

PREVALENCIA Y FACTORES SOCIODEMOGRÁFICOS ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA DE FERRITINA EN NIÑOS DE COLOMBIA, 2010

Robinson Ramírez-Vélez^{1,a}, Javier Martínez-Torres^{2,b}, José Francisco Meneses-Echavez^{1,c}

RESUMEN

Objetivos. Determinar la prevalencia y los factores sociodemográficos asociados a la deficiencia de ferritina en una muestra representativa de niños de Colombia. **Materiales y métodos.** Análisis secundario transversal de la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) realizada en Colombia el año 2010 en 3542 infantes entre 12 y 59 meses de edad. Los niveles plasmáticos de ferritina se determinaron por quimioluminiscencia y se consideraron como déficit de ferritina los valores < 12 µg/L, los factores sociodemográficos (sexo, edad, etnia, nivel socioeconómico, región y área geográfica) se recogieron mediante una encuesta estructurada. Todos los análisis se realizaron teniendo en cuenta la naturaleza compleja de la muestra. **Resultados.** Se encontró que el valor promedio de ferritina fue de 32,1 µg/L, (IC 95%: 30,7-35,6). El 10,6% (IC 95%: 9,3-12,0) de los niños presentaron niveles de ferritina menores a 12,0 µg/L. La regresión logística multivariable muestra que los niños de 12 a 23 (OR 5,1; IC 95%: 3,3-8,0) y 24 a 35 meses de edad (OR 2,4; IC 95%: 1,5-3,7), pertenecer al grupo étnico indígena (OR 1,8; IC 95%: 1,1-2,8), residir en la zona atlántico (OR 2,0; IC 95%: 1,1-3,6), o zona pacífica (OR 2,0; IC 95%: 1,1-3,6) se asociaron a una mayor probabilidad de presentar deficiencias de ferritina. **Conclusiones.** Se encontró una importante prevalencia de anemia por deficiencia de ferritina y diversos factores sociodemográficos contribuyeron con la probabilidad de incrementar este problema. Se recomienda intervenciones integrales donde estén involucrados los componentes nutricional y educativo.

Palabras clave: Micronutrientes; Ferritinas; Niño; Factores de riesgo; Colombia (fuente: DeCS BIREME).

PREVALENCE AND DEMOGRAPHIC FACTORS ASSOCIATED WITH FERRITIN DEFICIENCY IN COLOMBIAN CHILDREN, 2010

ABSTRACT

Objectives. To determine prevalence and socio-demographic factors associated with ferritin deficiency in a representative sample of children in Colombia. **Materials and methods.** Cross sectional secondary data analysis of the National Survey on the Nutritional Situation (ENSIN) conducted in 2010 in Colombia in 3542 children between 12 and 59 months. Plasma ferritin levels were determined by chemiluminescence and values <12 µg/L were considered as deficit ferritin. Sociodemographic factors (sex, age, ethnicity, socioeconomic status, and geographical region) were collected using a structured questionnaire. All analyses were performed taking into account the complex nature of the sample. **Results.** It was found that the average value of ferritin was 32.1 µg/L, (CI 95%: 30.7-35.6). 10.6% (CI 95%: 9.3-12.0) of the children had ferritin levels less than 12.0 µg/L. The multivariate logistic regression shows that children aged 12 to 23 (OR 5.1, CI 95%: 3.3-8.0) and 24 to 35 months (OR 2.4, CI 95%: 1.5-3.7), belonging to the indigenous ethnic group (OR 1.8, CI 95%: 1.1-2.8), living in the Atlantic region (OR 2.0, CI 95%: 1.1-3.6), or Pacific area (OR 2.0, CI 95%: 1.1-3.6) were associated with a higher probability of ferritin deficiencies. **Conclusions.** A significant prevalence of anemia caused by ferritin deficiency was found as well as various sociodemographic factors that contributed to the likelihood of increasing this problem. Comprehensive interventions are recommended in which nutritional and educational components are involved.

