



ORIGINAL

Valores de referencia del hemograma completo en escolares de 8 a 12 años de edad residentes a 2.760 m sobre el nivel del mar

L. Armando García-Miranda, I. Contreras y J.A. Estrada*

Laboratorio de Neuroquímica, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México

Recibido el 15 de febrero de 2013; aceptado el 22 de junio de 2013

Disponible en Internet el 6 de octubre de 2013

PALABRAS CLAVE

Hemograma;
Valores de referencia;
Niños;
Altitud

Resumen

Objetivos: Determinar los valores de referencia del hemograma completo para una población de niños de 8 a 12 años de edad que viven a una altitud de 2.760 m sobre el nivel del mar.

Material y métodos: Se analizó una muestra de 102 individuos, a los cuales se les realizó un hemograma completo. Los parámetros analizados incluyeron: cuenta total de eritrocitos, plaquetas y leucocitos, incluyendo conteo diferencial (millones/ μ l y %) de linfocitos, neutrófilos, eosinófilos, basófilos y monocitos. Adicionalmente, se obtuvieron los valores de hemoglobina, hematocrito, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de hemoglobina corpuscular y amplitud de distribución eritrocitaria. Los resultados obtenidos se analizaron por medio de estadísticas no paramétricas para dividir la muestra en cuartiles y obtener los límites inferiores y superiores. Adicionalmente, se comprobaron los valores obtenidos analizando límites de 2 desviaciones estándar hacia arriba y hacia debajo de la media para cada valor.

Resultados: Los resultados mostraron diferencias entre los valores de los intervalos obtenidos para nuestra población y los valores de referencia reportados para la población mexicana en general, en la mayoría de los parámetros analizados.

Conclusiones: La biometría hemática es uno de los exámenes de laboratorio empleados rutinariamente para la valoración inicial del paciente. Los valores de la biometría hemática en pacientes sanos varían según el género, la edad y la ubicación geográfica; por lo tanto, cada población debe tener valores de referencia propios.

© 2013 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: jaestrada@uaemex.mx, jose.estrada@mail.mcgill.ca (J.A. Estrada).

KEYWORDS

Full blood count;
Reference values;
Children;
Altitude

Full blood count reference values in children of 8 to 12 years old residing at 2,760 m above sea level

Abstract

Objective: To determine reference values for full blood count parameters in a population of children 8 to 12 years old, living at an altitude of 2760 m above sea level.

Material and methods: Our sample consisted of 102 individuals on whom a full blood count was performed. The parameters included: total number of red blood cells, platelets, white cells, and a differential count (millions/ μl and %) of neutrophils, lymphocytes, monocytes, eosinophils and basophils. Additionally, we obtained values for hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin, concentration of corpuscular hemoglobin and red blood cell distribution width. The results were statistically analyzed with a non-parametric test, to divide the sample in quartiles and obtain the lower and upper limits for our intervals. Moreover, the values for the intervals obtained from this analysis were compared to intervals obtained estimating ± 2 standard deviations above and below from our mean values.

Results: Our results showed significant differences compared to normal interval values reported for the adult Mexican population in most of the parameters studied.

Conclusions: The full blood count is an important laboratory test used routinely for the initial assessment of a patient. Values of full blood counts in healthy individuals vary according to gender, age and geographic location; therefore, each population should have its own reference values.

© 2013 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La sangre se conforma por un componente líquido, denominado plasma, y por elementos celulares, entre los cuales se encuentran los leucocitos (glóbulos blancos), trombocitos (plaquetas) y eritrocitos (glóbulos rojos). Un adulto normal tiene alrededor de 6 l de este líquido vital, el cual representa del 7 a 8% del peso corporal total. El plasma constituye casi el 55% del volumen sanguíneo; el 44% lo componen los eritrocitos y el 1% restante lo componen los leucocitos y plaquetas¹⁻³. Las diferencias fisiológicas en la concentración de los elementos de la sangre pueden ocurrir de acuerdo con la etnicidad, la edad, el sexo y la ubicación geográfica; los diferencias más notorias se presentan entre los recién nacidos y los adultos³⁻⁵.

