

# Metabolismo del hierro durante el embarazo en las grandes alturas

Iron Metabolism During Pregnancy  
at High Altitudes

CESAR REYNAFARJE HURTADO

Instituto de Biología Andina  
Universidad Mayor de San Marcos  
Lima - Perú

A comparative study of iron metabolism was conducted in pregnant women for three Peruvian localities of different elevations: Lima (sea level), La Oroya (3.700 m) and Puno (3.900 m). As predicted, the survey showed hematocrits and hemoglobin concentration values 20 to 30% higher in the Andean women, but the serum iron concentration was unexpectedly lower in Lima than at the higher localities (49 vs. 85 to 90 ug/dl). These results may be explained by the larger iron content found in the water consumed as well as in the cooking pottery utilized at high altitude.

La deficiencia de hierro y la anemia que es su secuela es una de las afecciones más comunes, sobre todo en los países subdesarrollados. Esta dolencia que la intuición griega logró superarla, tal como se relata en la mitología de esa civilización, cuando se describe cómo Iphylus fue tratado de su impotencia física y sexual, añadiendo herrumbre al vino que usaba para tomar (1), ha sido también conocida y tratada del mismo modo intuitivo por nuestros indígenas de la selva, en quienes, como se sabe, la anemia es prevalente por el parasitismo intestinal que allí es general; a los pacientes anémicos, a quienes se les califica con la denominación nativa de "poshecos", se les trata añadiendo a la chicha, que allí se prepara utilizando la yuca previamente masticada ("masato"), varas de hierro candente, que se sumergen por unos minutos en los depósitos que contienen la chicha (2).

Como es bien conocido, la incidencia de la anemia ferropénica es más frecuente en la mujer durante la etapa menstrual y se acentúa en las embarazadas, por cuanto se ha comprobado que en cada gestación el feto sustrae de la madre no menos de 500 miligramos de hierro. De otro lado, se sabe que en la altura el metabolismo del hierro es más activo que al nivel del mar, por cuanto la médula ósea trabaja a un ritmo

mayor que a nivel del mar, aunque es evidente que la hipoxia a la que ellas están sometidas determina una mayor destrucción de glóbulos rojos, y por lo tanto el sistema reticuloendotelial está en estos casos aportando mayor cantidad de hierro. Nos ha parecido de interés hacer un estudio comparativo entre las mujeres embarazadas de nivel del mar y de la altura, que a la vez que nos ilustra sobre este problema en ambas situaciones, nos aclara el estado actual de este signo de desnutrición que se acentúa en la etapa crítica del embarazo y por lo tanto se hace más ostensible este fenómeno que requiere la atención no sólo curativa sino preventiva, en países como el nuestro, cuyo estado de desnutrición es evidentemente deficitario.

## MATERIAL Y METODOS

Se ha estudiado un total de 76 mujeres embarazadas; 31 de ellas en La Oroya, de bajo nivel económico; 20 de Puno, de igual nivel económico. Se ha estudiado simultáneamente 25 embarazadas de nivel del mar, de bajo nivel económico, obtenidas en la maternidad de Lima.

Con fines comparativos se ha estudiado un grupo de mujeres en edad menstrual supuestamente normales, en la altura y a nivel del mar. Asimismo, como grupo de control, se ha estudiado un grupo de varones, tanto en la altura como a nivel del mar.

Se han realizado determinaciones de hierro sérico, usando el método recomendado por la

Organización Mundial de la Salud y verificado por el "International Committee for Standardization in Hematology" (3) con la intervención de nuestro laboratorio como uno de los dieciséis países que participaron en el análisis de muestras enviadas por la OMS, aparte de tres laboratorios de Estados Unidos, que actuaron como centros de referencia. La acuciosidad de nuestras determinaciones se revela en la coincidencia estrecha con las medidas obtenidas, particularmente las que pertenecen a los laboratorios de referencia.

Se determinó la capacidad sérica de saturación para el hierro (4), que refleja en realidad la cantidad de transferrina no saturada con hierro; con este dato se obtuvo, sumando a la cifra de hierro sérico la capacidad total del suero para saturarse con el hierro. Asimismo, se determinó por cálculo el índice de saturación férrica.

