación y poderla compartir con las personas que va poniendo en mi camino.

A quien desde mis primeros años se convirtió en el maestro de la formación de mi persona, pese a todo lo que le a tocado vivir sigue siendo un ejemplo para aprender de sus experiencias, gracias a mi papá Rubén.

Agradecer de forma especial a mi mamá Elizabeth y Papá Francisco, por todo su apoyo incondicional que me han brindado en todo momento han podido contribuir en gran parte no solo en mi realización profesional, sino también, en mi formación personal y sobre todo familiar.

A quienes apoyaron con su asesoría Dr. Gilberto Peña, Dr. Ángel Ramos, Sr. Sixto Panca, que con sus sugerencias orientación pudieron guiar en la realización de este trabajo de investigación

Y agradecerle de forma inmensa a quien me dio la oportunidad de vivir una vida plena, se convirtió en la luz de mi andar, mi esposa Luz Lizbeth que lleva gran parte del merito en este logro, y me ha dado la oportunidad de compartir una vida plena al lado de nuestras dos hijas maravillosas.



## **CORRELACIÓN ENTRE MADURACIÓN DEL RETICULOCITO E ÍNDICES HEMATIMÉTRICOS DEL RECIÉN NACIDO DE ALTURA EN EL HOSPITAL**

**CARLOS MONGE MEDRANO DE OCTUBRE 2014-ENERO 2015**

### **RESUMEN**

**Introducción.-** La hemoglobina en recién nacidos es igual a los pequeños de nivel del mar, por el demostrado efecto protector de la placenta lo que indica que el efecto estimulante de la hipoxia comienza después del nacimiento. La maduración del reticulocito en sangre periférica dura aproximadamente 24 horas, presentando a su vez cambios estructurales.

**Materiales y Métodos.-** Se realizó un estudio exploratorio-correlacional en 80 sujetos recién nacidos a una altura de 3825 m.s.n.m. nacidos de parto normal a término, sin complicaciones; se obtuvo sangre venosa de cordón umbilical, método cerrado y posteriormente a las 24 horas sangre de vena mediana.

**Resultados.-** De los recién nacido evaluados presentaron porcentaje de reticulocitos 5,56%, con una D.S.± 1,36% al momento del parto y 6,61%, con una D.S.± 1,95% luego de 24 horas; VCM 113,12 fl. con una D.S. ± 8,38 fl., HCM 36,57 pg con una D.S. ± 1,10 pg. al momento del parto y VCM 111,78 fl. con una D.S. ± 8,55 fl. HCM 36,66 pg con una D.S. ± 1,12 pg. Luego de 24 horas.

**Conclusiones.-** La placenta ejerce una barrera protectora con el producto, comenzando su adaptación a la altura inmediatamente luego del parto.

**Palabras clave:** hematimetría, recién nacido, correlación, altura.



**CORRELATION BETWEEN RETICULOCYTE MATURATION AND INDICES  
HEMATIMETRIC HEIGHT OF NEWBORN IN HOSPITAL CARLOS MONGE  
MEDRANO OCTOBER 2014 - JANUARY 2015**

**ABSTRACT**

**Introductory.** - Hemoglobin in newborns equals small sea level, on the demonstrated protective effect of placenta indicating that the stimulatory effect of hypoxia begins after birth. Reticulocyte maturation in peripheral blood is about 24 hours, in turn presenting structural changes.

**Materials and Methods.**- an exploratory-correlational study was conducted in 80 newborns at a height of 3825 meters above sea level subjects born to normal delivery at term without complications; venous umbilical cord blood, and subsequently closed method within 24 hours blood was obtained median vein.

**Results.**- Of the newborn evaluated showed reticulocyte percentage 5.56% with a DS  $\pm$  1.36% at birth and 6.61% with a DS  $\pm$  1.95% after 24 hours; VCM 113.12 fl. with a S.D.  $\pm$  8.38 fl., HCM 36.57 pg with a S.D.  $\pm$  1.10 pg. at birth and VCM 111.78 fl. with a S.D.  $\pm$  8.55 fl. HCM 36.66 pg with a S.D.  $\pm$  1.12 pg. After 24 hours.

**Conclusions.**- The placenta exerts a protective barrier to the product, starting immediately adapt to the height after delivery.

**Keywords :** count, newborn, correlation height.



## INTRODUCCIÓN

En el Perú el mayor número de comunidades y ciudades se encuentran entre 3000 y 5 000 m.s.n.m.<sup>1</sup> Las características climáticas del medio ambiente en la altura, han hecho que los habitantes de estas zonas desarrollen una serie de mecanismos de compensación.

El nacimiento constituye un cambio obligado de ambiente para el recién nacido. Procesos de adaptación que ocurren en los minutos consecutivos al parto son de vital importancia para su supervivencia en el nuevo ambiente extrauterino.<sup>2</sup>

La madre y el recién nacido por sus características anatómico-fisiológicas, constituyen un modelo ideal para los estudios y la comprensión del metabolismo de numerosas moléculas. El bienestar del recién nacido y los valores hematológicos de la sangre de cordón umbilical está condicionado por diversos factores dependientes de condiciones de la madre, de la vida intrauterina, de factores genéticos y de factores externos como el ambiente de hipoxia presente en las grandes alturas.<sup>3</sup>

La eritropoyesis humana se inicia en el embrión a partir de la tercera semana después de la concepción. La hematopoyesis en los 2 primeros meses de edad se establece en el hígado, alrededor del sexto mes migra gradualmente hacia los espacios medulares, y en el nacimiento la mayor parte de la formación de sangre se produce normalmente en la médula ósea.<sup>4</sup>

En este sentido el bienestar del recién nacido está condicionado por diversos factores dependientes de la madre durante la vida intrauterina. Se ha establecido que el desarrollo fetal está caracterizado por dos eventos, el primero por mantenimiento y crecimiento corporal y el segundo por



maduración extensiva y diferenciación de los tejidos fetales. Así las diversas biomoléculas, oligoelementos, minerales y el agua requeridos para estos procesos provienen de la madre, y tienen como finalidad la adecuada preparación de este ser para su vida extrauterina.<sup>5</sup>



## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1.- Planteamiento del problema.

De acuerdo al último censo en el Perú más de 9 millones de personas viven por encima de los 2000 m.s.n.m. En el Perú el mayor número de comunidades y ciudades se encuentran entre 3000 y 5 000 m.s.n.m. Las características climáticas del medio ambiente en la altura en Juliaca a 3825 m.s.n.m. han hecho que los habitantes de estas zonas desarrollen una serie de mecanismos de compensación.<sup>1</sup>

El nacimiento constituye un cambio obligado de ambiente para el recién nacido. Procesos de adaptación que ocurren en los minutos consecutivos al parto son de vital importancia para su supervivencia en el nuevo ambiente extrauterino.<sup>2</sup>

La hemoglobina en recién nacidos es igual a los pequeños de nivel del mar, por el efecto protector de la placenta lo que indica que el efecto estimulante de la hipoxia comienza después del nacimiento.

La maduración del reticulocito en sangre periférica dura aproximadamente 24 horas<sup>6</sup>, presentando a su vez cambios morfológicos, por lo que nos planteamos la siguiente interrogante:



¿Cuál es la relación entre la maduración del reticulocito y los índices hematimetricos en el recién nacido de altura al momento del nacimiento y a las 24 horas de vida extrauterina en el hospital Carlos Monge Medrano Juliaca?

## **1.2.- Objetivos.**

### **1.2.1.- Objetivo General.**

El objetivo del presente trabajo es determinar la influencia de la hipoxia de la altura sobre la maduración del reticulocito del recién nacido y su relación con el análisis de valores de índices hematimetricos.

### **1.2.2.- Objetivos Específicos.**

Determinar niveles de reticulocitos y hemoglobina al momento del nacimiento en sangre venosa de cordón umbilical.

Determinar nivel de reticulocitos y hemoglobina en sangre venosa periférica del recién nacido a las 24 horas de vida extrauterina.

Determinar valores de hemoglobina corpuscular media en el recién nacido de altura al momento del nacimiento y a las 24 horas de vida extrauterina.

Determinar valores de volumen corpuscular medio en el recién nacido de altura al momento del nacimiento y a las 24 horas de vida extrauterina.

Determinar concentración de hemoglobina corpuscular media en el recién nacido de altura al momento del nacimiento y a las 24 horas de vida extrauterina.



## CAPITULO II

### MARCO TEORICO:

#### 2.1.- Antecedentes.

##### 2.1.1.- A nivel internacional: <sup>4</sup>

Autores: Dra. Rosario Peñaloza, Dr. Ricardo Amaru, Dra. Hortensia Miguez

Título: “Influencia de la altura en la eritropoyesis del recién nacido”

Fuente: Rev. Cuadernos 2007: 52 (1): 17 -19 / Recién nacido, grandes alturas, sangre del cordón umbilical, valores hematológicos.

Resumen:

Se estudio de la influencia de la hipoxia de la altura sobre la eritropoyesis del recién nacido a través del análisis de valores hematológicos. Trescientas muestras de sangre venosa de cordón umbilical de niños nacidos vivos a término y 300 muestras de sangre venosa periférica de mujeres gestantes del Hospital de la Mujer de La Paz a 3600 msnm. Los estudios se realizaron con contador automático Micros 60 y por técnicas manuales.

Los valores hematológicos de las gestantes normales comparados con sus similares habitantes a nivel del mar son estadísticamente diferentes; mientras



que los valores hematológicos de los recién nacidos en la altura comparados con los del nivel del mar, son estadísticamente similares. La eritropoyesis de los recién nacidos en la altura es independiente de los factores maternos y del ambiente hipóxico presente a 3600 msnm, probablemente por la función protectora que ejerce la placenta.

### **2.1.2.- A nivel Nacional:<sup>7</sup>**

Fue la observación inicial de Viault, en 1889, que permitió conocer al mundo que durante la exposición aguda a la altura ocurría una policitemia, es decir un incremento en la cantidad de glóbulos rojos en la sangre. Hasta ese año no se conocía la cantidad de glóbulos rojos en los nativos de la altura ni en aquellos expuestos agudamente a las grandes alturas.