La biometría hemática (BH) es una herramienta indispensable para la valoración diagnóstica hematológica de un paciente (ambulatorio u hospitalizado)⁶. La BH valora los componentes celulares de la sangre: leucocitos, eritrocitos y plaquetas, además de los índices eritrocitarios primarios y secundarios. Un examen de BH puede proporcionar hasta 25 diferentes parámetros, por lo cual se ha convertido en una herramienta muy útil para el diagnóstico de los pacientes^{3,7}. Los valores de los diferentes parámetros de la BH son muy variables; por ejemplo, la concentración de hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto), volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y el conteo de eritrocitos aumentan con la edad (de los 5 a los 17 años)^{7,8}. Por otro lado, la concentración de leucocitos se incrementa posterior al nacimiento, pero tiende a disminuir y estabilizarse después del primer año de vida^{1,8}. Los cambios patológicos en las concentraciones de células sanguíneas específicas con frecuencia pueden constituir el primer signo de enfermedad⁹. Por esta razón, es importante

contar con valores de referencia del hemograma completo para los diversos grupos poblacionales, para la valoración adecuada del estado de salud del individuo.

La altitud es uno de los factores que afectan más notablemente a los valores de la BH^{10,11}, debido a las diferencias en la concentración de oxígeno y la presión atmosférica, por lo que se deben de contar con valores de referencia de la BH completa para poblaciones que vive en regiones geográficas a gran altitud. Como se mencionó anteriormente, la edad también es un factor de variabilidad para los diferentes parámetros hematológicos, por lo que el presente trabajo tuvo como objetivo determinar los parámetros de referencia del hemograma completo para niños escolares de 8 a 12 años de edad que viven a una altitud media de 2.760 m sobre el nivel del mar.

Método**Universo de trabajo**

Habitantes de la localidad de San Francisco Tlalcalcalpan, la cual está situada en el Municipio de Almoloya de Juárez, en el Estado de México, con una población de 13.721 habitantes y una altitud media de 2.760 m sobre el nivel del mar. Esta localidad es considerada zona conurbana de la ciudad de Toluca, la capital de Estado de México, la cual se encuentra a 2.680 m sobre el nivel del mar.

Población

Muestreo por conveniencia de 102 niños escolares clínicamente sanos, de 8 a 12 años de edad de una escuela primaria regional.

Muestras

Previo firma del consentimiento y asentimiento informado del padre o tutor y del niño, respectivamente, se obtuvo por punción venosa una muestra de sangre anticoagulada (EDTA) en tubos tipo Vacutainer; posteriormente, los hemogramas fueron procesados en un citómetro de flujo Sysmex XE-200 (Beckman, Nueva York, Estados Unidos).

Criterios de inclusión

Niños (ambos sexos) de 8 a 12 años de edad, con al menos 8 h de ayuno, que aceptaran participar en el estudio y que fueran clínicamente sanos al momento de la toma de muestra.

Criterios de exclusión

Niñas que estuvieran cursando con su ciclo menstrual; niños (ambos sexos), que al momento de la toma de muestra presentaran alguna afección.

Análisis estadístico

Se obtuvo la media \pm desviación estándar (DE) para cada parámetro del hemograma. El cálculo de los intervalos se realizó eliminando los valores fuera de la distribución normal del 95% de la población. Posterior a esto, se consideraron los valores que corresponden a $\pm 2,5$ DE en ambos límites de la población. Adicionalmente, se llevó a cabo una prueba no paramétrica de Tukey para calcular los cuartiles Q 2,5-Q 97,5. Los resultados se presentan por población total y agrupada por sexo. Así mismo, se llevó a cabo la comparación de los valores obtenidos con los reportados por Díaz Piedra et al.⁶, haciendo una comparación entre las amplitudes de los intervalos. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión 15.0.

