

VALORES HEMATOLÓGICOS NORMALES EN PERSONAS SANAS A 4,000 METROS EN BOLIVIA

Dr. Rene Vásquez
Dra. Mercedes Villena



Palabras clave: Hipoxia, eritropoyesis, adaptación, mal de montaña crónico, diferencias de género.
Keywords: Hypoxia, eritropoiesis, Adaptation chronic mountain sickness, gender differences.

RESUMEN

Los valores normales hematológicos de salud para las personas que viven a 4,000 m en Bolivia, según el libro de Biología Médica de altura 2:361-367, 2001 – Es definido que el hematocrito normal y los niveles de hemoglobina en los residentes de alta altitud presentan valores superiores a los del nivel del mar, cuyos datos se requieren para diagnosticar el mal crónico de montaña (CMS) y otras condiciones determinadas, en parte, por los valores de hemoglobina o hematocrito. Se estudiaron 1934 sujetos sanos, jóvenes (edad 15-29 años), hombres y mujeres residentes de Potosí, Bolivia (4,000 m), para determinar el rango normal y el promedio de los valores de hemoglobina y hematocrito, que define como normal dentro de 2 desviaciones estándar de la media o que comprenden el 95% de la variación observada. Para el sexo masculino el hematocrito promedio es de 52,7% y un promedio de hemoglobina 17,3 g / dl. Para el sexo femenino los valores fueron de 48,3% y 15,8 g / dl, de la sangre total, respectivamente. El rango de valores normales es de 45% a 61% de hematocrito y 13 a 21g/dl de hemoglobina en los hombres y 41% a 56% de hematocrito y 12 a 19 g / dl de hemoglobina en la mujer. Estos datos indican valores de hematocrito por encima de 61% en hombres y 56% en las mujeres y los valores de hemoglobina por encima de 21 g / dl en sangre total en los hombres o 19g/dl en la mujer se encuentran fuera del rango normal.

ABSTRACT

The normal values hematological health for people living at 4000 m in Bolivia, according to the book of Medical Biology height 2:361-367, 2001 - It is defined that the normal hematocrit and hemoglobin levels in residents of high altitude values higher than sea level, whose data are needed to diagnose the chronic poor mountain (CMS) and other conditions at least partly determined by the values of haemoglobin or haematocrit. We studied 1934 healthy subjects, young (age 15-29 years), male and female residents of Potosi, Bolivia (4000 m) to determine the normal range and the average values of hemoglobin and hematocrit, which it defines as normal within 2 standard deviations of the mean or encompassing 95% of the observed variation. In males, hematocrit average is 52.7% and an average hemoglobin 17.3 g / dL. In females values were 48.3% and 15.8 g / dL, the blood, respectively. The normal range is 45% to 61% hematocrit and hemoglobin 21g/dl to 13 for men and 41% to 56% hematocrit and 12 to 19 g / dl of hemoglobin in women. These data indicate values of hematocrit above 61% in males and 56% in females and the hemoglobin levels above 21 g / dl in whole blood in men or women in 19g/dl are outside the normal range.

INTRODUCCIÓN

Los residentes de gran altitud tienen niveles de hemoglobina y hematocrito que se encuentran por encima de los observados en el nivel del mar (Garruto y Dutt, 1983; Moreno - Negro et al, 1984; Winslow et al, 1989; León-Velarde et al, 1997; Beall et al, 1998; Tarazona - Santos et al, 2000). Los niveles estándar de la serie roja se utilizan para diagnosticar el mal de montaña crónico (CMS), un síndrome caracterizado por falta de aire, cianosis, fatiga excesiva, dolor de cabeza, mareos, alteraciones de memoria, tinitus, y dolores de hueso y músculo. CMS ha estimado que se producen en aproximadamente el 4% de los habitantes de gran altitud en todo el mundo unos 5,6 millones (Moore et al, 1998). CMS puede ser fatal, dando lugar a hipertensión pulmonar y la hipertrofia ventricular derecha.

