

Factores asociados a las concentraciones de hemoglobina en preescolares

Factors associated with concentrations of hemoglobin in preschoolers

Dixis Figueroa Pedraza ¹
Erika Morganna Neves de Araujo ¹
George Luís Dias dos Santos ¹
Leticia Rangel Mayer Chaves ¹
Zilka Nanes Lima ¹

Abstract *This study sought to identify the association between the concentration of hemoglobin and socio-environmental, maternal, biological-nutritional and health condition characteristics in preschool children; as well as the serum concentrations of zinc and retinol. It involved a cross-sectional study with 335 individuals, a representative sample of children enrolled in child day care centers in the city of Campina Grande, Paraíba. In the 294 children studied, the adjusted model showed lower concentrations of hemoglobin when the house was not made of bricks; there was no sewerage system; no public garbage collection; no treatment of drinking water; maternal difficulties for reading, writing and making calculations; age between 9 - 24 months; weight/age < - 2 score Z and health problems in the last 15 days, as well as in cases of lower serum concentrations of zinc and retinol. The multicausality of lower hemoglobin levels included socio-environmental conditions and child-maternal characteristics that reinforce the importance of measures that prioritize the younger children of mothers with lower education levels and prejudiced in weight, health and nutritional status of other important micronutrients for growth.*

Key words *Micronutrients, Iron, Anemia, Epidemiologic factors, Child day care centers*

Resumen *El presente estudio buscó identificar en niños preescolares la asociación de las concentraciones de hemoglobina con características socio-ambientales, maternas, biológico-nutricionales y las condiciones de salud; así como con las concentraciones séricas de zinc y retinol. Estudio transversal con muestra de 335 individuos, representativa de los niños de jardines infantiles del municipio de Campina Grande, Paraíba. En los 294 niños estudiados, el modelo ajustado mostró menores concentraciones de hemoglobina en casos de tipo de casa diferente de ladrillo; ausencia de red de escoto; colecta no pública de la basura; no tratamiento del agua para beber; dificultades maternas para leer, escribir o hacer cuentas; edad entre 9-24 meses; peso/edad < - 2 escore Z y problemas de salud en los últimos 15 días, bien como en casos de bajas concentraciones séricas de zinc y retinol. La multicausalidad de concentraciones inferiores de hemoglobina comprendió condiciones socio-ambientales y características materno-infantiles que refuerzan la importancia de medidas que prioricen los niños de menor edad, de madres con menor nivel educacional y con prejuicios en su peso, estado de salud y condición nutricional de otros micronutrientes importantes en el crecimiento.*

Palabras clave *Micronutrientes, Hierro, Anemia, Factores epidemiológicos, Jardines infantiles*

¹ Departamento de Enfermagem e Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade Estadual da Paraíba. Av. das Baraúnas 351, Bodocongó. 58109-753 Campina Grande PB Brasil. dixisfigueroa@gmail.com

Introducción

El hierro es un componente esencial al organismo por su importancia en el crecimiento y desarrollo, bien como por su actuación en el transporte y almacenamiento de oxígeno y en el metabolismo energético, entre otras funciones¹. Su carencia perjudica billones de personas en el mundo y puede ser responsable por cuadro anémico de origen nutricional, principal endemia carencial del mundo². Las complicaciones advenidas de la exposición a la anemia comprenden déficit de desarrollo cognoscitivo y motor, disminución en la capacidad de aprendizaje, mayor susceptibilidad a procesos infecciosos y aumento de la morbi-mortalidad^{2,3}.

La Organización Mundial de la Salud define la anemia como un estado en que la concentración de hemoglobina sanguínea se encuentra anormalmente baja como consecuencia de la deficiencia de un o más nutrientes esenciales⁴. Niños brasileños en edad preescolar representan cerca de 30 a 69% de los casos de anemia en el país⁵. Esa susceptibilidad está relacionada a elevadas necesidades de hierro en función del crecimiento acelerado durante los primeros años de vida^{4,6}.