En todos los casos se hizo el dosaje de hemoglobina, por el método de la cianometahemoglobina (5) y el hematócrito por el método de Wintrobe (6). Con los datos anteriores se ha calculado la concentración de hemoglobina media globular.

El criterio de normalidad en las mujeres se estableció mediante un examen clínico general y se eliminó a toda persona que resultara ostensiblemente anormal a la luz de dicho examen, como en el despistaje radiológico, serológico y de orina que se realizó en todas ellas. La edad de las gestantes varió entre los 19 y 37 años.

Las gestantes fueron estudiadas durante el tercer mes del embarazo.

En el grupo de mujeres normales en edad menstrual, así como en los varones, se tomaron los mismos exámenes de despistaje para posibles enfermedades.

#### RESULTADOS

En la Tabla N° 1 presentamos los resultados de los tres grupos de embarazadas estudiadas, a nivel del mar, en La Oroya (3.700 m) y en Puno (3.900 m). Como se puede observar el hierro sérico en las gestaciones de La Oroya fue de  $89,9 \pm 7,0 \mu\text{g/dl}$  y en Puno  $85,2 \pm 8,6 \mu\text{g/dl}$ . Hay una ligera diferencia a favor de las embarazadas de La Oroya, pero ella no es significativamente diferente. En cambio, a nivel del mar se encuentra una media sumamente baja, de  $49,3 \pm 3,5 \mu\text{g/dl}$ , apreciablemente inferior, por cierto, a las medidas encontradas en los dos grupos de la altura. Esta es una sorpresa, cuya hipotética explicación la intentaremos en el capítulo de la discusión.

En la misma tabla mostramos los resultados de la transferrina no saturada que fue en su expresión media prácticamente igual en las embarazadas de La Oroya y Puno:

$338 \pm 17,0 \mu\text{g/dl}$  y  $384,0 \pm 25,7$  respectivamente. Y tal como era de esperarse, la cifra media de esta proteína fue más elevada en el grupo de gestantes del nivel del mar:  $442,0 \pm 14,4 \mu\text{g/dl}$ .

Una apreciación más clara acerca del metabolismo de hierro se obtiene mediante el cálculo del índice de saturación del hierro, que estuvo francamente por debajo de lo normal en los tres grupos de embarazadas, aunque más pronunciadas en el correspondiente a las gestantes del nivel del mar. Como puede verse en la Tabla N° 1 las cifras de este índice fueron de  $19,6 \pm 2,0\%$ , en las gestantes de La Oroya,  $21,4 \pm 2,4\%$ , en las de Puno y solamente  $10,9 \pm 0,7\%$  en las de nivel del mar.

A juzgar por lo que se observa en la media de la hemoglobina, un buen porcentaje de embarazadas ha llegado a la anemia, es decir, que han agotado sus reservas de hierro y han recurrido a la procedente de la que proviene de la destrucción diaria de los hematíes en número que no es suficiente para producir una cantidad normal de hemoglobina. Esta deficiencia de hemoglobina es menos marcada en las embarazadas de la altura en las cuales la cifra promedio de hemoglobina es ligeramente inferior a lo que se considera normal para las alturas consideradas. Como puede verse en la Tabla N° 1, la cifra media de hemoglobina fue de  $14,3 \pm 0,2 \text{ g/dl}$  en La Oroya, en donde la media normal es de  $15,2 \text{ g/dl}$ . La media de las embarazadas de Puno es algo menor,  $13,9 \pm 0,5 \text{ g/dl}$ , siendo la cifra normal para dicho lugar de  $16,0 \text{ g/dl}$ . En las embarazadas de nivel del mar la media es de  $10,9 \pm 0,2 \text{ g/dl}$ , indudablemente por debajo de lo normal. Las cifras de hematócitos que presentamos en la misma Tabla N° 1, están también por debajo de lo normal, pero en una proporción ligeramente más acentuada, particularmente en el caso de las embarazadas de nivel del mar. Las cifras arrojan  $42,9 \pm 0,6\%$  en La Oroya;  $42,2 \pm 1,3\%$  en Puno y  $34,3 \pm 0,4\%$  en las embarazadas de nivel del mar.