El rango normal de variación de los valores de hemoglobina y hematocrito en una determinada altura no está claro. Aunque la hemoglobina y hematocrito dados están contenidos en un gran número de estudios, el tamaño de las muestras suelen ser pequeños, que consta sólo de los hombres o incluso personas de incierto estado de salud. Nuestro grupo en el IBBA-Potosí tiene como prioridad establecer los valores normales para la población sana que residen en esta altitud, 4000 m.

Para obtener una amplia muestra de personas sanas, se ha realizado un estudio de todos los alumnos y alumnas, de 15 años de edad a 29 años, Universidad Autónoma Tomás Frías en Potosí - Bolivia, durante un periodo de 2 años. Las personas fueron juzgadas saludables sobre la base de un examen clínico y la ausencia de problemas de salud y están participando activamente en el mundo académico, atlético, y otras actividades universitarias. Definimos "normal" como el plazo de 2 desviaciones estándar de la media o el 95% de la gama de los valores observados en saludables hombres y mujeres jóvenes.

Potosí está situado en la parte sur de Bolivia (Fig., 1) sobre la llanura rodeada de 5000 a 7000 m montañas. En 1987, fue declarado Patrimonio de la Humanidad por su papel histórico en el desarrollo del imperio español. Es una pintoresca ciudad, que

contiene numerosos ejemplos de arquitectura colonial española. Impulsada por el descubrimiento de plata, estaño, y otros metales preciosos en los cerca de Cerro Rico (Rich Mountain en 1544, Potosí se convirtió en una fuente de gran riqueza para el Imperio Español y fue una de las ciudades más grandes del mundo. Miles de personas emigraron allí procedentes de todo el mundo, ya sea voluntariamente, con la esperanza de obtener riqueza en forma rápida, o reclutados para trabajar como esclavos en sus minas y fundiciones.

La minas del Cerro Rico continúan siendo trabajadas en las mismas condiciones de hace siglos, por lo que la faena minera sigue siendo muy ardua; (Wicky, 2000) Hubo algunas observaciones relativas a la adaptación humana a gran altura se hicieron en Potosí por el siglo 17, el historiador español Antonio de la Calancha (Monge, 1948). Este historiador cuenta e indica que más de una generación fue requerida para que un niño español sobreviviera en Potosí. Pero sí, nació y creció a gran altura sin previo mestizaje con poblaciones andinas, pero este requerimiento es poco claro, porque pocas mujeres europeas llegaron a Potosí durante estos primeros años, de donde se puede esperar que los habitantes se rápidamente se mezclaron entre indios, españoles, y otros grupos étnicos.

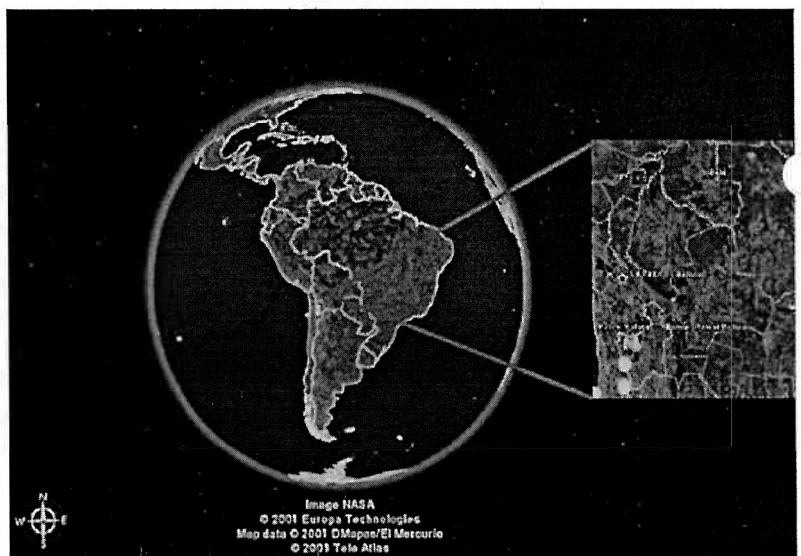


Figura N° 1: Mapa de América del Sur y Bolivia, que muestran la ubicación de Potosí.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado estudios sobre todos los estudiantes nuevos que ingresaron a la Universidad Tomás Frías, durante un período de 2 años (1992-1996) entre los requisitos aprobados por la universidad fue de contar con previa evaluación de su estado de salud. Cada estudiante recibió un examen clínico, que consiste en un electrocardiograma completo y la historia médica completa. Un total de 2162 hombres y mujeres, con edades entre 15 a 29 años, fueron estudiados de estas 57 había anomalías cardíacas y 171 estaban por encima o por debajo del rango de edad seleccionado para el estudio.

