

Indicadores bioquímicos del hierro materno en el tercer trimestre de la gestación y su relación con la antropometría materna y el peso al nacer*

Biochemical indicators of maternal iron in the third trimester of pregnancy and their relation with maternal anthropometry and neonatal weight

Beatriz Elena Parra Sosa¹; Sandra Lucía Restrepo Mesa²; Luz Mariela Manjarrés Correa³; Lorena Patricia Mancilla López⁴

1. Beatriz Elena Parra Sosa. Nutricionista Dietista, Magíster en Ciencias Básicas Biomédicas con énfasis en Bioquímica Nutricional. Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana, Universidad de Antioquia. Profesora de la Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. bepaso@pijaos.udea.edu.co

2. Sandra Lucía Restrepo Mesa. Nutricionista Dietista, Magíster en Salud Colectiva. Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana, Universidad de Antioquia. Profesora de la Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

3. Luz Mariela Manjarrés Correa. Nutricionista Dietista. Especialista en Nutrición Humana.

4. Lorena Patricia Mancilla López. Nutricionista Dietista. Magíster en Ciencias Ambientales con énfasis en Seguridad Alimentaria. Profesora de la Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Instituciones en las que se realizó el estudio: Empresas Sociales del Estado pertenecientes a los municipios de la región Bajo Cauca antioqueño.

Entidad patrocinadora: Gerencia Departamental de Seguridad Alimentaria y Nutricional. MANA. Dirección Seccional de Salud de Antioquia.

Resumen

Objetivos: evaluar el hierro y la transferrina séricos, la capacidad de fijación de hierro de la transferrina y el porcentaje de saturación de la misma, en una submuestra de gestantes del Bajo Cauca antioqueño, y asociar estos indicadores con la antropometría materna y el peso al nacer.

Métodos: estudio descriptivo, transversal en 16 mujeres en el tercer trimestre de la gestación; la transferrina sérica se midió por nefelometría, el hierro sérico y la capacidad de fijación de la transferrina por fotolorimetría; el porcentaje de saturación se calculó con la fórmula estándar.

Para la antropometría materna se tuvieron en cuenta el Índice de Masa Corporal (IMC) y la ganancia de peso; se pesó a los recién nacidos en la sala de partos, con un equipo de alta precisión.

Resultados: el hierro sérico y el porcentaje de saturación de la transferrina indicaron eritropoyesis deficiente en hierro y anemia, pese a que la hemoglobina estaba por encima de 11,3 g/dL. La concentración de hemoglobina fue menor en las madres con IMC bajo, y el peso al nacer se correlacionó

positivamente con este indicador.

Conclusión: el hierro sérico y el porcentaje de saturación de la transferrina pueden ser biomarcadores del estado del hierro de más pronta respuesta que la hemoglobina a la deficiencia de este mineral; para mejorar el peso de los neonatos se debe monitorizar el hierro materno y satisfacer las necesidades de este mineral.

Palabras clave: *Anemia, Antropometría, Deficiencia de hierro, Embarazo, Hierro sérico, Índice de saturación de la transferrina, Peso neonatal*

Summary

Objectives: To evaluate seric iron, transferrin iron binding capacity and its saturation index in a group of pregnant women in Antioquia, northwestern Colombia, and to associate these indicators with maternal anthropometry and neonatal weight.

Methodology: This was a descriptive, cross sectional study of 16 women in the third trimester of pregnancy. Seric transferrin was determined by nephelometry, seric iron and transferrin iron binding capacity were measured by photocolometry; the saturation index of transferrin was calculated by a standard chemical formula. Maternal anthropometry was based on the body mass index (BMI) and total body weight gain; neonatal weight was measured in the delivery room, with a high precision equipment.

Results: Seric iron concentration and transferrin saturation index indicated iron-deficient erythropoiesis and anemia, even though the average hemoglobin concentration was above 11.3 g/dL. Hemoglobin concentration was lower in mothers with low BMI, and neonatal weight correlated positively with maternal hemoglobin.

Conclusion: Seric iron and transferrin saturation index may be biomarkers of the iron status with earlier response than hemoglobin to the deficiency of this mineral. Maternal iron should be monitorized and iron needs satisfied in order to improve the weight of newborns.

Key words: *Anemia, Anthropometry, Iron deficiency, Neonatal weight, Pregnancy, Seric iron, Transferrin saturation index*

INTRODUCCIÓN

La adecuada nutrición durante el embarazo es un factor determinante del bienestar materno y fetal y del buen desarrollo y resultados de la gestación. La deficiencia de hierro y la anemia ferropénica constituyen dos de los problemas nutricionales más frecuentes en la población, especialmente en los grupos vulnerables de países en vías de desarrollo, y coexisten con el peso y estatura bajos de la madre, la desnutrición y la ganancia de peso insuficiente durante este período.

Las mujeres gestantes con malnutrición tienen mayor riesgo de morbilidad y mortalidad, de parto pretérmino y de neonatos con bajo peso al nacer.^{1,2} En la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) 2005 se hallaron altas tasas de prevalencia de ferropenia y anemia en gestantes, así: para el grupo de 30–49 años 69,2% y 44,7%, y para las adolescentes de 13–17 años, 72,3% y 52,4%, respectivamente. También se encontró que una de cada dos mujeres en gestación padece de malnutrición por exceso o déficit de peso y que el 21% del total tienen bajo peso.³

Existen diferentes indicadores bioquímicos y eritrocitarios para determinar el estado nutricional del

hierro durante la gestación y entre los más utilizados en estudios poblacionales están la hemoglobina, el hematocrito y la ferritina.⁴ Pocos estudios se refieren a otros indicadores como el hierro y la transferrina séricos, la capacidad total de fijación de la transferrina y su porcentaje de saturación, y la relación que estos indicadores puedan tener con la antropometría materna y el peso del recién nacido.