Los primeros estudios hematológicos en recién nacidos demuestran una relación directa entre la altura (La Oroya, 3700 m y Morococha, 4540 m) y los valores hematológicos, así como entre la altura y la bilirrubinemia. Sin embargo, los cambios hematológicos que ocurren durante los primeros 10 días de nacidos son similares a los de nivel del mar; igualmente la fragilidad osmótica de los eritrocitos de neonatos tanto a nivel del mar como en la altura son similares a los de adultos. El mayor conteo de glóbulos rojos en el recién nacido de la altura no se verifica en todos los estudios.

## **2.2.- Marco Conceptual.**

### **2.2.1.- Características del Recién Nacido En La Altura.**

El peso del recién nacido en la altura de Perú es menor que a nivel del mar y disminuye conforme aumenta la altitud; sin embargo, en las poblaciones de



mayor antigüedad de residencia en la altura, como las aymaras de Puno, el peso del recién nacido es mayor que en los andes centrales. Asimismo, presentan una tasa menor de muerte fetal tardía y valores de hemoglobina materna más bajos debidos a la adaptación a la altura y no por ser anémicos. La muerte fetal tardía en las grandes alturas (> 3000 m) de Perú es 4,8 veces más frecuente que a nivel del mar.<sup>8</sup>

Una situación similar se observa entre los tibetanos y los de la etnia han, ambos grupos viven en los Himalayas, pero los primeros viven en ese lugar hace 25 000 años y los últimos solo 60 años.<sup>9</sup> Los tibetanos recién nacidos muestran mayor peso asociado a menores niveles de hemoglobina materna.<sup>10</sup>

### **2.2.2.- Hematimetría Fetal y Del Recién Nacido.**

En condiciones normales durante las primeras semanas de vida va disminuyendo la producción de hematíes a la vez que aumenta la proporción de hemoglobina A (con lo que aumenta la liberación de oxígeno a los tejidos) y se almacena hierro para la posterior hematopoyesis. A las 8-12 semanas los niveles de hemoglobina alcanzan su punto más bajo (unos 11 g/dL), disminuye la oferta de oxígeno a los tejidos, se estimula la producción de eritropoyetina y, por ende, la de hematíes.<sup>11</sup>

La biometría hemática (BH) del recién nacido normal en sangre de cordón umbilical muestra una concentración de hemoglobina (Hb) de  $15.3 \pm 3$  g/dl, con un volumen globular medio (VGM) de  $112 \pm 6$  fl; a partir del nacimiento se observa una disminución progresiva de esta cifra hasta alcanzar un valor aproximado de 11.5 g/dl al cuarto mes de vida. Esta notable disminución se conoce como la anemia fisiológica del lactante.<sup>12</sup>



### **2.2.2.1.- Eritropoyesis.**

La eritropoyesis es el desarrollo de las células rojas de la sangre. Como todas las células sanguíneas las células eritroides comienzan como una célula pluripotencial. La primera célula que se puede reconocer como específica de la línea de las células rojas es el proeritroblasto. Conforme progresa el desarrollo, el núcleo es más pequeño y el citoplasma basófilo debido a la presencia de ribosomas. En esta etapa la célula es llamada eritroblasto basófilo. La célula es más pequeña conforme se desarrolla. En cuanto la célula comienza a producir hemoglobina, el citoplasma se tiñe con colorante básico y eosina y entonces se le llama eritroblasto policromático. El citoplasma eventualmente es más eosinófilo y a la célula se le llama eritroblasto ortocromico. Este eritroblasto ortocromico expulsara su núcleo y entra a la circulación como reticulocito. Los reticulocitos son llamados así porque estas células contienen redes de polirribosomas. En cuanto los reticulocitos pierden los polirribosomas se transforman en células rojas maduras.<sup>13</sup>

Factores que influyen en el valor del hematocrito:

#### **a) Factores ambientales:**

La altura puede elevar la frecuencia de policitemia e hiperviscosidad hasta en 5%, lo cual se debe a que la gestante de la altura sufre cambios fisiológicos durante el embarazo : presenta hiperventilación la pCO<sub>2</sub> disminuye marcadamente al igual que la tensión de O<sub>2</sub> en la sangre, el pH es de 7.432 y el bicarbonato esta disminuido compensatoriamente; por lo tanto la gestante de altura presenta una marcada alcalosis respiratoria y una discreta acidosis metabólica con pH desviado a la alcalosis produciendo una mayor hipoxemia



intrauterina que afectaría al feto, provocando mayor producción de eritropoyetina, que a su vez elevaría el número de glóbulos rojos y el volumen sanguíneo y por consiguiente el hematocrito del recién nacido.<sup>14</sup>

**b) Hipoxemia crónica intrauterina:**

Diversos factores provocan un ambiente intrauterino hipóxico de larga duración, que aumenta la producción de eritropoyetina fetal y en consecuencia el hematocrito del neonato como ocurre en el caso de:<sup>15</sup>

- Recién nacido con peso bajo para su edad gestacional.
- Hijo de madre diabética
- Hijo de madre toxémica
- Recién nacido postérmino

**c) Transfusión placenta fetal:**

La sangre puede pasar en mayor volumen del normal en diferentes situaciones:

Transfusión materno fetal, como ocurre en el caso de hipoxia durante el parto, es decir en sufrimiento fetal y en la asfixia al nacer que ocasiona mayor desplazamiento de sangre de la placenta al feto, debido al aumento de la resistencia vascular placentaria y descenso de la presión arterial, si la hipoxia es de duración más prolongada; en cambio, si es aguda, los neonatos pueden hacerse policitémicos debido al paso de los líquidos del intravascular al intersticial. Además existen transfusiones feto materno y materno fetal que ocurre con frecuencia durante la gestación o parto, aspecto que no puede ser controlado.<sup>16</sup>



Transfusión feto fetal: ocurre en gemelos monocorionicos, uno nace pletórico y policitémicos (el feto receptor) y el otro pálido y anémico (donador). La transfusión ocurre por anastomosis en la placenta de ambos fetos.

Pinzamiento del cordón umbilical: durante los primeros 15 segundos ocurre pasaje de sangre de la placenta al neonato del 15% de la volemia, al final del primer minuto un 20% y en el tercer minuto otros 20%, siendo en total 55% de la volemia del recién nacido.

El ordeño o estruje de cordón, también eleva el hematocrito al aumentar el volumen sanguíneo en el recién nacido.

**d) Otras causas:**

- Macrosomia
- Prematuridad
- Cardiopatía congénita cianótica
- Tirotoxicosis neonatal
- Hiperplasia suprarrenal congénita

**2.2.2.2.- Reticulocitos.**

Representan el estadio previo al eritrocito maduro en la eritropoyesis. El recuento de reticulocitos es un índice que refleja la actividad eritropoyetica de la medula ósea siendo de utilidad en el estudio de las anemias.

El valor normal en el adulto es de 0,5-2%, debiéndose corregir según el hematocrito en casos de anemia. En el recién nacido los valores de referencia oscilan entre 2 -6%. Este porcentaje puede aumentar en pérdidas sanguíneas, destrucción de glóbulos rojos y en la hipoxia hipoxemica, o sea en todos los



casos en donde exista hipoxia tisular en que la medula es estimulada produciéndose así un aumento en la eritropoyesis.

El promedio de vida de los eritrocitos circulando en la sangre periférica es aproximadamente de 120 días en sujetos sanos y permanece sin cambios en muchos pacientes con anemia, con excepción de las anemias hemolíticas. Durante la eritropoyesis estable, se renuevan diariamente 20 mL de la masa total de eritrocitos (1% de los eritrocitos circulantes). Esta relativa estabilidad de la población de eritrocitos limita la sensibilidad clínica de los índices eritrocitarios VCM, CHCM y HCM como un indicador temprano de cambios eritropoyéticos. La liberación de reticulocitos a la sangre periférica durante las últimas 24 horas representa un indicador de la actividad eritropoyética de la medula. La medición del tamaño y contenido de hemoglobina utilizando las nuevas técnicas citométricas, las cuales son más precisas que los métodos anteriores, ofrecen un gran potencial para el diagnóstico y tratamiento de desordenes hematológicos.

### **2.2.2.3.-Índices Celulares De los Reticulocitos.<sup>17</sup>**

#### **a.- Contenido bajo de RNA (LRNA)**

Es el porcentaje de reticulocitos con bajo contenido de RNA (índice de madurez). Este valor es bastante estable, sin embargo puede disminuir cuando hay un evento hemolítico importante.

#### **b.- Contenido medio de RNA (MRNA)**

Es el porcentaje de reticulocitos con un contenido medio de RNA (índice de madurez). Este valor es muy estable pero en condiciones de producción incrementada de eritrocitos puede tener una elevación significativa.



**c.- Contenido alto de RNA (HRNA).**

Este es el porcentaje de reticulocitos con alto contenido de RNA (índice de madurez). Este valor es estable y usualmente muy bajo, sin embargo se eleva en condiciones de eritropoyesis acelerada.

**d.- Volumen celular medio de reticulocitos (VCMr)**

Es el tamaño o promedio del volumen celular de los reticulocitos. Un VCMr disminuido usualmente indica deficiencia de hierro, un VCMr elevado puede indicar una deficiencia de B12/folatos o necesidad incrementada debido a una acelerada producción o destrucción de eritrocitos.

**e.- Media de la concentración de hemoglobina celular (MCHCr)**

Este parámetro es similar al MCHC de los eritrocitos maduros, sin embargo en este caso este es un mejor indicador de la deficiencia de hierro.

**f.- Ancho de distribución de células reticulocitos (RDWr)**

Este parámetro es similar a RDW de eritrocitos y puede utilizarse como un detector y marcador de recuperación en la deficiencia de hierro. Es una medida de la distribución del tamaño de los reticulocitos y esta incrementada en los estados de deficiencia de hierro y cuando se retorna a la normalidad en la terapia de la deficiencia de hierro.