Parámetros analizados: cuenta total de eritrocitos, plaquetas y leucocitos. De los leucocitos, se llevó a cabo la cuenta diferencial (en porcentaje y número absoluto) de linfocitos, neutrófilos, eosinófilos, basófilos y monocitos. También se obtuvieron los valores de Hb, Hto, VCM y(HCM, concentración de hemoglobina corpuscular (CHCH) y amplitud de distribución eritrocitaria (ADE).

Resultados

De la población total estudiada, 39 sujetos fueron del sexo masculino y 63 del sexo femenino. Los valores para los intervalos de referencia para los leucocitos totales, los eritrocitos y las plaquetas, para el total de la población y separada por género, se muestran en la [tabla 1](#). La [tabla 2](#) muestra los intervalos obtenidos para la cuenta diferencial de leucocitos en números absolutos (miles/ μ l) y en frecuencia (%) para la población total.

La [tabla 3](#) muestra los valores de: Hb, Hto, VCM, HCM, concentración media de hemoglobina corpuscular (CMHC) y la ADE, en población total, población femenina y población masculina.

Las [tablas 4-6](#) muestran las comparaciones de la variación en porcentaje y de acuerdo con la amplitud de los intervalos, entre los límites superiores e inferiores del intervalo calculado y los reportados para el citómetro empleado para realizar las BH, así como los reportados para la población mexicana adulta⁶.

Discusión

El objetivo de este trabajo fue determinar los posibles valores de referencia para los parámetros de la BH en niños escolares que habitan a una altitud de 2.760 m sobre el nivel del mar. Diferentes estudios han mostrado que los parámetros eritrocitarios y los valores de Hb se ven modificados a diferentes altitudes^{11,12}; es por ello que se necesita contar con valores de referencia para poblaciones que habitan a gran altitud, considerando así mismo el género y los diferentes grupos de edad. En este estudio se realizaron 102 BH a niños escolares de 8 a 12 años de edad y se determinaron los posibles intervalos de referencia para 6 índices eritrocitarios, así como las cuentas totales de eritrocitos, leucocitos y plaquetas. Adicionalmente, se realizó una cuenta diferencial de los leucocitos en número total (millones/ μ l) y porcentaje.

De todos los parámetros analizados en las muestras, solo se encontró diferencia estadísticamente significativa entre géneros en el parámetro de VCM ($p \leq 0,05$, con prueba de t y ANOVA). Este dato sugiere que, en este rango de edad, la población es homogénea, aun cuando se analizó una mezcla de sujetos que son considerados pediátricos (8-10 años) y sujetos pediátricos que empiezan a considerarse como adolescentes tempranos (10-12 años)¹³.

Una vez obtenidos los intervalos, se realizó una comparación de los mismos con los intervalos reportados para el citómetro de flujo Sysmex XE-200, empleado para realizar las BH de nuestras muestras, el cual marca valores de referencia para población hospitalaria adulta que habita a 2.680 m sobre el nivel del mar. Adicionalmente, se llevó a cabo una comparación de los intervalos obtenidos para esta población con los reportados por Díaz Piedra et al.⁶, quienes reportaron valores de referencia para la población mexicana adulta en general ([tablas 4-6](#)).

El análisis de amplitud de intervalos y el cálculo del porcentaje de variación entre los intervalos calculados y los reportados en la bibliografía se llevaron a cabo tomando arbitrariamente un porcentaje del 15% como diferencia significativa entre los intervalos obtenidos y los reportados; este análisis nos permitió observar que para la cuenta de eritrocitos, el intervalo calculado para la población femenina no presentó diferencias con el intervalo reportado para el equipo utilizado, pero sí se observó una diferencia del 85% en el límite superior con el intervalo reportado para la población mexicana adulta. Para la población masculina se observó que el límite inferior del intervalo calculado fue un 36,4% mayor que el del intervalo del citómetro; sin embargo, al comparar el intervalo calculado con el reportado para la población mexicana adulta se observó que nuestro intervalo fue un 27,3% más amplio en el límite superior. En ambos casos, nuestros resultados sugieren que la población analizada en nuestro estudio cuenta con un número mayor de eritrocitos en circulación, lo cual correlaciona de manera adecuada con el incremento en las necesidades fisiológicas para el transporte de oxígeno a mayor altitud.