La concentración de hemoglobina media globular indica baja concentración en las embarazadas de Puno, muy moderada por cierto (media de  $32,9 \pm 0,4\%$ ); en La Oroya no hemos encontrado alteración

TABLA N° 1

Mujeres gestantes

N° de casos	Lima (150 m) (25)		La Oroya (3.700 m) (31)		Puno (3.900 m) (20)	
	Media	± E.S.	Media	± E.S.	Media	± E.S.
Hierro sérico ( $\mu\text{g}/\text{dl.}$ )	49,3	± 3,5	89,9	± 7,0	85,2	± 8,6
Transferrina no saturada ( $\mu\text{g}/\text{dl.}$ )	442,1	± 14,0	338,8	± 17,0	384,3	± 25,7
Transferrina total ( $\mu\text{g}/\text{dl.}$ )	491,4	± 15,0	478,7	± 15,0	469,5	± 21,7
Índice de saturación (%)	10,1	± 0,7	19,6	± 2,0	21,4	± 2,4
Hemoglobina ( $\text{g}/\text{dl.}$ )	10,9	± 0,2	14,3	± 0,2	13,9	± 0,5
Hematócrito (%)	34,3	± 0,4	42,9	± 0,6	42,2	± 1,3
Conc. de hemoglobina corpuscular (%)	31,7	± 0,2	33,3	± 0,2	32,9	± 0,4

de Hb media globular ( $33,3 \pm 0,2\%$ ); en cambio, en las embarazadas de nivel del mar hay una evidente hipoconcentración de hemoglobina globular ( $31,7 \pm 0,2\%$ ).

En la Tabla N° 2 presentamos los resultados de las mujeres no gestantes en edad menstrual y en aparente normal estado de salud. Como puede observarse la cifra media de hierro fue similar en la altura, como a nivel del mar; la pequeña diferencia entre ambas ( $91,6 \pm 8,1$  para La Oroya y  $96,9 \pm 5,0 \mu\text{g}/\text{dl}$ ) no tiene significado estadístico. Sin embargo, ambas cifras son deficitarias si se compara con las obtenidas en el grupo de hombres, como lo veremos luego; asimismo, las cifras

de transferrina total fueron ligeramente mayores de lo normal y tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el grupo de mujeres de la altura y las de nivel del mar ( $347,3 \pm 6,4$  y  $365,3 \pm 10,0 \mu\text{g}/\text{dl}$ , respectivamente).

El índice de saturación del hierro sí estuvo definidamente bajo en la altura como a nivel del mar, aunque entre ambos grupos la cifra media fue muy similar ( $25,6 \pm 2,4$  y  $28,3 \pm 1,6\%$ ), hay que resaltar, sin embargo, que este índice que, como lo decimos más arriba es el más fiel indicador de déficit de hierro, fue menos acentuado que en los grupos de gestantes. La media de la hemoglobina estuvo dentro de las cifras normales; lo mismo que las de hematócrito y la concentración de hemoglobina media globular, tanto en las mujeres no gestantes en edad menstrual de la altura como en las de nivel del mar.

En la Tabla N° 3 presentamos los resultados encontrados en los hombres de altura y en los de nivel del mar. Ambos grupos se estudiaron como punto de referencia, por cuanto está bien establecido que en los varones la cifra de hierro y los demás elementos estudiados en relación con este elemento no se alteran, a menos que ocurra en ellos una hemorragia que se descartó, por cierto, al escoger los sujetos de experimentación. En efecto, tanto en la altura como a nivel del mar las cifras encontradas son similares e iguales a estudios realizados en otro grupo humano (7).