El objetivo del presente estudio fue determinar el estado materno en cuanto al hierro en el tercer trimestre de la gestación mediante la evaluación de indicadores bioquímicos no convencionales como el hierro y la transferrina séricos, el porcentaje de saturación de la transferrina y su capacidad total de fijación de hierro, y relacionar estos resultados bioquímicos con la antropometría materna y el peso del lactante al nacer.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio descriptivo, transversal. La población estuvo conformada por gestantes de la subregión Bajo Cauca antioqueño participantes en el programa Mejoramiento Alimentario y Nutricional de Antioquia 'Mana para la vida'. La muestra por conveniencia fue de dieciséis mujeres en el tercer trimestre del embarazo, que hicieron parte del componente bioquímico de dicha investigación.⁵ Las mujeres participantes cumplieron con las siguientes condiciones: tener entre 16 y 40 años, estar embarazadas de un solo feto y no sufrir de diabetes, hipertensión arterial ni otras enfermedades crónicas. La información antropométrica de las madres, el peso de los recién nacidos y otros indicadores bioquímicos del estado del hierro, como la ferritina sérica, la hemoglobina y algunos índices eritrocitarios, se obtuvieron de la base de datos del estudio 'Estado nutricional de un grupo de mujeres gestantes y de sus recién nacidos pertenecientes a los niveles 1 y 2 del SISBÉN, que reciben complementación alimentaria, suplemento nutricional y educación. Programa MANA, Gobernación de Antioquia'.⁶ Las nuevas pruebas bioquímicas como el hierro y la transferrina séricos, la capacidad total de fijación de hierro de la transferrina y el índice de saturación de la misma, se hicieron en la submuestra antes mencionada, en el tercer trimestre de la gestación (semanas 35–37).

Cada una de las gestantes del estudio participó en un programa de intervención consistente en educación nutricional, suministro de un complemento alimentario fortificado y de un suplemento con hierro y ácido fólico. El complemento comprendió: leche en polvo con un aporte del 60% de los requerimientos diarios de micronutrientes para la gestante, acompañada de galletas y de Bienestarina[®], una mezcla vegetal a base de soya fortificada con vitaminas y minerales, para complementar su aporte calórico ([Tabla n.º 1](#)).

Tabla n.º 1. Aporte nutricional del complemento alimentario

Productos	Leche	Galleta	Bienestarina®	Total
Cantidad (g)	25	32	15	
Kilocalorías	100	145	53	298
Proteínas (g)	4,0	2,0	3,7	9,7
Grasa total (g)	3,0	4,0	0,1	7,1
Ácidos grasos saturados (g)	2,5	3,0		5,5
Colesterol (mg)	13,0	0		13
Carbohidratos (g)	13	25		38
Fibra (g)	0,0	0,0	0,2	0,2
Calcio (mg)	540	48	135	723
Fósforo (mg)			98	98
Hierro (mg)		3,5	2,1	5,6
Cinc (mg)	15,0			15,0
Ácido fólico (µg)	180			180
Vitamina D (UI)	240			240
Vitamina A (UI)	4.020	240	300	4.560
Vitamina B ₁ (mg)	0,66		0,31	0,97
Vitamina B ₂ (mg)	0,9		0,1	1,0
Vitamina B3 (mg)	11,28		1,4	12,68
Vitamina B6 (mg)	1,56			1,56
Vitamina B12 (µg)	3			3
Vitamina C (mg)	30	2,9	4	36,9

Este último alimento, se obtuvo gracias a la articulación del Programa MANA para la Vida con el Programa Materno infantil del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), el cual entrega Bienestarina® a poblaciones en riesgo o con inseguridad alimentaria. De esta manera, las participantes recibieron durante la gestación 300 calorías diarias provenientes de un vaso de leche (preparada con 25 gramos del producto), un paquete de galletas y 15 gramos de Bienestarina®.

El suplemento de micronutrientes aportó 60 mg de hierro elemental en forma de fumarato ferroso, de mejor tolerancia gástrica y adherencia que el sulfato, 400 µg de ácido fólico y 70 mg de vitamina C, para mejorar la absorción del hierro.

La intervención nutricional se acompañó de educación cuyo objetivo fue instruir en el manejo adecuado del complemento alimentario y del suplemento y motivar al personal de la salud para poner en práctica un proceso de evaluación del estado nutricional de las gestantes, a lo largo de la atención prenatal.

Todas las madres firmaron un consentimiento informado. El proyecto contó con el aval del Comité Central de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia. Los aspectos éticos de esta investigación se ajustaron a lo dispuesto en la Resolución 008439 del 4 de octubre de 1993, por medio de la cual el Ministerio de Protección Social de la República de Colombia estableció las normas científicas, técnicas y administrativas de la investigación en salud.⁷

Evaluación antropométrica del estado nutricional

La evaluación antropométrica se efectuó entre las semanas 35 y 37 de la gestación; se tomaron el peso y

la estatura de las gestantes para establecer el índice de masa corporal (IMC) y con la propuesta de Atalah y colaboradores,⁸ se identificaron las gestantes enflaquecidas, normales y con sobrepeso.

