

Valores de hemoglobina en mujeres embarazadas residentes en zonas de altitud media

Mercedes Jatziri Gaitán-González, M en I,^(1,4) Juan Carlos Echeverría-Arjonilla, D en C,⁽²⁾
Carlos Vargas-García, MC, Obst Ginecol,⁽³⁾ Sergio Camal-Ugarte, MC, Obst Ginecol,⁽³⁾
Ramón González-Camarena, MC, D en C.⁽¹⁾

Gaitán-González MJ, Echeverría-Arjonilla JC, Vargas-García C, Camal-Ugarte S, González-Camarena R.
Valores de hemoglobina en mujeres embarazadas residentes en zonas de altitud media.
Salud Publica Mex 2013;55:379-386.

Resumen

Objetivo. Determinar el comportamiento de la concentración de hemoglobina materna durante el embarazo en mujeres que residen en zonas de altitud media y compararlo con el reportado para poblaciones con y sin suplemento de hierro. **Material y métodos.** Valores hematológicos de 227 mujeres embarazadas, residentes a 2 240 metros de altitud (Ciudad de México), sin complicaciones obstétricas ni perinatales y recibiendo suplemento de hierro, fueron comparados con valores de referencia para mujeres embarazadas de otras altitudes. **Resultados.** Durante el primer y segundo trimestre, los valores de hemoglobina en nuestra población fueron similares a los observados en poblaciones con y sin suplemento de hierro ($p>0.05$). Durante el tercer trimestre, los valores fueron similares únicamente a los de poblaciones sin suplemento de hierro ($p>0.05$). **Conclusiones.** No obstante recibir hierro suplementario, el comportamiento de la concentración de hemoglobina durante el embarazo en mujeres residentes de la altitud media es similar al reportado para poblaciones sin hierro suplementario.

Palabras clave: hemoglobina A; embarazo; altitud; México

Gaitán-González MJ, Echeverría-Arjonilla JC, Vargas-García C, Camal-Ugarte S, González-Camarena R.
Hemoglobin values for pregnant women residing at middle altitude.
Salud Publica Mex 2013;55:379-386.

Abstract

Objective. To determine maternal hemoglobin behavior during pregnancy for middle altitude residents and to compare it with that reported in other populations with or without iron supplementation. **Materials and methods.** Hematological values from 227 pregnant women residing at 2 240 m altitude (Mexico City), with low obstetric and perinatal risk, and receiving supplementary iron, were compared with reference values obtained from other populations of pregnant women residing at different altitudes, after correcting for altitude. **Results.** While the hemoglobin values for the first and second trimester of pregnancy in our studied population were similar to those reported for iron-supplemented populations ($p>0.05$), the third trimester values were similar to those reported for a population without this supplement ($p>0.05$). **Conclusions.** Despite receiving supplementary iron, hemoglobin values during pregnancy from women residing at middle altitude show similar behavior to that reported for pregnant women without iron supplementation.

Key words: hemoglobin A; pregnancy; altitude; Mexico

- (1) Área de Investigación Médica, Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, DF.
- (2) Área de Ingeniería Biomédica, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, DF.
- (3) Centro de Investigación Materno-Infantil, Grupo de Estudios al Nacimiento. México, DF.
- (4) Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana. México, DF.

Fecha de recibido: 9 de noviembre de 2012 • Fecha de aceptado: 29 de abril de 2013

Autor de correspondencia: Mercedes Jatziri Gaitán-González. Departamento de Ciencias de la Salud, DCBS, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 381, col. Vicentina. 09340 México, DF.
Correo electrónico: mjgg@xanum.uam.mx

El desarrollo temporal de la concentración de hemoglobina (Hb) materna durante el embarazo para una población residente al nivel del mar con hierro suplementario ha sido reportado por los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (CDC), con base en observaciones en poblaciones de origen europeo.¹ Cuatro aspectos relevantes a considerar sobre esta curva son la edad gestacional, la altitud de residencia, el aporte de hierro y el grupo étnico estudiado.

Sobre la relación entre edad gestacional y concentración de Hb, se ha descrito que los niveles de Hb presentan forma de "U", con los valores de Hb más bajos en el segundo trimestre, para regresar a valores cercanos a los iniciales al final del tercer trimestre.^{1,2} Tal comportamiento se ha atribuido principalmente a la hemodilución paulatina que se observa en la mujer embarazada, ya que en los dos primeros trimestres el volumen plasmático aumenta más rápidamente que la producción de la masa eritrocitaria.³

La hipoxia concomitante a la altitud estimula la eritropoyesis. Por ello, los CDC¹ y otros autores^{4,5} proponen factores de corrección por altitud en los niveles de Hb, transpolando datos de poblaciones infantiles residentes a altitud; en tanto que Cohen y Haas⁶ plantean correcciones a partir de datos de mujeres en edad reproductiva residentes a diferentes altitudes. Tales factores de corrección se han utilizado asumiendo que el comportamiento de los niveles de Hb durante el embarazo es similar a cualquier altitud en tanto el aporte de hierro sea adecuado.