Tabla 1 Intervalos de referencia para la población total, población femenina y población masculina: eritrocitos, leucocitos totales y plaquetas

Parámetro	Media	DE	Intervalo ± 2 DE	Intervalo calculado	Intervalo del citómetro ^a	Intervalo población mexicana ^b
<i>Eritrocitos (millones/μl)</i>						
Total	5,3	0,34	4,6-6,0	4,7-5,9		
Femenino	5,3	0,32	4,6-5,9	4,6-5,8	4,4-6	4,5-5,2
Masculino	5,4	0,36	4,6-6,1	4,7-6,1	5,1-6,2	4,7-5,8
<i>Leucocitos totales (miles/μl)</i>						
Total	6,4	1,8	2,8-10,1	4,1-9,4		
Femenino	6,6	1,9	2,9-10,3	4,1-9,4	4,1-8,8	4,5-10
Masculino	6,1	1,7	2,6-9,5	3,8-8,9	4,2-8,9	4,5-10
<i>Plaquetas (miles/μl)</i>						
Total	286,8	60,1	167-407	184-398		
Femenino	290,4	55,2	178-401	192-395	183-390	150-500
Masculino	281,0	67,6	146-416	170-387	130-338	150-500

DE: desviación estándar.

^a Intervalos reportados para el citómetro de flujo Sysmex XE-200 empleado para realizar las BH.^b Intervalos de referencia reportados para la población mexicana⁶.

Fuente: Díaz Piedra et al.

Con respecto a la cuenta total de leucocitos, no se encontraron diferencias entre los intervalos calculados y los reportados para el citómetro. Por otro lado, al comparar el intervalo calculado con el de la población mexicana

adultas se observó que hay diferencias importantes, siendo más amplios los límites inferiores (12,7%) y menos amplio el superior (20%) en la población masculina. Las variaciones encontradas en estos parámetros entre nuestra población y

Tabla 2 Intervalos de referencia para la población total: cuenta diferencial de leucocitos (millones/ μ l y %)

Células	Media	DE	Intervalo ± 2 DE	Intervalo calculado	Intervalo del citómetro ^a	Intervalo población mexicana ^b
<i>Neutrófilos (millones/μl)</i>						
Total	3,2	1,3	0,54-5,9	1,7-4,6	1,7-6,3	1,5-7,4
<i>Linfocitos (millones/μl)</i>						
Total	2,6	0,71	1,2-4	1,6-3,5	0,77-4,2	0,94-4,8
<i>Monocitos (millones/μl)</i>						
Total	0,42	0,15	0,12-0,71	0,15-0,7	0,13-0,93	0,09-0,8
<i>Eosinófilos (millones/μl)</i>						
Total	0,12	0,12	0,0-0,36	0,02-0,5	0,0-0,46	0,04-0,4
<i>Basófilos (millones/μl)</i>						
Total	0,02	0,01	0,0-0,04	0,0-0,05	0,0-0,07	0,01-0,1
<i>Neutrófilos (%)</i>						
Total	49,1	8,1	32,9-65,3	31,1-68,5	41,4-71,3	34-74
<i>Linfocitos (%)</i>						
Total	41,0	8,1	24,9-57,2	23,2-56,6	18,8-47,1	21-48
<i>Monocitos (%)</i>						
Total	6,5	1,6	3,3-9,8	3,7-9,2	3,2-10,5	2-8
<i>Eosinófilos (%)</i>						
Total	2,8	2,3	0-7,4	0,4-5,7	0,0-5,2	1-4
<i>Basófilos (%)</i>						
Total	0,49	0,25	0-1	0,2-0,9	0,2-0,8	0-1

DE: desviación estándar.

^a Intervalos reportados para el citómetro de flujo Sysmex XE-200, empleado para realizar las BH.^b Intervalos de referencia reportados para la población mexicana⁶.

Fuente: Díaz Piedra et al.