En Brasil, cerca de 52% de los niños que asisten jardines infantiles padecen de anemia⁷. El Nordeste brasileño constituye, por su vez, una región vulnerable a carencias nutricionales con elevadas prevalencias de anemia en la población infantil⁸. En el estado de Paraíba, estudio publicado en 2002 considerando ocho municipios representativos de las tres meso-regiones del Estado reveló prevalencia de 36,4% de anemia en preescolares⁹. Otro estudio, más reciente, reveló resultado casi idéntico, prevalencia de anemia de 36,5% entre los niños de 6 a 59 meses provenientes de nueve municipios del Estado³. A pesar del conocimiento generado por esos resultados, los estudios sobre el estado nutricional de hierro entre niños que frecuentan jardines infantiles son escasos, principalmente en las regiones menos desarrolladas de Brasil. Ese grupo poblacional puede tener, como consecuencia del mayor acometimiento de enfermedades infecciosas, vulnerabilidad aumentada del estado nutricional y mayor proporción de anemia⁷. Además, hay una laguna de conocimiento importante relacionada a etiología do estado nutricional de hierro, incluso al respecto de la influencia de indicadores antropométricos y del estado nutricional de otros micronutrientes⁷, siendo de gran interés al considerarse el efecto positivo de la suplementación diaria de sulfato ferroso sobre las concentraciones

de hemoglobina, no constatado para la prevalencia de anemia².

Factores socioeconómicos, nutricionales, biológicos, ambientales y culturales son importantes determinantes de la adecuación orgánica relativa al estado nutricional de hierro^{8,10}. Además, la deficiencia de hierro puede estar asociada a la deficiencia de otros micronutrientes, lo que sugiere que cuando un niño presenta deficiencia de un micronutriente, estará, también, en riesgo de presentar otras deficiencias concomitantes^{11,12}. Existen fuertes evidencias relacionadas a la existencia de importantes interacciones metabólicas entre el hierro, la vitamina A y el zinc¹¹. No obstante, son escasos los estudios con niños brasileños que consideren análisis ajustadas para posibles asociaciones entre el estado nutricional de micronutrientes esenciales al crecimiento (hierro, vitamina A y zinc).

El presente estudio objetivó identificar en niños preescolares la asociación de las concentraciones de hemoglobina con características socio-ambientales, maternas, biológico-nutricionales y las condiciones de salud; así como con las concentraciones séricas de zinc y retinol.

Materiales y métodos

Este es un estudio transversal desarrollado en jardines infantiles del municipio de Campina Grande, Paraíba, pertenecientes a la Secretaría de Educación, integrado al proyecto *Saúde e nutrição das crianças assistidas em creches públicas do município de Campina Grande, Paraíba*. Las informaciones fueron colectadas en los jardines infantiles entre octubre y noviembre de 2011. Funcionaban, en el momento del trabajo de campo, 25 jardines en barrios distintos del municipio, situados, generalmente, en áreas de bajo nivel socio-económico. Según la localización, 23 jardines estaban en la zona urbana y dos en la zona rural. Según la edad, ocho jardines atendían niños entre 4-20 meses y 93% de los niños tenían 24 meses o más de edad.

El universo de estudio fue de 2749 niños frecuentando los jardines, 2473 en la zona urbana y 276 en la zona rural; siendo 199 niños entre 4-20 meses. La población elegible incluyó todos los niños, excepto los gemelos, adoptados, de madres con edad inferior a 18 años y aquellos con problemas físicos que dificultase la evaluación antropométrica. En los casos de hermanos, uno de ellos fue sorteado para el estudio.

El cálculo para estimar el tamaño de la muestra se basó en el procedimiento para descrip-

ción de la prevalencia. La prevalencia estimada utilizada fue la de déficit de estatura, indicador funcional del estado nutricional de hierro, en niños menores de cinco años de 7,0%¹³, error de la muestra (d) de 3% y nivel de 95% de confianza ($Z^2 = 1,96^2$). El valor calculado (252) fue acrecido en 10% para pérdidas y recusos, bien como efecto de delineamiento de 1,2, totalizando una muestra de 335 niños de nove a 59 meses de edad.

Para la selección de la muestra, inicialmente, 14 jardines fueron seleccionados por sorteo aleatorio simple, siendo un entre los localizados en la zona rural y dos entre aquellos con niños entre 4-20 meses de edad. Posteriormente, con pose de la lista de los niños, fueron seleccionados de forma sistemática 15 niños de 24 meses o más por jardín de pequeño porte (3 jardines), 20 por jardín de mediano porte (3 jardines), 25 por jardín de grande porte (5 jardines) y 35 en el jardín sorteado de la zona rural. En cada jardín sorteado con niños entre 4-20 meses fueron seleccionados 35 niños menores de dos años.