La evaluación se hizo utilizando las técnicas internacionales de medición^{9,10} y por duplicado para garantizar la confiabilidad de los datos; cuando se encontró una diferencia superior a la tolerancia permitida, se efectuó una tercera medición.¹¹ La estatura se midió en centímetros, con un estadiómetro marca Seca de 0,1 cm de precisión y 200 cm de capacidad; el peso se determinó con una báscula electrónica marca Tanita H327 de 0,1 kilogramo de precisión y 150 kg de capacidad. Las mediciones se hicieron sin calzado y con el mínimo de ropa posible. Para el peso de los recién nacidos se utilizó una balanza bebé de calzón marca Detecto, con sensibilidad de 0,05 kg y capacidad de 25 kg; esta evaluación antropométrica se hizo en la sala de partos, inmediatamente después del nacimiento.

Para la clasificación de los indicadores antropométricos de las madres se utilizaron los siguientes puntos de corte: circunferencia del brazo: baja cuando era menor de 22,5 cm; adecuada cuando era de 22,5 cm o más;¹² estatura: baja cuando era inferior a 150 cm y adecuada cuando era de 150 cm o más.¹³ Para evaluar la ganancia de peso se utilizaron rangos de acuerdo con el estado nutricional de la madre en el primer trimestre, así: las gestantes con IMC bajo (menor de 20 kg/m²) tuvieron una meta de ganancia de peso entre 12,5 y 18,5 kg; aquellas con IMC adecuado (entre 20 y 25 kg/m²), una meta entre 11,5 y 16 kg y las que tenían sobrepeso (IMC superior a 25 kg/m²), una meta de ganancia de peso entre 7 y 11,5 kg.¹⁴ Se agruparon las gestantes de acuerdo con la ganancia de peso alcanzada en el período gestacional, así: ganancia adecuada, la de quienes lograron la meta propuesta de acuerdo con el IMC pregestacional; ganancia inadecuada por exceso o por déficit, la de quienes ganaron más o menos peso del esperado, de acuerdo con su IMC pregestacional. Los recién nacidos se clasificaron de acuerdo con su peso así: más de 4.000 gramos: macrosómicos; de 3.000 a 4.000 gramos: peso adecuado; de 2.500 a 2.999 gramos: peso insuficiente; menor de 2.500 gramos: peso bajo.¹⁵

Evaluación bioquímica del estado del hierro materno

Para las pruebas bioquímicas, las gestantes tuvieron un ayuno de 12 horas. Al llegar al laboratorio de cada Empresa Social del Estado y después de un reposo de 10 minutos, se les extraían 5 mL de sangre en un tubo con gel de separación (sin anticoagulante), que fue centrifugado posteriormente de manera estándar para la obtención de suero. Las muestras se conservaron congeladas a -20 °C hasta el momento del análisis, que se llevó a cabo en el Laboratorio de Alimentación y Nutrición Humana de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia, en Medellín.

La recolección de las muestras se hizo entre las semanas 35 y 37 de la gestación. La transferrina sérica se midió por nefelometría en un aparato Array 360 System (Beckman USA), empleando reactivos comerciales (Rochem Biocare); el hierro sérico y la capacidad total de fijación del hierro a la transferrina se determinaron por fotolorimetría en un equipo RA-150 Chemistry System (Bayer, Ireland) y para ello se emplearon estuches comerciales de BioSystems. El porcentaje de saturación de la transferrina se calculó como la relación entre el hierro sérico total y la capacidad de fijación, multiplicada por cien. Se consideró que había eritropoyesis deficiente en hierro cuando el hierro sérico de la madre estaba por debajo de 60 µg/dL, el porcentaje de saturación de la transferrina era inferior a 15% o la capacidad total de fijación de hierro a la transferrina era de 390 µg/dL o mayor; se diagnosticó anemia por deficiencia de hierro cuando el hierro sérico estaba por debajo de 40 µg/dL, el porcentaje de saturación de la transferrina era inferior al 15% o la capacidad total de fijación de hierro a la transferrina era de 410 µg/dL o mayor.¹⁶ En cuanto a la transferrina sérica, se consideró como normal un valor de 260-430 mg/dL.¹⁷

Análisis estadístico

El procesamiento y análisis de los datos se hicieron con el software SPSS versión 15 Chicago IL. Para la descripción de los resultados se utilizaron el promedio, la mediana y la desviación estándar. La relación entre las variables bioquímicas como hierro sérico y ferritina, capacidad total de fijación de hierro a la transferrina y porcentaje de saturación de la transferrina, así como entre los indicadores bioquímicos y los antropométricos maternos y neonatales, se evaluó con las pruebas de correlación de Pearson o Spearman, de acuerdo con la distribución de las variables; igualmente, se utilizaron la prueba Chi² o la prueba exacta de Fisher y la prueba t de Student, para relacionar la clasificación del peso al nacer, la

ganancia de peso y las pruebas bioquímicas maternas. Para la significación estadística se utilizó un $\alpha = 0,05$

RESULTADOS

Evaluación antropométrica materna y peso del recién nacido

Siete de las participantes en el estudio (44%) eran adolescentes entre 16 y 18 años y 9 (56%), adultas de 19 a 40 años; 4 (25%) tenía solo educación primaria y 12 (75%) secundaria y más. La edad gestacional promedio, evaluada por la amenorrea, era de 35,6 semanas. Diez (62,5%) eran multíparas y 6 (37,5%), nulíparas. El promedio de la circunferencia del brazo fue $26,2 \pm 2,6$ cm, pero dos pacientes (12,5%) tenían un valor bajo, inferior a 22,5 cm. La estatura promedio era de $156 \pm 0,5$ cm y había dos con estatura baja (inferior a 150 cm).

