

Hierro corporal en donantes habituales de un banco de sangre de Medellín-Colombia

Body iron in repetitive donors of a blood bank from Medellín-Colombia

Carmen Yuliet Mantilla Gutiérrez^I, Rocío Pérez^{II}, Jaiberth Cardona Arias^{III}

^I Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

^{II} Grupo de Investigación Hematopatología Molecular, Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

^{III} Grupo de investigación Salud y Sostenibilidad, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

RESUMEN

Introducción: en donantes de sangre es importante conocer el hierro circulante, almacenado y funcional; tradicionalmente solo se incluye la medición de hemoglobina.

Objetivo: describir el comportamiento del estado del hierro en donantes habituales según las características demográficas e ingesta de hierro y su relación con la ferritina, la hemoglobina y la hemoglobina reticulocitaria.

Métodos: estudio descriptivo transversal que incluyó 70 donantes habituales del Banco de Sangre de la Universidad de Antioquia, seleccionados al azar. Se evaluaron la ferritina, el eritrograma, la hemoglobina reticulocitaria, el estudio coprológico, la actividad física y el consumo de hierro. Se calcularon medidas de resumen, frecuencias y se utilizaron las siguientes pruebas estadísticas t Student, U de Mann Withney, H de Kruskal Wallis, Anova y correlaciones, con un nivel de significación de $p < 0,05$.

Resultados: el 60 % de los donantes fueron mujeres y la edad promedio fue 33 años. El promedio de los parámetros eritrocitarios evaluados estuvo dentro de los valores de referencia; 14,3 % (n= 10) presentaron ferropenia y 76,9 % (n= 50) bajo consumo de hierro/día. Los hombres evidenciaron valores más altos para recuento de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, constantes corpusculares y ferritina. Los adolescentes (18-20 años) tuvieron valores más bajos de ingesta, reticulocitos y ancho de distribución eritrocitaria. La ferritina se correlacionó con la hemoglobina,

hemoglobina corpuscular media, concentración de hemoglobina corpuscular media, ancho de distribución eritrocitaria y hemoglobina reticulocitaria.

Conclusiones: se evidenciaron adecuados mecanismos reguladores del metabolismo del hierro con eritropoyesis eficiente y se sugieren estudios para evaluar aspectos nutricionales en los donantes y factibilidad de la determinación de ferritina en donantes habituales para verificar reservas adecuadas que compensen las pérdidas de sangre por la donación.

Palabras clave: donantes de sangre, hemoglobinas, ferritina, reticulocitos, hierro de la dieta.

ABSTRACT

Introduction: In blood donors it is important to determine circulated, stored and functional iron; traditionally hemoglobin is the unique measurement included.

Objective: We intended to describe the behavior of iron in repetitive donors according to demographic characteristics as well as iron intake, and its relation to ferritin, hemoglobin and reticulocyte hemoglobin.

Methods: Cross-sectional study of 70 repetitive donors at the University of Antioquía Blood Bank, selected at random. Ferritin, eritrogram, reticulocyte hemoglobin, stool, physical activity and iron dietary were evaluated. Summary measures and frequencies were calculated and the following tests were used: T Student, U of Mann Whitney, H of Kruskal Wallis, Anova and correlations in SPSS.

Results: 60 % of donors were women and the mean age was 33 years old. The median of the erythrocyte parameters evaluated was within reference values; 14.3 % (n= 10) showed iron deficiency and 76.9 % (n= 50) had low iron intake/day. Men got higher values for erythrocyte count, hemoglobin, hematocrit, corpuscular constants and ferritin. Teenagers (18-20 years old) had lower values in intake, reticulocytes and red blood cell distribution width. Ferritin correlated to hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration, red blood cell distribution width and reticulocyte hemoglobin.

Conclusion: Adequate regulatory mechanisms of iron metabolism with efficient erythropoiesis were evident and we suggest further studies to evaluate nutritional aspects of the blood donors and the feasibility of ferritin determination in regular donors in order to verify adequate reserves to compensate blood caused by donation.

Keywords: blood donors, ferritin, hemoglobin, reticulocytes, dietary iron.

INTRODUCCIÓN

La concentración corporal de hierro es 40-50 mg/kg de peso, 65 % del cual está en la hemoglobina. Diariamente se absorben y excretan 1-2 mg del mineral, y se requieren 20-30 mg para una adecuada eritropoyesis, cantidad proveniente del reciclaje de los hematíes senescentes fagocitados y de la dieta.¹

Para evaluar el hierro existen diversas mediciones que reflejan las etapas de su metabolismo, cuyo análisis conjunto orienta mejor el diagnóstico de sus alteraciones.

No obstante la gran cantidad de pruebas, tradicionalmente se ha determinado ferritina, saturación de la transferrina y hemoglobina, datos insuficientes para una adecuada evaluación del estado del hierro en el organismo dada la gran cantidad de moléculas que participan en su metabolismo.