Las informaciones fueron colectadas en los jardines y contó con la participación de un grupo de entrevistadores debidamente entrenados, compuesta por profesores y alumnos del área de salud o afines. Para este estudio fueron contempladas informaciones socio-ambientales (tipo de casa, número de personas del domicilio, número de personas que dividen el mismo cómodo del niño, presencia de escoto sanitario en el domicilio, presencia de sanitario, destino de la basura, forma de abastecimiento del agua, tratamiento del agua), maternas (habilidades de lectura/escrita/hacer cuentas, ocupación, edad, consultas de pre-natal), biológico-nutricionales (edad, peso al nacer, peso/edad, estado nutricional de zinc, estado nutricional de vitamina A) y de las condiciones de salud (hospitalización en los últimos 12 meses, problemas de salud en los últimos 15 días).

Las informaciones socio-ambientales y maternas se obtuvieron utilizando cuestionario estructurado aplicado a las madres de los niños. La fecha de nacimiento y peso al nacer de los niños fueron retirados del cuaderno de salud. La edad del niño se calculó en meses, mediante la diferencia entre la fecha de nacimiento y la fecha de la entrevista.

Todos los niños fueron pesados utilizando balanza electrónica tipo plataforma con capacidad para 150 kg y graduación en 100g (Tanita UM-080®). Los niños fueron pesados usando apenas una pieza íntima leve; en los niños que usaban pañales, estos fueron retirados. El peso

de niños de brazo se calculó por la diferencia entre el peso de la madre con el niño y el peso de la madre. La talla de los niños menores de 24 meses (acostados) se obtuvo con auxilio de infantómetro de madera (construcción propia) con amplitud de 130 cm y subdivisiones de 0,1 cm. En los niños mayores de 24 meses (en pie) se utilizó estadiómetro (WCS®) con amplitud de 200 cm y subdivisiones de 0,1 cm. Las medidas se tomaron dos veces, siendo estimada la media. Las mediciones fueron realizadas de acuerdo con normas técnicas padrones, obedeciendo los procedimientos recomendados por la Organización Mundial de la Salud¹⁴.

Los escores-Z de peso/edad fueron calculados con el programa WHO Anthro 2009. Se tomó como referencia la población del *Multicentre Growth Reference Study*, actualmente recomendado por la Organización Mundial de la Salud¹⁵, clasificando los niños con peso/edad < -2 escore-Z como niños con déficit de peso/edad y los niños con peso/edad > 2 escore-Z como niños con exceso de peso/edad¹⁴.

Técnicos con experiencia realizaron la colecta sanguínea por punción venosa periférica. Las muestras de sangre fueron colectadas usando material descartable, el suero fue separado por centrifugación a 3.000 rpm, por un período de 10 a 15 minutos, y las muestras congeladas posteriormente¹⁶. Tubos con anticoagulante K₃EDTA fueron utilizados para las muestras de hemoglobina, tubos transparentes *trace free* para las muestras séricas de zinc y tubos transparentes sin anticoagulante envueltos en papel de aluminio, tapados inmediatamente, para las muestras de retinol sérico.

Las concentraciones de hemoglobina fueron determinadas en contador automático (Sysmex SF-3000, Roche Diagnóstica) conforme orientaciones del fabricante. Valores de hemoglobina < 11,0 g/dL fueron utilizados para indicar anemia¹⁷. Las concentraciones de zinc fueron determinadas por Espectrofotometría de Absorción Atómica de Llama, empleando Espectrofotómetro Analyst 300 (Perkin-Elmer Norwalk, Ct, EUA) modelo 3100 a una longitud de onda de 213 nm y con aire-acetileno¹⁸. Niños con concentraciones de zinc sérico < 65 µg/dL fueron considerados con deficiencia de zinc¹⁹. Las concentraciones séricas de retinol fueron determinadas por Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC), de acuerdo con la metodología descrita por Furr et al.²⁰. La concentración de retinol sérico < 0,7 µmol/L se utilizó como ponto de corte para definir la deficiencia de vitamina A²¹.