Igualmente la transferrina no saturada y la total están dentro de las cifras esperadas

TABLA N° 2

Mujeres no gestantes

N° casos	Altura (3.700 m) (20)		Nivel del mar (36)	
	Media	± E.S.	Media	± E.S.
Hierro sérico ( $\mu\text{g}/\text{dl.}$ )	91,6	± 8,1	96,9	± 5,0
Transferrina no saturada ( $\mu\text{g}/\text{dl.}$ )	274,8	± 14,0	250,5	± 8,1
Transferrina total ( $\mu\text{g}/\text{dl.}$ )	365,3	± 10,0	347,3	± 6,4
Índice de saturación (%)	25,6	± 2,4	28,3	± 1,6
Hemoglobina ( $\text{g}/\text{dl.}$ )	15,6	± 0,2	13,1	± 0,2
Hematócrito (%)	46,6	± 0,6	39,8	± 0,3
Conc. de hemoglobina corpuscular (%)	33,4	± 0,4	33,0	± 0,4

TABLA N° 3  
Hombres aparentemente normales

N° casos	Altura (3.700 m)		Nivel del mar	
	Media ± E.S.	(21)	Media ± E.S.	(19)
Hierro sérico ( $\mu\text{g}/\text{dl.}$ )	135,8 ± 8,5		124,2 ± 7,0	
Transferrina no saturada ( $\mu\text{g}/\text{dl.}$ )	218,3 ± 9,1		231,8 ± 15,7	
Transferrina total ( $\mu\text{g}/\text{dl.}$ )	354,1 ± 11,2		356,0 ± 14,0	
Índice de saturación (%)	39,9 ± 2,1		36,7 ± 2,4	
Hemoglobina ( $\text{g}/\text{dl.}$ )	17,2 ± 0,3		15,0 ± 0,2	
Hematócrito (%)	51,5 ± 0,8		45,4 ± 0,5	
Conc. de hemoglobina corpuscular (%)	33,4 ± 0,2		33,2 ± 0,4	

y no hubo diferencias estadísticamente significativas en ambos grupos.

El índice de saturación del hierro estuvo dentro de lo normal en los dos grupos; lo mismo ocurrió con la media de las cifras de hemoglobina, hematócrito y la concentración de hemoglobina media globular. La diferencia numérica entre los datos de la hemoglobina y del hematócrito corresponden a las esperadas en relación con la diferencia de altura.

#### DISCUSION

Se estima que la deficiencia de hierro es una de las afecciones más frecuentes de la patología; pero sus efectos nocivos no se perciben sino cuando la disminución del hierro es acentuada. Sin embargo, las consecuencias dañinas afectan sutilmente al organismo sin que el paciente las perciba hasta que desemboca en una franca anemia. La importancia de su estudio radica, además, en el hecho de que es uno de los índices más evidentes del estado de desnutrición de un grupo humano, porque su causa, como lo veremos luego, obedece esencialmente a una deficiente alimentación de la población

vulnerable; y sus larvados daños causan limitaciones físicas e intelectuales que repercuten en el desarrollo laboral y cultural de las áreas involucradas.

En nuestro país, donde un 40% de nuestra población habita sobre los 3.000 metros de altura, y donde por la baja presión barométrica hay un deficiente aporte de oxígeno, que determina una mayor demanda de formación de glóbulos rojos, con lo cual se añade un nuevo componente en el requerimiento de hierro, los resultados que estamos comentando aportan, de algún modo, en el esclarecimiento de este problema, desde el punto de una nueva perspectiva, muy particular e importante en un país andino como es el nuestro.

Ha merecido primordial atención la mujer gestante, porque en esta etapa fisiológica de la vida de la mujer se acentúan las deficiencias existentes y afloran las que estaban latentes. Una precisión inicial sobre ese grupo debe incidir en el hecho de que en todas las embarazadas de clase media baja hay una deficiencia de hierro, tanto en la altura como a nivel del mar, lo cual se refleja en forma más notoria en el índice de saturación del hierro, que está muy por debajo de lo normal, en las gestantes de Lima, La Oroya y Puno. Lo que ha sido una verdadera sorpresa en este estudio es que las embarazadas de nivel del mar están apreciablemente más deficientes en hierro que las embarazadas de la altura. Debemos, por lo tanto, intentar una interpretación a estos resultados.