Al clasificar el peso de los recién nacidos de acuerdo con el estado nutricional materno en el tercer trimestre de la gestación ([Tabla n.º 2](#)), se encontró que los diez niños con peso adecuado (entre 3.000 y 4.000 gramos) eran de madres que presentaban índices de masa corporal (IMC) normales (6 casos) o indicativos de sobrepeso (4 casos); de los tres recién nacidos con peso insuficiente, dos eran de madres con IMC bajos. La madre del único recién nacido con peso bajo tenía 150 cm de estatura, IMC bajo y circunferencia del brazo baja. El IMC de la madre del único niño macrosómico era normal. Se excluyó de este análisis a una madre con IMC bajo al final de la gestación porque no se obtuvo el dato del peso del recién nacido.

Tabla n.º 2. Peso de los niños al nacer de acuerdo con el IMC de la madre en el tercer trimestre

Peso de los niños (gramos)	IMC materno en el tercer trimestre						Total	
	Bajo		Normal		Sobrepeso		N	%
	N	%	N	%	N	%	N	%
Bajo (menor de 2.500)	1	7	0	0	0	0	1	7
Insuficiente (2.500-2.999)	2	13	0	0	1	7	3	20
Adecuado (3.000-4.000)	0	0	6	40	4	26	10	66
Macrosómico (más de 4.000)	0	0	1	7	0	0	1	7
Total	3	20	7	47	5	33	15	100

Se clasificó el peso de los niños al nacer de acuerdo con las categorías de ganancia de peso de las madres en el tercer trimestre ([Tabla n.º 3](#)) y se encontró que siete de los diez niños con peso adecuado eran hijos de madres con ganancia adecuada de peso.

Tabla n.º 3. Peso de los niños al nacer de acuerdo con las categorías de ganancia de peso materno en el tercer trimestre

Peso de los niños (gramos)	Ganancia total de peso de la madre						Total	
	Adecuada		Inadecuada por déficit		Inadecuada por exceso		N	%
	N	%	N	%	N	%	N	%
Bajo (menor de 2.500)	1	7	0	0	0	0	1	7
Insuficiente (2.500-2.999)	1	7	2	13	0	0	3	20
Adecuado (3.000-4.000)	7	46	1	7	2	13	10	66
Macrosómico (más de 4.000)	1	7	0	0	0	0	1	7
Total	10	67	3	20	2	13	15	100

También se observó que de los tres niños con peso insuficiente al nacer, dos eran de madres con déficit en la ganancia de peso.

La [tabla n.º 4](#) presenta los datos antropométricos de las madres y el peso de los recién nacidos. El

comportamiento de las variables, en promedio, estuvo en los rangos de normalidad.

Tabla n.º 4. Variables antropométricas maternas en el tercer trimestre de la gestación y peso de los recién nacidos

Variables	N		Media	Mediana	DE
	Válidos	Perdidos			
IMC pregestacional (kg/m ²)	10	6	21,9	22,5	3,2
Circunferencia del brazo (cm)	16		26,2	26,1	2,6
IMC primer trimestre (kg/m ²)	16		21,9	21,7	2,1
IMC tercer trimestre (kg/m ²)	16		26,4	26,7	2,7
Estatura de la madre (m)	16		1,56	1,58	0,05
Peso del RN (g)	15	1	3.492	3.600	524,2

Evaluación bioquímica del estado del hierro materno

La [tabla n.º 5](#) muestra los resultados de los indicadores bioquímicos estudiados con relación al estado del hierro.

Tabla n.º 5. Resultados de los indicadores bioquímicos del estado del hierro materno en el tercer trimestre de la gestación

Estadístico	Fe sérico total (µg/dL)	Capacidad de fijación de hierro de la transferrina (µg/dL)	Índice de saturación de hierro de la transferrina (%)	Transferrina sérica (mg/dL)
Media	24,7	361,5	7,7	382,7
Mediana	18,0	361,5	4,4	399,5
DE	21,31	64,36	7,74	62,13

El valor del hierro sérico (media de 24,7 µg/dL) indicó anemia por deficiencia de este mineral, lo cual estuvo de acuerdo con la baja saturación de hierro de la transferrina (media de 7,7%) que presentaron las madres; esta proteína se encontró dentro del valor de referencia (media de 382,7 mg/dL) pero la capacidad de fijación de hierro (media de 361,5 µg/dL) indicó depleción materna.

Es importante destacar que once de estas 16 madres (69%) tuvieron valores de hierro sérico inferiores a 40 µg/dL y que todas ellas presentaron porcentajes de saturación del mineral por debajo del 15%, valores ambos considerados como puntos de corte para diagnosticar anemia ferropénica. En cuanto a la capacidad de fijación de hierro de la transferrina, ocho de las madres estudiadas (50%) tuvieron valores de 360 mg/dL o más, indicativos de depleción del mineral; el 100% de estos ocho casos, tuvieron al mismo tiempo baja saturación de transferrina y el 87,5% baja concentración de hierro sérico total. Al asociar estos indicadores, se encontró una correlación positiva entre el hierro sérico total y el porcentaje de saturación ($r = 0,984$, $p = 0,000$) y, por la dinámica de transporte de hierro en el plasma, se halló una correlación negativa entre la saturación de hierro y la capacidad de fijación ($r = -0,588$, $p = 0,035$).