Las determinaciones de hemoglobina fueron realizadas en el Laboratorio de Análisis Clínicas de la *Universidade Estadual da Paraíba*. Las determinaciones de zinc fueron realizadas en el *Instituto Hermes Pardini*. Las determinaciones de retinol sérico fueron realizadas en el Centro de Investigaciones en Micronutrientes de la *Universidade Federal da Paraíba*.

Con el objetivo de asegurar la validación de la digitación, los datos fueron digitados con dupla entrada, a través del programa Excel (Microsoft Inc., Estados Unidos). Los dos bancos fueron cruzados con el uso del aplicativo *Validate* del programa Epi Info v. 6.04b (WHO/CDC, Atlanta, Estados Unidos), posibilitando así verificar la consistencia de los datos y generando el banco final que fue usado para análisis.

Las análisis estadísticas fueron realizadas a través de los programas *Statistical Package for the Social Sciences*, versión 12.0.1 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) y SAS, versión 9.2 (SAS Instituto Inc., Cary, NC). Para testar la suposición de normalidad de las variables se aplicó el test de *Kolmogorov-Smirnov*. Además, se verificó el presupuesto de homogeneidad de variancias, por el test de *White*; la independencia de los residuos, a través de la estadística *Durbin Watson*; y la linealidad, por el test F de análisis de variancia.

Las concentraciones de hemoglobina constituyó la variable dependiente, analizada de forma continua. El test *t-Student*, o ANOVA en los casos de variables con tres categorías, fue utilizado para establecer posibles diferencias entre las medias en las análisis bi-variadas. Todas las variables con valor de $p \leq 0,20$ en las análisis anteriores fueron seleccionadas para la inclusión inicial en la análisis de regresión. Previamente a la regresión lineal múltiple, para analizar la existencia de multicolinealidad entre las variables independientes, fue construida una matriz con las mismas y se determinó el nivel de correlación a través del teste de correlación de *Pearson* en la tentativa de excluir variables colineares ($r > 0,80$), de modo que la matriz de correlación no identificó multicolinealidad.

Para la regresión lineal múltiple se utilizó modelo hierarquizado de las variables en cinco niveles para controlar variables de confusión: primer nivel – variables socio-ambientales; segundo nivel – variables maternas; tercer nivel – variables biológico-nutricionales de los niños; cuarto nivel – variables sobre las condiciones de salud de los niños; quinto nivel – variables relacionadas a las concentraciones séricas de zinc y retinol. Los análisis fueron conducidos utilizando el proceso

retrógrado de selección, por el módulo de pasos. Para las análisis subsiguientes fueron mantenidas aquellas variables que permanecieron asociadas después de controladas las variables de confusión del mismo nivel y para aquellas hierárquicamente superiores. Para verificar la asociación entre las concentraciones séricas de zinc y retinol con la anemia se utilizó el test *t-Student*. La significancia estadística fue sugerida al nivel de 5%.

El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética de la *Universidade Estadual da Paraíba*. Todas las madres cuyos niños fueron evaluados y las directoras de los jardines infantiles firmaron el Termo de Consentimiento Libre y Esclarecido, estableciéndose la confidencialidad de los datos.

Resultados

Del universo de 2749 niños, 2633 fueron considerados elegibles para el estudio; fueron excluidos 60 niños gemelos, 38 adoptados, ocho de madres menores de 18 años y 10 por presentar problemas físicos que comprometería la evaluación antropométrica. En 14 casos los niños sorteados no comparecieron al jardín o no estaban acompañados por la mamá el día de colecta de los datos, 13 madres recusaron participar de la investigación y en 14 niños, por resistencia de los mismos, fue imposible realizar la evaluación antropométrica y/o colecta de sangre. Así, el estudio comprendió 294 niños con edad media de $44,10 \pm 10,12$ meses, de los cuales 51 (17,35%) fueron diagnosticados con anemia. Esa muestra es suficiente para identificar diferencia mínima de $0,16 \pm 1,1$ en la concentración de hemoglobina entre grupos definidos por categorías de variables independientes.

Como se observa en la Tabla 1, del conjunto de variables socio-ambientales consideradas, menores concentraciones de hemoglobina fueron registradas en niños que vivían en casas construidas con material diferente de ladrillo, sin red de escoto sanitario, sin colecta pública de la basura y sin tratamiento del agua para beber. Entre las variables maternas, no saber leer/escribir/hacer cuentas o hacerlo con dificultad se asoció a menores concentraciones de hemoglobina en los niños. Además, niños con edad entre 9 - 24 meses y peso/edad $< - 2$ escore Z presentaron menores concentraciones de hemoglobina que niños de 24 meses o más y peso/edad adecuado, respectivamente.