**g.- Ancho de distribución de hemoglobina en reticulocitos (HDWr).**

Este parámetro es análogo al HDW de eritrocitos y ha sido considerado como uno de los primeros indicadores de la deficiencia de hierro y de la recuperación de la deficiencia de hierro. Es una medida de la distribución de hemoglobina



dentro de los reticulocitos y esta aumentada en los estados de deficiencia de hierro.

#### **h.- Concentración de hemoglobina celular de los reticulocitos (HCr)**

Esta medida es considerada por muchos como el mejor indicador de la deficiencia de hierro que puede tener valor predictivo. Es una medida de la cantidad de hemoglobina en cada reticulocito, está reducida en la anemia por deficiencia de hierro o en la eritropoyesis deficiente de hierro. Por tanto puede ser un marcador sensible en la recuperación también puede utilizarse en el monitoreo de anomalías como la talasemia menor.

#### **2.2.2.4.- Índices Hematimétricos.<sup>6</sup>**

La relación entre los valores hemáticos de hematocrito (volumen celular  $\times$  100/volumen de sangre), recuento de eritrocitos (millones de eritrocitos/mm<sup>3</sup>) y concentración de hemoglobina (gramos de hemoglobina /100 ml sangre) permiten calcular los índices hematimétricos.

Tienen interés porque presentan variaciones entre las diferentes etapas de la vida y permiten interpretar alteraciones patológicas.

##### **a.- Volumen corpuscular medio**

El volumen corpuscular medio (VCM) es el volumen medio de los eritrocitos y viene dado por la expresión:  $VCM = (Htc \times 10) / Rc$ , donde Rc representa el número de eritrocitos en millones por mm<sup>3</sup> de sangre.

##### **b.- Hemoglobina corpuscular media**

Hemoglobina corpuscular media (HbCM) es la cantidad media de Hb por eritrocito. Se expresa en pico gramos y se puede calcular siguiendo la



expresión:  $HbCM = (Hb \times 10) / Rc$  donde Hb es la concentración de hemoglobina en g/100 ml sangre y Rc los millones de eritrocitos por mm<sup>3</sup> de sangre.

### **c.- Concentración de hemoglobina corpuscular media**

Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHbCM) es la concentración media de hemoglobina de los eritrocitos, es decir, la cantidad en gramos que hay en 100 ml de glóbulos, viene dada por la expresión:  $CHbCM = Hb / (Htc / 100) = Hb \times (100 / Htc)$ .

#### **2.2.2.5.- Hemoglobina.**

La hemoglobina es una proteína que se encuentra en el plasma de la sangre. Se encarga de agilizar el transporte de oxígeno, dióxido de carbono y, además, se une a otros iones para poder extraerlos de la circulación del organismo.

La hemoglobina está compuesta por un grupo proteico llamado globina y un grupo prostético llamado hemo, que es rico en hierro.<sup>18</sup>

El aumento de la concentración de hemoglobina, junto con el aumento de hematíes circulantes, determina la existencia de poliglobulia, mientras que se entiende por anemia la disminución de la concentración de hemoglobina, independiente de la cifra de eritrocitos.<sup>18</sup>

#### **2.2.2.6.- Hematocrito**

Representa la proporción de elementos formes (glóbulos rojos) frente a la fracción plasmática en la sangre. El valor normal en un varón adulto es del 47% y del 42% en la mujer. El valor del hematocrito depende no solo del número de glóbulos rojos circulantes, sino también de su forma y tamaño, lo que



disminuye en cierta medida su utilidad clínica, que reside principalmente en la valoración de las variaciones en un mismo paciente.<sup>19</sup>

El hematocrito aumenta en cuadros de poliglobulia verdadera o secundaria a hemoconcentración (por disminución del volumen plasmático en situaciones de deshidratación). Por el contrario, el hematocrito desciende en las anemias y en los estados de hemodilución.

#### **2.2.2.7.- Hemoglobina Fetal**

En condiciones normales durante las primeras semanas de vida va disminuyendo la producción de hematíes a la vez que aumenta la proporción de hemoglobina A (con lo que aumenta la liberación de oxígeno a los tejidos) y se almacena hierro para la posterior hematopoyesis. A las 8-12 semanas los niveles de hemoglobina alcanzan su punto más bajo (unos 11 g/dL), disminuye la oferta de oxígeno a los tejidos, se estimula la producción de eritropoyetina y, por ende, la de hematíes.<sup>20</sup>

#### **2.2.2.8.- Ajustes Fisiológicos Durante La Exposición a La Altura.<sup>7</sup>**

Los diferentes tipos de mecanismos que emplea el organismo cuando se enfrenta a una situación de hipoxia son: la acomodación, la aclimatación y la adaptación.

##### **a.- Acomodación:**

Se utiliza este término para describir la respuesta inicial del ser humano cuando se expone en forma aguda a la hipoxia de altura. En este período inicial hay un aumento marcado de la ventilación y de la frecuencia cardíaca.



### **b.-Aclimatación:**

Se presenta en los individuos que están temporalmente expuestos a la altura, y que en cierto grado les permite tolerar la altura. En esta fase hay un incremento en la eritropoyesis, se incrementa la concentración de hemoglobina, y mejora la capacidad de transporte de oxígeno. Se conoce también como aclimatación adquirida. Se considera que un individuo de nivel del mar se ha aclimatado a la altura cuando la saturación arterial de oxígeno luego de una caída significativa tiende a incrementarse; sin embargo nunca llega a ser similar al valor de nivel del mar, y cuando después de varios días, la frecuencia cardíaca que inicialmente se encontraba incrementada retorna a valores similares al de nivel del mar.

### **c.-Adaptación:**

Este término es usado para describir el proceso de aclimatación natural que se encuentra en el hombre andino. Se dice que cualitativamente, la adaptación es idéntica a la aclimatación adquirida, pues el individuo en ambos casos puede realizar esfuerzo físico; sin embargo en términos cuantitativos, la adaptación es más completa que la aclimatación. Esto quiere decir que un individuo adaptado a la altura puede realizar grandes esfuerzos físicos, en forma prolongada y sin dificultad, a diferencia del nativo de nivel del mar aclimatado a la altura, o del nativo de la altura no adaptado a la altura.

#### **2.2.2.9.- Fisiología de Adaptación.**

El ciclo de la regulación de la eritropoyesis, implica la producción de eritropoyetina. Esta se realiza principalmente en las células del parénquima renal, se estimula por un inadecuado suministro de oxígeno, por inducción local de un factor inducido por la hipoxia (HIF).



El incremento del número de eritrocitos puede producirse dentro de las 48 horas siguientes a la exposición a la altura. La hemoglobina en recién nacidos es igual a los pequeños de nivel del mar, lo que indica que el efecto estimulante de la hipoxia recién comienza después. Efectivamente este aumento recién sucede a los dos años. El conteo de reticulocitos aumenta en la altura al cabo de la primera semana de exposición en sujetos adultos, de un promedio inicial de 2% a nivel del mar a más de 3% después de ascender a la altura.<sup>22</sup>



## CAPITULO III

### METODOLOGIA:

#### **3.1.- Tipo De Investigación:**

Exploratorio correlacional.

##### **3.1.1.- Diseño:**

Transversal correlacional.

#### **3.2.- Técnicas, instrumentos y materiales.**

##### **3.2.1.- Técnicas:**

En la presente investigación se aplicó la técnica de toma de muestras y procesamiento de las mismas.

##### **3.2.1.1- Recolección de Sangre de Cordón Umbilical**

La toma de muestra a los recién nacidos se realizó de la vena del cordón umbilical del tercio proximal a la placenta, previo clampeado al momento del nacimiento, se realiza una venopunción y drenaje hacia un tubo vacutainer con EDTA, inmediatamente se transporta en una cubeta hacia laboratorio para el procesamiento de la muestra.



### **3.2.1.2.- Recolección Muestra de Sangre en Vena Cubital del Recién Nacido.**

Las muestras se obtuvieron por punción de vena cubital, y drenaje hacia un tubo vacutainer con EDTA, inmediatamente se transporta la muestra en una cubeta hacia laboratorio para el procesamiento de la muestra.

### **3.2.1.3.- técnica de procesamiento de la muestra.**

El porcentaje de reticulocitos se realizó colocando en un tubo de ensayo dos gotas de sangre total con anticoagulante, inmediatamente se adiciona la misma cantidad de colorante Azul Brillante de Cresil, se mezcla la solución, baño maría por espacio de 15 minutos, se realiza frotis sanguíneos y se lee con objetivo de 100X agregando aceite de inmersión.

La hematimetría eritriode se realizó por contador automático Micros 60, el porcentaje de hematocrito con centrifuga de microhematocrito.

### **3.2.2.- Instrumentos:**

Microscopio óptico OLYMPUS CX2, con campo de aumento a 100X, requiere de la aplicación de aceite de inmersión para visualizar reticulocitos.

Analizador automático para hematología BC-5300, proporciona resultados de hematología fiables y precisos con sólo 20 ul de sangre.

### **3.2.3.- Materiales:**

- Fichas de investigación



- Material de escritorio
- Tubos heparinizados con EDTA K3
- Lamina portaobjetos
- Tubos de ensayo
- Colorante azul brillante de cresil
- micro pipetas
- Computadora personal con programas de procesamiento de textos, bases de datos y estadísticos.

### **3.3.- Campo de Verificación.**

#### **3.3.1.- Ubicación espacial:**

El presente estudio se realizó en el Servicio de obstetricia y neonatología del Hospital Carlos Monge Medrano de la ciudad de Juliaca.

#### **3.3.2.- Ubicación temporal:**

El estudio se realizó en forma coyuntural entre el 15 de octubre del 2014 al 10 de enero del 2015.

#### **3.3.3.- Unidades de estudio:**

Recién nacidos y cordón umbilical.