La [tabla n.º 6](#) presenta los valores de ferritina, hemoglobina y algunos índices eritrocitarios, que se obtuvieron de la base de datos del estudio 'Estado nutricional de un grupo de mujeres gestantes y de sus recién nacidos pertenecientes a los niveles 1 y 2 del SISBÉN, que reciben complementación alimentaria, suplemento nutricional y educación. Programa MANA, Gobernación de Antioquia'.⁶

Tablan.° 6. Indicadores bioquímicos y eritrocitarios del estado del hierro materno en el tercer trimestre de la gestación

Estadístico	Ferritina (ng/mL)	Hemoglobina (g/dL)	VCM (fL)	CMHC (g/dL)	RGR (X 10 ⁶ /μL)
Número	13	16	16	16	16
Media	24,792	11,3	85,8	34,04	3,88
Mediana	11,900	11,5	85,7	33,95	3,89
DE	44,2068	0,9203	5,6976	1,1718	0,3360

VCM: volumen corpuscular medio. CMHC: concentración media de hemoglobina corpuscular. RGR: recuento de glóbulos rojos.

Los valores de ferritina se presentan únicamente en 13 gestantes porque las otras tres tenían alta la proteína C reactiva lo que le resta confiabilidad al resultado de la ferritina, dado que la PCR es un reactante de fase aguda que indica procesos de infección o inflamación crónica que alteran la concentración de ferritina y dan lugar a interpretaciones equivocadas sobre la reserva de hierro.

Aun cuando el valor promedio de hemoglobina (Hb) al final del embarazo se encontró por encima del punto de corte indicativo de anemia (11 g/dL), cuatro madres (25%) presentaban una concentración inferior a esa y una de ellas tenía un valor muy bajo (8,8 g/dL); de las doce madres que tuvieron Hb normal en el tercer trimestre de la gestación, solo tres (25%) presentaban concentraciones por encima de 12,0 g/dL; en la mayoría de las otras nueve, los valores oscilaban entre 11,0 y 11,8 g/dL.

Seis de las trece gestantes (46%) tenían concentraciones de ferritina inferiores al punto de corte indicativo de deficiencia, 15 ng/mL,¹⁸ y solo tres (23%) tenían valores por encima del que indica depleción de hierro (24 ng/mL). La concentración de ferritina en las otras cuatro madres (31%) osciló entre 15 y 24 ng/mL, nivel que define reservas inapropiadas de hierro. Pese a que la ferritina sérica no se correlacionó significativamente con los demás indicadores estudiados, es importante considerar que determinó su concentración en alguna medida, así: el hierro sérico en 17% ($r = 0,410$), la saturación en 20% ($r = 0,446$) y la capacidad de fijación de hierro en 26% ($r = -0,512$).

La comparación de los indicadores bioquímicos del estado del hierro de acuerdo con la clasificación antropométrica por IMC evidenció una diferencia significativa entre la media de hemoglobina así: las cuatro madres (25%) con peso bajo tenían un valor promedio de Hb de 10,5 g/dL; en las nueve con peso adecuado (56,3%) el promedio era de 11,7 g/dL y en las tres con sobrepeso, de 11,2 g/dL ($p = 0,042$). Tres de las cuatro madres con peso bajo tenían anemia, lo que no ocurrió en ninguna de las nueve con peso adecuado. También tenía anemia una de las tres madres con sobrepeso ($p = 0,0147$). Entre los grupos de madres que tuvieron peso bajo, peso adecuado y sobrepeso al final de la gestación, no se observaron diferencias significativas en la concentración de hierro sérico, la capacidad de fijación de hierro a la transferrina, el porcentaje de saturación de hierro de la transferrina y la concentración de esta última.

Al asociar el hierro sérico, el porcentaje de saturación de la transferrina y la capacidad de fijación de hierro de la transferrina materna con el peso al nacer, no se encontró una correlación significativa; sin embargo, este indicador de salud neonatal sí mostró una correlación positiva importante con la concentración de hemoglobina materna en el último trimestre de la gestación ($r = 0,5228$, $p = 0,0455$).

DISCUSIÓN

El hierro es un micromineral esencial para la vida y uno de los más abundantes en el cuerpo humano; de él dependen muchas enzimas y proteínas necesarias para el metabolismo celular. Se transporta en la sangre unido a la transferrina y se almacena en los tejidos como ferritina, principalmente.

Los requerimientos de hierro varían a lo largo de la gestación pero son especialmente altos en el

segundo y tercer trimestres,¹⁹ debido a las mayores demandas maternas para incrementar el volumen eritrocitario, a la placenta en desarrollo y al aumento de las necesidades fetales por el crecimiento, metabolismo y depósitos celulares.²⁰ Diferentes investigaciones asocian la deficiencia de hierro y la anemia durante el embarazo con un mal resultado obstétrico y con efectos desfavorables tanto para la madre como para el feto a corto, mediano y largo plazo. Colombia tiene una tasa alta de prevalencia de estos trastornos nutricionales en gestantes adolescentes y adultas.³

Varios estudios han evaluado el estado nutricional del hierro materno durante la gestación, empleando indicadores bioquímicos, más frecuentemente la hemoglobina y la ferritina sérica, no solo por su relativo bajo costo sino porque responden bien a las intervenciones nutricionales y porque la metodología para medirlas se encuentra estandarizada.⁴