En los análisis estadísticos previos, para los modelos, los resultados llevaron a la aceptación

Tabla 1. Media de hemoglobina de niños pre-escolares según variables socio-ambientales, maternas, biológico-nutricionales, de las condiciones de salud y concentraciones séricas de otros micronutrientes. Campina Grande, Paraíba, Nordeste de Brasil, 2011.

Variables	Total		Concentraciones de hemoglobina (g/dL)		
	N = 294	%	Media	DE	p-valor*
Socio-ambientales					
Tipo de casa					0,046
Ladrillo	281	95,6	11,79	1,06	
Otros	13	4,4	11,16	1,33	
No de personas del domicilio					0,396
< 6	208	70,7	11,79	1,03	
≥ 6	86	29,3	11,68	1,17	
No de personas que dividen el mismo cómodo del niño					0,401
< 3	123	41,8	11,83	0,96	
≥ 3	171	58,2	11,73	1,56	
Escoto sanitario					0,048
Red de escoto	199	67,7	11,85	0,89	
Quemado/Enterrado/Cielo abierto	95	32,3	11,58	1,37	
Presencia de sanitario					0,080
Si	226	76,9	11,77	0,96	
No	68	23,1	11,55	1,41	
Destino de la basura					0,039
Colecta pública	267	90,8	11,83	1,01	
Otros	27	9,2	11,50	1,58	
Abastecimiento de agua					0,223
Red pública	247	84,0	11,73	1,06	
Otros	47	16,0	11,46	1,19	
Tratamiento del agua					0,006
Mineral/Tratada	241	82,0	11,88	1,04	
Sin tratamiento	53	18,0	11,13	1,24	
Maternas					
Saber leer, escribir y hacer cuentas con facilidad					0,042
Si	179	60,9	11,57	1,01	
No	115	39,1	11,29	1,06	
Ocupación					0,296
Trabajadora remunerada	159	54,1	11,80	1,02	
No trabaja	135	45,9	11,60	1,14	
Edad (años)					0,229
≥ 30	184	62,6	11,86	1,13	
< 30	110	37,4	11,71	0,98	
Consultas de pre-natal					0,055
≥ 6	233	79,2	11,79	1,04	
< 6	52	17,7	11,48	0,97	
Sin información	9	3,1	11,51	0,99	
Biológico-nutricionales					
Edad (meses)					0,016
≥ 24	248	84,4	11,68	1,20	
9 - 24	46	15,6	11,15	0,90	
Peso al nacer (g)					0,369
≥ 2500	265	90,1	11,69	1,00	
< 2500	18	6,1	11,53	1,18	
Sin información	11	3,8	11,50	1,05	
Peso/Edad (escore Z)					0,013
- 2 - 2	278	94,6	11,82	1,07	
< - 2	6	2,0	11,39	1,04	
> 24	10	3,4	11,42	1,19	

continua

Tabla 1. Media de hemoglobina de niños pre-escolares según variables socio-ambientales, maternas, biológico-nutricionales, de las condiciones de salud y concentraciones séricas de otros micronutrientes. Campina Grande, Paraíba, Nordeste de Brasil, 2011.

Variables	Total		Concentraciones de hemoglobina (g/dL)		
	N = 294	%	Media	DE	p-valor*
Condiciones de salud					
Hospitalización en los últimos 12 meses					0,218
No	255	86,7	11,87	1,03	
Si	39	13,3	11,67	1,09	
Problemas de salud en los últimos 15 días					0,069
No	94	32,0	11,59	1,08	
Si	200	68,0	11,33	1,05	
Concentraciones séricas de zinc y retinol					
Deficiencia de zinc (zinc<65 ug/dL)					0,036
No	253	86,1	11,78	0,89	
Si	41	13,9	11,50	1,11	
Deficiencia de vitamina A (retinol<0,7 µmol/L)					0,029
No	270	91,8	11,81	1,03	
Si	24	8,2	11,46	1,22	

DE: Desviación Estándar. * Estimado con el test *t-Student*, en los casos de variables con dos categorías, o por ANOVA en los casos de variables con tres categorías.

de la hipótesis de linealidad y no se rechazó el presupuesto de igualdad de variancia de los errores aleatorios. Utilizando la estadística de *Durbin-Watson*, se observó que los residuos para los datos individualizados no eran auto-correlacionados. Además, al testar la variable residuo, no se rechazó la hipótesis de normalidad de los residuos en nivel de 1% de error.