Tabla 3 Intervalos de referencia para la población total, población femenina y población masculina: parámetros eritrocitarios primarios y secundarios

Parámetro	Media	DE	Intervalo \pm 2 DE	Intervalo calculado	Intervalo inserto ^a	Intervalo población mexicana ^b
Hb (g/dl)						
Total	15,5	0,81	13,9-17,1	14-17,3		
Femenino	15,5	0,73	14,1-17	13,7-16,7	13,7-17	12,0-16,0
Masculino	15,5	0,95	13,6-17,4	13,9-17,1	15,9-19,1	14,0-18,0
Hto (%)						
Total	45,1	2,2	40,6-49,6	40,1-49,2		
Femenino	45,3	2,0	41,2-49,3	40,3-49,8	40,1-50,8	37,0-47,0
Masculino	44,9	2,6	39,7-50,2	39,8-50,2	46,5-55,9	40,0-54,0
VCM (fL)[*]						
Total	85,0	3,8	77,3-92,7	77,9-92,9		
Femenino	85,7	3,7	78,2-93,1	79,2-93	77,6-98,3	78,0-99,0
Masculino	83,6	3,4	76,4-91,5	76,5-90	85,4-96,3	78,0-99,0
HCM (pg)						
Total	29,2	1,3	26,6-31,9	26,7-31,7		
Femenino	29,4	1,4	26,7-32,2	26,5-32,3	25,8-33,5	27,0-31,0
Masculino	29,0	1,3	26,5-32,5	26,6-30,9	28,7-33,4	27,0-31,0
CMHC (g/dl)						
Total	34,4	0,69	33-35,8	33,2-35,7		
Femenino	34,3	0,67	33-35,7	33,2-35,8	31,3-36,1	32,0-36,0
Masculino	34,5	0,70	33,1-35,9	32,9-35,3	33,1-35,2	32,0-36,0
ADE (%)						
Total	12,6	0,48	11,6-13,5	11,7-13,4		
Femenino	12,5	0,50	11,5-13,5	11,6-13,2	11,4-14,7	12,0-17,7
Masculino	12,6	0,44	11,7-13,5	11,7-13,6	11,8-13,9	11,8-17,6

DE: desviación estándar.

^a Intervalos reportados para el citómetro de flujo Sysmex XE-200, empleado para realizar las BH.^b Intervalos de referencia reportados para la población mexicana⁶.

Fuente: Díaz Piedra et al.

^{*} $p \leq 0,005$ entre población femenina y población masculina.

la población reportada por Díaz Piedra et al. pueden deberse a que estos últimos emplearon muestras provenientes de pacientes en centros de salud, por lo que los mismos pudieran presentar variaciones en sus parámetros leucocitarios,

que no serían directamente comparables con los de nuestra población, adicionalmente a las diferencias en edad.

Para la cuenta total de plaquetas se encontraron diferencias entre los intervalos calculados para la población

Tabla 4 Comparación en el porcentaje de variación de los límites superiores e inferiores entre los intervalos calculados en este estudio y los valores reportados para el citómetro y la población mexicana adulta: eritrocitos, leucocitos totales y plaquetas en poblaciones femenina y masculina

Parámetro	Amplitud del intervalo calculado	Amplitud del intervalo del citómetro	Amplitud del intervalo para población mexicana	Calculado vs. citómetro	Calculado vs. población mexicana
Eritrocitos (millones/μl)					
Femenino	1,2	1,6	0,7	-12,5, -12,5	-14,3-85,7
Masculino	1,4	1,1	1,1	36,4, -9,1	0-27,3
Leucocitos totales (miles/μl)					
Femenino	5,3	4,7	5,5	0-12,8	7,3, -10,9
Masculino	5,1	4,7	5,5	8,5-0	12,7, -20
Plaquetas (miles/μl)					
Femenino	203	207	350	-4,3-2,4	-12, -30
Masculino	217	208	350	-19,2-23,5	-5,7, -32,3