Key words: Micronutrients; Ferritins; Child; Risk factors; Colombia (source: MeSH NLM).

¹ Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación. Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.

² Programa de Enfermería, Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

^a Fisioterapeuta, PhD en Ciencias Biomédicas; ^b fisioterapeuta especialista en Epidemiología; ^c fisioterapeuta máster en Salud Pública.

Recibido: 08-11-13 Aprobado: 12-03-14

INTRODUCCIÓN

La ferritina es una proteína intracelular formada por 24 subunidades que rodea un núcleo la cual puede almacenar hasta 4500 átomos de hierro. La concentración plasmática se correlaciona positivamente con la magnitud de las reservas totales de hierro corporal, en ausencia de inflamación ⁽¹⁾. Una concentración de ferritina en suero baja, refleja una disminución de dichas reservas, y se relaciona con estados de deficiencia de hierro ⁽²⁾.

La deficiencia de hierro es el trastorno nutricional más frecuente en los niños preescolares, tanto en países industrializados como en aquellos en vía de desarrollo ⁽³⁾. Alrededor de 2,4 millones de niños en todo el mundo demuestran niveles de deficiencia de hierro ⁽⁴⁾ y se ha documentado que es la causa más común de anemia nutricional en la infancia y la niñez ⁽⁵⁾. En el grupo de niños de 6 a 24 meses se estimó para América Latina una prevalencia de anemia de 45%. Estos valores oscilaron entre 20% en Chile, 33% en Argentina, 33% en Panamá, 36% en Colombia, 45% en Brasil, 51% en El Salvador, 53% en Honduras, 55% en Nicaragua, 58% en Ecuador y 77% en Perú ⁽⁶⁾. En Colombia, de acuerdo con la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN-2005), los depósitos de hierro estimados a través de los niveles de ferritina muestran una prevalencia cercana al 12,5% en los niños menores de cuatro años ⁽⁶⁾.

La deficiencia de ferritina ha sido considerada como problema de importancia a nivel de Salud Pública y su estudio debe ser considerado de interés prioritario en las distintas agendas de salud ⁽⁶⁾. Varios trabajos han documentado deficiencias de hierro asociadas con disfunción cognitiva y el bajo rendimiento escolar ⁽⁷⁻⁹⁾. Estos efectos pueden no ser reversibles, por tanto, la prevención primaria por medio de la detección de deficiencia de hierro en los individuos no anémicos es de suma importancia y justifica la necesidad de este estudio.

Considerando la dependencia con la edad que presenta este micronutriente y la escasa información existente para niños, surge la necesidad de precisar qué factores se asocian con las concentraciones plasmáticas en este grupo etario. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue examinar los factores asociados a la deficiencia de ferritina en niños colombianos de 12 y 59 meses de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio transversal de análisis secundario utilizando la base de datos de la Encuesta Nacional de la Situación

Nutricional (ENSIN) la cual fue financiada por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) realizada el año 2010 ⁽¹⁰⁾. Esta encuesta es una medición transversal, con muestreo probabilístico de conglomerados, estratificada y polietápica, llevada a cabo para determinar la prevalencia de problemas nutricionales y algunas condiciones de salud en la población de Colombia.

POBLACIÓN DE ESTUDIO

La encuesta abarca población entre 0 y 64 años de edad, y los indicadores se presentan desagregados por grupos de edad, sexo, etnia y nivel socioeconómico. El universo de estudio estuvo constituido por el 99% de la población residente en hogares particulares del área urbana y rural, en 50 670 hogares, distribuida en 258 municipios o unidades primarias de muestreo (UPM) de los 32 departamentos del País y Bogotá D.C. Los segmentos fueron proporcionales en las cabeceras municipales y en el área rural, y estuvieron concentrados en 1920 agregados ⁽¹⁰⁾.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA

En la población menor a 59 meses de edad, se analizaron los indicadores de ferritina, mediante una submuestra de 5000 segmentos. Para la estimación de prevalencias se utilizó la fórmula tradicional de estimación de proporciones, ajustadas al diseño muestral (estratos, etapas, y unidades primarias de muestreo). Adicionalmente, se calculó el coeficiente de variación (error estándar/estimación*100) para evaluar la precisión de las estimaciones, considerando los niveles de precisión de estas así: coeficiente de variación menor al 20% indicaba alta precisión, un coeficiente de variación entre 20 y 30% regular precisión, y un coeficiente de variación mayor a 30% muy baja precisión. Con estos cálculos, la representatividad de la muestra en este grupo etario alcanza un nivel de desagregación para las seis regiones de Colombia.