Habíamos expresado que en la altura hay una mayor formación de glóbulos rojos debido al estímulo hipóxico y, por lo tanto, una mayor demanda de hierro para la formación de la molécula de hemoglobina; si bien esta parte de la verdad es evidente, se sabe de otro lado que también es cierto que los nativos de la altura tienen una mayor masa de hematíes y que, por lo tanto, destruyen diariamente una mayor cantidad de glóbulos rojos (7), poniendo a disposición de la médula ósea, a través de la transferrina, una mayor cantidad de hierro. Este último fenómeno podría explicarnos por qué las cifras de hierro sérico encontradas en Puno y en La Oroya son

mayores que el mismo índice encontrado a nivel del mar.

La mayor masa hemática a la que aludimos está claramente expresada en las importantes cifras de hemoglobina y hematócrito encontradas en las gestantes de ambos lugares de altura. Pero esta explicación no es enteramente satisfactoria, por cuanto, si en ambos grupos la ingesta de hierro hubiera sido igual, las pérdidas de este elemento por la extracción que realiza el feto habrían determinado una disminución similar en los depósitos de hierro en ambos grupos y la deficiencia sería similar en la altura y a nivel del mar. Tenemos que admitir, entonces, que las gestantes de la altura tuvieron una mayor ingesta de hierro, que podría explicarse por el hecho de que en los lugares de la sierra se acostumbra beber el agua de los manantiales que arrastran sustancias químicas tales como sales y minerales, entre ellos hierro, que enriquecen sus alimentos. También la costumbre de cocinar en ollas de arcilla los beneficia, por cuanto la arcilla contiene hierro entre los elementos de los cuales está constituida. En la costa, en cambio, el agua de las grandes ciudades como Lima está tratada de tal manera que la sedimentación a que se la somete para hacerla potable, elimina todos los minerales. Por otra parte se ha generalizado en Lima, de donde proceden nuestras gestantes de nivel del mar, el uso de ollas de aluminio que no enriquecen con hierro los alimentos durante la cocción. Conviene aquí comentar que se ha realizado un serio estudio acerca del alto grado de enriquecimiento de hierro que se consigue utilizando ollas y otros utensilios fabricados con hierro o con arcilla rica en este metal (8).

Sobre el factor que los alimentos juegan en este problema nos pronunciaremos luego, al comentar lo que se ha encontrado en las mujeres no embarazadas en estado menstrual y en los hombres.

Ahora bien, si observamos individualmente las cifras de hemoglobina se encuentra, que si bien la media de este valor está ligeramente por debajo de lo normal, tanto en la altura como a nivel del mar, debemos señalar que hubo un

60% de anémicas en Lima; 51% de anémicas en La Oroya y 50% de anémicas en Puno. O sea, que la deficiencia de hierro había llegado en estos casos a un grado tal que, agotadas las reservas, las pacientes estaban entregando el hierro que necesitaban para la formación de sus propios glóbulos en favor de los recién nacidos.

Es importante destacar el incremento de la transferrina no saturada y la total. Tanto en la altura como a nivel del mar se observa un apreciable incremento. Esta sustancia proteica, encargada de transportar el hierro dentro del torrente circulatorio, se incrementa en todos los casos de deficiencia de hierro, pero es más pronunciado en el caso de las embarazadas. Por otro lado, es uno de los elementos que se incrementa, primero, de tal manera que un aumento de la transferrina es un índice precoz de disminución de los depósitos de hierro, de gran utilidad para evitar la deficiencia de este elemento (9).

Merece destacarse que en las mujeres aparentemente normales se observó deficiencia de hierro, puestas de manifiesto en el índice de saturación del hierro, que fue significativamente menor que en el grupo de varones que nos sirve de referencia de normalidad. Debemos señalar, sin embargo, que no se observó diferencia entre las mujeres de nivel del mar y de la altura en contraste de lo que se encontró en las embarazadas. Este hallazgo tiene gran importancia, pues revela que las mujeres no reciben una dieta que sustituye sus necesidades, que son ciertamente mayores que las del varón. Esta deficiencia, que debe ser objeto de mayor preocupación, puede detectarse también prematuramente a través del dosaje de transferrina, que fue elevado, en comparación con el varón, en la altura como a nivel del mar. El dosaje de hierro sérico también estuvo por debajo de la media encontrada en varones.