Por otro lado, Milman y colaboradores² realizaron un estudio en mujeres europeas nativas del nivel del mar, determinando la curva normal a lo largo del embarazo para dos poblaciones de mujeres, una recibió suplemento de hierro (66 mg/día) y otra placebo. El comportamiento global de la población con suplemento de hierro fue similar al reportado por los CDC;¹ sin embargo, en las mujeres sin suplemento de hierro se observó que, después de la mitad del embarazo, la tendencia de la curva de hemoglobina presentó una pendiente menor de aumento de la Hb, por lo que sus valores al final del embarazo fueron inferiores a aquellos de la población con suministro de hierro. Estos autores concluyen que para la generación de curvas de referencia de Hb es importante considerar características étnicas y nutricionales que contemplen niveles adecuados de hierro.

Acerca de la importancia del origen étnico y niveles de Hb materna, Steer y colaboradores⁷ evaluaron diferentes grupos étnicos de la región noroeste del Támesis y sugieren que las diferencias en niveles de Hb, peso al

nacimiento y duración de la gestación están genéticamente determinadas.

En general, la anemia es considerada un problema de salud pública en los ámbitos nacional e internacional,⁸⁻¹⁰ de manera tal que las alteraciones en los niveles maternos de hemoglobina durante el embarazo, ya sea por encima o por debajo de los posibles valores de corte, se han asociado a altas incidencias de problemas perinatales como son neonatos de bajo peso, partos prematuros, y en general, mayor morbilidad tanto materna como fetal.^{7,11-13} Sin embargo, las modificaciones poblacionales en la curva de Hb durante el embarazo sugieren que la definición de los umbrales altos y bajos para la determinación de los niveles de normalidad debe ser cuidadosa. Por ello resulta trascendente conocer en una determinada población el comportamiento de los niveles de Hb materna durante el embarazo.

En particular, para las condiciones de la población de la Ciudad de México (2 240 metros sobre el nivel del mar [msnm]), varios estudios han evaluado los valores de concentración de Hb en mujeres mexicanas embarazadas residentes a altitud media;¹⁴⁻¹⁶ sin embargo, estos estudios se enfocan en la prevalencia de anemia, generalmente utilizando los valores de corte propuestos por los CDC, sin considerar posibles diferencias poblacionales en el comportamiento de la curva de concentración de Hb materna.

El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento de la concentración de Hb de mujeres embarazadas con suplemento de hierro para una muestra de población de la Ciudad de México y compararlo con el reportado previamente para embarazos a otras altitudes utilizando la corrección propuesta por los CDC para esta altitud. Así, se planteó la hipótesis de que para una población residente a altitud media con bajo riesgo ginecológico y perinatal los valores de la concentración de Hb serían similares a los reportados en poblaciones con suplemento de hierro corregidos por altitud.

Material y métodos

El estudio realizado fue observacional, retrospectivo, transversal y comparativo. Para su realización se obtuvieron datos de 550 expedientes del archivo clínico de mujeres con embarazo de bajo a mediano riesgo cuyos hijos nacieron en 2008 en el Centro de Investigación Materno-Infantil del Grupo de Estudios al Nacimiento (Cimigen). Este centro de salud, ubicado en el oriente de la Ciudad de México, es una institución de investigación y asistencia privada de segundo nivel, no lucrativa, que atiende principalmente a mujeres de población urbana

con nivel socioeconómico medio y bajo. El estudio fue revisado y aprobado por el Comité Ético de dicho centro.

Como parte de las normas de atención clínica en Cimigen, a todas las pacientes en seguimiento antenatal se les prescribió, desde la primera cita o a partir de la semana 12 de gestación y al menos hasta el nacimiento, suplementos de hierro (60 a 115 mg/día) y de vitaminas incluyendo B12 (12-25 mg/día) y ácido fólico (1 mg/día), cumpliendo así con la recomendación diaria de ingesta profiláctica.¹⁷ Igualmente, a cada paciente se le sugería tomarlos en ayunas o entre comidas y evitar tomarlos con té, café o leche.

Los datos maternos que se recopilaban fueron: edad, peso, talla, antecedentes de salud, hábitos tabáquicos y uso de sustancias tóxicas, concentración de Hb, edad gestacional a la que asistió a la primera consulta y al momento de la medición biométrica. Para identificar el resultado del embarazo, se obtuvieron los siguientes datos del recién nacido: peso, talla, Apgar (1 y 5 min) y edad gestacional al nacimiento. Más de 85% de las determinaciones de Hb materna se realizaron en el Cimigen por el mismo técnico utilizando un analizador automático.