En total, 5952 niños de 12 a 59 meses de edad de ambos sexos fueron elegibles. El tamaño de la muestra fue establecido con base en el requerimiento de mayor precisión en la estimación de la desnutrición global a nivel departamental, tomando como base la estimación de este indicador en la ENSIN 2005, calculada con los nuevos patrones de crecimiento de la OMS. Para ello fue usada la fórmula de muestreo aleatorio simple para el diseño de conglomerados para cada grupo de interés.

PROCEDIMIENTOS

El grupo encuestador recibió una capacitación de 4 semanas sobre técnicas de aplicación de cuestionarios en encuestas poblacionales. La tasa de respuesta

obtenida en el grupo de edad definido para este estudio fue del 59,5% (n=3 542). Para el análisis de ferritina se tomó una muestra de 5-8 mL de sangre, previa desinfección del área de venopunción. Las muestras se centrifugaron entre 2500 y 3000 rpm durante 10 min y, posteriormente, se separaron en viales de poliestireno para ser conservadas en nitrógeno líquido hasta su análisis en el Laboratorio de Nutrición del Instituto Nacional de Salud de Colombia.

Para las mediciones de las concentraciones de ferritina plasmática se utilizó el método de referencia por quimioluminiscencia natural y se llevó a cabo en el equipo ADVIA Centauro de la compañía Siemens®. La reacción consiste en la formación de éster de acridimio al producirse un cambio de pH ácido-base de la solución al agregar peróxido ácido e hidróxido de sodio. Esta técnica tiene una sensibilidad de 0,5-1,650 µg/L. Debido a que la depleción de los depósitos de hierro se presenta antes de la evidencia clínica de anemia, la ferritina es uno de los indicadores más valiosos para determinar en forma temprana la deficiencia de hierro. Se determinó como “déficit de ferritina” o “deficientes depósitos de hierro” valores < 12 µg/L ⁽¹¹⁾.

Adicionalmente, se estimaron los niveles plasmáticos de proteína C reactiva (PCR), como marcador del estado inflamatorio o infeccioso, debido a que estas condiciones elevan las concentraciones de ferritina sin que se relacione con el estado nutricional del hierro. La determinación cuantitativa de PCR en plasma se realizó por turbidimetría en el equipo Dimensión Rlx de Siemens®. Cuando la PCR reacciona con un anticuerpo específico, en presencia de polietilenglicol se forman inmunocomplejos precipitantes que se determinan por turbidez de forma directamente proporcional a la muestra a una longitud de onda de 340 nm. Por lo tanto, individuos con valores > 1,2 mg/dL de PCR fueron excluidos para el análisis.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se definieron como factores sociodemográficos las siguientes variables: 1) edad en meses; 2) sexo; 3) etnia agrupada en: a) indígena, b) negro(a)/mulato(a)/afrodescendiente y c) otros. 4) Nivel socioeconómico determinado por el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales “SISBEN” (1 al 3, y 4 o más); un índice desarrollado por el Departamento Nacional de Planeación de Colombia, el cual tiene en cuenta características sociodemográficas, condiciones de vida y acceso a servicios públicos domiciliarios; 5) región geográfica: atlántica, oriental, central, pacífica, Bogotá y territorios nacionales; y 6) área urbana o rural.