Sin embargo, existen otros indicadores menos frecuentemente empleados que también pueden dar cuenta del estado corporal del hierro, cuando la gestante inicia un balance negativo, incluso antes de que se afecte la producción de hemoglobina y se evidencien alteraciones en los índices eritrocitarios. Es el caso del hierro sérico y la capacidad de fijación de la transferrina, que pueden mostrar alteraciones en las primeras fases de la depleción, con un descenso y un aumento, respectivamente. En etapas más avanzadas de la deficiencia y cuando se diagnostica anemia ferropénica, el hierro sérico se puede encontrar muy bajo (menos de 40 µg/dL) y la capacidad de unión a la transferrina, alta (410 µg/dL). La saturación de transferrina disminuye a medida que aumenta la deficiencia de hierro y llega a valores muy bajos (menos del 15%) cuando se presenta anemia.^{16,21} Aun cuando la ferritina sérica es el indicador más útil de las reservas de hierro,²² se la utiliza poco en la evaluación de las gestantes, por lo que sería conveniente estudiar otros indicadores de costo relativamente bajo que puedan servir para detectar la deficiencia antes de que se presente anemia, especialmente en las gestantes de alto riesgo: adolescentes, desnutridas, multíparas y mujeres con intervalos intergenésicos cortos. La hemoglobina es un indicador tardío del estado del hierro corporal que solo se altera en fases avanzadas de la deficiencia del mineral por lo que la determinación, al menos, del hierro sérico o de la capacidad de fijación a la transferrina servirían para evaluar parcialmente las reservas maternas y tomar medidas preventivas.

En este estudio se halló que si bien el promedio de hemoglobina de las madres al final de la gestación era normal, tanto el hierro sérico como el porcentaje de saturación de la transferrina estaban bajos, lo que indica un mal estado corporal de este mineral. En la secuencia de etapas que van desde un estado nutricional normal del hierro hasta la anemia, algunos marcadores bioquímicos son más sensibles que otros para tomar medidas preventivas que permitan evitar la anemia por deficiencia de este mineral. El estadio inicial de la depleción se refleja en la ferritina sérica que tiene correspondencia con el almacenamiento de hierro en los tejidos; posteriormente disminuye el hierro sérico a medida que se agotan las reservas y esto sucede, por lo general, antes de que se afecte la producción de hemoglobina. Esta secuencia es precisamente la observada en este estudio en el que tanto la baja concentración de ferritina como el hierro sérico y el porcentaje de saturación de la transferrina indicaron un mal estado corporal de este nutriente al final de la gestación, pese a que únicamente cuatro gestantes presentaron anemia. Si bien es cierto que la mayor parte de los estudios asocian la anemia con efectos desfavorables tanto para la madre como para el hijo durante y después del embarazo, no menos importantes son las reservas y la cantidad y transporte de este mineral en el suero, dado que es precisamente el hierro circulante en la madre, unido a la transferrina, el que capta los receptores de esta proteína en la placenta, para transferirlo al feto. Al respecto, varios estudios han evidenciado la relación entre el estado del hierro materno y el resultado fetal porque aun cuando existe una regulación positiva en la expresión de proteínas de transporte de hierro que puede proteger al feto de la deficiencia materna, esta repercute en mayor o menor medida en el crecimiento, desarrollo y salud del neonato, con consecuencias que pueden ser a mediano y largo plazo. Este estudio mostró la asociación entre los depósitos de hierro, la concentración de este mineral en la sangre y la saturación de la transferrina y cómo ellos anteceden a la hemoglobina como indicadores de estados de deficiencia corporal por lo que pueden ser más sensibles. Con respecto a la concentración de transferrina, todas las madres tuvieron valores en el rango normal. En los casos de desnutrición materna grave especialmente por déficit de proteínas, se podría ver afectada la producción hepática de transferrina lo que no ocurrió en ninguna de nuestras pacientes.

Se acepta que el suplemento de hierro y ácido fólico es una estrategia nutricional efectiva para mejorar la concentración de hemoglobina materna y prevenir la anemia; sin embargo, su ingesta debe ser monitorizada para cumplir con la cantidad y frecuencia recomendables. Las madres que alcanzaron los más bajos depósitos de hierro, hierro sérico y saturación de transferrina, tuvieron un consumo irregular

del suplemento y mayores requerimientos por su adolescencia; además, en mayor porcentaje, desarrollaron anemia al final del embarazo.

Rasmussen y colaboradores mostraron una correlación significativa de la hemoglobina y la ferritina sérica con el índice de masa corporal materno;²³ sin embargo, Rached y otros autores asociaron el hierro sérico, la capacidad de unión a la transferrina y el porcentaje de saturación con la antropometría materna, que constituye un determinante crítico de los resultados finales de este período.^{24,25} Este estudio hace énfasis en la importancia de priorizar a las madres enflaquecidas porque tienen un riesgo alto de deficiencia de hierro y anemia; sin embargo, también es importante no olvidar a las mujeres gestantes con sobrepeso porque su dieta puede ser alta en energía pero de baja calidad nutricional, lo cual parece haber ocurrido en este grupo de madres cuya prevalencia de anemia fue del 33%.

Diferentes indicadores antropométricos, en especial el índice de masa corporal (IMC) pregestacional, pueden ser determinantes del peso al nacer;^{26,27} en este estudio se encontró que el mayor porcentaje de niños con peso adecuado fue de madres con ganancias apropiadas de peso en la gestación.