El análisis de los efectos combinados de las variables exploratorias en relación a las concentraciones de hemoglobina se encuentra en la Tabla 2. Según resultados de la regresión, el modelo 1 revela que vivir en casa diferente de ladrillo y el no tratamiento del agua para beber influyó significativamente los resultados. El modelo 2 evidencia que las dos condiciones anteriores continuaron con significancia después de ajuste para las variables del primer nivel (socio-ambientales); en cuanto la madre no saber leer, escribir ni hacer cuentas (o desarrollar esas actividades con dificultad) mantuvo la significancia y el número de consultas durante el pre-natal < 6 ganó significancia estadística. En el modelo 3, de las variables anteriores, la referida a las consultas de pre-natal perdió significancia estadística; entretanto la edad entre 9 - 24 meses y desnutrición según el peso/edad fueron condiciones de los niños que se apuntaron estadísticamente asociadas de forma negativa a las concentraciones de hemoglobina. La entrada de las variables

relacionadas a las condiciones de salud de los niños, en el modelo 4, reveló, que, junto a las condiciones negativas anteriores, a la colecta no pública de la basura y ausencia de red de escoto que alcanzaron significancia estadística, la condición de salud relacionada a problemas en los últimos 15 días afectó las concentraciones de hemoglobina, después de ajuste por las demás variables. Por fin, para el modelo 5 los resultados del modelo anterior permanecieron inalterados, revelando también que bajas concentraciones séricas de zinc y retinol repercutieron negativamente en las concentraciones de hemoglobina.

Niños anémicos tuvieron concentraciones medias (\pm DE) de zinc sérico menores, de $12,3 \pm 2,1$ µmol/L, que los niños no anémicos ($p = 0,031$). Resultado similar fue registrado para las concentraciones de retinol sérico ($1,51 \pm 0,43$ µmol/L en los niños anémicos y $1,68 \pm 0,46$ µmol/L en los no anémicos; $p = 0,014$) (Tabla 3).

Discusión

A pesar de su impacto epidemiológico, en la sobrevivencia y morbimortalidad, la anemia, además de continuar siendo un problema de salud pública entre los niños brasileños, permanece con dudas relacionadas a sus causas y prevención. Así, el conocimiento de los factores determinantes de

Tabla 3. Asociación de las concentraciones séricas de zinc y retinol con la anemia en niños pre-escolares. Campina Grande, Paraíba, Nordeste de Brasil, 2011.

Variables	Anemia (hemoglobina < 11,0 g/dL)		p-valor [*]
	Si	No	
	51	243	-
Zinc sérico (µmol/L) (Media ± DE)	12,3 ± 2,1	13,0 ± 1,9	0,031
Retinol sérico (µmol/L) (Media ± DE)	1,51 ± 0,43	1,68 ± 0,46	0,014

* Estimado con el test *t-Student*. Datos transformados por log para análisis estadística.

las concentraciones de hemoglobina en niños permanece como un tema relevante, no agotado y esencial para el adecuado direccionamiento de las acciones de control^{22,23}. La prevalencia de anemia entre los niños de este estudio (17,35%), aunque inferior a las tasas reportadas en estudios con niños del Estado de Paraíba (36,5% y 36,4%)^{3,8} y por medio de meta-análisis de investigaciones que observaron niños que frecuentaban jardines infantiles (42,7%)⁷, expresa un problema de importancia epidemiológica¹⁷ semejante al encontrado en ámbito nacional (20,9%)²⁴.

Es de destacar que la problemática relacionada al estado nutricional de hierro persiste en circunstancias favorables condicionadas por la existencia de un programa brasileño de suplementación de hierro de ámbito nacional²⁵. En ese sentido, el Programa prevé la suplementación, tanto de las embarazadas cuanto de los niños de hasta 18 meses de edad. El gobierno brasileño determinó, también, la fortificación con hierro y ácido fólico de las harinas de trigo y maíz comercializadas en el territorio nacional²⁶. Así, la efectiva implementación de esos Programas debe ser potencializada, representando un importante desafío para los gestores y profesionales envueltos.