Las posibles complicaciones durante el embarazo que se tomaron en cuenta como criterios de exclusión de los registros fueron las siguientes: amenaza de aborto o de parto prematuro, problemas placentarios, enfermedad hipertensiva inducida por el embarazo, sangrado, restricción de crecimiento intrauterino. Por otra parte, en el registro del trabajo de parto se tomaron en cuenta como criterios de exclusión el parto prematuro, la ruptura prematura de membranas, el sufrimiento fetal, presencia de meconio y problemas respiratorios. Igualmente, se descartaron los registros de pacientes con las siguientes características: antecedentes de historia de uso de alcohol, tabaco y otras sustancias tóxicas; anemia previa al embarazo, seguimiento para control del embarazo en Cimigen menor a dos visitas; que estuvieran en el tercer trimestre de embarazo y que hubieran recibido el suplemento de hierro por menos de cuatro semanas; residencia en la Ciudad de México menor a cinco años.

Una vez recopilada la información y utilizando sólo los valores de Hb materna de aquellos registros sin complicaciones obstétricas o perinatales, se obtuvieron valores de concentración de Hb medios y percentiles 5 y 95 para las edades gestacionales evaluadas por los CDC¹ y aquellas empleadas por Milman y colaboradores.²

Previo a las comparaciones estadísticas, la normalidad en la distribución de los datos de Hb se confirmó con la prueba de Anderson. Los valores medios de Hb por grupo de edad gestacional en intervalos de 4 a 5 semanas se compararon, mediante pruebas *t* de Student

para muestras independientes, con aquellos reportados por Milman y colaboradores² tanto para una población con suplemento de hierro, como para una sin dicho suplemento. Las comparaciones se realizaron una vez que se ajustaron los valores de Milman para la altitud de la Ciudad de México (2 240 msnm). Esta corrección se realizó sumando 1 g/dl a los valores reportados, tal como lo sugieren los CDC.¹ Los valores de hemoglobina para los diferentes grupos de edad se compararon por análisis de la varianza (Anova) de un solo factor, con comparación múltiple de medias *post hoc* de Fisher. En todas las comparaciones, el nivel de significancia estadística empleado fue de 0.05.

Resultados

De acuerdo con los criterios de exclusión, del total de expedientes revisados sólo se consideró la información de 449 determinaciones de Hb correspondientes a 227 mujeres embarazadas. La edad materna fue de 25.9 ± 6.0 años, con pesos anteriores a la gestación de 59.6 ± 9.2 kg, tallas de 156.7 ± 5.9 cm y con la primera visita al centro de salud a las 17 ± 7 semanas de gestación. El 47% fueron primigestas, 35% secundigestas y 18% con tres o más embarazos. Para el momento de la determinación de Hb materna en el tercer trimestre, el suplemento de hierro se había proporcionado en promedio por 18 semanas, con menos de 5% de las participantes con suministro menor a 14 semanas. La edad gestacional promedio al nacimiento fue de 39.6 ± 1.4 semanas, el peso al nacimiento promedio fue de $3\,188 \pm 377$ g, con tallas de 50.3 ± 2.1 cm. La mediana del Apgar fue 8 y 9 para el primer y quinto minuto, respectivamente.

Al comparar gráficamente los valores de Hb de nuestra población con aquellos propuestos por los CDC¹ para mujeres embarazadas con suplemento de hierro, ya corregidos para la altitud de la Ciudad de México, se observa que los valores se desvían en el tercer trimestre, siendo más bajos los obtenidos en la población de estudio (figura 1). Por su parte, en la comparación estadística de los valores del presente estudio con aquellos reportados para población con y sin suplemento de hierro por Milman,² previamente corregidos para la altitud de la Ciudad de México, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) después de la semana 31 de gestación con los valores correspondientes a la población con suplemento de hierro (cuadro I, figura 2). Así, los datos de Hb del presente trabajo se asemejan más a aquellos correspondientes a una población sin suplemento de hierro, mostrando valores significativamente más altos que ésta para las semanas 9 a 18 de gestación ($p < 0.04$). En la población en estudio, si bien se encontraron diferencias en los primeros dos grupos de edad ($p < 0.01$), no