Tabla 5 Comparación en el porcentaje de variación de los límites superiores e inferiores entre los intervalos calculados en este estudio y los valores reportados para el citómetro y la población mexicana adulta: cuenta diferencial de leucocitos (millones/ μ l y %) en la población total

Células	Amplitud del intervalo calculado	Amplitud del intervalo del citómetro	Amplitud del intervalo para población mexicana	Calculado vs. citómetro	Calculado vs. población mexicana
<i>Neutrófilos (millones/μl)</i>					
Total	2,9	4,6	5,9	0, -37	-3,4, -47,5
<i>Linfocitos (millones/μl)</i>					
Total	1,9	3,4	3,9	-23,5, -20,6	-16,9, -33,3
<i>Monocitos (millones/μl)</i>					
Total	0,55	0,8	0,71	-2,5, -28,8	-8,5-14,1
<i>Eosinófilos (millones/μl)</i>					
Total	0,48	0,46	0,36	-4,3-8,7	5,6-27,8
<i>Basófilos (millones/μl)</i>					
Total	0,05	0,07	0,09	0, -28,6	11,1, -55,5
<i>Neutrófilos (%)</i>					
Total	37,4	29,9	40	34,4, -9,4	7,3, -13,8
<i>Linfocitos (%)</i>					
Total	33,4	28,3	27	-15,5-33,6	-8,1-31,8
<i>Monocitos (%)</i>					
Total	5,5	7,3	6	-6,9, -17,8	-28,3-20
<i>Eosinófilos (%)</i>					
Total	5,3	5,2	3	-7,7-9,6	20-56,7
<i>Basófilos (%)</i>					
Total	0,7	0,6	1	0-16,7	-20, -10

masculina y los reportados para el citómetro, siendo un 19,2% menores en el límite inferior y un 23,5% mayores en el límite superior; sin embargo, al comparar el intervalo calculado con el intervalo reportado para la población mexicana, se observaron diferencias para el límite superior en ambos géneros, siendo menor, 30% (femenino) y 32,3% (masculino).

En el conteo diferencial de leucocitos (millones/ μ l y %) se analizaron los datos en la población total, a que a pesar de que todos los parámetros fueron calculados por población total y por género. Se observó que, en la literatura, la cuenta diferencial de leucocitos se reporta para la población total^{6,14}. En el análisis de los intervalos obtenidos para la cuenta diferencial de leucocitos (millones/ μ l) encontramos una diferencia significativa en el número de neutrófilos, ya que límite superior del intervalo calculado es un 37 y un 47,5% menor que los reportados (citómetro y población mexicana, respectivamente). El mismo patrón se observó para los linfocitos y monocitos (tabla 5). Nuevamente, una posible explicación para este fenómeno es que la población estudiada en nuestro estudio se basó en sujetos clínicamente sanos (sin ningún tipo de afección evidente), mientras que los valores del citómetro están reportados para población hospitalaria, la cual, en términos generales, cursa con algún proceso patológico, el cual puede modificar las cuentas leucocitarias. Por otro lado, se encontraron diferencias en las frecuencias relativas de neutrófilos, linfocitos

y monocitos entre los intervalos calculados y los reportados para el citómetro; estas diferencias fueron más evidentes al comparar nuestros intervalos con los reportados para la población mexicana ($\geq 20\%$).

Finalmente, analizamos los parámetros de los índices eritrocitarios en población total y por géneros. En este análisis, se observó que para la Hb, en el grupo masculino, el intervalo calculado resultó un 62,5% mayor en el límite inferior y un 62,5% menor en el límite superior comparado con el intervalo reportado para el citómetro. Al analizar la variación de este parámetro del intervalo calculado y con el reportado para la población mexicana, se observaron diferencias en ambos géneros (tabla 6). El Hto mostró diferencias en el grupo femenino, entre el intervalo calculado y el intervalo reportado para la población mexicana; por otro lado, en el grupo masculino se observaron diferencias importantes entre el intervalo calculado y los valores reportados para el citómetro y la población mexicana. En el VCM se pudo observar que los límites superiores del intervalo calculado se redujeron un 25,6% y un 28,6%, comparado con los valores del citómetro y los de la población mexicana, respectivamente. En el caso del grupo masculino, se observaron diferencias en ambos lados del intervalo, observándose la variación más notable en el límite inferior del intervalo, el cual se amplió en un 81% comparado con el intervalo del citómetro. Para los índices eritrocitarios secundarios,