#### **3.3.4.- Población:**

La población total de pacientes nacidos de parto eutócico atendidos en los servicios de neonatología y obstetricia del Hospital Carlos Monge Medrano de Juliaca durante Octubre 2014– Enero 2015.



### 3.3.5.- Muestra:

Se estudió una muestra representativa cuyo tamaño se calculó mediante la fórmula de muestreo para proporciones en población finita conocida.

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{E^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

N : Población

P : recién nacidos de parto eutócico sin complicaciones

q : 1-p

E : Error absoluto 5%=0.05

Z : Coeficiente de confiabilidad para una precisión al 95% = 1.96

n = 413 recién nacidos de parto eutócico sin complicaciones.

Población: Se observaron 413 partos eutócicos sin complicaciones durante el periodo establecido.

La muestra de acuerdo a la fórmula para una población conocida y finita es de 62 recién nacidos, se tomó la muestra de manera aleatoria y sistemática.

### 3.3.6.- Unidad de observación:

La muestra de estudio es de 80 pacientes nacidos de parto eutócico atendidos en los servicios de neonatología y obstetricia del Hospital Carlos Monge Medrano de Juliaca durante Octubre 2014– Enero 2015.



### **3.3.7.- Criterios De Selección**

#### **3.3.7.1.- Criterios de inclusión:**

- Recién nacido de parto eutócico a término sano atendido en el Hospital Carlos Monge Medrano de Juliaca.
- Recién nacidos de madres con procedencia y residencia en altura o por lo menos por un período de un año en el sitio donde nació su hijo.
- Recién nacido a término por parto sin complicaciones.
- APGAR de nacimiento entre 7-10 puntos al 1er minuto y a los 5 minutos de nacido.

#### **3.3.7.2.- Criterios de exclusión:**

- Pacientes nacidos de parto distócico
- Recién nacido con anomalías congénitas (cardiopatías congénitas) o malformaciones anatómicas de la caja torácica.
- Recién nacido de madres con patología obstétrica como toxemia gravídica, diabetes, anemia, insuficiencia placentaria, hemorragias del tercer trimestre.
- Embarazo múltiple.
- Recién nacido menor de 37 semanas y mayores de 42 semanas de gestación.
- APGAR menos de 7 puntos al minuto.
- Enfermedades congénitas.



### 3.3.7.2.- Variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	DATOS O INDICE	ESCALA DE MEDICION
<b>Recuento reticulocitos</b>	Cualitativa aleatoria continua	Porcentaje de reticulocitos	3 a 6 % Porcentual	Numérica Continua
<b>Volumen corpuscular medio</b>	Cualitativa aleatoria continua	Volumen de eritrocitos	83-110 Fentolitros	Numérica continua
<b>Hemoglobina corpuscular media</b>	Cualitativa aleatoria continua	Cantidad de hemoglobina por célula	24-34 Picogramos	Numérica Continua
<b>Concentración de hemoglobina corpuscular media</b>	Cualitativa aleatoria continua	Concentración de hemoglobina	27-34 Gramos por 100 dl de eritrocitos	Numérica continua

### 3.4.-Estrategia de Recolección de Datos.

Se utiliza ficha de recolección de datos ( anexo 3 ).



### **3.5.- Estrategia de Procesamiento de Datos.**

El recuento de los datos fue electrónico, en base a la matriz diseñada en la hoja de cálculo.

Se empleó estadística descriptiva con distribución de frecuencias (absolutas y relativas) para variables categóricas, y con medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (rango, desviación estándar) para variables continuas. La relación de variables numéricas se evaluó mediante análisis correlacional (Relación de Pearson) y coeficiente de determinación. Para el análisis de datos se empleó la hoja de cálculo de Excel 2007 con su complemento analítico y el paquete SPSS v.20.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION:

#### 4.1.- Resultados.

Tabla 1

*Valores hematológicos de los recién nacidos a 3825 m.s.n.m. al momento de nacimiento en Juliaca oct. 2014-ene 2015.*

	% reticulocitos	Hb	Hto	VCM	HCM	CHCM
<b>Promedio</b>	5,56	16,05	49,62	113,12	36,57	32,53
<b>D.S.</b>	±1,36	±1,87	±7,06	± 8,38	± 1,1	± 2,33
<b>I.C.</b>	5,27-5,85	15,65- 16,45	48,08- 51,16	111,29- 114,95	36,33- 36,81	32,02- 33,04

Fuente: ficha de recolección de datos.



Las características hematológicas de los recién nacidos a 3825 m.s.n.m. al momento de nacimiento son:

Porcentaje de reticulocitos 5,56%, con una D.S.± 1,36% y un I.C. comprendido entre 5,27-5,85 %.

Valores de Hemoglobina 16,05 gr/dl con una D.S. ± 1,87 gr/dl y un I.C. comprendido entre 15,65-16,45 gr/dl.

Valores de Hematocrito 49,62% con una D.S. ± 7,06% y un I.C. comprendido entre 48,08-51,16 %.

Volumen corpuscular medio 113,12 fl. con una D.S. ± 8,38 y un I.C. comprendido entre 111,29-114,95 fl.

Hemoglobina corpuscular media 36,57 pg con una D.S. ± 1,10 y un I.C. comprendido entre 36,33-36,81 pg.

Concentración de hemoglobina corpuscular media 32,53 Gramos por 100 dl de eritrocitos, con una D.S. ± 2,33 y un I.C. comprendido entre 32,02-33,04 gr/100 ml de G.R.



Tabla 2

*Valores Hematológicos de los recién nacidos a 3825 m.s.n.m. a las 24 horas de vida  
Juliaca oct 2014-ene 2015.*

	<b>% reticulocitos</b>	<b>Hb</b>	<b>Hto</b>	<b>VCM</b>	<b>HCM</b>	<b>CHCM</b>
<b>Promedio</b>	6,61	19,19	58,19	111,78	36,66	32,97
<b>D.S.</b>	±1,95	±2,5	± 8,64	± 8,55	± 1,12	± 2,46
<b>I.C.</b>	6,19-7,03	18,75- 19,73	56,3 - 60,08	109,91- 113,65	36,42-36,9	32,44 - 33,5

Fuente: ficha de recolección de datos.

Las características hematológicas de los recién nacidos a 3825 m.s.n.m. luego de 24 horas del nacimiento son:

Porcentaje de reticulocitos 6,61%, con una D.S.± 1,95% y un I.C. comprendido entre 6,19-7,03%.

Valores de Hemoglobina 19,19 gr/dl con una D.S. ± 2,50 gr/dl y un I.C. comprendido entre 18,75-19,73gr/dl.



Valores de Hematocrito 58,19% con una D.S.  $\pm$  8,64% y un I.C. comprendido entre 56,3 - 60,08%.

Volumen corpuscular medio 111,78 fl. con una D.S.  $\pm$  8,55 38 y un I.C. comprendido entre 109,91-113,65 fl.

Hemoglobina corpuscular media 36,66 pico gramos con una D.S.  $\pm$  1,12 y un I.C. comprendido entre 36,42-36,9 pg.

Concentración de hemoglobina corpuscular media 32,97 Gramos por 100 dl de eritrocitos, con una D.S.  $\pm$  2,46 y un I.C. comprendido entre 32,44 - 33,5 gr/100 ml. de G.R.

Tabla 3

*Valores hematológicos en recién nacidos según altura, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

	% reticulocitos	Hb	Hto	VCM
<b>nivel del mar<sup>3</sup></b>	4,9 ± 1,5	16.3 ± 2,5	49,6 ± 7,3	109,1 ± 3,8
<b>3825 m.s.n.m.</b>	5,56 ± 1,36	16,05 ± 1,87	49,62 ± 7,06	113,12 ± 8,38

Fuente: ficha de recolección de datos.

Los valores estudiados en recién nacidos a 3825 m.s.n.m. fueron comparados con los datos similares publicados a nivel del mar, hematocrito, hemoglobina, volumen corpuscular medio son similares.

En referencia al porcentaje de reticulocitos a nivel del mar 4,9 ± 1,5% y a 3825 m.s.n.m. 5,56 ± 1,36% se evidencia que a esta última altura se obtienen mayores valores.

Tabla 4

*Correlación entre valores hematológicos de recién nacidos a 3825 m.s.n.m. según horas de vida, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

	% reticulocitos	Hb	Hto	VCM	HCM	CHCM
<b>0 horas</b>	5,56 ±1,36	16,05 ±1,87	49,62 ±7,06	113,12 ± 8,38	36,57 ± 1,1	32,53 ± 2,33
<b>24 horas</b>	6,61 ±1,95	19,19 ±2,5	58,19 ± 8,64	111,78 ± 8,55	36,66 ± 1,12	32,97 ± 2,46
<b>coef. Pearson ( r )</b>	0,04	0,27	0,32	0,44	0,71	0,37
<b>Determinación(rho)</b>	0,001	0,07	0,1	0,19	0,5	0,14

Fuente: ficha de recolección de datos.

En relación al porcentaje de reticulocitos observados al momento del nacimiento y pasadas 24 horas se puede apreciar un coeficiente de correlación de Pearson de 0,04 indica una correlación directa mínima, con un coeficiente de determinación de 0,001 indica que el porcentaje de reticulocitos al nacimiento se relaciona en un 0,1% de casos al porcentaje de reticulocitos a las 24 horas.

En relación a la hemoglobina medida al momento del nacimiento y a las 24 se puede apreciar un coeficiente de correlación de Pearson de 0,27 indica una correlación directa baja, con un coeficiente de determinación de 0,07 indica que



la hemoglobina al nacer se relaciona en un 7% de casos al nivel de hemoglobina a las 24 horas.

En relación al hematocrito medido al momento del nacimiento y a las 24 horas se puede apreciar un coeficiente de correlación de Pearson de 0,32 indica una correlación directa baja, con un coeficiente de determinación de 0,1 indica que el hematocrito al nacer se relaciona en un 10% de casos al hematocrito a las 24 horas.