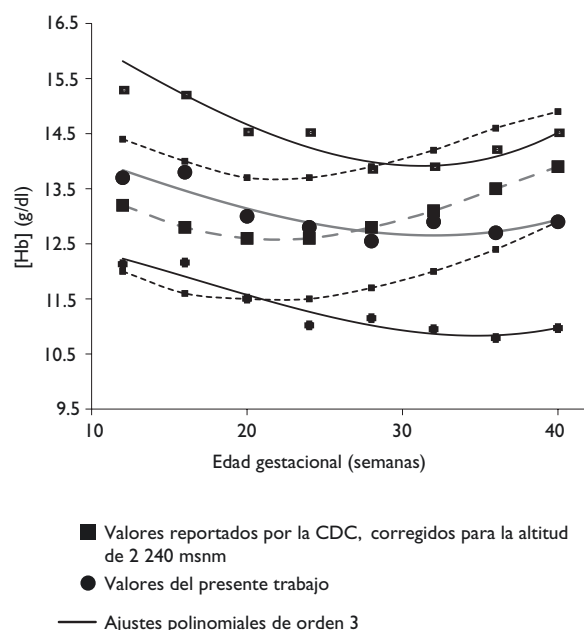


FIGURA 1. MEDIA Y PERCENTILES AL 5 Y 95 DE LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA [Hb] DE MUJERES EMBARAZADAS A DISTINTAS EDADES GESTACIONALES.

se encontraron diferencias significativas entre los grupos de edad gestacional mayores a 23-26 semanas.

Considerando un umbral fijo de anemia que genera mayor incidencia de problemas al nacimiento de 11 g/dl,^{18,19} la prevalencia de anemia del grupo estudiado fue menor de 5% antes de la semana 23 (cuadro I). La prevalencia más alta, 7.4%, se observó en el grupo de edades gestacionales entre 27 y 30 semanas. La prevalencia de valores de hemoglobina altos (mayores de 15.5 g/dl) fue nula en el segundo y tercer trimestre y sólo 1.5% en el primer trimestre.

Discusión

Al comparar el comportamiento de la concentración de Hb materna en función de la edad gestacional con la reportada para otras poblaciones, después de adecuarlas para la altitud de la Ciudad de México, se encontró que al inicio del embarazo las concentraciones de Hb de nuestra población son similares a las de otras poblaciones con suplemento de hierro. Sin embargo, conforme transcurre el embarazo, los valores de Hb maternos durante el tercer trimestre no presentaron un incremento como el descrito para estas poblaciones, sino que fueron similares a los valores obtenidos para una población sin suplemento de hierro.

El hecho de que los datos de nuestra población en el tercer trimestre sean más parecidos a los de la pobla-

ción sin suplemento de hierro sugiere que la deficiencia de hierro es la causa de la desviación con respecto a las curvas con suplemento. El análisis realizado por Casanueva y colaboradores⁹ también aporta evidencias de que la anemia observada en mujeres mexicanas durante el embarazo es debida principalmente a deficiencia de hierro.

Los niveles de Hb que se encontraron en nuestra población para los dos primeros trimestres, donde el riesgo de complicaciones es mayor,¹¹ fueron similares a los reportados para poblaciones con suplemento de hierro, posiblemente porque la demanda de hierro en estas etapas no es tan alta como en el tercer trimestre.²⁰ Al respecto, es importante considerar que los niveles bajos de hierro materno en el tercer trimestre también se han visto asociados con anemia neonatal o de la infancia temprana.²¹ No obstante que nuestra población no presentó problemas neonatales, será importante evaluar el bienestar materno durante y después del nacimiento, ya que éste ha sido poco considerado y la condición de anemia materna moderada podría significar mayor riesgo para la madre en factores como el tiempo de recuperación materna, la incidencia de depresión posparto, o la presencia de ajustes en la regulación autonómica cardiovascular para compensar la reducción relativa de hemoglobina, aunado a dificultades para el cuidado del recién nacido.

La prevalencia de anemia en la muestra estudiada fue baja al inicio del embarazo y aumentó en la segunda mitad del mismo, mientras que la prevalencia de valores altos, que también constituyen un riesgo en el embarazo, fue baja para todas las edades gestacionales. Usando el umbral de 11 g/dl, sugerido para la identificación de anemia moderada,¹⁹ la prevalencia en el tercer trimestre fue de 5.5%, pero considerando el umbral sugerido por la CDC¹ y corregido por altitud, 12 g/dl, la prevalencia alcanza el 20.3%.

Si se asume que las pacientes estudiadas cumplieron con el esquema de suplemento de hierro como fue prescrito, el comportamiento esperado en la concentración de Hb durante el tercer trimestre del embarazo debería haber sido similar al reportado para poblaciones con este suplemento.^{1,2} Sin embargo, los valores de Hb en nuestra población durante el tercer trimestre ya no alcanzaron niveles similares a los del primer trimestre; se mantuvieron a un nivel parecido al de poblaciones sin suplemento de hierro. Los factores que se considera podrían estar relacionados con este comportamiento son la altitud de residencia, involucrando cambios en la tasa de incremento del volumen plasmático o en los requerimientos para la síntesis de Hb, factores étnicos o bien, factores alimenticios que limiten la biodisponibilidad de hierro. Sería necesario realizar estudios prospectivos