El resto de 1934 se consideró saludable sobre la base de una ausencia de enfermedad cardiorespiratoria y que se dedican a estudios académicos, atléticos y de otras actividades universitarias. Ninguna estaba embarazada, todos fueron estudiados después del ayuno nocturno en condición de reposo en el laboratorio IBBA Potosí, a una altura de 3963 m, 18 ° C. y una media de la presión barométrica de 480mmhg. La muestra de sangre (7 ml se la obtuvo de la vena ante cubital previa colocación de torniquete que se aplicó para facilitar la visualización de la vena, pero de la toma de la muestra de sangre el torniquete fue retirado.

Instrumentación: El hematocrito se midió utilizando la micro centrifuga en 10.000 a 12.000 r.p.m. por 3 min. y se lee como porcentaje con una escala graduada. La hemoglobina se midió utilizando el método cyanmethemoglobin. Las muestras se colocaron en solución Drabkin • y se lee a 540 nm utilizando un espectrofotómetro (Perkins Elmer modelo de 6 / 8, Oakbrook, IL). Los valores se expresan en gramos por decilitro de sangre total.

Estadísticas: los datos se expresaron como media + - desviación estándar en las tablas, texto y cifras. Los grupos se compararon mediante dos pruebas "t" de muestras, de uno o dos con el análisis de varianza, así las pruebas de suma rango o en su caso utilizando SAS (Carey, NC). Se consideró significativo el resultado cuando p es menor a 0,05.

RESULTADOS

Los hombres tuvieron mayores valores de hemoglobina y hematocrito que las mujeres en cada grupo de edad (fig. 2 y Tabla 1). Para ambos sexos, los valores fueron ligeramente, mayores pero no tan significativos en los de 20 a 29 años-en comparación con la de 15 a 19 - año los grupos de edad. La combinación de los dos grupos de edad, del sexo masculino el hematocrito promedio es de 52,7% y la hemoglobina fue 17,3 g/100 ml. Sangre total.

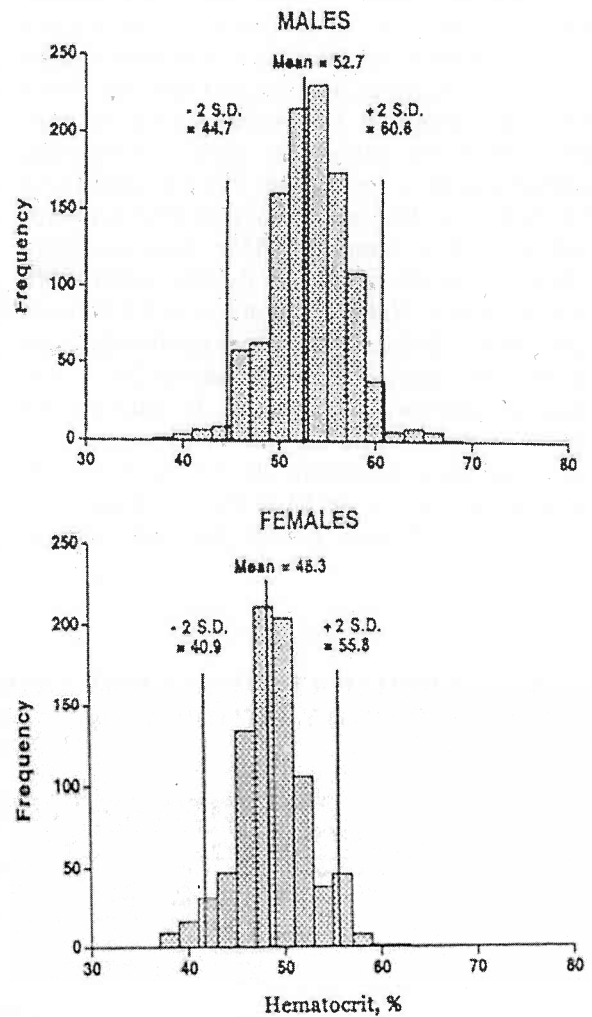


Figura N° 2. Histograma mostrando frecuencia para valores de hematocrito y de la media 2 y desviación estándar (DE) valores observados en 1934, de 15 a 29 años de edad, sanos, hombres y mujeres residentes de Potosí, Bolivia (altitud, 4000 m).