En condiciones fisiológicas normales existe un balance entre la absorción, el transporte y el almacenamiento. Sin embargo, las mujeres en edad fértil, los niños, los donantes de sangre y los pacientes hemodializados presentan frecuentemente deficiencia de hierro y anemia ferropénica, debida al incremento de los requerimientos, ingesta o absorción insuficientes, pérdidas de sangre agudas o crónicas, o la combinación de dos o más de estas causas.²⁻⁴

Los donantes de sangre a repetición están en riesgo de sufrir ferropenia por la cantidad considerable de hierro que pierden en una donación, 200-250 mg, y de desarrollar anemia por esta causa, que deriva en diferimientos por hemoglobina baja, situación responsable del 10-56 % de los diferimientos.⁵⁻⁶ Lo anterior implica compromiso de la salud del donante y de la captación de hemocomponentes suficientes en el banco de sangre. Se han reportado prevalencias de ferropenia en donantes del 2,2 % y 20,7 %, siendo los donantes habituales y los de sexo femenino quienes evidencian mayor afectación.⁷⁻⁸

Además de la donación de sangre, otros factores que generan variaciones en el comportamiento del hierro son la actividad física y el parasitismo intestinal (uncinarias y protozoos como *G. lamblia* y *E. histolytica*). Los sujetos parasitados presentan disminución, tanto de hemoglobina como de ferritina; y en las personas sedentarias se observan valores disminuidos de índices eritrocitarios en comparación con los deportistas de alto rendimiento.⁹⁻¹⁰

La ingesta de hierro proveniente de alimentos es indispensable para compensar la pérdida de hierro ocasionada por la donación de sangre; sin embargo, son pocas las investigaciones que calculan el aporte dietético en estos sujetos, aspecto relevante para evaluar y mejorar el conocimiento de su metabolismo en donantes.

Es por ello que se realizó un estudio para describir el comportamiento del hierro en donantes habituales de un banco de sangre de Medellín, según sus características demográficas e ingesta de hierro; determinar la relación entre la ferritina, la hemoglobina y la hemoglobina reticulocitaria para evaluar todas las etapas del metabolismo del hierro; y mejorar la selección del donante de sangre, de manera tal que se pueda prevenir la ferropenia en una próxima donación.

MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo transversal que incluyó a 70 donantes habituales (dos o más donaciones registradas durante el 2011) seleccionados aleatoriamente, del Banco de Sangre de la Universidad de Antioquia. El cálculo del tamaño de muestra se basó en una desviación estándar de 20, una población de 15 994, un nivel de confianza del 95 % y un error de muestreo del 5 %.

Los criterios de inclusión fueron: el cumplimiento de requisitos establecidos en la Resolución 0901/1996,¹¹ y la firma del consentimiento informado. Los criterios de exclusión fueron: acceso venoso difícil, procedimientos incompletos y exigencia de remuneración.

Recolección de la información

Los participantes donaron sangre total (450-500 mL) o plaquetas por aféresis (TrimaAccel®-Terumo BCT). Se recolectaron dos muestras sanguíneas para el eritrograma y la ferritina, mediciones realizadas en el Laboratorio de La Clínica León XIII, quienes cumplen con el control de calidad interno y externo (Randox International QualityAssessmentScheme - RIQAS). La ferritina se determinó por electroquimioluminiscencia (Cobas® E601-Roche S.A.); los intervalos biológicos de referencia en hombres fueron 30-400 ng/mL, y en mujeres, 13-150 ng/mL. El eritrograma se evaluó en el Sysmex XE 2100 (Roche, SA) e incluyó hemoglobina reticulocitaria (Ret-He), cuyo valor de referencia fue 28,3-35,7 pg. Adicionalmente se realizó estudio coprológico directo y por concentración con formol-éter, encuesta sobre frecuencia de consumo de alimentos ricos en hierro, con 31 preguntas con validez de apariencia, contenido y fiabilidad, aplicada como describe Manjarrés;¹² y cuestionario IPAQ en formato corto (International PhysicalActivityQuestionnaire), para categorizar la actividad física según el número de METs/min/semana (del inglés, MetabolicEquivalentTask).¹³⁻¹⁴

Como fuente secundaria se utilizó la base de datos del banco de sangre, para recolectar información sobre las donaciones anteriores y la hemoglobina predonación, determinada con el Compolab HB® (FreseniusKabi). La edad se categorizó en adolescentes: < 20 años; adultos jóvenes: 21-45 años; y adultos medios: 45-64 años.

Análisis estadístico

Para la descripción de las características demográficas, hematológicas y el consumo de hierro se realizó análisis de frecuencias y medidas de resumen. Para la comparación de las características hematológicas y la ingesta según el grupo etario y el sexo, se realizó t Student y Anova de un factor, o sus referentes no paramétricos, según el cumplimiento del supuesto de normalidad evaluado con la prueba Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors y Shapiro-Wilk. Para el Anova, se evaluó el supuesto de homocedasticidad de Levene y se complementó con comparaciones múltiples de Tukey.

Para la comparación de las determinaciones de hierro (ferritina, hemoglobina de eritrocitos maduros y de reticulocitos) entre sí y con la ingesta, se realizaron correlaciones de Pearson o Spearman, según el cumplimiento del supuesto de normalidad. Para la interpretación del coeficiente de correlación se consideró relación débil por debajo de 0,4; buena, entre 0,4 y 0,7; y fuerte, valores superiores a 0,7.

Se realizó una regresión lineal para comparar las mediciones del hierro y el efecto simultáneo y recíproco de las variables demográficas y hematológicas.