En relación al volumen corpuscular medio medidos al momento del nacimiento y a las 24 horas se puede apreciar un coeficiente de correlación de Pearson de 0,44 indica una correlación directa moderada, con un coeficiente de determinación de 0,19 indica que el VCM al nacimiento se relaciona en un 19% al VCM a las 24 horas.

En relación a la Hemoglobina corpuscular media, medidos al momento del nacimiento y a las 24 horas se puede apreciar un coeficiente de correlación de Pearson de 0,71 indica una correlación directa buena, con un coeficiente de determinación de 0,5 indica que la HCM al nacimiento se relaciona en un 50% a la HCM a las 24 horas.

En relación a la concentración de hemoglobina corpuscular media, medida, al momento del nacimiento y a las 24 horas se puede apreciar un coeficiente de correlación de Pearson de 0,37 indica una correlación directa baja, con un coeficiente de determinación de 0,14 indica que la CHCM al nacimiento se relaciona en un 14% a la CHCM a las 24 horas.

Tabla 5

*Variación de reticulocitos en frecuencia y porcentaje, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

variación	frecuencia	porcentaje
<b>incremento</b>	53	66,25%
<b>igual</b>	1	1,25%
<b>descenso</b>	26	32,50%
<b>total</b>	80	100,00%

Fuente: ficha de recolección de datos.

Respecto a la variación de Reticulocitos presentan del total de pacientes un 66,25%(n=53) incremento de sus valores; un 32,50%(n=26) descenso y un 1,25% sin variación respecto a sus valores iniciales.

Figura 1

*Correlación entre reticulocitos, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

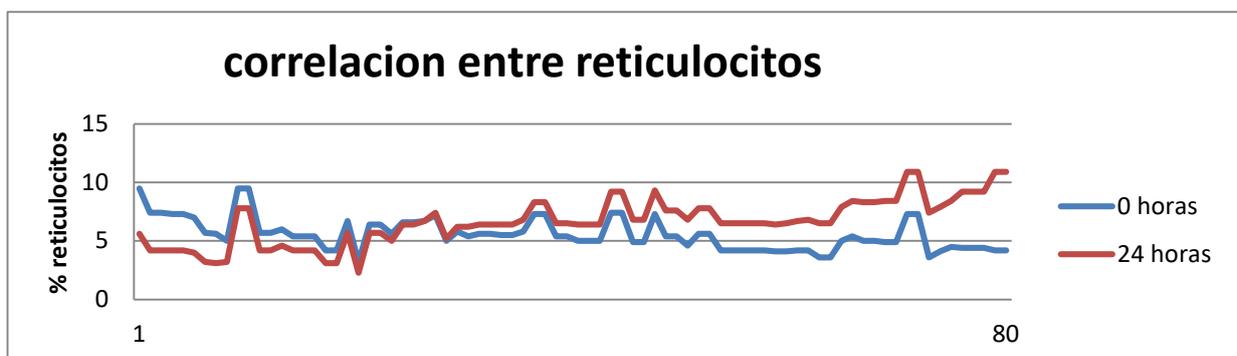


Tabla 6

*Variación de hemoglobina en frecuencia y porcentaje, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

<b>variación</b>	frecuencia	porcentaje
<b>incremento</b>	68	85,00%
<b>igual</b>	0	0,00%
<b>descenso</b>	12	15,00%
<b>total</b>	80	100,00%

Fuente: ficha de recolección de datos.

Respecto a la variación de la hemoglobina presentan del total de sujetos, el 85%(n=68) incremento de sus valores; el 15%(n=12) descenso respecto a sus valores iniciales.

Figura 2

*Correlación de Hemoglobina, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

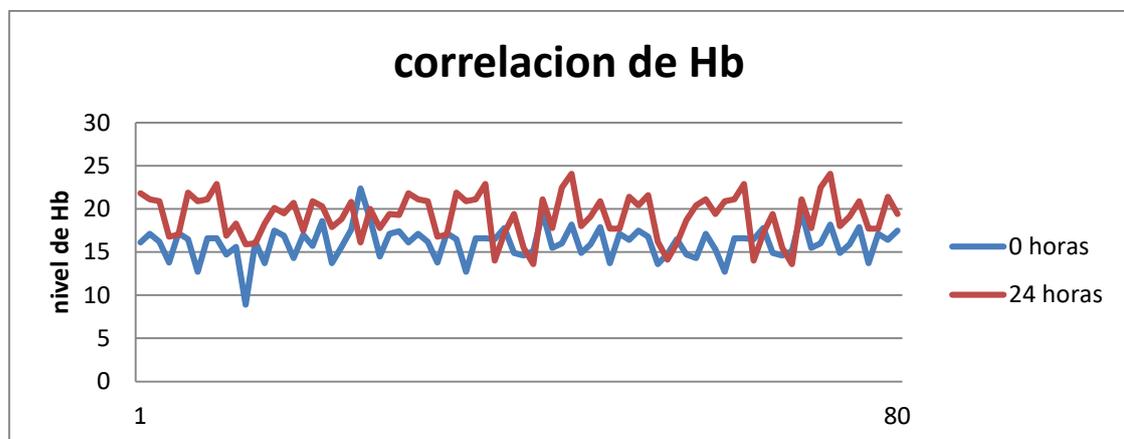


Tabla 7

*Variación de hematocrito en frecuencia y porcentaje, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

<b>variación</b>	<b>frecuencia</b>	<b>porcentaje</b>
<b>incremento</b>	66	82,50%
<b>igual</b>	0	0,00%
<b>descenso</b>	14	17,50%
<b>total</b>	80	100,00%

Fuente: ficha de recolección de datos.

Respecto a la variación del hematocrito presenta del total de sujetos, el 82,5%(n=66) incremento de sus valores; el 17,5%(n=14) descenso respecto a sus valores iniciales.

Figura 3

*Correlación de hematocrito, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

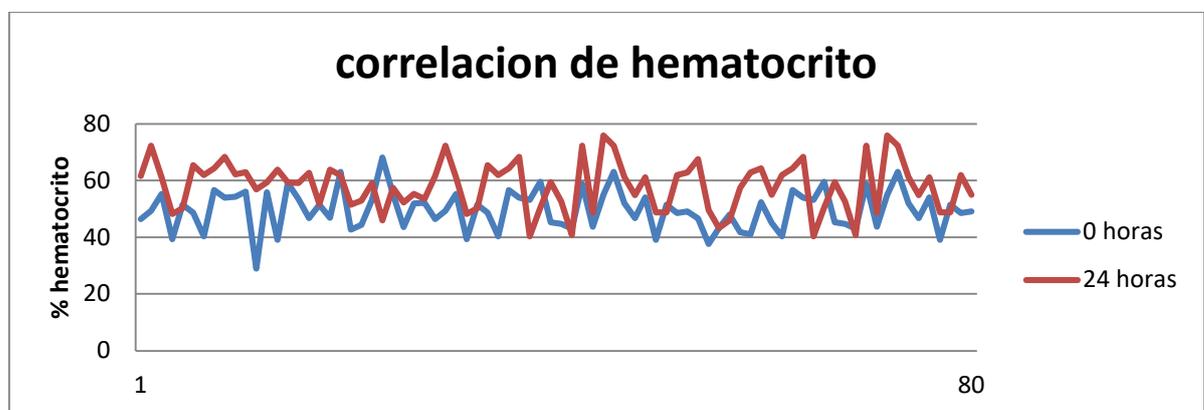


Tabla 8

*Variación de Volumen Corpuscular Medio en frecuencia y porcentaje, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

<b>variación</b>	<b>frecuencia</b>	<b>porcentaje</b>
<b>incremento</b>	34	42,50%
<b>descenso</b>	46	57,50%
<b>total</b>	80	100,00%

Fuente: ficha de recolección de datos.

Respecto a la variación del Volumen Corpuscular Medio presentan del total de sujetos, el 42,5%(n=34) incremento de sus valores; el 57,5%(n=46) descenso respecto a sus valores iniciales.

Figura 4

*Correlación de Volumen Corpuscular Medio, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

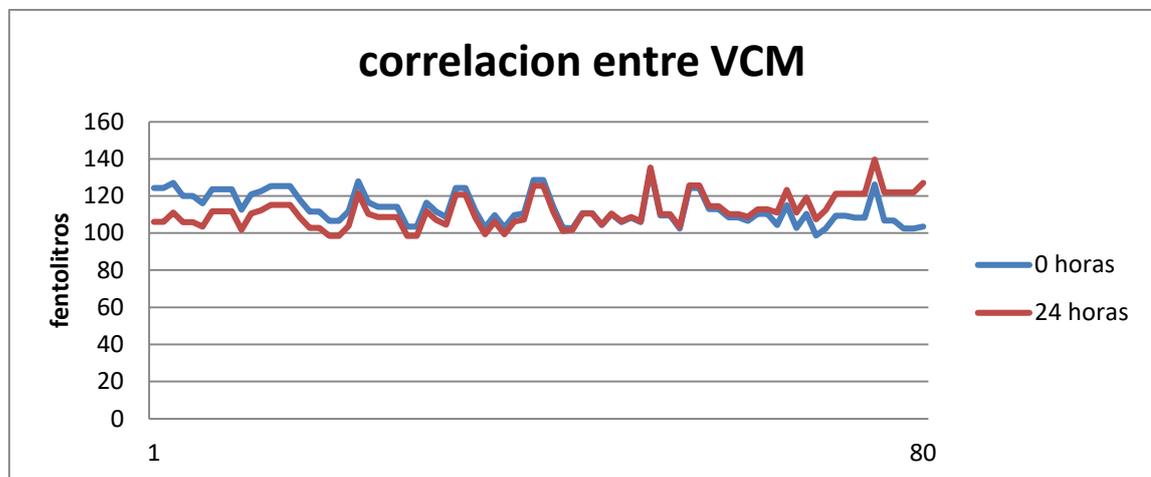


Tabla 9

*Variación de Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media en frecuencia y porcentaje, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

<b>variación</b>	<b>frecuencia</b>	<b>porcentaje</b>
<b>incremento</b>	55	68,75%
<b>descenso</b>	25	31,25%
<b>total</b>	80	100,00%

Fuente: ficha de recolección de datos.