Tabla N° 1: PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE LOS SUJETOS EN ESTUDIO (MEDIA + - DESVIACIÓN ESTANDAR SD)

Sexo	Grupo de edades	N	Hematocrito Media + - SD	Hemoglobina Media + - SD
Hombres	15-19	578	52,6 + - 3,7	17,2 + - 1,9
	20-29	508	52,7 + - 4,2	17,5 + - 2,2
		1 086	52,7 + - 4,0	17,3 + - 2,0
Mujeres	15-19	519	48,3 + - 3,6	15,9 + - 1,4
	20-29	329	48,4 + - 3,9	15,6 + - 2,1
	All	848	48,3 + - 3,7	15,8 + - 1,7

Los correspondientes valores en el 48,3% fueron mujeres y 15,8 g/100 ml. Sangre total, alrededor de un 10% más bajo.

Teniendo en cuenta el rango de la normalidad para que integren, la media + - desviaciones estándar o 95% del total de la distribución, los valores normales de hematocrito varió de 45% a 61% en hombres y 41% a 56% en las mujeres (Fig. 2). Estos valores de corte correspondía estrechamente a los valores 2,5 percentil (43,5 los hombres, 40% mujeres) y el 97,5 percentil valores (60% hombres, 56% mujeres) para observar la distribución de los valores de hematocrito. Hubo 22 hombres y 13 mujeres con valores de hematocrito por encima de estos puntos de corte, que comprende el 2% y 1%, respectivamente, del total de la muestra. La gama se compone de los valores de media + - 2 desviaciones estándar de los valores de hemoglobina fue de 13 a 21 g / dl para los hombres y 12 para g / dl para las mujeres (cuadro 1)

DISCUSIÓN

Se encontró que el rango normal de valores en 4000 m, que se define como el plazo de 2 desviaciones estándar de la media o el 95% de la variación observada en sanos, los adultos jóvenes (15 - 29 años de edad), fue de 13 para los hombres y de 12 a 19 g/Dl, y el 45% a 61% para los hombres y de hematocrito de 12 a 19 g / dl y el 41% a 56% hematocrito para las mujeres, valores por encima de 21 g/dl, de hemoglobina o hematocrito del 56% en las mujeres estaban fuera del rango normal, por tanto, se considera anormal. Para definir el rango de variación normal en una determinada altitud se necesita para diagnosticar el mal de montaña crónico (CMS) y otras condiciones basadas, en parte, en los valores de hemoglobina o hematocrito. Sin embargo, no hay consenso sobre el rango normal de los valores de hemoglobina o hematocrito a gran altura.

Los valores de corte en la literatura demuestran los siguientes datos:

Tabla N° 2: HEMATOCRITO (%) Y HEMOGLOBINA (g / dL. SANGRE TOTAL) VALORES POR REGIONES, SEXO Y ALTITUD (Media + - - NORMA DESVIATION, SD) Y TAMAÑO DE LA MUESTRA (N)