Todos los datos se almacenaron y analizaron en Excel y SPSS 20.0 (Statistical Packageforthe Social Sciences), considerando un nivel de significación estadística de 0,05.

Aspectos éticos

Según la Resolución 8430/1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia, este es un estudio de riesgo mínimo, aprobado por el comité de ética de la Sede de Investigación Universitaria (SIU) de la Universidad de Antioquia. Cada

donante firmó el consentimiento informado autorizando la toma de las muestras y el uso de sus resultados con fines investigativos y se garantizó la confidencialidad de la información.

RESULTADOS

Característica de los donantes

De los 70 donantes incluidos, el 60 % fueron mujeres, la edad promedio fue de 33 ± 12 años, con predominio de adultos jóvenes en ambos sexos (Chi cuadrado 0,128 *vs* 0,938). Se obtuvo prevalencia del 53,8 % de sobrepeso; 53,7 % de parasitismo, siendo *Blastocystis hominis* el parásito más frecuente (50 %), y 65,7 % de los donantes eran sedentarios o mínimamente activos ([tabla 1](#)).

El componente más donado fue sangre total, resultado que se mantuvo al revisar el registro histórico de donaciones de cada participante. Solo 14 sujetos donaron por aféresis plaquetas, glóbulos rojos, o ambos ([tabla 1](#)).

Mediciones del hierro y factores asociados

El 71,4 % de los donantes presentaron recuento de glóbulos rojos dentro de los valores de referencia; 82,9 % tenían depósitos de hierro suficientes, solo 7 hombres y 3 mujeres evidenciaron ferropenia. Respecto a la Ret-He, en el 92,9 % de los donantes se observaron resultados normales, y en cuanto a la hemoglobina corpuscular media (HCM), 1 hombre y 11 mujeres presentaron hipocromía. En relación con la ingestión diaria de hierro, el consumo promedio fue de $12,4 \pm 8,1$ mg/día, 76,9 % individuos consumían menos de 18 mg, ingesta recomendada¹⁵ ([figura](#)).

No se observaron diferencias significativas en la actividad física, el componente donado y el consumo de hierro según sexo ([tabla 2](#)). Además, no se evidenciaron diferencias significativas entre la actividad física y el coprológico frente a la hemoglobina, VCM (volumen corpuscular medio), HCM, ferritina y la Ret-He.

En la [tabla 2](#) también se muestran las características hematológicas según sexo y grupo de edad, donde se observan valores estadísticamente superiores en hombres para el recuento de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, HCM, CHCM (concentración de hemoglobina corpuscular media), VCM, ferritina y hemoglobina predonación. Según la edad, los adolescentes presentaron valores estadísticamente más bajos para el consumo de hierro, porcentaje de reticulocitos y ADE (ancho de distribución eritrocitaria).

Al comparar los parámetros para la evaluación del estado del hierro con las demás características hematológicas, se observó que la ferritina y la ingesta de hierro presentaron asociaciones estadísticamente significativas con el componente donado; siendo los donantes de sangre total quienes tuvieron valores disminuidos para ambas mediciones en comparación con quienes donaron plaquetas.

No se observaron correlaciones estadísticamente significativas al contrastar el consumo de hierro con la hemoglobina predonación, la ferritina y la Ret-He ([tabla 3](#)).

Tabla 1. Caracterización clínica y hematológica de los donantes

VARIABLE	N°	% (IC 95%)
Actividad física (IPAQ corto)		
- Físicamente inactivo	20	29,9 (18,1 - 41,6)
- Mínimamente activo	24	35,8 (23,6 - 48,0)
- Actividad física saludable	23	34,3 (22,2 - 46,4)
Estudio coprológico		
- Negativo	25	46,3 (32,1 - 60,5)
- Positivo	29	53,7 (39,5 - 67,9)
Componente donado		
- Sangre total	57	81,4 (71,6 - 91,3)
- Plaquetas	13	18,6 (8,7 - 28,4)
Historia de componentes donados		
- Solo plaquetas	4	5,7 (1,6 - 14,0)
- Solo sangre total	52	74,3 (63,3 - 85,2)
- Plaquetas + sangre total	9	12,9 (4,3 - 21,4)
- Plaquetas + 2RBC	1	1,4 (0,0 - 7,7)
- Sangre total + 2RBC	3	4,3 (0,9 - 12,0)
- Plaquetas + sangre total + 2RBC	1	1,4 (0,0 - 7,7)
	X ± DE	
Edad (años)	33 ± 12	
Número de donaciones+	6 ± 5	
Número de donaciones 2011	2 ± 1	
Tiempo entre donaciones (meses)		
- Penúltima a ultima	6,6 ± 2,9	
- Antepenúltima a ultima	5,5 ± 2,4	
Eritrograma		
- Hemoglobina (g/dL)	14,5 ± 1,3	
- Hematocrito (%)	42,1 ± 3,0	
- VCM (fL)	86,7 ± 4,3	
- HCM (pg)	29,7 ± 1,9	
- CHCM (pg)	34,3 ± 1,1	
- VSG (mm/hora)	4 ± 2	
- % de Reticulocitos	0,8 ± 0,4	
Hemoglobina reticulocitaria (Ret-He) (pg)	32,7 ± 2,1	
Ferritina sérica (ng/mL)	61,7 ± 56,8	
Hemoglobina preselección (g/dL)	14,6 ± 1,3	
Ingesta diaria de hierro (mg)	12,4 ± 8,1	

N: Recuento, IC 95%: Intervalo de confianza 95%, 2RBC: Doble paquete globular,
 X: Media aritmética, DE: Desviación estándar.
 +: Total registrado en la base de datos del banco de sangre.