Respecto a la variación de la concentración de hemoglobina corpuscular media presentan del total de sujetos, el 68,75%(n=55) incremento de sus valores; el 31,25%(n=25) descenso respecto a sus valores iniciales

Figura 5

*Correlación de Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

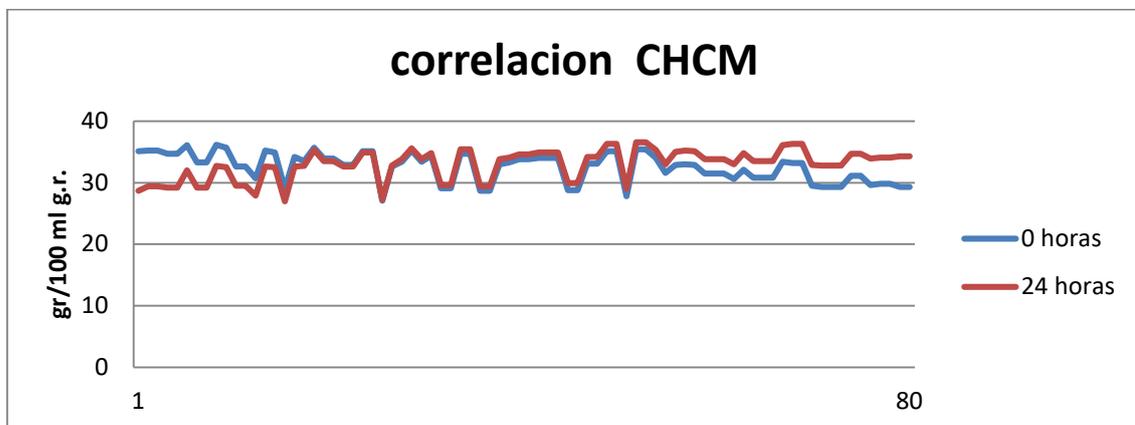


Tabla 10

*Variación de hemoglobina corpuscular media en frecuencia y porcentaje Juliaca oct 2014-ene 2015.*

variación	frecuencia	porcentaje
<b>incremento</b>	39	48,75%
<b>igual</b>	9	11,25%
<b>descenso</b>	32	40,00%
<b>total</b>	80	100,00%

Fuente: ficha de recolección de datos.

Respecto a la variación de Hemoglobina corpuscular media presentan del total de sujetos, el 48,75%(n=39) incremento de sus valores; el 40,00%(n=32) descenso y un 11,25%(n=9) sin variación respecto a sus valores iniciales.

Figura 6

*variación de hemoglobina corpuscular media, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

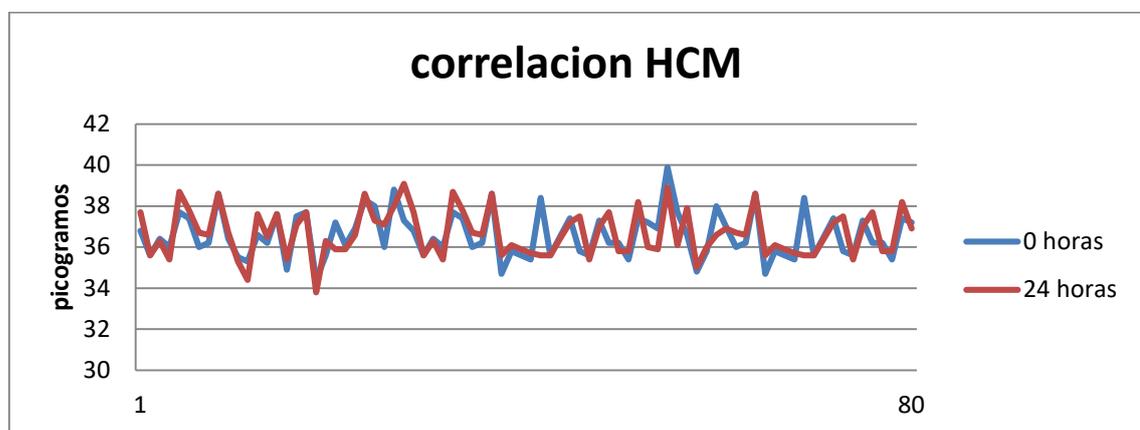


Tabla 11

*Distribución de recién nacidos según hemoglobina al nacer Juliaca oct 2014-ene 2015.*

	frecuencia	%
<b>&lt; 12,9</b>	4	5%
<b>13-13,9</b>	7	9%
<b>14-14,9</b>	12	15%
<b>15-15,9</b>	10	13%
<b>16-16,9</b>	22	28%
<b>17-17,9</b>	18	23%
<b>18-18,9</b>	4	5%
<b>19-19,9</b>	2	3%
<b>&gt;20</b>	1	1%
	80	100%

Fuente: ficha de recolección de datos.

La distribución por grupos de nivel de hemoglobina al momento del nacimiento demuestra:

Del total de recién nacidos (n=80) el grupo comprendido  $< 12,9$  (n=4) representa el 5%, el grupo comprendido entre 13-13,9 (n=7) representa el 9%, el grupo comprendido entre 14-14,9 (n=12) representa el 15%, el grupo comprendido entre 15-15,9 (n=10) representa el 13%, el grupo comprendido entre 16-16,9 (n=22) representa el 28 %, el grupo comprendido entre 17-17,9 (n=18) representa el 23%, el grupo comprendido entre 18-18,9 (n=4) representa el 5%, el grupo comprendido entre 19-19,9 (n=2) representa el 3%, el grupo comprendido  $>20$  (n=1) representa el 1%,

Figura 7

*Juliaca: porcentaje de Recién nacidos según nivel de Hb al nacer oct 2014-ene 2015.*

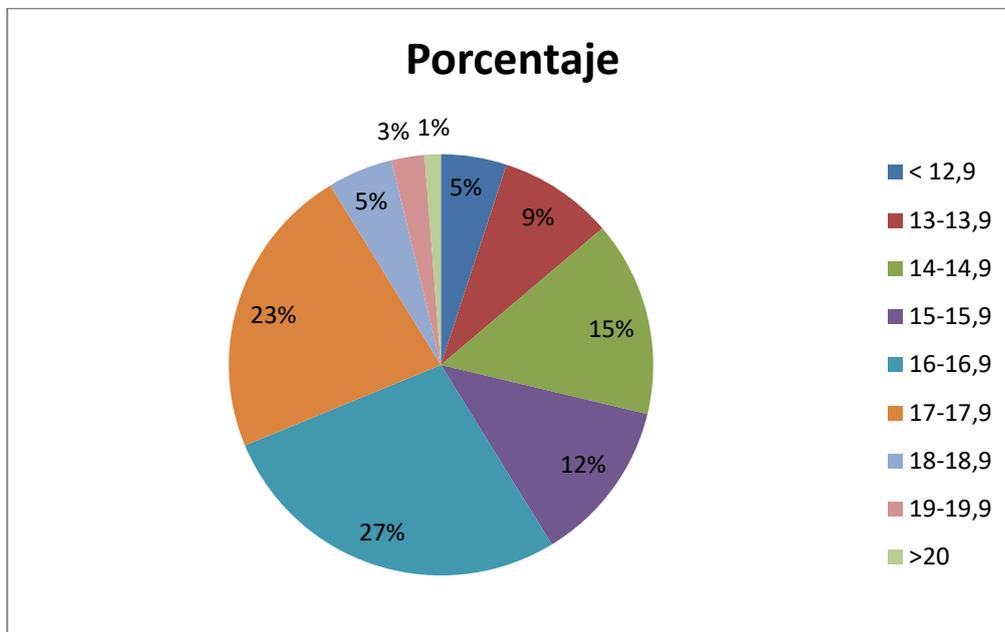


Tabla 12

*Distribución de recién nacidos según hemoglobina luego de 24 horas de nacimiento,  
Juliaca oct 2014-ene 2015.*

nivel de Hb	frecuencia	%
<13,9	2	3%
14-14,9	3	4%
15-15,9	3	4%
16-16,9	7	9%
17-17,9	13	16%
18-18,9	6	8%
19-19,9	9	11%
20-20,9	15	19%
21-21,9	15	19%
>22	7	9%
	80	100%

Fuente: ficha de recolección de datos.

La distribución por grupos de nivel de hemoglobina luego de 24 horas de nacimiento demuestra:

Del total de recién nacidos (n=80) el grupo comprendido <13,9 (n=2) representa el 3%, el grupo comprendido entre 14-14,9 (n=3) representa el 4%, el grupo comprendido entre 15-15,9 (n=3) representa el 4%, el grupo

comprendido entre 16-16,9 (n=7) representa el 9%, el grupo comprendido entre 17-17,9 (n=13) representa el 16 %, el grupo comprendido entre 18-18,9 (n=6) representa el 8%, el grupo comprendido entre 19-19,9 (n=9) representa el 11%, el grupo comprendido entre 20-20,9 (n=19) representa el 19%, el grupo comprendido entre 21-21,9 (n=15) representa el 19%, el grupo comprendido >22 (n=7) representa el 9%.