Entre los factores externos o ambientales, la situación de la vivienda ha sido referida como una variable importante del estado de salud²⁷. Condiciones de vivienda insalubres fueron considerados factores de riesgo para menores valores de media de hemoglobina en niños preescolares que fueron observados en otras localidades brasileñas^{1,4,28,29} y de otros países^{30,31}. Esos resultados convergen con los del presente estudio al indicarse mayores chances de menores concentraciones de hemoglobina entre niños residentes en casas construidas a base de materiales diferentes de ladrillo, sin red de escoto domiciliario, expuestas al consumo de agua no tratada y sin colecta pública de la basura.

Mayor escolaridad materna proporciona mejor conocimiento sobre la salud y ofrece ma-

yores chances de empleos bien remunerados, lo que puede favorecer las condiciones de salud y alimentación infantil¹. Esa teoría converge con la evidencia del presente estudio al mostrar asociación inversa entre la instrucción materna y la concentración de hemoglobina de los niños estudiados. Resultados similares fueron observados en otros estudios nacionales^{28,29,32-34} e internacionales^{35,36}. Explicase la probabilidad de mayor conocimiento materno influenciar positivamente las prácticas de cuidados al niño y el acceso a los alimentos, pudiendo afectar el estado nutricional de hierro³⁴.

El análisis de la media de hemoglobina considerando la edad evidenció que esta fue significativamente mayor entre los niños mayores (³ 24 meses). Tal asociación es consistente con la literatura, a ejemplo de estudio realizado con niños institucionalizados en ocho municipios del estado de Paraíba, Brasil¹¹, estudio con niños de 12 a 72 meses de Vitória, Espírito Santo, Brasil³³ y estudios desarrollados con niños de edad preescolar de la India³⁷ y de México³⁸. Esos resultados pueden ser explicados por el crecimiento y desarrollo acelerados durante los dos primeros años de vida, con consecuente aumento de las necesidades de hierro en el organismo³⁹.

Referente a la asociación entre la concentración de hemoglobina y el estado nutricional antropométrico, estudios anteriores han apuntado, tanto relación directa^{11,40} como su ausencia^{41,42}. Entre los niños indígenas brasileños, aquellos con déficit de peso presentaron mayor riesgo de tener anemia²⁸, resultado similar al encontrado entre niños de Argentina⁴³. El déficit de peso es una forma de desnutrición causada usualmente por el consumo insuficiente de alimentos y está relacionada a la carencia nutricional de micronutrientes en niños⁴⁴. Tal consideración fue evidenciada con los resultados del presente estudio al encontrar concentración media de hemoglobina significativamente inferior en preescolares con déficit de peso en relación a los eutróficos,

sugiriéndose, por tanto, que niños con cuadro de desnutrición son más susceptibles a la deficiencia de hierro.

En el presente estudio fue posible evidenciar que las concentraciones de hemoglobina estuvieron influenciadas por bajas concentraciones séricas de zinc y retinol, bien como que niños con anemia presentaron concentraciones medias inferiores de esos micronutrientes. En otros estudios nacionales y de otros países, incluso entre niños que frecuentan jardines infantiles, investigadores han apuntado resultados similares indicativos de la relación entre las concentraciones de esos micronutrientes^{12,40,45-50}. Tal asociación, que viene confirmándose en la literatura, puede ser explicada por el hecho de la deficiencia de hierro inhibir la liberación plasmática de la proteína transportadora de retinol, influenciando, así, el metabolismo de la vitamina A⁴⁰, que, por su vez, actúa en la eritropoyesis y absorción del hierro⁴⁸. La asociación entre la anemia y la deficiencia de zinc también ha sido evidenciada en la literatura, sugiriéndose por la influencia del zinc en la eritropoyesis o por las fuentes alimentarias comunes entre el zinc y el hierro⁵¹.