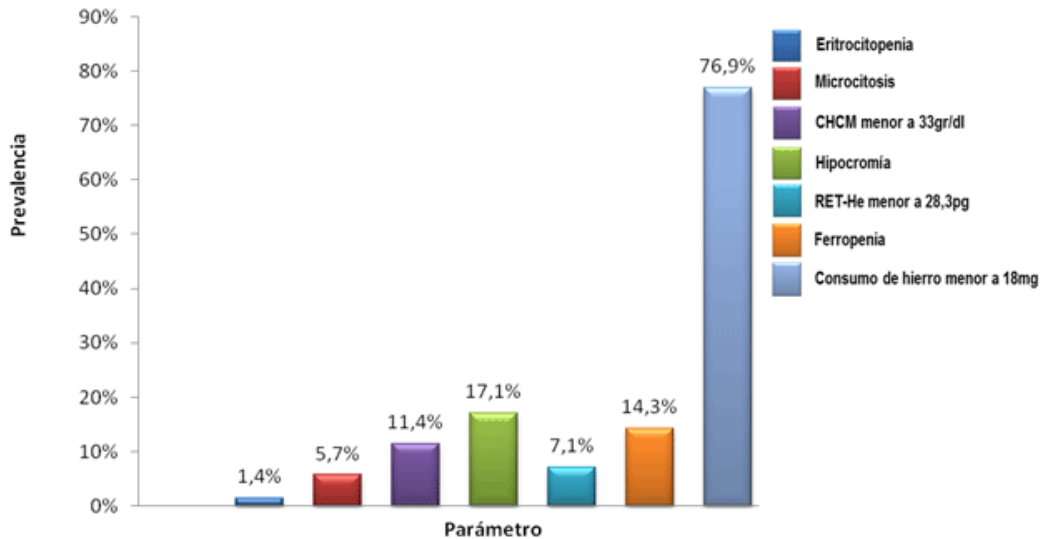


Fig. Prevalencia de donantes con parámetros para la evaluación del hierro por debajo del valor de referencia.

La hemoglobina predonación presentó correlaciones positivas con los siguientes parámetros: débiles con la ferritina y el VCM; buenas con el recuento de eritrocitos, el HCM, el hematocrito y la CHCM; y fuertes con la hemoglobina automatizada. La ferritina, evidenció correlación positiva débil con HCM, buena con CHCM y hematocrito; y correlación inversa débil con el total de donaciones registradas en el banco, relación que se mantuvo ajustando en una regresión lineal por sexo, componente donado, tiempo entre donaciones e ingesta de hierro. La Ret-He se correlacionó positiva y débilmente, tanto con la hemoglobina predonación como con la ferritina ([tabla 3](#)).

Tabla 2. Características clínicas y hematológicas de los donantes, según sexo y grupo de edad

VARIABLES	SEXO			GRUPO DE EDAD			
	F	M	vp ^a	A	AJ	AM	vp ^c
	Mediana			Mediana			
Total donaciones registradas en el banco	5,0	5,5	0,89	4,0	5,0	6,5	0,06
Porcentaje de reticulocitos	0,8	0,7	0,94	0,6	0,8	0,8	0,04**
Ret-He (pg)	32,8	33,5	0,16	32,3	33,1	33,5	0,49
Ferritina sérica (ng/mL)	33,0	58,2	0,03**	49,5	42,5	23,3	0,13
Hierro consumido diariamente (mg)	10,4	9,7	0,83	6,2	14,0	8,4	0,03**
	Media		vp ^b	Media			vp ^d
Tiempo entre penúltima y última donación (meses)	6,6	6,6	0,94	5,2	6,9	7,2	0,67
Tiempo entre antepenúltima y la penúltima donación (meses)	5,6	5,3	0,55	6,4	5,6	4,6	0,16
Recuento de eritrocitos (*10 ⁶ /mm ³)	4,7	5,1	0,00**	5,1	4,9	4,8	0,27
Hemoglobina automatizada (g/dL)	13,7	15,5	0,00**	14,6	14,4	14,4	0,90
Hematocrito (%)	40,6	44,5	0,00**	42,8	42,0	42,0	0,74
VCM (fL)	86,2	87,4	0,27	84,7	86,8	87,5	0,27
HCM (pg)	29,1	30,5	0,00**	28,9	29,8	29,9	0,35
CHCM (g/dL)	33,8	35,0	0,00**	34,1	34,3	34,2	0,74
ADE (DE)	42,7	41,2	0,03**	41,0	41,7	43,9	0,02**
Hemoglobina preselección (g/dL)	13,9	15,7	0,00**	14,9	14,6	14,4	0,64

F: femenino, M: Masculino, A: Adolescentes, AJ: Adulto joven, AM: Adulto medio, N: recuento, ADE: amplitud de distribución eritrocitaria