Un IMC bajo, como indicador de déficit crónico de energía, es particularmente importante en mujeres en edad reproductiva, mucho más si son adolescentes, que aún no han terminado su período de crecimiento y desarrollo, debido a sus altas demandas energéticas.²⁸ Una mujer que inicia la gestación con bajo peso debiera tener una ganancia de peso superior a la de aquella con un IMC adecuado o con diagnóstico de obesidad o sobrepeso;²⁹ lo anterior, para prevenir el déficit o los excesos nutricionales que afectan el período gestacional. En este estudio se encontró que el 75% de los recién nacidos con peso bajo o insuficiente eran de madres con IMC bajo en el tercer trimestre quienes no habían tenido una ganancia de peso durante el embarazo ajustada a su estado nutricional previo.

A diferencia de la evaluación nutricional en otros períodos de la vida, las mediciones durante la gestación reflejan, en buena parte, el estado nutricional del feto. En términos antropométricos la gestación representa una situación única, ya que el período de observación es bastante corto y los indicadores antropométricos se modifican con rapidez. El peso de la madre antes de la gestación es un indicador que permite identificar la necesidad de incremento de peso, como un factor predictivo del crecimiento fetal. La contribución del feto y de la placenta al aumento total de peso materno es casi del 40% y representa, aproximadamente, el 9% del aumento de peso antes de la semana 10, el 23% entre las semanas 10–20, el 41% entre las semanas 21–30 y el 54% de la semana 31 a la 40. Es así como diferentes estudios están de acuerdo con los resultados de esta investigación, al mostrar asociaciones entre el aumento de peso materno y el crecimiento fetal.^{30–32}

Uno de los objetivos principales de los programas de salud materno–infantil en todo el mundo es que los recién nacidos alcancen pesos normales por la relación del bajo peso al nacer con las tasas de morbilidad y mortalidad perinatales e infantiles, con la calidad de vida y el crecimiento y desarrollo. Algunos países latinoamericanos, en especial Chile que ha sido pionero en la evaluación nutricional de la gestante, han desarrollado estrategias de atención que permiten la vigilancia nutricional y el descenso de las tasas de anemia gestacional y bajo peso al nacer (BPN), lo que ha dejado de ser un problema de salud pública;³³ sin embargo, en otros países en vías de desarrollo, como Colombia, los recién nacidos siguen expuestos a graves riesgos de morbilidad, mortalidad, secuelas nutricionales, disfunciones en el desarrollo neurológico, menor capacidad escolar y modificaciones en el comportamiento durante la infancia, que podrían prevenirse con la adecuada vigilancia alimentaria y nutricional de la gestante.

Aun cuando la muestra del estudio fue pequeña y limita el alcance de los resultados, sí permite sugerir la importancia de otros indicadores bioquímicos de bajo costo, para conocer el estado del hierro materno en estadios más tempranos, antes de que se desarrolle la anemia materna. Convendría adelantar un estudio semejante con una muestra representativa de la población y evaluar la utilidad de estos marcadores no convencionales del estado del hierro, para detectar la deficiencia del mineral y desarrollar acciones preventivas que hagan disminuir la prevalencia de anemia en las mujeres gestantes.

Agradecimientos

A la Universidad de Antioquia y a la Gerencia Departamental de Seguridad Alimentaria y Nutricional por el aporte financiero y el acompañamiento para el desarrollo del programa de intervención y del proyecto de investigación. Al Laboratorio de Alimentación y Nutrición Humana de la Escuela de Nutrición y Dietética (Universidad de Antioquia), por las pruebas bioquímicas y de manera especial a las gestantes, sujetos centrales de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. O'Brien K, Zavaleta N, Abrams S, Caulfield L. Maternal iron status influences iron transfers to the fetus during the third trimester of pregnancy. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 924–930.
2. Shobeiri F, Begum K, Nazari M. A prospective study of maternal hemoglobin status of Indian women during pregnancy and pregnancy outcome. *Nutr Res* 2006; 26: 209–213.
3. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Universidad de Antioquia, Organización Panamericana de la Salud. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2005. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos S. A.; 2006. 85, 144–153.
4. Mei Z, Cogswell M, Parvanta I, Lynch S, Beard J, Stoltzfus R, et al. Hemoglobin and ferritin are currently the most efficient indicators of population response to iron interventions: an analysis of nine randomized controlled trials. *J Nutr* 2005; 135: 974–1980.
5. Parra B. Evaluación bioquímica del estado nutricional del hierro y folato en un grupo de mujeres gestantes participantes del programa MANA para la vida. En: Restrepo S, Mancilla L, Parra B, Manjarrés LM, Quintero A, Santa J, et al, eds. Alimentación y Nutrición de la Mujer Gestante: Diagnóstico y lineamientos para la acción, 1ª ed. Medellín: Editorial Divergráficas; 2007; 215–243.
6. Restrepo S, Mancilla L, Parra B, Manjarrés LM, Quintero A, Santa J, et al, eds. Alimentación y Nutrición de la Mujer Gestante: Diagnóstico y lineamientos para la acción, 1ª ed Medellín: Editorial Divergráficas; 2007; 1–273.
7. Congreso de la República de Colombia. Resolución N° 008430 del 4 de octubre de 1993: Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá: Ministerio de Salud; 1993.
8. Atalah E, Castillo C, Castro R, Aldea A. Propuesta de un nuevo estándar de evaluación nutricional de embarazadas. *Rev Med Chile* 1997;125:1429–36
9. Jackson A, Pollock M. Practical assessment of body composition. *Phys Sport Med* 1985; 13: 76–89.
10. Harrison G, Buskirk E, Carter J, Johnston F, Lohman T, Pollock M, et al. Skinfold thicknesses and measurement technique. En: Lohman T, Roche A, Martorell R, eds. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign IL: Human Kinetics Publishers; 1988; 55–70.
11. Onis M, Onyango A, Broeck J, Chumlea C, Martorell R. Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food Nutr Bull* 2004; 25: (Suppl.) 27S –36S
12. Krasovec K. Circunferencia del brazo. En: Krasovec K, Anderson M, eds. Nutrición materna y resultados de la gestación. Washington: OPS; 1990; Publicación científica n.º 529; 129–145.
13. Krasovec K, Anderson M, eds. Nutrición materna y resultados de la gestación. Washington: OPS; 1990; Publicación científica n.º 529; 103–114.