Cuadro I
VALORES DE HEMOGLOBINA MATERNA DE ACUERDO CON MILMAN Y LOS DEL PRESENTE ESTUDIO OBTENIDOS
DE NACIMIENTOS OCURRIDOS EN 2008 EN EL CIMIGEN. CIUDAD DE MÉXICO

Edad gestacional (semanas)	Población	Media (g/dl)	DE (g/dl)	Percentil 5-95 (g/dl)	n	p	Prevalencia Hb < 11 g/dl (%)
9 a 13	CSH	13.54	0.99	12.12 - 15.18	29	0.29	
	SSH	13.33	0.80	11.96 - 14.54	26	0.04	
	Presente	13.82	1.18	12.20 - 15.24	69		1.5
14 a 18	CSH	13.19	0.81	11.88 - 14.62	81	0.67	
	SSH	12.88	0.83	11.47 - 14.05	91	0.01	
	Presente	13.25	0.95	11.82 - 14.60	64		1.6
19 a 22	CSH	12.96	0.89	11.64 - 14.70	97	0.25	
	SSH	12.71	0.80	11.47 - 13.89	104	0.75	
	Presente	12.76	1.05	11.13 - 14.47	43		2.3
23 a 26	CSH	12.83	0.90	11.31 - 14.70	98	0.26	
	SSH	12.58	0.83	11.31 - 13.97	107	0.74	
	Presente	12.63	0.91	10.98 - 14.00	37		5.4
27 a 30	CSH	12.91	0.87	11.47 - 14.21	97	0.15	
	SSH	12.53	0.78	11.15 - 13.57	106	0.63	
	Presente	12.62	1.11	11.08 - 13.77	27		7.4
31 a 34	CSH	13.09	0.96	11.47 - 14.86	97	<0.01	
	SSH	12.44	0.82	10.99 - 13.73	106	0.22	
	Presente	12.62	1.08	10.86 - 14.27	67		4.5
35 a 38	CSH	13.45	0.85	11.96 - 14.86	96	<0.01	
	SSH	12.60	0.91	11.15 - 13.89	105	0.07	
	Presente	12.84	1.08	11.10 - 14.6	111		6.5
39 a 43	CSH	13.89	0.82	12.53 - 15.18	45	<0.01	
	SSH	12.89	1.01	10.91 - 13.97	47	0.69	
	Presente	12.79	1.11	10.75 - 14.20	31		5.7

Cimigen: Centro de Investigación Materno-Infantil del Grupo de Estudios al Nacimiento; DE: desviación estándar; CSH: con suplemento de hierro, SSH: sin suplemento de hierro, según Milman y colaboradores² con corrección para altitud de 2 240 metros sobre el nivel del mar; n: tamaño de la muestra; p: probabilidad de la prueba de t al comparar la media con la del trabajo presente

específicos para delimitar la significancia de cada uno de estos factores.

La evaluación de las curvas de Hb de residentes a altitud media es importante, ya que, si bien la mayoría de la población mundial vive por debajo de los 1 000 msnm, más de 10% vive a altitudes medias, entre 1 000 y 3 000 msnm.²² Este porcentaje es mucho mayor en México, donde más de 57% de la población general vive a esas altitudes y más de 24% son mujeres en edad reproductiva, entre los 15 y 49 años.²³

La CDC propone correcciones por altitud en los niveles de Hb a partir de datos de niños residentes a altitud;¹ sin embargo, dichas correcciones podrían

variar dependiendo de los requerimientos de oxígeno y, consecuentemente, no ser las mismas para niños que para mujeres embarazadas. Cohen y Hass⁶ proponen una ecuación para corregir las concentraciones de Hb por altitud para mujeres en edad reproductiva, pero para el embarazo sólo sugieren una reducción para el segundo y tercer trimestres de 1 g/dl por hemodilución, aunque reconocen que el comportamiento de esa hemodilución a altitud no está descrito. La ampliación del volumen plasmático durante el embarazo podría no ser similar a altitud media que al nivel del mar, lo que produciría curvas de concentración de Hb distintas. Gonzales y colaboradores.¹⁸ por su parte, proponen