Tabla 6 Comparación del porcentaje de variación de los límites superiores e inferiores entre los intervalos calculados en este estudio y los valores reportados para el citómetro y la población mexicana adulta: parámetros eritrocitarios en población femenina y masculina

Parámetro	Amplitud del intervalo calculado	Amplitud del intervalo del citómetro	Amplitud del intervalo para población mexicana	Calculado vs. citómetro	Calculado vs. población mexicana
<i>Hb (g/dl)</i>					
Femenino	3	3,3	4	0, -9,1	-42,5-17,5
Masculino	3,2	3,2	4	62,5, -62,5	2,5, -22,5
<i>Hto (%)</i>					
Femenino	9,5	10,7	10	-1,9, -9,3	-33-28
Masculino	10,4	9,4	14	71,3, -60,6	1,4, -27,1
<i>VCM (fL)*</i>					
Femenino	13,8	20,7	21	-7,7, -25,6	-5,7, -28,6
Masculino	13,5	10,9	21	81,6, -57-8	7,1, -42,8
<i>HCM (pg)</i>					
Femenino	5,8	7,7	4	-9,1, -15,6	12,5-32,5
Masculino	4,3	4,7	4	44,7, -53,2	10, -2,5
<i>CMHC (g/dl)</i>					
Femenino	2,6	4,8	4	-39,6, -6,3	-30, -5
Masculino	2,4	2,1	4	9,5-4,8	-22,5, -17,5
<i>ADE (%)</i>					
Femenino	1,6	3,3	5,7	-6,1, -45,4	7, -78,9
Masculino	1,9	2,1	5,8	4,8, -14,3	1,7, -69

* $p \leq 0,005$ entre población femenina y población masculina.

como el HCM, CMHC y ADE, también se detectaron algunas diferencias. En el caso del HCM, se encontraron diferencias entre los valores del intervalo calculado y los reportados para el citómetro en ambos géneros, siendo más notorias las diferencias en el grupo masculino. Para el CMHC y el ADE, se determinó que las diferencias más importantes se encontraban en el grupo femenino. El intervalo calculado para la población femenina de CMHC fue un 39,6 y un 30% menor en el límite inferior, comparado con los intervalos del citómetro y los de la población mexicana, respectivamente. Las variaciones en los índices eritrocitarios son esperadas, debido a las condiciones geográficas. Estudios anteriores han demostrado variaciones en los procesos de eritropoyesis y formación de Hb a gran altitud¹¹, por lo que las diferencias que encontramos entre los valores de Hb, Hto, VCM, HCM, CMCH y ADE con los valores reportados para otras poblaciones confirman los cambios fisiológicos que se esperan cuando el organismo está sujeto a una menor disponibilidad de oxígeno atmosférico, lo que conlleva a modificaciones en la síntesis de Hb y la capacidad de transporte de oxígeno de los eritrocitos.

Los resultados obtenidos en este estudio representan posibles valores de referencia para una población de niños escolares que habitan a una altitud de 2.760 m sobre el nivel del mar. Las diferencias encontradas entre nuestros resultados y los valores de referencia establecidos como normales para la población mexicana en general muestran la gran relevancia que supone el establecimiento de valores adecuados para poblaciones que viven en condiciones geográficas y ambientales distintas. Mediante el análisis estadístico,

utilizando las amplitudes de los intervalos, se pudo determinar que existen diferencias en los límites superiores y/o inferiores de los intervalos de referencia en la mayoría de los parámetros estudiados, por lo que los valores de referencia establecidos para la población general no son aplicables de la misma manera a nuestra población. De todos los parámetros estudiados, se observó que las diferencias más importantes se encontraron en los índices eritrocitarios primarios y secundarios, los cuales son de gran importancia para el diagnóstico y el tratamiento de diversas afecciones, como la anemia, que tienen una alta incidencia y conllevan un riesgo elevado para el desarrollo normal del individuo durante etapas tempranas del desarrollo.