14. Uauy R, Athalah E, Barrera C, Behenke E. Alimentación y nutrición durante el embarazo. En: Uauy R, Athalah E, Barrera C, Behenke E, eds. Guías de alimentación para la mujer, 1ª ed. Chile: Universidad de Chile; 2001; 53–74.
15. Restrepo M. Evaluación del crecimiento intrauterino y del recién nacido. En: Restrepo M, ed. Estado nutricional y crecimiento físico, 1ª ed. Medellín: Universidad de Antioquia; 2000; 182.
16. Gropper S, Smith J, Groff J. Microminerals. En: Gropper S, Smith, J, Groff J, eds. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*, 4ª ed. Belmont: Thomson Wadsworth; 2005; 433 p.
17. Lee RD, Nieman DC. Biochemical Assessment of Nutritional Status. En: Lee R, Nieman D, eds. *Nutritional Assessment*, 3ª ed. New York: McGraw–Hill; 2003; 308 p.
18. UNICEF, ONU, OMS. Methods of assessing iron status. In: *Iron Deficiency Anaemia. Assessment, Prevention and Control. A guide for programme managers*. OMS, Washington, 2001. 99 p.
19. Bergmann R, Gravens–Muller L, Hertwig K, Hinkel J, Andres B, Bergmann K, et al. Iron deficiency is prevalent in a sample of pregnant women at delivery in Germany. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2002; 102: 155–160.
20. Turner RE. Nutrition during pregnancy. En: *Modern Nutrition in Health and Disease*, 10ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006; 778 p.
21. Lee J, Kang S, Kim S, Lim H. A cross sectional study of maternal iron status of Korean women during pregnancy. *Nutr Res* 2002; 22: 1377–1388.
22. WHO, CDC. Indicators of inflammation in: Assessing the iron status of populations. A report of WHO/CDC. Geneva, Switzerland. 2005. 14 p.
23. Rasmussen S, Bergsjø P, Jacobsen G, Haram K, Bakketeig L. Haemoglobin and serum ferritin in pregnancy. Correlation with smoking and body mass index. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2005; 123: 27–34.
24. Rached I, Aguaje A, Henríquez G. Estado nutricional en gestantes de una comunidad menor privilegiada de Caracas. *An Venez Nutr* 2002; 15: 94–104.
25. Paiva A, Rondó P, Pagliusi R, Latorre M, Cardoso, Gondim S. Relationship between the iron status of pregnant women and their newborns. *Rev Saúde Pública* 2007; 41: 321–327.
26. Rached I, Henríquez G, Aguaje A. Efectividad de dos indicadores antropométricos en el diagnóstico nutricional de gestantes eutróficas y desnutridas. *Arch Lat Nutr* 2001; 51: 346–350.
27. Bolzan A, Guimarey L. Tamaño corporal del recién nacido y estado nutricional materno durante la gestación. *Medicina Infantil* 1997; 4: 256–259.
28. Shetty P, James W. Health and BMI. En: Shetty P, James W, eds. *Body mass index, a measure of chronic energy deficiency in adults*, 1ª ed. Roma: FAO; 1994; 11–16.
29. King J, Weininger J. Gestación y lactancia. En: OPS, ILSI ed. *Conocimientos actuales sobre nutrición*. Washington DC; OPS; 1991; p. 394.
30. Doherty DA, Magann EF, Francis J, Morrison JC, Newnham JP. Pre–pregnancy body mass index and pregnancy outcomes. *Int J Gynecol Obstet* 2006; 95: 242–247.
31. Ehrenbern H, Dierker L, Milluzzi C, Mercer B. Low maternal weight, failure to thrive in pregnancy

and adverse pregnancy outcomes. *Am J Obstet Gynecol* 2003; 18: 1726–1730.

32. Strauss RS, Dietz WH. Low maternal weight gain in the second or third trimester increases the risk for intrauterine growth retardation. *J Nutr* 1999; 129: 988–993.

33. Raby E, Ramírez R, Pérez M. Análisis cuantitativo de características biológicas de la madre y condiciones de la gestación que influyen en el peso del recién nacido en la VIII Región de Chile. *Rev Chil Nutr* 1988; 16: 291–299.

Recibido: junio 04 de 2008

Aprobado: octubre 20 de 2008

© **2011 Universidad de Antioquia**

Cra. 51 D N° 62-29
Facultad de Medicina - Universidad de Antioquia
Medellín, Colombia



iatreia@medicina.udea.edu.co