Figura 8

*Porcentaje de Recién nacidos según nivel de Hemoglobina luego de 24 horas de nacimiento, Juliaca oct 2014-ene 2015.*

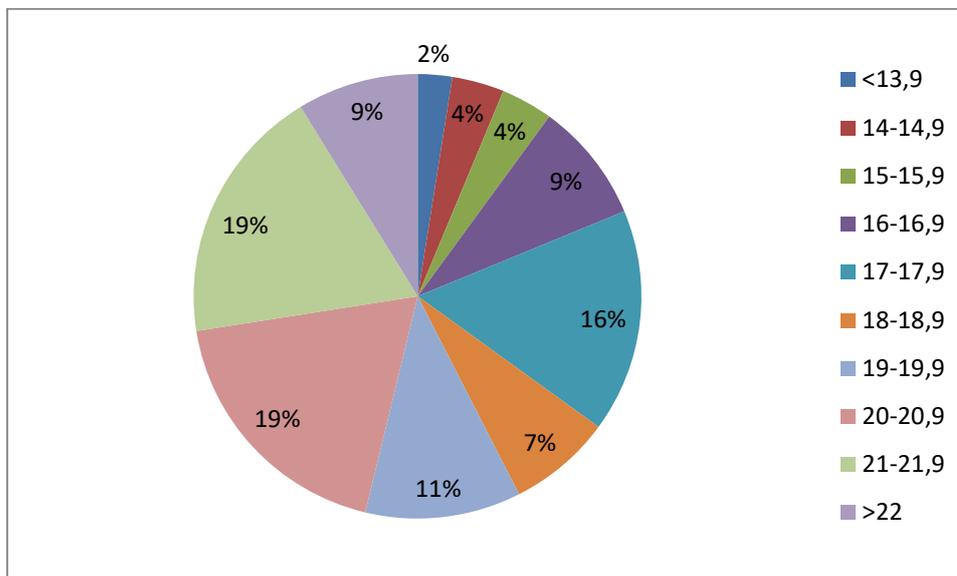


Tabla 13

*Relación entre variación de reticulocitos e índices hematimetricos según horas de vida,  
Juliaca oct 2014-ene 2015.*

Variación de Reticulocitos		VCM	CHCM	HCM	Hb	Hto
0 horas	RN con descenso de % de reticulocitos	109,28	33,13	36,14	15,4	46,55
	RN con aumento de % de reticulocitos	114,94	32,22	36,75	16,24	50,77
24 horas	<b>RN con descenso de % de reticulocitos</b>	109,48	33,32	36,32	18,94	57,06
	RN con aumento de % de reticulocitos	112,94	32,76	36,78	19,37	58,97

Fuente: ficha de recolección de datos.

La relación entre nivel de hemoglobina e índices hematimetricos demuestra que aquellos que tuvieron nivel comprendido entre 8,9-15,9 gr/dl de hemoglobina al momento del nacimiento presenta VCM 110,7 fl, HCM 36,35 pico gramos y CHCM 33,1 gramos por 100 dl de eritrocitos. Estos mismos sujetos pasadas 24 horas presentan VCM 112,51 fl, HCM 36,09 pico gramos y CHCM 32,3 gramos por 100 ml de eritrocitos.

La relación entre nivel de hemoglobina e índices hematimetricos demuestra que aquellos que tuvieron nivel comprendido entre 16-22,4 gr/dl de hemoglobina al momento del nacimiento presenta VCM 114,82 fl, HCM 36,73 pico gramos y CHCM 32,12 gramos por 100 dl de eritrocitos. Estos mismos sujetos pasadas 24 horas presentan VCM 111,49 fl, HCM 36,73 pico gramos y CHCM 32,12 gramos por 100 ml de eritrocitos.



#### 4.2.- Discusión.

Los valores hematológicos de recién nacidos de madres gestantes normales a término en la altura a 3825 m.s.n.m. durante los primeros minutos de vida son similares a datos publicados a nivel del mar según A. Gerardi et al, no encontrando en su estudio diferencia significativa relacionada con la edad por lo cual con estos datos sugieren que el proceso de eritropoyesis fetal es independiente a factores maternos y del ambiente hipoxico al que está sometida la madre, debido al papel protector que ejerce la placenta durante el periodo gestacional.<sup>3</sup>

El modelo de distribución y relación del hierro sérico materno en sus tres compartimientos: funcional, de transporte y de reserva<sup>21</sup> y con la de sus recién nacidos, es discutido por A. Gerardi explica que la anemia fisiológica inducida por la gestación determina niveles bajos de hemoglobina materna, sugiriendo que bajos niveles de FeS y de hierro citoplasmático no ejerce efecto sobre la síntesis de receptores de alta afinidad mediada por el mecanismo de la Proteína Reguladora de Hierro (IRP), por lo cual no induce receptores de transferrina, además indica como forma predominante de transferrina la monoferreica (menor afinidad por receptores de transferrina) que la diferrica, limitándose entrada de transferrina al citoplasma materno. Así como también expone un compartimiento de reserva materno disminuido a expensas de una transferencia continua, constante y unidireccional del hierro de la madre al feto y no al compartimiento funcional materno.

Los valores de FeS de los recién nacidos son superiores a los maternos lo que corrobora la presencia de un mecanismo de transporte activo del hierro a través de la placenta.<sup>23</sup>



Entonces la concentración de hemoglobina del recién nacido no guarda relación con la concentración de hemoglobina materna,

Ya que la anemia en gestantes del Perú y Provincias con comunidades nativas en general es mayor, la prevalencia de anemia disminuye con la edad materna, pero aumenta con la edad gestacional y altitud a nivel del mar.<sup>24</sup> Se empiezan a dar modificaciones adaptativas fetales que implica el cambio a vida extrauterina mostrando una actividad de comunicación dinámica entre compartimiento de reserva y el funcional del hierro en los recién nacidos con predominio de la forma diférrica de la transferrina activando sus receptores en la medula ósea induciendo el cambio de tipo de hemoglobina.<sup>3</sup>

Actualmente el VCM y el RDW son parámetros útiles como indicadores de la deficiencia de hierro en el organismo, debido a que a medida que avanza la eritropoyesis deficiente de hierro se observa una disminución del VCM y un aumento del RDW, incorporándose el recuento reticulocitario conjuntamente con el cálculo de la fracción inmadura de los mismos como herramienta en la evaluación temprana de la eritropoyesis restringida en hierro.<sup>25</sup>

Los valores de reticulocitos y hemoglobina observados en el estudio a 3825 m.s.n.m. (5,56%, con una D.S.± 1,36%) demuestran valores similares a valores hallados en recién nacidos a nivel del mar(4.6% ± 1.4), con mediciones obtenidas al momento del alumbramiento de sangre venosa de cordón umbilical coincidiendo con el estudio realizado por Cateriano (1971) de hemoglobina en sangre de cordón umbilical en la altura de Cerro de Pasco (4340 m)<sup>26</sup>, sin embargo al obtener muestras de sangre venosa de vena mediana en recién nacidos pasadas 24 horas del parto la medición de reticulocitos demuestra variación significativa respecto a sus valores iniciales,



con una media de 6,61%, con una D.S.± 1,95%, presentando su vez del total de pacientes(n=80) un 66,25%(n=53) incremento de sus valores; un 32,50%(n=26) descenso y un 1,25% sin variación respecto a sus valores iniciales, así como también valores de hemoglobina incrementados coincidiendo con el estudio realizado por Hum (1987) quien encuentra en sangre venosa del recién nacido de Cerro de Pasco un valor promedio del hematocrito de 59.4% y de hemoglobina de 19.32 gr%, mayor a los que se reportan a nivel del mar.<sup>27</sup>

Es conocido que el feto tanto en las poblaciones a nivel del mar como en la altura se encuentran en situaciones de hipoxia, y se ha referido que el feto vive como si estuviera en el Monte Everest<sup>28</sup>, relacionado con los resultados de Gonzales y Salirrosas en Cerro de Pasco (4340 m) evidenciando que la saturación arterial de oxígeno del recién nacido es significativamente menor que a nivel del mar (1998).<sup>29,30</sup> sin embargo, aun no se sabe si el feto en la altura está más hipóxico o no que a nivel del mar. Con el parto el feto pasa de un medio hipóxico a uno de mayor presión parcial de oxígeno. Por tanto al presentar niveles de hemoglobina, hematocrito y reticulocitos similares tanto a nivel del mar como a 3825m.s.n.m. inmediatamente al parto podemos asumir que el nivel hipoxico intrauterino también es similar; y los procesos fisiológicos de adaptación empiezan de forma temprana a las 24 horas de vida extrauterina en recién nacidos de altura, observándose en el presente estudio modificaciones significativas con incremento de hemoglobina, hematocrito y reticulocitos; sugiriendo que ante el estímulo hipoxico en altura como respuesta inmediata del recién nacido se induce mayor producción de reticulocitos, al mismo tiempo se da la maduración de los que estaban en sangre periférica.



Aquellos recién nacidos que presentaron descenso del porcentaje de reticulocitos a las 24 horas, fueron aquellos que tuvieron niveles bajos de hemoglobina, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media respecto a sus valores promedio, pero con concentración de hemoglobina corpuscular media por encima de valores promedio, por otro lado los que presentaron ascenso del porcentaje de reticulocitos mostraron valores de concentración de hemoglobina corpuscular media por debajo de valores promedio, teniendo en este estudio como dependencia del nivel de CHCM para determinar la variación del porcentaje de reticulocitos.

En cuanto a la relación entre niveles de hemoglobina e índices hematimétricos se puede apreciar que aquellos comprendidos entre 8,9-15,9 gr/dl de hemoglobina al momento del nacimiento presentaron luego de 24 horas aumento de sus valores de hemoglobina ( $x=18,01$ gr/dl), VCM ( $x=112,51$ ) y disminución del valor de CHCM ( $x=32,3$ ).



## CONCLUSIONES:

Existe correlación directa entre los valores de las variables asignadas.

El valor promedio de reticulocitos e índices hematimetricos del recién nacido de altura inmediatamente al parto son similares a los hallados a nivel del mar.

El valor promedio de reticulocitos e índices hematimetricos del recién nacido de altura 24 horas posterior al parto son mayores a los hallados a nivel del mar.

Valores hematológicos del recién nacido de altura 24 horas posterior al parto presenta:

- Porcentaje de reticulocitos 6,61%, con un I.C. entre 6,19-7,03%.
- Hemoglobina 19,19 gr/dl con un I.C. entre 18,75-19,73 gr/dl.
- volumen corpuscular medio 111,78 fl con un I.C. entre 109,91-113,65 fl.
- Hemoglobina corpuscular media 36,66 pg. con un I.C. entre 36,42-36,9 pg.
- Concentración de hemoglobina corpuscular media 32,97 gr. /100 ml de eritrocitos, con un I.C. 32,44 - 33,5 gr. /100 ml de eritrocitos.