Region	Altitude, m	Reference	N	Hematocrit, +2SD	Hemoglobin, 2SD
South American	3700	Ch Winslow et al. (1989)	29	52.2 ± 4.6	18.0 ± 1.8
	3800-4065	Bo Beall et al. (1998)	91		19.1 ± 0.2
	4000	Bo This study	1086	52.7 ± 3.9	17.3 ± 1.5
	4200	Peru Garruto and Dutil (1983)	45	51.4 ± 3.9	17.3 ± 1.5
			Average	52.1	17.9
Females	3800-4065	Bo Beall et al. (1998)	83		17.8 ± 0.2
	4000	Bo This study	848	48.3 ± 3.7	15.8 ± 1.7
	4300	Peru Leon-Velarde et al. (1997)	112	47.4 ± 4.1	15.6 ± 1.7
			Average	47.8	15.6
<i>Himalayas</i>					
Males	3000	Tib Moore, unpub.	18	50.3	15.2
	3560	Nep Beall and Reichsman (1984)	126		16.1 ± 1.2
	3700	Tib Moore, unpub.	22	54.4	17.4
	3700	Nep Winslow et al. (1989)	30	48.4 ± 4.5	16.9 ± 1.2
	3800-4065	Tib Beall et al. (1998)	75		15.6 ± 0.2
	4500	Tib Moore, unpub.	24	55.9	17.3
	4850-5350	Tib Beall (1997)	47		18.2 ± 1.9
			Average	52.2	16.7
Females	3000	Tib Moore, unpub.	11	46.2	14.0
	3560	Nep Beall (1984)	100		14.4 ± 1.4
	3700	Tib Moore, unpub.	24	45.3	13.9
	3800-4065	Tib Beall et al. (1998)	61		14.2 ± 0.1
	4500	Tib Moore, unpub.	10	54.0	16.5
	4850-5350	Tib Beall (1997)	56		16.7 ± 1.5
				Average	48.5

Abbreviations: Ch, Chile; Bo, Bolivia; Tib, Tibet; Nep, Nepal.

El rango oscila entre 20 de hemoglobina a 23 g / dl en sangre total en los hombres (y Xie Pei, 1981; Tufts en al., 1985; León Velarde et al., 1993; Wu et al., 1998), Algunos (León-Velarde et al., 1997), y otros grupos (Wu et al., De 1998, Xie y Pei, 1981), han utilizado poco, la disminución de los valores de corte para las mujeres, la necesidad de determinar el rango normal de hemoglobina o hematocrito adecuado de los residuos, los puntos de corte para el diagnóstico de la CMS se pidió recientemente en una conferencia internacional (Kobayashi et al. - 1998). allí antes de la actual investigación, se comprometió a establecer el rango de la normalidad para la salud de los jóvenes en Potosí en la elevación de -4000 m. Se consideraron "normales" como el plazo de 2 desviaciones estándar de la media o la gama que abarca el 95% de los valores observados en jóvenes sanos personas. Desde CMS rara vez ocurre en los jóvenes, se ha considerado que la elección de hombres jóvenes y sanos y con exclusión de toda mujer con enfermedades cardiorrespiratorias permitiría definición de la que es normal en esta altura.

En comparación con la literatura de observaciones en América del Sur, nuestros valores de hemoglobina y hematocrito son similares a los observados para los hombres y las mujeres que residen en altitudes similares (Tabla 2). Los valores de hemoglobina y hematocrito que aquí se refleja están en correlación con aquellos de un estudio más amplio realizado en Potosí en el que se presentan valores parecidos (hematocrito = 53% en hombres y 48% en mujeres) (M. Villena, inédito Datos). En este estudio, la media de hematocrito para las personas de 15 años a 54 años varía menos del 3% en los hombres y 1% de mujeres, lo que sugiere que la hemoglobina y el hematocrito poco cambio en todo el rango de edad de adultos. El uso de los datos actuales en combinación con la literatura y la definición de "normal" es con 2 desviaciones estándar por encima de la media, los valores de hemoglobina por encima de la hemoglobina 21 g / dl en sangre total en el hombre y la hemoglobina 19 g / dl en sangre total o de la mujer por encima de hematocrito 61% en hombres y 56% en las mujeres parece ser anormal. En comparación con los valores de hemoglobina o hematocrito informados de la región del Himalaya, los valores de los Andes son algo superiores, aunque hay una superposición considerable en sus distribuciones (Tabla 2). Probablemente como resultado de ello, la prevalencia

de la CMS es menor en el tibetano frente a la población andina (Moore et al., 1998a). Como es evidente en este informe, la hemoglobina y el hematocrito varían entre personas sanas. Varios factores pueden contribuir a esta variación. Hoy en día existe otra variación de la masa de glóbulos rojos y el plasma. Hemos tratado de minimizar este aspecto mediante el estudio de asignaturas en la reposo, en ayunas. La variación de los valores normales que cabe esperar es que sea mayor en mujeres que en hombres, como resultado de la pérdida de sangre durante la fase folicular (Kim et al., 1993). Sin embargo, los coeficientes de variación (desviación std / media) fueron similares en los hombres y las mujeres (11,6% vs 10,8%, respectivamente, de la hemoglobina y del 7,6% vs 7,6%, respectivamente, para hematocrito), lo que sugiere que el ciclo menstrual o de otros factores específicos de cada sexo no afectará en gran medida la variabilidad.