**Diferencias estadísticamente significativas al nivel 0,01.

^a. U de Mann-Withney, ^b. T Student, ^c. Kruskal Wallis, ^d. Anova de un factor

Tabla 3. Correlaciones de las características hematológicas con diferentes determinaciones de hierro corporal

VARIABLES	Hb	FS	Ingesta	Ret-He
Coefficientes de correlación de Spearman				
Total donaciones registradas en el banco	-0,06	-0,35**	0,19	-0,03
Donación de plaquetas+	-0,19	-0,23	-0,36	0,28
Donación de sangre total+	0,07	-0,43**	-0,15	0,05
Tiempo entre penúltima y última donación (m)	0,01	0,28*	-0,1	0,19
Recuento absoluto de reticulocitos	0,27*	0,13	0,09	0,60**
Porcentaje de reticulocitos	0,16	0,08	0,09	0,61**
Ferritina sérica	0,39**	1,0**	0,02	0,29*
Hierro consumido diariamente	0,09	0,02	1,0**	-0,02
Ret-He	0,27*	0,29*	-0,02	1,0**
Hemoglobina Compolab	1,0**	0,39**	0,09	0,27*
Coefficientes de correlación de Pearson				
Tiempo entre antepenúltima y penúltima donación (meses)	-0,09	-0,36**	-0,11	-0,17
Recuento de eritrocitos	0,43**	0,23	0,04	-0,29*
Hemoglobina automatizada	0,74**	0,49**	0,07	0,35**
Hematocrito	0,67**	0,41**	0,07	0,22
VCM	0,26*	0,2	0,04	0,77**
HCM	0,47**	0,37**	0,06	0,82**
CHCM	0,55**	0,44**	0,06	0,50**
ADE	-0,18	-0,26*	-0,08	0,06

Hb: Hemoglobina preselección, FS: ferritina sérica, Ret-He: Hemoglobina reticulocitaria,

*Diferencias estadísticamente significativas al nivel 0,05. **Diferencias estadísticamente significativas al nivel 0,01. + Número de donaciones

DISCUSIÓN

En el este estudio, menos del 30 % de los donantes evidenciaron resultados de eritrograma, Ret-He y ferritina fuera de los valores de referencia,¹⁶ datos que concuerdan con los hallados en donantes mejicanos¹⁷ y reflejan mecanismos adecuados que compensan la pérdida de sangre por la donación y una eritropoyesis sin producción de hematíes microcíticos e hipocrómicos.¹⁸

La prevalencia de ferropenia del 14,3 %, difiere de lo hallado por Cortés, quien reporta el 5,1 % en donantes habituales.¹⁹ Sin embargo, en dicho estudio no se informa sobre la frecuencia ni el número de donaciones anteriores, las cuales son variables que podrían explicar la diferencia encontrada. Por otro lado, el 80 % de los donantes ferropénicos consumían menos de 18 mg/día de hierro, lo que indica una baja ingestión del micronutriente que puede influir negativamente en la recuperación posdonación de las reservas del mineral, máxime si los sujetos presentan reservas expoliadas antes de la donación.²⁰

En este estudio se observó una mayor frecuencia de hombres con ferropenia, lo cual podría explicarse por el bajo consumo de hierro y mayor número de donaciones, frente a lo observado en mujeres. Sin embargo, esta ferropenia no se reflejó en glóbulos rojos hipocrómicos, contrario a lo hallado en las mujeres quienes presentaron más hipocromía que los hombres, con reservas adecuadas. Esto podría atribuirse a las continuas pérdidas fisiológicas de las mujeres que derivan en una adaptación fisiológica a los niveles bajos de hemoglobina. Además, cabe recordar que la hipocromía no es un signo patognomónico de la ferropenia y la anemia por deficiencia de hierro sino que también puede presentarse en otras situaciones clínicas, como talasemias o deficiencias de otros micronutrientes, que no fueron objeto de evaluación en esta investigación.

En cuanto al número de donaciones por año, resultó menor al establecido por protocolos nacionales e internacionales, y coincide con hallazgos de otros autores,²¹ quienes informan una o dos donaciones/año con 173 a 208 días entre una donación y otra, lo que reflejaría poca fidelización del donante o gran proporción de diferimientos.

Las diferencias por sexo halladas para parámetros del eritrograma, la ferritina y la hemoglobina pre donación coinciden con lo descrito en la literatura,²² donde se manifiesta la disminución fisiológica del hierro en el sexo femenino por pérdidas durante la menstruación y el aumento de los requerimientos en el embarazo.

En relación con la edad, los adolescentes presentaron menor consumo de hierro, posiblemente debido a que la mayoría fueron estudiantes universitarios y este grupo, según estudios previos, presenta hábitos alimenticios inadecuados, especialmente aquellos que están lejos de sus padres, dado el poco tiempo dedicado a la preparación de sus alimentos o problemas económicos para su sostenibilidad en lugares diferentes a su hogar.²³

En el estudio de los efectos del parasitismo intestinal sobre el estado del hierro no se hallaron diferencias significativas, lo que se explica por la ausencia de parásitos que en su mecanismo de acción producen pérdidas de sangre, como las uncinarias o *E. histolytica/dispar*. No obstante, es importante precisar que la prevalencia de *B. hominis* fue mayor a la reportada en poblaciones más vulnerables, como los niños,²⁴⁻²⁵ lo que indica que los donantes tienen conductas de riesgo para este tipo de infecciones que posteriormente podrían derivar en una infección por parásitos patógenos.