Se realizó un análisis exploratorio para determinar la distribución de frecuencias (medidas de tendencia central y de dispersión para variables cuantitativas), frecuencias relativas (para variables cualitativas), prueba de chi cuadrado de Pearson, con o sin corrección de Yates. Para estimar la relación entre el déficit de ferritina y las variables sociodemográficas, se utilizó un modelo de regresión logística crudo y multivariable. El primer modelo de regresión logística binaria se ajustó por edad y sexo, el segundo modelo por etnia, región, área geográfica y puntaje SISBEN, y el tercer modelo por edad, sexo, etnia, región, área geográfica y puntaje SISBEN. Se consideró factor de confusión si después de la adición al modelo, las razones de posibilidades se desplazan en una dirección constante y el cambio proporcional es por lo menos de un nivel de exposición superior al 10%.

Todos los análisis fueron ajustados por los pesos muestrales y se tuvo en cuenta el diseño de la muestra y los factores de expansión poblacional. Los análisis fueron realizados en SPSS versión 20 y se consideró como significativo un valor $p < 0,05$.

ASPECTOS ÉTICOS

El estudio realizado para la obtención de los datos primarios tuvo el consentimiento escrito de los padres/acudientes responsables de los niños, previa información de los objetivos. El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional 2010.

RESULTADOS

La muestra estuvo constituida por 3542 niños entre los 12 y 59 meses de edad. Se encontró una media de niveles de ferritina de 32,1 µg/L, (IC 95%: 30,7-35,6). El 10,6% (IC 95%: 9,3-12,0) de la población evaluada presentaron niveles de ferritina menores a 12,0 µg/L. Los individuos pertenecientes al grupo etario de entre 12 a 23 meses (23,7%; IC 95%: 18,7-13,4), grupos étnicos indígenas (18,7%; IC 95%: 14,4-22,0), residentes en la zona atlántica (13,4%; IC 95%: 11,3-15,2) presentaron los mayores déficits de ferritina, respectivamente. Las demás características sociodemográficas se presentan en la Tabla 1.

En la Tabla 2 se presentan los resultados del análisis de regresión logística simple y multivariable para muestras complejas. La regresión simple muestra que tener entre 12 a 23 meses (OR 5,3; IC 95%: 3,4-8,3), residir en la zona atlántica (OR 2,2; IC 95%: 1,3-3,9), o zona pacífica (OR 2,2; IC 95%: 1,3-3,9), y pertenecer al grupo étnico indígena (OR 2,1; IC 95%: 1,4-3,3); se asociaron

Tabla 1. Concentración (µg/L) y prevalencia de déficit de ferritina según variables sociodemográficas en niños de 12 a 59 meses de edad de Colombia, 2010

	Concentración de ferritina (µg/L)		Prevalencia de déficit de ferritina	
	n	Media (IC 95%)	N	% ^a (IC 95%)
Sexo				
Masculino	1 894	31,2 (29,8-32,7)	187	11,0 (9,5-12,3)
Femenino	1 648	33,2 (30,8-35,6)	145	10,1 (8,7-11,4)
Edad (meses)				
12 a 23	650	25,7 (23,1-28,2)	136	23,7 (20,8-26,1)
24 a 35	857	29,4 (27,6-31,2)	94	12,3 (10,2-14,1)
36 a 47	955	34,4 (30,7-38,2)	52	5,9 (4,4-7,2)
48 a 59	1 080	36,1 (34,0-38,2)	50	5,5 (3,8-7,0)
Etnia^b				
Indígena	484	28,0 (23,5-32,5)	60	18,7 (14,4-22,0)
Negro/mulato/afrodescendiente	449	35,0 (27,7-42,2)	50	12,5 (9,8-14,7)
Otros	2 595	32,0 (30,8-33,2)	222	9,7 (8,5-10,8)
Nivel socioeconómico^c				
Nivel I	2 234	32,9 (30,8-34,9)	207	11,0 (9,6-12,2)
Nivel II	417	30,6 (28,4-32,9)	29	8,1 (5,1-10,4)
Nivel III	310	33,6 (29,6-37,6)	33	9,9 (7,2-11,9)
Nivel IV	581	30,6 (28,1-33,1)	63	11,4 (9,0-13,4)
Región geográfica				
Atlántica	843	31,8 (29,1-34,4)	95	13,4 (11,3-15,2)
Oriental	352	36,6 (33,6-39,5)	18	6,5 (3,8-8,5)
Central	822	33,1 (31,0-35,2)	70	7,7 (5,9-9,2)
Pacífica	621	31,4 (26,4-36,3)	70	13,2 (11,0-15,1)
Bogotá	154	27,9 (25,1-30,7)	18	11,7 (7,5-14,8)
Territorios nacionales	750	30,0 (28,3-31,8)	61	10,3 (7,7-12,4)
Área geográfica				
Urbano	2 092	31,8 (30,0-33,6)	211	10,8 (9,5-12,0)
Rural	1 450	32,9 (30,9-34,9)	121	10,0 (8,5-11,3)