El aumento de la hemoglobina y el hematocrito a gran altura se deben a los efectos estimulantes de la hipoxia sobre la producción de la eritropoyetina y por tanto es modulada por factores fisiológicos que afectan la oxigenación arterial, la producción de eritrocitos, y el volumen plasmático. Se ha estudiado la variación interindividual en la ventilación. El nivel de respuesta ventilatoria hipóxica parece influir en el nivel de la oxigenación arterial alta durante la aclimatación a la altura.

Que tal variación de la oxigenación arterial se refiere a la hemoglobina o hematocrito después de meses a años de residencia a gran altura, además cuenta con el apoyo de las observaciones de los niveles más bajos de la ventilación alveolar y la saturación arterial del O₂ en las personas con exceso de policitemia que en individuos sanos a la misma altura. Son especialmente marcadas las diferencias en la oxigenación arterial durante el sueño, lo que sugiere que los episodios repetidos de hipoxia grave son como contribuyente a la exagerada policitemia de la CMS (el Sol al., 1996).

Los valores menores de hemoglobina y hematocrito generalmente visto en el tibetano en comparación con la altura andina acompañado de los residentes, tienen valores medios más altos de la ventilación alveolar efectiva (es decir, las mareas y Pco₂ en un determinado fin de marea Po₂) cuando se comparan todos los estudios (Moore, 2000).

En conclusión, sobre la base de los datos reportados para la salud de los residentes aquí en Potosí - Bolivia (4000-), con puntos de corte razonables para la policitemia exagerada, alcanza a valores de hematocrito del 61% y el 56% y los valores de hemoglobina de 21 g / dl en sangre total y llega a 19 g / dl en sangre total en el hombre y la mujer, respectivamente. Futuros estudios son necesarios para determinar las contribución relativa de la ventilación, de la eritropoyetina, y el volumen de regulación de los factores que exageran la formación de la policitemia como una respuesta a la altura y la medida en que esos factores se relacionan con los signos y síntomas clínicos de la CMS