No se presentaron diferencias en el resultado del eritrograma, Ret-He ni ferritina, entre donantes físicamente activos y sedentarios, posiblemente por aumento del volumen plasmático en deportistas, que genera hemodiluciones transitorias hasta por 3-5 días posejercicio.²⁶ Esta situación explicaría la discrepancia de estos resultados con lo informado por Hu-M, quien afirma que el ejercicio físico puede aumentar la hemoglobina y el recuento de glóbulos rojos para incrementar la capacidad transportadora de oxígeno.²⁷

El hemocomponente donado con mayor frecuencia fue sangre total y quienes donaron este componente evidenciaron reservas de hierro más bajas, situación que podría deberse a la gran pérdida de hierro que ocurre en este tipo de donaciones. Se ha estimado que en la donación de 450-500 mL de sangre se pierden 213-250 mg de hierro,²⁸ a diferencia de la plaquetoféresis, donde sólo se pierden 80 a 100 mL²⁹ equivalentes a 37-60 mg de hierro.³⁰ Aunado a ello, los donantes de sangre total fueron quienes evidenciaron menor consumo de hierro. Por todo esto, se sugiere un mayor cuidado y evaluación del estado del hierro en los donantes de sangre total y doble paquete globular.

En su mayoría, los donantes deficientes de hierro en este estudio fueron hombres, hallazgo que difiere con los informes precedentes³¹⁻³² y que puede ser atribuido al mayor número de donaciones de estos individuos a lo largo de su vida, las cuales estuvieron entre 6 y 32, superior al evidenciado para las mujeres que estuvo entre 4 y 10 donaciones. Estudios como el desarrollado por Richard Cable³² ponen de manifiesto que el número de donaciones es la variable predictora más importante para el desarrollo de ferropenia y anemia ferropénica, siendo mayor su efecto que los demás cofactores aludidos previamente.

Por otra parte, en las comparaciones entre las mediciones del hierro implementadas en esta investigación, no se evidenciaron correlaciones entre el valor de la hemoglobina y la cantidad de hierro ingerido. Se debe aclarar que los donantes de sangre en general evidenciaron un bajo consumo de hierro en la dieta. Sin embargo, la hemoglobina se mantuvo en niveles normales, lo que se sustenta en el hecho de que el organismo moviliza las reservas como primer mecanismo regulador ante el compromiso del suministro de hierro para la eritropoyesis;¹⁸ en este orden de ideas, la hemoglobina sólo se verá disminuida en fases avanzadas de la deficiencia del mineral.³³ Estos datos son similares a los reportados en otras poblaciones como las gestantes, quienes en su primer trimestre de embarazo presentaron una hemoglobina adecuada a pesar de su baja ingestión de hierro.³⁴

Por otro lado, es importante tener en cuenta factores que favorecen o inhiben la absorción del hierro consumido en la dieta, así como la inclusión en esta de otros micronutrientes necesarios para una adecuada eritropoyesis.

En este grupo, al igual que lo informado por Blanco,³⁵ no se halló correlación entre el hierro total ingerido y los valores de ferritina, hallazgo que puede sustentarse en dos razones: el 82,9 % de los donantes tenían depósitos suficientes y en el caso de ferropenias graves, el hierro proveniente de la dieta se utiliza para asegurar una correcta eritropoyesis antes que en la recuperación de los depósitos agotados.

El hecho de observar correlación entre el valor de Ret-He y la ingestión de hierro, podría justificarse por la gran proporción de donantes con Ret-He y ferritina sérica normales, dado que las pérdidas se compensaron con movilización de las reservas sin necesidad de aumentar la absorción del hierro proveniente de la dieta, mientras que la Ret-He presentó una correlación positiva con la ferritina, indicativa de reservas suficientes del mineral que aseguran su disponibilidad para una hemoglobinización adecuada durante la eritropoyesis.

No obstante los mecanismos compensatorios ante pérdidas de hierro, la recuperación de reservas agotadas lleva más tiempo que el estipulado en los protocolos para una próxima donación, lo que implica que el donante habitual siempre estará expuesto a la disminución progresiva de las reservas que puede avanzar a una eritropoyesis deficiente en hierro y anemia, situación en la cual la ingestión adecuada del micronutriente sería indispensable,³⁶ como lo demuestra Manjarrés³⁴ en un estudio realizado con embarazadas, quienes después de un

tratamiento con suplementos y complementación alimentaria previnieron la anemia en el 84,6 %.

En este estudio no se evidenció la necesidad de una adecuada ingestión de hierro puesto que la mayoría de los donantes compensaron las pérdidas de sangre, movilizandolas reservas; sin embargo, esta hipótesis puede ser analizada en otro tipo de estudios con donantes ferropénicos.