En el año 2008, Klever Sáenz et al.¹⁴ reportaron valores de referencia para adultos que habitan a 2.800 m sobre el nivel del mar, mostrando que los parámetros de la BH varían en relación con los parámetros geográficos y ambientales, como la altitud sobre el nivel del mar. Al comparar nuestros intervalos con los reportados en ese estudio, pudimos observar diferencias en los valores de los intervalos de referencia, aun cuando estas 2 poblaciones comparten un parámetro de altitud similar. Las diferencias observadas sin duda se deben a que los grupos de edad estudiados son distintos, ya que Klever Sáenz et al. analizaron individuos adultos entre 18 y 45 años de edad.

De cualquier modo, los resultados obtenidos en nuestro estudio resaltan la relevancia de contar con valores de referencia específicos para poblaciones pediátricas, además de poblaciones adultas, tomando en cuenta parámetros ambientales que pueden influir en los mismos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Aranda Torrelio E. El hemograma como instrumento diagnóstico básico en pediatría. *Rev Soc Bol Ped.* 2011;50:1-8.
2. Hurtado Torres GF, Zarazúa Juárez M. Hallazgos en la biometría hemática de pacientes con diagnóstico de tuberculosis pulmonar activa. *Med Int Mex.* 2009;25:101-4.
3. Hurtado Monroy R, Mellado Ortíz Y, Flores Rico GP, Vargas Viveros P, et al. Semiología de la citometría hemática. *Rev Fac Med UNAM.* 2010;53:36-46.
4. Becker KA. Interpretación del hemograma. *Rev Chil Pediatr.* 2001;72:460-5.
5. Ormachea Salcedo P, Callisaya Huahuamullo J, Salcedo Ortiz L. Evaluación del hemocitómetro max 740 en la determinación de parámetros hematológicos. *Biofarbo.* 2011;19:64-7.
6. Díaz Piedra P, Olay Fuentes G, Hernández Gómez R, Cervantes-Villagrana RD, Presno-Bernal JM, Alcántara Gómez LE. Determinación de los intervalos de referencia de biometría hemática en población mexicana. *Rev Mex Patol Clin.* 2012;59:243-50.
7. Almaguer Gaona C. Interpretación clínica de la biometría hemática. *Med Univer.* 2003;5:35-40.
8. Flores Nava G, Martínez García IM, Hernández Delgado LA, Delgado Fernández A. Alteraciones en la cuenta de leucocitos en un grupo de niños hospitalizados por neumonía de la comunidad. *Pediatr Mex.* 2011;13:1-4.
9. Canalejo K, Tentoni J, Aixalá M, Jelén AM. Valores de referencia del hemograma en embarazadas, con tecnología actual. *Bioquim Patol Clin.* 2007;71:52-4.
10. Bärtsch P, Saltin B. General introduction to altitude adaptation and mountain sickness. *Scand J Med Sci Sports.* 2008;18:1-10.
11. Beall CM, Brittenham GM, Strohl KP, Blangero J, Williams-Blangero S, Goldstein MC, et al. Hemoglobin concentration of high-altitude Tibetans and Bolivian Aymara. *Am J Phys Anthropol.* 1998;106:385-400.
12. Beall CM, Almasy LA, Blangero J, Williams-Blangero S, Brittenham GM, Strohl KP, et al. Percent of oxygen saturation of arterial hemoglobin among Bolivian Aymara at 3,900-4,000 m. *Am J Phys Anthropol.* 1999;108:41-51.
13. Canadian Paediatric Society. Age limits and adolescents. *Paediatr Child Health.* 2003;8:1.
14. Klever Sáenz F, Narváez L, Cruz M. Valores de referencia hematológicos en población altoandina ecuatoriana. *Rev Mex Patol Clin.* 2008;55:207-15.