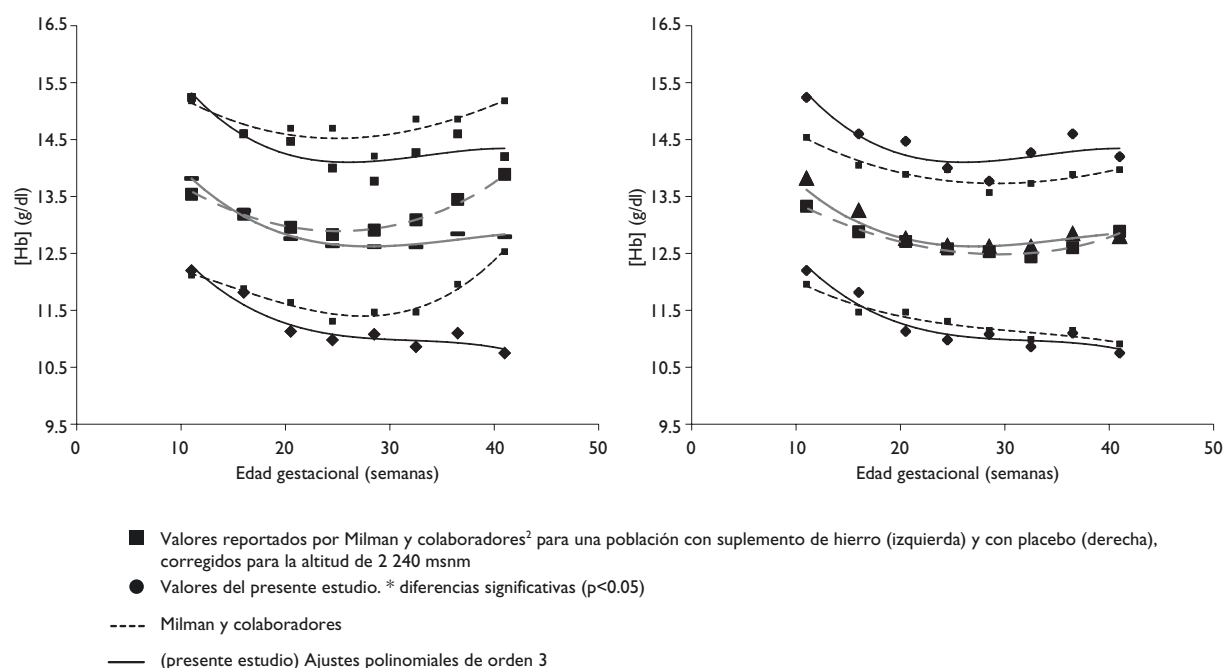


FIGURA 2. VALORES MEDIOS Y PERCENTILES AL 5 Y 95 DE LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA [Hb] EN MUJERES EMBARAZADAS A DISTINTAS EDADES GESTACIONALES

11 g/dl y 13 g/dl como umbrales de concentración de hemoglobina basados en problemas al nacimiento, utilizando conjuntamente resultados obtenidos en poblaciones residentes a distintas altitudes.

En los datos presentados por Gonzales y colaboradores¹⁸ para poblaciones de mujeres embarazadas residentes a 150 msnm y a altitudes superiores a los 3 000 msnm (figura 3) es notoria la ausencia de incremento en la concentración de Hb en el tercer trimestre, como sucedió para la población mexicana estudiada. Cabe mencionar que Gonzales y colaboradores no reportan si sus poblaciones recibían o no suplemento de hierro, mientras que a la nuestra sí le fue prescrito. Un comportamiento similar también es observado en una población de Tanzania residente a altitud,²⁴ donde si bien existe un ligero aumento en la concentración de Hb hacia el final del embarazo, éste no llega a los valores que se tenían al inicio (12.3 g/dl y 13.2 g/dl, respectivamente). Nuevamente, no se indica si la población bajo estudio recibía suplemento de hierro.

También en residentes al nivel del mar se han reportado diferencias en la incidencia de anemia durante el embarazo dependientes del origen étnico para una clasificación de poblaciones, sin un efecto claro sobre los resultados adversos directos en el embarazo.⁷ En un estudio²⁵ realizado en mujeres con ascendencia andina y

europea residentes a altitud (~3 500 msnm), los autores reportaron que los niveles de Hb disminuyeron en el segundo y tercer trimestre de forma similar en ambos grupos, si bien la forma de contender con la hipoxia varió, siendo más eficiente en la población andina. Aunque estos autores no mencionaron el aporte de hierro suplementario, es de notar que no hubo diferencias en los niveles de Hb materna entre la semana 20 y la semana 36 del embarazo; es decir, aparentemente los niveles de Hb en la semana 36 no regresaron a los valores iniciales para ninguna de las dos poblaciones.

A fin de lograr un conocimiento más certero sobre el comportamiento de los niveles de Hb materna a lo largo del embarazo, cabe señalar algunas limitaciones del presente trabajo. 1) Aunque el estudio se realizó en un único centro de salud y en mujeres mestizas con características socioeconómicas particulares, se considera que éstas corresponden a una población abierta representativa de la población de la Ciudad de México. En apoyo a esta consideración, en nuestro estudio, los percentiles 5 y 95 de las concentraciones de Hb del primer trimestre se encontraron dentro de los percentiles correspondientes reportados para una población de más de 17 000 mujeres en edad reproductiva, no embarazadas, residentes de la Ciudad de México.²⁶ 2) No se contó con información segura sobre el apego al régimen prescrito; no obstante,