Dentro de las limitaciones de este estudio se puede mencionar que las asociaciones y relaciones estadísticas encontradas no son de tipo causal. No fue posible evaluar los factores que favorecen o deprimen la absorción de hierro y no se combinó la metodología de frecuencia cuantitativa con un recordatorio de 24 horas para evaluar ingestión de hierro y otros micronutrientes. Además, no fue posible determinar la influencia del tiempo transcurrido después de la actividad física hasta la toma de la muestra y algunos donantes no accedieron a responder el IPAQ corto. Finalmente, se puede concluir que no se presentó relación entre la ingestión de hierro y las mediciones de laboratorio para la determinación del mineral, pero al realizar el análisis conjunto de ellos, se puede señalar que en el donante se evidencian adecuados mecanismos que mantienen su homeostasis y no permiten el compromiso del aporte de hierro para la eritropoyesis. No obstante la no correlación entre la ingestión de hierro y los marcadores bioquímicos, se requieren más investigaciones centradas en la nutrición de los donantes de sangre donde se evalúe el consumo de hierro y otros micronutrientes, así como de factores favorecedores e inhibidores con el fin de orientar al donante en el mantenimiento de reservas suficientes para tolerar la pérdida aguda de sangre y asegurar una pronta recuperación. Se sugiere hacer nuevas investigaciones para comprobar la factibilidad de determinar ferritina sérica como parte de la selección del donante, especialmente en donantes habituales, en aras de verificar reservas adecuadas que compensen las pérdidas de sangre por la donación, teniendo en cuenta el número de donaciones y el tiempo entre ellas. En caso de ferropenia se propone aumentar los tiempos entre una donación y otra, así como la administración de suplementos de hierro bajo supervisión médica. Agradecimientos A la empresa ROCHE S.A. por el suministro de los reactivos empleados para llevar a cabo esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Muñoz M, Villar I, García-Erce JA. An update on iron physiology. *World J Gastroenterol.* 2009;15(37):4617-26.
2. Benoist B, McLean E, Egll I, Cogswell M. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005. World Health Organization, Centers for Disease Control and Prevention Atlanta Geneva. 2008. [Consultado el 28 de Julio de 2012]. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241596657_eng.pdf
3. Comité Nacional de Hematología. Anemia ferropénica: Guía de diagnóstico y tratamiento. *Arch. Argent. Pediatr.* 2009;107(4):353-61.
4. Speedy J, Minck S, Marks D, Bower M, Keller A. The challenges of managing donor haemoglobin. *ISBT Sci Ser.* 2011;6(2):408-15.
5. Mast AE, Schlumpf KS, Wright DJ, Custer B, Spencer B, Murphy EL, et al. Demographic correlates of low hemoglobin deferral among prospective whole blood donors. *Transfusion.* 2010;50(8):1794-802.

6. Agnihotri N. Whole blood donor deferral analysis at a center in Western India. *Asian J Transfus Sci.* 2010;4(2):116-22.
7. Abdullah SM. The effect of repeated blood donations on the iron status of male Saudi blood donors. *Blood Transfus.* 2011;9(2):167-71.
8. Jeremiah ZA, Koate BB. Anaemia, iron deficiency and iron deficiency anaemia among blood donors in Port Harcourt, Nigeria. *Blood Transfus.* 2010;8(2):113-7.
9. Smith JL, Brooker S. Impact of hookworm infection and deworming on anemia in non-pregnant populations: a systematic review. *Trop Med Int Health.* 2010;15(7):776-95.
10. Mishchenko VS, Monogarov VD. *Fisiología del deportista.* 2 ed. Barcelona: Paidrotibo; 2001.
11. Colombia. Ministerio de Salud Pública. Resolución 00901 de 1996, marzo 20, por la cual se adopta el Manual de Normas Técnicas, Administrativas y de Procedimientos para bancos de sangre. Santa Fe de Bogotá D.C. 1996 [Consultado Abr 15 2012]. Disponible en: http://www.invima.vcb.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=171:resolucion-901-marzo-20-de-1996&catid=121:resoluciones-bancos-de-sangre-&Itemid=171
12. Manjarrés-Correa LM. Método para precisar la recolección de la ingesta dietética en estudios poblacionales. *Perspect Nutr Hum.* 2007;9(2):155-63.
13. Nanna Kurtze, Vegar Rangul, Bo-Egil Hustvedt. Reliability and validity of the international physical activity questionnaire in the Nord-Trøndelag health study (HUNT) population of men. *BMC Med Res Methodol* (en línea). 2008 Oct 09 [Acceso 15 Jul 2012];8(1):63. doi: [10.1186/1471-2288-8-63](https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-63)
14. International Physical Activity Questionnaire. Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) Short and Long Forms. November 2005 [Consultado 15 Jul 2012]. Disponible en: <http://www.ipaq.ki.se/scoring.pdf>
15. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 288 de 2008, Por la cual se establece el reglamento técnico sobre requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano. Bogotá. 2008.
16. Heil W, Ehrhardt V. *Referençe Ranges for Adults and Children.* 9a edición. Mannheim: Roche Diagnostics; 2008.
17. Rodríguez Miguel A, Marcos Daniel, Inchaustegui Jose L, Hernández Bernabe, Lee Fanny C, Hernández Emilia, et al. Análisis de los indicadores hematológicos en donadores que accuden al banco de sangre del Hospital General de Tapachula (Chiapa, México) de Enero-Marzo 2011. *Hig Sanid Ambient.* 2012;12(1):846-852.
18. Ministerio de salud. Fondo de las Naciones Unidas Para la Infancia (UNICEF), Organización Panamericana de la Salud. Situación de deficiencia de hierro y anemia. Panamá. 2006 [Consultado 06 Ago 2012]. Disponible en: <http://www.unicef.org/panama/spanish/Hierro.pdf>.