AGRADECIMIENTOS

La voluntad de los sujetos para participar en estos estudios y la ayuda recibida de IBBA, La Paz, y de la universidad Tomás Frías que hizo posible estos estudios, concretamente, damos las gracias a la Lic. Tita Duran Ayala para la asistencia técnica. Roberta Martine y Lorna G. Moore que ayudó en la realización de los análisis estadísticos y la escritura de este artículo, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. All C.M., and Goldsten M, C. (1987). Hemoglobin concentration of pastoral nomads permanently resident at 4,850-5,450 meters in Tibet. *Am. J. Phys. Antropol.* 73; 433-438.
2. Beall C.M., and Reichsman A.B. (1984). Hemoglobin levels in a Himalayan high altitude population. *Am. J. Phys. Antropol.* 63:301-306.
3. Beall C.M., Strohl K.P., Blangero J., Williams-Blangero S., Goldstein M.C., Decker M.J., Vargas E, Villena M., Soria R., Alarcón A.M., and Gonzáles C. (1998), Hemoglobin concentration of high altitude Tibetans and Bolivian Aymara. *Am. J. Phys. Antropol.* 106: 385-400.
4. Garruto R.M., and Dut J.S. (1983). Lack of prominent compensatory polycythemia in traditional native Andeans living at 4.200 m. *Am. J. Phys. Antropol* 61: 355-366.
5. Kim I., Yetley E.A., and Calvo M.S. (1993). Variations in iron status measures during the menstrual cycle. *Am. J. Clin. Nutr.* 58:705-709.
6. Kobayashi T., Masuyama S., Monge C., Ohno H., and Reeves J.T. (1998). Chronic mountain sickness: introductory comments. In: *Progress Mountain Medicine and high altitude Physiology*, H. Ohno, T. Kobayashi, S. Masuyama and M. Nakashima eds. Matsumoto, Press Committee, Matsumoto, Japan, pp. 105-106.
7. Kryger M., Mccullough R., Doekel R., Collins D., Weil J.V., and Grover R.F. (1978). Excessive polycythemia of high altitude role of ventilatory drive and lung disease. *Am.Rev Respir. Dis*, 118: 659-666.
8. Leon-Velarde F., Arregui A., Monge C., and Ruíz y Ruíz H. (1993). Aging at high altitudes and the risk of chronic mountain sickness. *J. Wilderness Med.* 4: 183-188.
9. Leon- Velarde F., Ramos M.A, Hernández J.A., Deidi-aquez D., Muñoz L.S., A., Córdova S., Durand D., and Monge C. (1997). The role of menopause en the development of chronic mountain sickness. *Am. Physiol.* 41:R90-R94.
10. Monge C.M. (1948). *Acclimatization in the Andes*. John: Hopkins Press, Baltimore, M.D, USA.
11. Moore L.G.. (2000). Comparative ventilatory adaptation to high altitude. *Respir. Physiol.* 121:257-276.
12. Moore L.G, Asmus I., and Curran I, (1998a). Chronic mountain sickness: gender and geographic variation. In *Progress in mountain Medicine and High Altitude physiology*. H,Ohno, T. Kobayashi, S. Masuyama, and M. Nakashima, eds. Matsumoto: Press Committee Matsumoto, Japan, pp. 114-119.
13. Moore L.G., Niermeyer S., and Zamudio S. (1998 b). Human adaptation to high altitude: regional and life cycle perspectives, *Am. J. Phys. Anthropol* yearbook 41:25-64.

14. Moreno-Black G., Quinn V., Haas J., Franklin J., and Beard J. (1984). The distribution of haemoglobin concentration in a sample of native high-altitude women. *Ann. Hum. Biol.* 11:317-325
15. Reeves JT., Mc Cullouhh R.E., Moore L.G., Cymerman A., and Weil J.V. (1993). Sea-Level PCO₂ relates to ventilatory acclimatization at 4300 m. *J. Appl. Physiol.* 75: 1117-1122.
16. Sun S.F., Oliver-Pickett C., Droma T.S., Micco A. J., zamudio S., Zshuang J.G., Mc Cullllough R.C., Cymerman A., Ping Y., and Moore L.G (1996). Breathing and brain blood flow during sleep in patients with chronic mountain sickness. *J. appl Phisiol.* 81: 611-618.
17. Tarazona-Santos E.L.M., Pastor S., Fiori G., and Petterner D. (2000). Hematological and pulmonary reponse high altitude in Quechuas a multivariate approach. *Am. J. Phy. Anthropol.* 11:165-176.
18. Tufts D.A., Haas J.D., Beard J.L., and Spielvogel H. (1985). Distribution of haemoglobin and functional consequences of anemia in males at high altitude. *Am. J. clin. Nutr.* 42:1-11.
19. Wicky J.C.. (2000). Mountains of pain. *Smithsonian.* 31(8): 142-151.
20. Wislow R.M., Chapman K.W., Gibson C.C., Samaja M., Monge C.C., Goldwasser E., Sherpa M., Blume F.D., and Santolaya R. (1989). Different hematologic responses to hypoxia in sherpas and Quechua Indians , *J. Appl. Physiol.* 66-1561-1569.
21. Wu T.Y., Li W., Li Y, Ge R-L., Cheng Q., Wang S., Zhao G., Wei L., Jin Y., and Don G. (1998)). Epidemiology of chronic mountain sickness ten years study in Qinghai- Tibet. In: *Progress in mountain Medicine and High Altitude Physiology.* H Ohno, T. Kobayashi, S. Masuyama, and M. Nakashima, eds. Japanese Society of Mountain Medicine, Tokyo, Japan.
22. Xie CF., and Pei SX. (1981),. Some physiological data of sojourners and native highlanders at there different altitudes in Xisang. In: *Geological and Ecological studies of Qinghai -Xizang Plateau.* DD.S. Liu, ed. Gideon and Beach, London, pp. 1449-1452.