Con respecto a las mujeres no gestantes en edad menstrual, hay que dejar bien sentado que la media refleja, obviamente, una apreciación total del grupo; que un análisis realizado, observando

las cifras individuales de todos los índices, se encuentra que el porcentaje de mujeres no gestantes que están deficientes de hierro en forma indudable alcanza el 2,0%. De este porcentaje un 8% están en franca anemia.

Finalmente, debemos señalar que el grupo de hombres presentó cifras normales de hierro, transferrina no saturada y total; e índice de saturación de hierro también normal. Hubo diferencias esperadas, por supuesto, en las cifras de hemoglobina y hematócrito, entre los varones de altura y los de nivel del mar. Estos resultados en varones confirman los hallazgos descritos en anteriores investigaciones (7).

Finalmente, debemos destacar que la deficiencia de hierro en las mujeres embarazadas de nivel del mar se ha acentuado en el lapso de 20 años, que nos separan del primer estudio que se hizo exclusivamente a nivel del mar (10). O sea, que los factores que entonces fueron determinantes de esta deficiencia se han acentuado.

En cuanto a los factores causantes de la deficiencia de hierro son dos claramente detectables, uno de ellos el factor sociocultural y el segundo el socioeconómico. En relación con el primero existe una falta de información acerca de las precauciones que deben tomarse tratándose de la mujer en edad menstrual en lo que se refiere a las menstruaciones. Gran parte de la deficiencia de hierro se debe a menstruaciones que duran más de tres días o que son muy abundantes, problemas que es posible controlar mediante una información apropiada y un tratamiento inmediato en cuanto se descubran alteraciones de la menstruación. No debe olvidarse asimismo el parasitismo, que causa hemorragias pequeñas pero continuas que terminan con los depósitos de hierro y la consiguiente deficiencia de hierro. Otras causas menos frecuentes de hemorragia, como la úlcera y el cáncer, también deben tenerse presentes.

Con respecto a las embarazadas, es una verdadera negligencia no cuidar que durante el último trimestre ellas tengan una alimentación apropiada y, además

de ello, una administración de sales de hierro que compensen la pérdida de no menos de 500 miligramos de hierro que ocurre en cada embarazo.

Con respecto al aspecto socioeconómico, que es el más determinante de la deficiencia de hierro, debemos señalar que estudios llevados a cabo con alimentos marcados con hierro radiactivo (11) han revelado que los alimentos que mayor cantidad de hierro absorbible tiene son: la carne de vacuno en primer lugar, en menor grado la carne de pollo y de pescado. Estos alimentos son los más caros y no llegan sino eventualmente a la mesa de la gran mayoría de nuestra población, que está catalogada como de bajo nivel económico.

Otros alimentos que tienen elevado porcentaje de hierro son las legumbres (frijoles, lentejas, garbanzos, habas, etc.); pero el hierro en estos alimentos está unido a sustancias que estorban su absorción a nivel de los intestinos. La soya es una excepción, de allí que se recomienda su uso en forma insistente. Ahora bien, los cereales, tubérculos y hortalizas, que son los alimentos que más consumimos, o sea, el trigo, maíz, papas, camote, etc., tienen muy bajo contenido de hierro y desgraciadamente el arroz que lo comemos mañana y tarde es el que menos contenido de hierro absorbible tiene.

Es fácil concluir entonces que el problema de la deficiencia de hierro es un problema de tipo nutricional, asociado al elevado precio de los alimentos que contienen hierro absorbible. Explica, de otro lado, el gran número de personas que se ven afectadas por esta lacra social.

La preocupación por la solución de este problema que atañe a todos los países pobres del mundo ha motivado que instituciones como la Organización Mundial de la Salud, hagan esfuerzos para investigar la manera de enriquecer con hierro alimentos de uso universal. Se ha intentado la sal común, con resultados negativos, por el sabor desagradable que produce la mezcla de este producto con sales de hierro. Se ha intentado también enriquecer la harina de trigo con la que se manufactura el pan, con resultados discu-

tibles hasta el presente; mayores esperanzas están obteniéndose del enriquecimiento con hierro de las bebidas (12; Reynafarje, en preparación). Pero hace falta todavía un estudio más extenso que abarque muchos países para llegar a conclusiones que esperamos se logren en un futuro cercano para erradicar este flagelo de la humanidad que, como lo decimos al inicio, viene azotando al género humano desde épocas muy antiguas, hasta donde ha podido estudiarse gracias a los testimonios que nos ha dejado la historia.