19. Cortés A, Jiménez ML, Fajardo A, Valencia G, Marin MC, Sandoval N. Deficiencia de hierro en donantes de sangre. *Colomb Med.* 2005;36(1):34-9.
20. Luna-Mendoza L, Rojas-Saldaña L, Suaste-Mendoza ML, Cruz-Rodriguez L. Aféresis plaquetaria. *Revista mexicana de enfermería cardiológica.* 2007;15(3):89-93.
21. de Almeida Neto C, Mendrone A Jr, Custer B, Liu J, Carneiro-Proietti AB, Leão SA, et al. Interdonation intervals and patterns of return among blood donors in Brazil. *Transfusion.* 2012;52(4):722-8.
22. Clark K, Hippel T. Pruebas de rutina en hematología. En: *Hematología Fundamentos y aplicaciones clínicas.* 2 ed. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana 2005 p. 155-72.
23. El Ansari W, Stock C, Mikolajczyk RT. Relationships between food consumption and living arrangements among university students in four European countries - a cross-sectional study. *Nutr J (en línea).* 2012 Abr 24 [Acceso 30 Jul 2012];11(1):28. doi: [10.1186/1475-2891-11-28](https://doi.org/10.1186/1475-2891-11-28)
24. Londoño A, Mejía S, Gomez-Marin J. Prevalencia y factores de riesgo asociados a parasitismo intestinal en preescolares de zona urbana en Calarcá, Colombia. *Rev salud pública.* 2009;11(1):72-81.
25. Aguin Victor, Rivero Ana Sofia, Sequera Iván, Serrano Ruth, Pulgar Vanessa, Renzo Incani. Prevalencia y relación entre parasitosis gastrointestinal y bajo rendimiento académico en escolares que acuden a la escuela Bolivariana de Jayana, Falcon Venezuela 2009. *Rev CES Salud Pública.* 2011;2(2):125-35.
26. Orrego ML. Valores de hematocrito y de hemoglobina en deportistas evaluados en Instituto de Deportes de Medellín (Colombia). *Acta Med Colomb.* 2007;32(4):196-205.
27. Hu M, Lin W. Effects of exercise training on red blood cell production: implications for anemia. *Acta Haematol.* 2012;127(3):156-64.
28. Alvarez-Ossorio L, Kirchner H, Kluter H, Schlenke P. Low ferritin levels indicate the need for iron supplementation: strategy to minimize iron-depletion in regular blood donors. *Transfus Med.* 2000;10(2):107-12.
29. Page EA, Coppock JE, Harrison JF. Study of iron stores in regular plateletpheresis donors. *Transfus Med.* 2010;20(1):22-9.
30. Newman B. Iron depletion by whole blood donation harms menstruating females the current whole blood collection paradigm needs to be changed. *Transfusion.* 2006;46(10):1667-81.
31. Mast AE, Foster TM, Pinder HL, Beczkiewicz CA, Bellissimo DB, Murphy AT, et al. Behavioral, biochemical, and genetic analysis of iron metabolism in high-intensity blood donors. *Transfusion.* 2008;48(10):2197-204.
32. Cable RG, Glynn SA, Kiss JE, Mast AE, Steele WR, Murphy EL, et al. Iron deficiency in blood donors: analysis of enrollment data from the REDS-II Donor Iron Status Evaluation (RISE) study. *Transfusion.* 2011;51(3):511-22.

33. Parra Sosa BE, Restrepo Mesa SL, Manjarres Correa LM, Mancilla Lopez LP. Indicadores bioquímicos del hierro materno en el tercer trimestre de la gestación y su relación con la antropometría materna y el peso al nacer. *Iatreia*. 2009;22(1):16-26.

34. Manjarrés Correa Luz Mariela, Parra Sosa Beatriz Elena, Díaz Cadavid Abel, Restrepo Mesa Sandra Lucía, Mancilla López Lorena Patricia. Ingesta de hierro y folatos durante el embarazo y su relación con indicadores bioquímicos maternos. *Iatreia*. 2012;25(3):194-202.

35. Blanco Rojo Ruth. Factores dietéticos, genéticos y fisiológicos de riesgo de anemia ferropénica, y eficacia de un alimento funcional en mujeres con deficiencia de hierro (Tesis Doctoral). Madrid. Universidad complutense de Madrid. 2013.

36. Gualdrón M, Gutierrez M, Mora M, Palomino LF, Camelo W. Consumo dietario de hierro y niveles de ferritina en mujeres universitarias, no entrenadas, residentes a nivel del mar y en altitud intermedia. *Revista Med*. 2006;14(1):61-70.

Recibido: 6 de enero de 2014.

Aceptado: 4 de febrero de 2014.

MSc. *Jaiberth Antonio Cardona Arias*. Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia. Calle 70 Número 52-21, Bloque 5, oficina 103. Teléfono: 219 8486. Fax: 2195486. Celular: 3122507090. E-mail: jaiberthcardona@gmail.com