^a Cálculos a partir del peso ponderal proveniente de los valores dados a cada sujeto; ^b la cantidad total de acuerdo a su etnia son 3528, los 14 restantes pertenecen a otros grupos que no fueron analizados debido a que no tienen suficiente muestra; ^c según el SISBEN (Sistema de Selección de Beneficiarios de Programas Sociales) que describe las condiciones de vida de los hogares en niveles de pobre I a rico IV

como factores predisponentes para presentar déficit de ferritina. La regresión ajustada por edad, sexo, etnia, región, área geográfica y puntuación SISBEN muestra que pertenecer al grupo de 12 a 23 meses (OR 5,1; IC 95%: 3,3-8,0), residir en la zona atlántica (OR 2,02; IC 95%: 1,1-3,6), o en la zona pacífica (OR 1,9; IC 95%: 1,1-3,6), y pertenecer al grupo étnico indígena (OR 1,8; IC 95%: 1,1-2,8), se asocian al déficit de ferritina.

DISCUSIÓN

La OMS calcula la prevalencia global de anemia cercana al 33%, al menos la mitad explicada por deficiencia de ferritina ⁽¹²⁾. Según los hallazgos de este

Tabla 2. Asociación entre factores sociodemográficos y déficit de ferritina en niños de 12 a 59 meses de edad de Colombia, 2010

	OR crudo (IC 95%)	OR multivariable (IC 95%)
Sexo		
Masculino	1,1 (0,8-1,5)	1,1 (0,8-1,4)
Femenino	1,0	1,0
Edad (meses)		
12 a 23	5,3 (3,4-8,3)	5,1 (3,3-8,0)
24 a 35	2,4 (1,5-3,8)	2,4 (1,5-3,7)
36 a 47	1,1 (0,7-1,8)	1,1 (0,7-1,8)
48 a 59	1,0	1,0
Etnia		
Indígena	2,1 (1,4-3,3)	1,8 (1,1-2,8)
Negro/mulato/afrodescendiente	1,3 (0,9-1,9)	1,1 (0,7-1,7)
Otros	1,0	1,0
Nivel socioeconómico*		
Nivel I	1,4 (0,9-2,3)	1,4 (0,9-2,3)
Nivel II	1,0	1,0
Nivel III	1,2 (0,7-2,3)	1,2 (0,7-2,3)
Nivel IV	1,5 (0,8-2,6)	1,5 (0,9-2,8)
Región geográfica		
Atlántico	2,2 (1,3-3,9)	2,0 (1,1-3,6)
Pacífica	2,2 (1,3-3,9)	2,0 (1,1-3,6)
Central	1,2 (0,7-2,2)	1,2 (0,7-2,2)
Bogotá	1,9 (1,0-3,9)	1,7 (0,8-3,4)
Territorios nacionales	1,7 (1,0-3,1)	1,4 (0,8-2,7)
Oriental	1,0	1,0
Área geográfica		
Urbano	1,1 (0,8-1,5)	1,2 (0,9-1,6)
Rural	1,0	1,0