La placenta ejerce una barrera protectora con el producto, comenzando su proceso de adaptación a la altura inmediatamente luego del parto con un mayor porcentaje en el recuento de reticulocitos, así como, una maduración más rápida de estos.



## RECOMENDACIONES

El presente estudio se realizó en pacientes recién nacidos de parto eutócico a término sin complicaciones, teniendo estancia hospitalaria corta, por tal motivo se recomienda la realización de un estudio en primer lugar ampliando el tiempo de seguimiento a estos pacientes, así como realizar el estudio en pacientes con patologías asociadas, de parto distócico, comorbilidad materna asociada y demás factores que podrían afectar los valores de hematimetría en recién nacidos y compararlos con los valores normales hallados en este estudio.



## BIBLIOGRAFIA.

1. Primeros resultados. Perú: crecimiento y distribución de la población 2007. Censos nacionales 2007 XI de población VI de vivienda. Fecha de acceso (05/01/09) <http://www.inei.gob.pe/web/resultadoscensos1.asp>.
2. Gustavo F. Gonzáles. Endocrinología en las grandes alturas. Act And 1994; 3 (2): 83-111.
3. Gerardi A, Marmo O, Garcés M et al. Estudio del metabolismo y regulación del hierro entre el recién nacido y su madre al momento del nacimiento. Revista Facultad de Medicina Caracas 2002; Vol 25 No 2.
4. R.Peñaloza, Influencia de la altura en la eritropoyesis del recién nacido, REVISTA CUADERNOS La Paz, Bolivia, 2007., Vol. 52 No. 1
5. Aldoretta P, Hay WE. Metabolic substrates for fetal energy metabolism and growth. Clinics in Perinatology. 1995; 22(1): 15-33.
6. Smith thier, Fisiopatología PRINCIPIOS BASICOS DE LA ENFERMEDAD, editorial Panamericana, 2º edición Madrid 1998
7. Gustavo F. Gonzales CONTRIBUCIÓN PERUANA A LA HEMATOLOGÍA EN POBLACIONES NATIVAS DE ALTURA Instituto de Investigaciones de la Altura y Departamento de Ciencias Fisiológicas Universidad Peruana Cayetano Heredia, Acta Andina, 1998; 7(2) : 105-130.
8. Hartinger S, Tapia V, Carrillo C, Bejarano L, Gonzales GF. Birth weight at high altitudes in Peru. Int J Gynaecol Obstet. 2006;93(3):275-81.
9. Gonzales GF, Tapia V, Carrillo CE. Stillbirth rates in Peruvian populations at high altitude. Int J Gynaecol Obstet. 2008;100(3):221-7



10. Gonzales GF, Tapia V, Gasco M, Carrillo CE. Hemoglobina materna en el Perú: diferencias regionales y efectos perinatales. Rev Per Med Exp Salud Publica. 2011;28(3):484-91
11. Quevedo E, Echenique E, Undurraga O, Meneghello J. El hemograma en el recién nacido y lactante normales. <http://www.scielo.cl/pdf/rcp/v16n2/art02.pdf>
12. J. Pérez, Hematología: la sangre y sus enfermedades, TERCERA EDICION, McGRAW-HILL, México, 2012, Reg. Núm. 736
13. C. Brugnara. Use of reticulocyte cellular indices in the diagnosis and treatment of hematological disorders. Int J Clin Lab Res (1998) 28:1-11
14. Álvarez Deza M, García Salazar P. Hemoglobina, hematocrito y somatometría de recién nacidos en altura y a nivel del mar. Tesis para optar el título de especialista en Pediatría. Facultad de Medicina Humana, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
15. Stoll B. Capítulo 103: Trastornos Hematológicos. En: Kliegman, Behrman (Ed). Nelson Tratado de Pediatría. 18ava Edición. Tomo I. Elsevier Saunders, España, 2009, pp. 766-775.
16. IVAN PALOMO JPJP. HEMATOLOGÍA. Fisiopatología y Diagnóstico: Universidad de Talca - Chile; 2009.
17. C. Brugnara, D. Zurakowsky, J. DiCanzio, T. Boyd, O. Platt. Reticulocyte hemoglobin content to diagnose iron deficiency in children. JAMA, June 16, 1999-Vol 281, No. 23
18. J. M. PRIETO VALTUEÑA JRYA. La clínica y el laboratorio. 21st ed. Barcelona - España: ELSEIVER; 2011.



19. KIM E B SMBSBHL. GANONG. Fisiología Médica. 23rd ed. México: McGraw-Hill; 2010.
20. Quevedo E, Echenique E, Undurraga O, Meneghello J. El hemograma en el recién nacido y lactantes normales. <http://www.scielo.cl/pdf/rcp/v16n2/art02.pdf>.
21. Baynes Roy. Assessment of Iron Status. Clin. Bioch. 1996; 29(3): 209.
22. Gonzales G "Fisiología Del Habitante De La Altura" Acta andina 1995 :21-35
23. Watson A, et al. Susceptibility of human placental syncytiotrophoblastic mitochondrial to oxygen-mediated damage in relation to gestational age. J of Clin Endoc and Metab. 1998; 83(5): 1697-1705.
24. MINSA. Anemia en gestantes del Perú y Provincias con comunidades nativas 2011. 2012 junio.
25. Katia Canalejo, Evaluación de la fracción de reticulocitos inmaduros como parámetro de ferropenia en el embarazo.
26. Cateriano MA. Estudio de la bioquímica de la sangre materna y del cordón umbilical a nivel del mar y en la altura. Tesis Bachiller. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 1971: 70 pp.
27. Hum N. Hemoglobina y hematocrito en sangre venosa en recién nacidos normales en la altura. En: Actas del Tercer Congreso Nacional de Medicina de la Altura. Lima: Asociación Médica Daniel A Carrión de Cerro de Paseo. 1987:60-62.
28. Reynafarje C. Hematología del recién nacido en la altura. Arch Biol And 1984-85; 13: 79-84.



29. Gonzales GF, Salirrosas A. The relationship of pulse oxygen saturation at birth and the score of neurological evaluation at 24 hours of life. Proceedings of the HI World Congress on Mountain Medicine. Japan. 1998.
30. Loret de Mola L. Observaciones hematológicas en el recién nacido en las grandes alturas (Tesis de Bachiller). Lima:Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 1955: 39 p



## ANEXOS.

### Anexo 1: Consentimiento informado

#### Consentimiento para participar en un estudio de investigación - (PADRES) -

---

Instituciones : Universidad Nacional del Altiplano Puno  
Investigadores : Alexsander Rubén Calsin Ticona  
Título: CORRELACION ENTRE MADURACION DEL RETICULOCITO Y INDICES HEMATIMETRICOS DEL RECIEN NACIDO DE ALTURA EN EL HOSPITAL CARLOS MONGE MEDRANO DE OCTUBRE-DICIEMBRE 2014

---

#### **Procedimientos:**

Si su hijo decide participar en este estudio se le realizará lo siguiente:

- 1.- Se le tomara una muestra con una lanceta y tubo capilar en el talón al momento del nacimiento.
- 2.- Se le tomará una muestra de 1 ml de sangre del antebrazo , para conteo de reticulocitos y hematimetría luego de 24 horas de nacido.

#### **Riesgos:**

No se prevén riesgos para su hijo(a) por participar en esta fase del estudio.

La toma de muestra de sangre es ligeramente dolorosa y existe un riesgo muy pequeño de que se pueda infectar si no se mantiene la higiene adecuada, además la toma de muestra del antebrazo le puede ocasionar un pequeño hematoma (moretón) el cual desaparecerá en un tiempo aproximado de cinco días.

#### **Beneficios:**

Su hijo se beneficiará de una evaluación clínica y laboratorial. Los costos de todos los exámenes serán cubiertos por el estudio y no le ocasionarán gasto alguno.

#### **Confidencialidad:**

Nosotros guardaremos la información de su hijo(a) con códigos y no con nombres. Si los resultados de este seguimiento son publicados, no se mostrará ninguna información que permita la identificación de las personas que participan en este estudio. Los archivos de su hijo(a) no serán mostrados a ninguna persona ajena al estudio sin su consentimiento.

#### **CONSENTIMIENTO**

Acepto voluntariamente que mi hijo(a) participe en este estudio, comprendo que cosas le pueden pasar si participa en el proyecto, también entiendo el que puede decidir no participar aunque yo haya aceptado y que puede retirarse del estudio en cualquier momento. Recibiré una copia firmada de este consentimiento.

---

**Padre o apoderado**

Nombre:

---

**Fecha**

---

**Investigador**

Nombre:

---

Fecha



## **Anexo 2: Solicitudes de autorización para el estudio**

HOSPITAL CARLOS MONGE MEDRANO -JULIACA

Director: Sr. Dr. Carlos Barrientos Quiñones

Me dirijo a usted, con la finalidad de solicitar permiso para realizar mi trabajo de tesis, con las pacientes hospitalizadas en el Servicio de Obstetricia y sus recién nacidos, así como el uso de sus historias clínicas para la recolección de datos pertinentes a la investigación, que titula: "MADURACION DEL RETICULOCITO DEL RECIEN NACIDO EN EL HOSPITAL CARLOS MONGE MEDRANO DE OCTUBRE-DICIEMBRE 2014".

Atentamente

---

Alexsander Ruben calsin ticona

DNI 70079296



### Anexo 3: Ficha de Recolección de Datos

**Identificación:**

**Edad gestacional:**

**Residencia materna:**

**Tipo de parto:**

**Fecha:**

**Hora de parto:**

**APGAR:**

**Complicaciones presentadas:**

	<b>0 horas</b>	<b>24 horas</b>
<b>Reticulocitos</b>		
<b>Hemoglobina</b>		
<b>Hematocrito</b>		
<b>VCM</b>		
<b>HCM</b>		
<b>CHCM</b>		