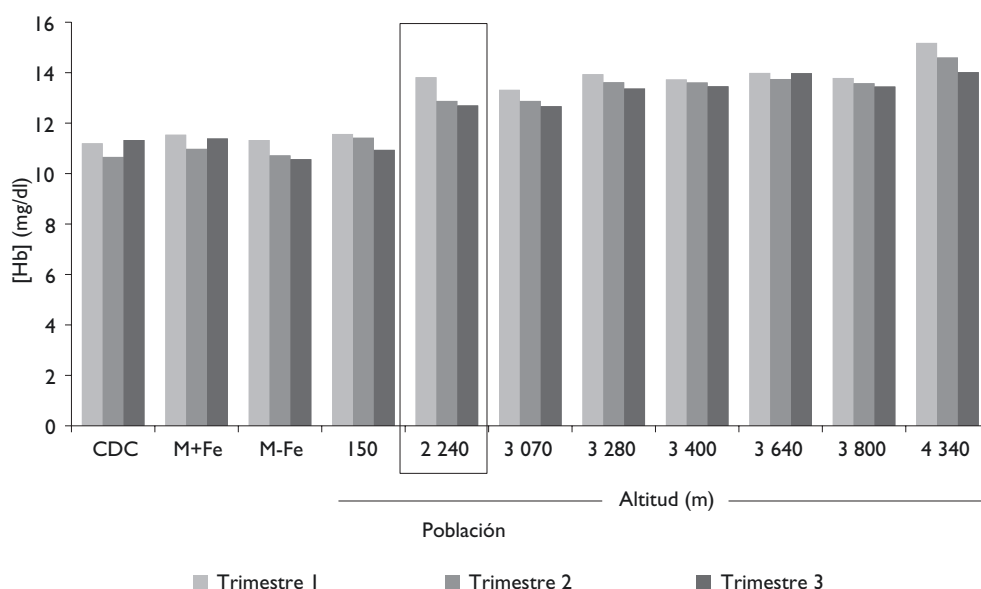


FIGURA 3. CONCENTRACIONES DE HEMOGLOBINA POR TRIMESTRE [Hb], REPORTADAS EN LA LITERATURA PARA DIFERENTES POBLACIONES Y LA DEL PRESENTE TRABAJO (RECTÁNGULO), SIN CORRECCIONES POR ALTITUD. LOS CUATRO PRIMEROS CONJUNTOS DE BARRAS CORRESPONDEN A ESTUDIOS A NIVEL DEL MAR: CDC;¹ MILMAN Y COLS.² CON (M+Fe) Y SIN (M-Fe) HIERRO SUPLEMENTARIO; Y MUJERES DEL PERÚ A 150 MSNM.¹⁸ LOS RESTANTES CONJUNTOS DE BARRAS CORRESPONDEN A ESTUDIOS EN LA ALTITUD. CON EXCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN A 2 240 MSNM QUE CORRESPONDE AL PRESENTE TRABAJO EN LA ALTITUD MEDIA, LAS DEMÁS SON POBLACIONES RESIDENTES EN GRANDES ALTITUDES DEL PERÚ REPORTADAS POR GONZALES Y COLS.¹⁸

de acuerdo con los estándares del centro de salud, durante cada cita del seguimiento clínico de las pacientes se les recordaba e insistía sobre la ingesta adecuada de vitaminas y hierro. 3) El tamaño de la muestra para algunos grupos de edad gestacional fue pequeño, lo que comprometería las inferencias en la comparación con la población sin suplemento de hierro; a pesar de esto, las diferencias con la población con suplemento de hierro fueron altamente significativas en el tercer trimestre. 4) Dado el carácter retrospectivo y transversal del estudio, no se contó con los niveles de Hb antes del embarazo ni con cuantificaciones de niveles férricos en suero u otras mediciones que permitieran evaluar la síntesis de Hb. Sería recomendable realizar un extenso estudio prospectivo que cuente con determinaciones en la misma mujer a distintas edades gestacionales, en población mestiza y residente a altitud media, en el que se agregara la evaluación de indicadores del estado férrico materno para corroborar la deficiencia de este elemento como causa posible del incremento reducido en las concentraciones de Hb al final del embarazo.

En conclusión, los resultados del actual trabajo sugieren que los valores de concentración de Hb materna

a lo largo del embarazo sin complicaciones, en una población residente a altitud media y con suplemento de hierro, siguen un comportamiento parecido al reportado para otras poblaciones que no lo recibieron. Así, los umbrales para la definición de niveles adecuados de Hb basados en curvas de normalidad podrían ser adecuados únicamente para los dos primeros trimestres del embarazo en la Ciudad de México, una vez que se realiza la corrección por altitud. Sin embargo, para el tercer trimestre del embarazo los valores de nuestra población indican una disminución en los niveles de Hb que no parece reflejar el impacto del suplemento de hierro prescrito y cuyas causas deberán ser exploradas.