* Según el SISBEN (Sistema de Selección de Beneficiarios de Programas Sociales) que describe las condiciones de vida de los hogares en niveles de pobre I a rico IV

estudio un 10,6% de los niños de Colombia presentaron deficiencia de ferritina, prevalencia menor a lo reportado por Ekwochi *et al.* ⁽¹³⁾ y Jeremiah *et al.* ⁽¹⁴⁾ en Nigeria, pero cercano a lo observado en España por Muñoz-Pérez *et al.* ⁽¹⁵⁾, en EE. UU. por Cogswell *et al.* ⁽¹⁶⁾ o Irlanda por Grant *et al.* ⁽¹⁷⁾. Utilizando el punto de corte para la deficiencia de ferritina establecido por la OMS, se puede considerar la anemia como un problema de salud pública leve en la población estudiada ⁽¹²⁾. Como se ha observado anteriormente en Colombia ^(5,6) y en otros países del mundo ⁽¹²⁻¹⁶⁾, la prevalencia más alta de déficit de ferritina, fue hallada en los niños de 12 a 23 y 24 a 35 meses de edad con valores de 23,7 y 12,3% respectivamente, sin mayores diferencias por sexo.

Dentro de los factores sociodemográficos asociados con la deficiencia de ferritina, destacamos los niños entre los

12 a 23 meses de edad, residir en la región atlántica o pacífica, y pertenecer al grupo étnico indígena. Aunque la encuesta aclara que con esta distinción no se buscaba alcanzar una representatividad nacional para los grupos étnicos, los datos fueron importantes para tener un número significativo de individuos para los afrodescendientes e indígenas. Por esa razón, las clasificaciones étnicas presentadas a lo largo de este trabajo se restringieron a tres grupos. Este hallazgo es consistente con los resultados de otros estudios realizados en países menos desarrollados como Malasia ⁽¹⁸⁾ o Kazajistán ⁽¹⁹⁾. Ambos estudios mostraron, que la deficiencia de ferritina se asocia a situaciones de pobreza, de hacinamiento y a la ausencia de servicios públicos, lo que hace más vulnerables a los niños.

Se resaltan los resultados de prevalencia observada, pues varios estudios han mostrado que deficiencias en la primera infancia se relacionan en el ámbito escolar con alteraciones del desarrollo psicomotor, accidentes vasculares de tipo isquémico o hemorrágico, episodios de apneas respiratorias, parálisis de nervios craneales y disfunción cognitiva ^(1,2). Aunado a lo anterior, los regímenes alimentarios inadecuados a los que se ven expuestos los niños con bajo nivel socioeconómico, predispone a un mayor riesgo y severidad de una variedad de enfermedades infecciosas respiratorias y del tracto digestivo ⁽¹⁵⁻²⁰⁾.

Estrategias caseras de fortificación con micronutrientes y de vigilancia nutricional, han dado buenos resultados para disminuir la carencia de hierro, sin olvidar la articulación con otras estrategias de educación, salud y bienestar que hacen viable y sostenible las intervenciones, logrando los impactos esperados. En este sentido, se debe abogar por las recomendaciones del Grupo Asesor en Micronutrientes del MERCOSUR ⁽²¹⁾ y el programa de prevención y reducción de la anemia nutricional desarrollado por la Presidencia de la República, el Ministerio de Salud de Colombia y el Programa Mundial de Alimentos, en el marco de la estrategia de Atención Integral a la Primera Infancia "De Cero a Siempre" ⁽²²⁾, que priorizaron como estrategias para combatir la deficiencia de hierro del país, la diversificación de la dieta, la suplementación con hierro

medicamentoso a mujeres gestantes y niños menores de dos años y la fortificación de alimentos. Estas iniciativas, han reportado tasas de retorno de hasta US\$ 37 por dólar invertido, donde se incluyen beneficios en la función cognitiva en el ámbito escolar ⁽²³⁻²⁵⁾.