Esta preocupación está plenamente justificada, por cuanto el hierro cumple vitales funciones en el organismo, no sólo en el transporte de oxígeno como el elemento más importante de la hemoglobina, puesto que es el hierro el que se une al O<sub>2</sub>, sino que este metal forma también parte esencial de la mioglobina de los músculos y como tal es factor de primera magnitud en la composición de la gran masa tisular que tiene que ver con el peso corporal y la talla del ser humano. Una deficiencia de hierro repercute inevitablemente en la normal formación y funciones de este tejido que proporciona la fortaleza física y la eficiencia en el trabajo. La mioglobina es, de otro lado, un reservorio de oxígeno que se pone en juego cuando las necesidades así lo exigen. Pero hay todavía más; el hierro forma parte de enzimas como los citocromos, que intervienen en las últimas fases del transporte de oxígeno dentro de la compleja función de la respiración celular. Y estos elementos cumplen con esta función gracias a la presencia del hierro que en este caso es también el elemento que se enlaza con el oxígeno para facilitar su transporte. El hierro forma parte también de las catalasas y peroxidasas que desempeñan tareas concernientes con un adecuado uso del oxígeno en las funciones de diver-

sas células. Finalmente, el hierro forma parte de algunos elementos celulares, incluyendo células epiteliales del intestino, pelos, uñas, etc., todo lo cual convierte a este metal en uno de los nutrientes más importantes del organismo humano; y obliga ciertamente a preocuparse con el mayor interés, no sólo en su estudio sino en procurar su adecuada adquisición, ya sea por medio de los alimentos que lo contienen o con la administración de sales de hierro, tanto con la ayuda del enriquecimiento de alimentos o mediante la administración de compuestos medicamentosos que prevengan o curen las deficiencias de hierro.

#### REFERENCIAS

1. WINTROBE, M.M. (1975) *Clinical Hematology*. Lea & Febiger Philadelphia, pp. 635.
2. PICON-REATEGUI, EMILIO. Comunicación personal.
3. INTERNATIONAL COMMITTEE FOR STANDARDIZATION HEMATOLOGY (1971) Proposed Recommendation for measurement of serum iron. *Pathol. 56*: 543.
4. BOTHWELL, T.H.; FINCH, C.A. (1962) *Iron metabolism*. Little Brown & Co.
5. ELWOOD, P.C.; JACOBS, A. (1966) Hemoglobin estimation, *Br. Med. J. 1*: 20.
6. WINTROBE, M.M. (1975) *Clinical Hematology*. Lea & Febiger Philadelphia.
7. REYNAFARJE, C.; LOZANO, R.; VALDIVIESO, J. (1959) Polycythemia of High Altitude. *Blood 14*: 433.
8. HARRISON, T.H. (1966) *Internal Medicine*. Mc Graw-Hill Book Co. New York-London, pp. 556.
9. MOORE, C.V. (1955) The importance of nutritional factors in the pathogenesis of anemia. *Am. J. Clin. Nutr. 3*: 3.
10. REYNAFARJE, C. (1970) Anemias nutricionales en poblaciones supuestas normales de ambos sexos y en embarazadas. *Viernes Médico 21*: 241.
11. LAYRISSE, M.; COOK, C.; MARTINEZ TORRES, C.; KUHN & FINCH, C.A.; ROCHE, M. (1969) Food Iron Absorption A. Comparison of Vegetable & Animal Foods. *Blood 33*: 430.
12. LAYRISSE, M.; COOK, C.; MARTINEZ TORRES, C.; RENZI, M. (1976) Sugar as a Vehicle for Iron Fortification. *Amer. J. Clin. Nutr. 29*: 174.