Referencias

1. Centers for Disease Control (CDC). CDC criteria for anemia in children and childbearing-aged women. *Morb Mortal Wkly Rep* 1989; 38:400-404.
2. Milman N, Byg KE, Agger AO. Hemoglobin and erythrocyte indices during normal pregnancy and postpartum in 206 women with and without iron supplementation. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2000;79:89-98.
3. Hytten F. Blood volume changes in normal pregnancy. *Clin Hematol* 1985;14:601-11.

4. Dallman PR, Siimes MA, Stekel A. Iron deficiency in infancy and childhood. *Am J Clin Nutr* 1980;33:86-118.
5. Dirren H, Logman MHGM, Barclay DV, Freire WB. Altitude correction for hemoglobin. *Eur J Clin Nutr* 1994;48:625-632.
6. Cohen JH, Haas JD. Hemoglobin correction factors for estimating the prevalence of iron deficiency anemia in pregnant women residing at high altitudes in Bolivia. *Pan Am J Public Health* 1999;6:392-399.
7. Steer P, Alam MA, Wadsworth J, Welch A. Relation between maternal haemoglobin concentration and birth weight in different ethnic groups. *BMJ* 1995;310:489-491.
8. World Health Organization. Micronutrient deficiencies. Iron deficiency anaemia. 2010. [consultado: 18 de octubre 2012]. Disponible en: <http://www.who.int/nutrition/topics/ida>
9. Casanueva E, Regil LM, Flores-Campuzano MF. Anemia por deficiencia de hierro en mujeres mexicanas en edad reproductiva: historia de un problema no resuelto. *Salud Publica Mex* 2006;48:166-175.
10. Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, García-Guerra A, Mundo-Rosas V, Mejía-Rodríguez F, Domínguez-Islas CP. Anemia in Mexican women: results of two national probabilistic surveys. *Salud Publica Mex* 2009; 51(suppl. 4):S515-S522.
11. Scholl TO, Hediger ML. Anemia and iron-deficiency anemia: compilation of data on pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(suppl):492S-500S.
12. Steer P. Maternal hemoglobin concentration and birth weight. *Am J Clin Nutr* 2000;71(suppl):1085S-1087S.
13. Lu ZM, Goldenberg RL, Cliver SP, Cutter G, Blankson M. The relationship between maternal hematocrit and pregnancy outcome. *Obstet Gynecol* 1991;1:190-194.
14. Black AK, Allen L, Pelto G, Mata M, Chavez A. Iron, vitamin B12 and folate status in Mexico: associated factors in men and women and during pregnancy and lactation. *J Nutr* 1994;12:1179-1188.
15. Ramírez-Mateos C, Loria A, Nieto-Gómez M, Malacara JM, Piedras J. Anemia y deficiencia de hierro en 490 embarazadas mexicanas. *Rev Invest Clin* 1998;50:119-126.
16. Monárrez-Espino J, Martínez H, Greiner T. Iron deficiency anemia in Tarahumara women of reproductive-age in Northern Mexico. *Salud Publica Mex* 2001;43:392-401.
17. Stoltzfus RJ, Dreyfuss ML. Guidelines for the use of iron supplements to prevent and treat iron deficiency anemia. International Nutritional Anemia Consultative Group. World Health Organization 1998; Ginebra.
18. Gonzales GF, Steenland K, Tapia V. Maternal hemoglobin level and fetal outcome at low and high altitudes. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2009; 297:R1477-R1485.
19. OMS. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. [consultado: 12 de marzo de 2013]. Disponible en: http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf
20. Bothwell TH. Iron requirements in pregnancy and strategies to meet them. *Am J Clin Nutr* 2000;72: 257S-264S.
21. Vasquez-Molina MA, Corral-Terrazas M, Apezteguia M, Carmona-Sawasky J, Levario-Carrillo M. Relación entre las reservas de hierro maternas y del recién nacido. *Salud Publica Mex* 2001;43:402-407.
22. Cohen JE, Small C. Hypsographic demography: The distribution of human population by altitude. *Proc Natl Acad Sci USA* 1998;95:14009-14014.
23. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, ed. Censos y conteos de población y vivienda (2010). [consultado: 11 de septiembre de 2012]. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/entidad_indicador.aspx?ev=5
24. Hinderaker SG, Olsen BE, Bergsjø P, Lie RT, Gasheka P, Kvåle G. Anemia in pregnancy in the highlands of Tanzania. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2001;80:18-26.
25. Vargas M, Vargas E, Julian CG, Armaza JF, Rodriguez A, Tellez W et al. Determinants of blood oxygenation during pregnancy in Andean and European residents of high altitude. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2007;293:R1303-R1312.
26. Terrés-Speziale AM, Razo-Morales D. Fórmula roja: límites de referencia biocronológicos y niveles de decisión clínica en población mexicana. *Rev Med IMSS* 2000;38:313-321.