Varios aspectos deben ser considerados como limitantes del estudio. El principal es que no fueron incluidas otras variables que pueden estar asociadas con el déficit de ferritina: como el consumo de hierro en la dieta, u otros factores epidemiológicos responsables del desarrollo de la deficiencia de ferritina que dependen del agente (transporte de hemoglobina, aspectos genéticos), del huésped (peso al nacer, prácticas obstétricas) y del ambiente (inequidades). Tampoco se obtuvo registro de infecciones parasitarias, especialmente las crónicas y recurrentes, que promueven hematopoyesis por vía intestinal ⁽²⁰⁾. No obstante, se observó convergencia de los resultados con datos reportados en otros estudios internacionales ^(1-2,15-20).

En conclusión, en la población estudiada se encontró una importante prevalencia de anemia por deficiencia de ferritina y diversos factores sociodemográficos contribuyeron a esta problemática. Se necesitan de intervenciones futuras que promuevan cambios de comportamiento positivos en la población frente a la atención integral a la primera infancia, mediante el fortalecimiento de capacidades institucionales, comunitarias y familiares, así como acciones que busquen posicionar la importancia de la nutrición y la alimentación en el desarrollo infantil y en la reducción de las inequidades sociodemográficas como las reportadas en este trabajo.

Contribuciones de autoría: RRV y JM-T han participado en la concepción, diseño y redacción del artículo. RRV, JM-T y JFM-E participaron en la revisión y redacción del artículo. RRV y JFM-E realizaron la recolección, análisis de datos y asesoría estadística. Todos los autores aprueban la versión final a publicar.

Fuentes de financiamiento: el estudio fue financiado por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y PROFAMILIA.

Conflictos de interés: los autores declaran no tener conflictos de interés en la publicación de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Olthof AW, Sijens PE, Kreeftenberg HG, Kappert P, Irwan R, van der Jagt EJ, *et al*. [Correlation between serum ferritin levels and liver iron concentration determined by MR imaging: impact of hematologic disease and inflammation](#). Magn Reson Imaging. 2007 Feb;25(2):228-31.
2. Grosbois B, Decaux O, Cador B, Cazalets C, Jego P. [Human iron deficiency]. Bull Acad Natl Med. 2005 Nov;189(8):1649-63; discussion 1663-4. [Article in French].
3. Tympa-Psirropoulou E, Vagenas C, Psirropoulos D, Dafni O, Matala A, Skopouli F. [Nutritional risk factors for iron-deficiency anaemia in children 12-24 months old in the area of Thessalia in Greece](#). Int J Food Sci Nutr. 2005 Feb;56(1):1-12.
4. Emodi I. The Anaemias. In: Azubuike JC, Nkangineme KE,

- editors. Paediatrics and Child Health in a Tropical Region. 2nd ed. Owerri, Nigeria: African Educational Services; 2007. pp. 355-63.
5. Mora JO, Mora OL. Deficiencias de micronutrientes en América Latina y el Caribe: anemia ferropriva. Washington: OPS/OMS, 1997.
 6. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia, 2005*. Bogotá: Profamilia; 2005.
 7. Pollitt E. Iron deficiency and cognitive function. *Annu Rev Nutr*. 1993;13:521-37.
 8. Lozoff B, Jimenez E, Hagen J, Mollen E, Wolf AW. Poorer behavioral and developmental outcome more than 10 years after treatment for iron deficiency in infancy. *Pediatrics*. 2000 Apr;105(4):E51.
 9. Grantham-McGregor S, Ani C. A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. *J Nutr*. 2001 Feb;131(2S-2):649S-666S.
 10. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010*. Bogotá: Profamilia; 2011.
 11. Ong KH, Tan HL, Lai HC, Kuperan P. Accuracy of various iron parameters in the prediction of iron deficiency in an acute care hospital. *Ann Acad Med Singapore*. 2005 Aug;34(7):437-40.
 12. McLean E, Cogswell M, Egli I, Wojdyla D, de Benoist B. *Worldwide prevalence of anaemia, WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1993-2005*. *Public Health Nutr*. 2009 Apr;12(4):444-54. doi: 10.1017/S1368980008002401.
 13. Ekwochi U, Odetunde O, Maduka I, Azubuike J, Obi Ie. Iron deficiency among non-anemic under-five children in enugu, South-East, Nigeria. *Ann Med Health Sci Res*. 2013 Jul;3(3):402-6. doi: 10.4103/2141-9248.117943.
 14. Jeremiah ZA, Buseri FI, Uko EK. Iron deficiency anaemia and evaluation of the utility of iron deficiency indicators among healthy Nigerian children. *Hematology*. 2007 Jun;12(3):249-53
 15. Muñoz Pérez MA, García Vera C, Galve Royo F, Fortea Gimeno E, Olmedillas Alvaro MJ, Muñoz Izquierdo MP, et al. Is general screening for anemia and iron deficiency justified in nursing infants? *Aten Primaria*. 1995 Apr 30;15(7):446-8. [Article in Spanish]
 16. Cogswell ME, Looker AC, Pfeiffer CM, Cook JD, Lacher DA, Beard JL, et al. Assessment of iron deficiency in US preschool children and non-pregnant females of child bearing age: National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2006. *Am J Clin Nutr*. 2009 May;89(5):1334-42. doi: 10.3945/ajcn.2008.27151.
 17. Grant GA. Prevalence of iron deficiency in rural pre-schoolchildren in Northern Ireland. *Br J Gen Pract*. 1990 Mar;40(332):112-3.
 18. Siti-Noor AS, Wan-Maziah WM, Narazah MY, Quah BS. Prevalence and risk factors for iron deficiency in Kelantanese pre-school children. *Singapore Med J*. 2006 Nov;47(11):935-9.
 19. Hashizume M, Kunii O, Sasaki S, Shimoda T, Wakai S, Mazhitova Z, et al. Anemia and iron deficiency among school children in the Aral Sea region, Kazakhstan. *J Trop Pediatr*. 2003 Jun;49(3):172-7.
 20. Cook J. The nutritional assessment of iron status. *Arch Latinoam Nutr*. 1999 Sep;49(3 Suppl 2):11S-14S.
 21. MERCOSUR. Documento sobre Estrategia Regional con Micronutrientes [Internet]. Reunión de los Coordinadores Nacionales para la VIII Reunión de Ministros de Salud. Asunción, Paraguay, 17 de junio de 1999 [citado el 12 de julio del 2013]. Disponible en: http://200.214.130.44/mercosulsaude/portugues/reuniao/atas/CN_1_99/AnexoVII_Micronutriente.pdf
 22. Colombia, Presidencia de la República. Estrategia de Atención Integral a la Primera Infancia "De Cero a Siempre". Bogotá: Alta Consejería Presidencial para Programas Especiales; 2010.
 23. De-Regil LM, Suchdev PS, Vist GE, Walleser S, Peña-Rosas JP. Home fortification of foods with multiple micronutrient powders for health and nutrition in children under two years of age. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011 Sep 7;(9):CD008959. doi: 10.1002/14651858.CD008959.pub2.
 24. De-Regil LM, Suchdev PS, Vist GE, Walleser S, Peña-Rosas JP. Home fortification of foods with multiple micronutrient powders for health and nutrition in children under two years of age (Review). *Evid Based Child Health*. 2013 Jan;8(1):112-201. doi: 10.1002/ebch.1895.
 25. Lazzarini M, Rubert L, Pani P. Specially formulated foods for treating children with moderate acute malnutrition in low- and middle-income countries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Jun 21;6:CD009584. doi: 10.1002/14651858.CD009584.pub2.

Correspondencia: Robinson Ramírez-Vélez
 Dirección: Carrera 10, No 54-13, Apto. 808, Edificio San Diego Chapinero, Bogotá, Colombia
 Teléfono: [+571] 546 0600
 Correo electrónico: robin640@hotmail.com