Algunas limitaciones que se necesitan considerar al interpretar los resultados de este estudio incluyen: (a) imposibilidad de establecer causalidad relacionada a los resultados alusivos a diferencias en las concentraciones de hemoglobina considerando las categorías de riesgo de los factores analizados, debido al diseño transversal del estudio, (b) no inclusión de variables relaciona-

das a la ingestión alimentaria y biodisponibilidad de hierro, imposibilitando análisis como posibles confundidoras de los resultados estadísticos significativos encontrados, incluso los relativos a las concentraciones séricas de zinc y retinol, (c) posibilidad de *bias* de selección generado por cálculo de la muestra usando un indicador indirecto del estado nutricional de hierro y no las concentraciones de hemoglobina, debiendo considerarse la capacidad del estudio de detectar concentraciones de hemoglobina (g/dL) con diferencias mínimas de $0,16 \pm 1,1$ al interpretar las asociaciones. No obstante, los resultados resaltan la asociación del estado nutricional de hierro con el de vitamina A, zinc y antropométrico, lo que no está bien elucidado en la literatura brasileña.

Como conclusión se indica la multicausalidad de concentraciones inferiores de hemoglobina, envolviendo condiciones socioeconómicas y características materno-infantiles. Además, se refuerza que niños anémicos pueden tener menores concentraciones del estado nutricional de otros micronutrientes importantes en el crecimiento. Esos factores alertan para la necesidad de implantación y refuerzo de medidas direccionadas para niños que frecuentan jardines infantiles, para lo cual es fundamental el involucramiento de la familia, con preocupación reforzada en los niños cuyas mamás tienen menor nivel educacional, bien como en los casos de niños de menor edad y con prejuicios en su peso, estado de salud y condición nutricional de otros micronutrientes (vitamina A y zinc).

Colaboradores

DF Pedraza participó en la elaboración del proyecto, concepción del artículo, revisión bibliográfica, análisis e interpretación de los datos, redacción y aprobación del artículo. EMN Araújo participó en la revisión bibliográfica, análisis e interpretación de los datos, redacción y aprobación del artículo. ZN Lima, LRM Chaves y GLD Santos participaron de los análisis y aprobación final del artículo.

Referencias

- Rodrigues VC, Mendes BD, Gozzi A, Sandrini F, Santana RG, Matioli G. Deficiência de ferro, prevalência de anemia e fatores associados em crianças de creches públicas do oeste do Paraná, Brasil. *Rev Nutr* 2011; 24(3):407-420.
- Cembranel F, Dallazen C, González-Chica DA. Efetividade da suplementação de sulfato ferroso na prevenção da anemia em crianças: revisão sistemática da literatura e metanálise. *Cad Saude Publica* 2013; 29(9):1731-1751.
- Gondim SSR, Diniz AS, Souto RA, Bezerra RGS, Albuquerque EC, Paiva AA. Magnitude, tendência temporal e fatores associados à anemia em crianças do Estado da Paraíba. *Rev Saude Publica* 2012; 46(4):649-656.
- Castro TG, Silva-Nunes M, Conde WL, Muniz PT, Cardoso MA. Anemia e deficiência de ferro em pré-escolares da Amazônia Ocidental brasileira: prevalência e fatores associados. *Cad Saude Publica* 2011; 27(1):131-142.
- Costa CA, Machado EH, Latorre WC, Szarfarc SC. Anemia em pré-escolares atendidos em creches de São Paulo (SP): perspectivas decorrentes da fortificação das farinhas de trigo e de milho. *Nutrire* 2009; 34(1):59-74.
- Leal LP, Filho MB, Lira PIC, Figueiroa JN, Osório MM. Prevalência da anemia e fatores associados em crianças de seis a 59 meses de Pernambuco. *Rev Saude Publica* 2011; 45(3):457-466.
- Figueroa Pedraza D, Rocha ACD. Deficiências de micronutrientes em crianças brasileiras assistidas em creches: revisão da literatura. *Cien Saude Colet* 2016; 21(5):1525-1543.
- Oliveira TSC, Silva MC, Santos JN, Rocha DS, Alves CRL, Capanema FD, Lamounier JA. Anemia entre pré-escolares – um problema de saúde pública em Belo Horizonte, Brasil. *Cien Saude Colet* 2014; 19(1):59-66.
- Oliveira RS, Diniz AS, Benigna MJC, Silva SMM, Lola MM, Gonçalves MC, Ascitti-Moura L, Rivera MA, Santos LMS. Magnitude, distribuição espacial e tendência da anemia em pré-escolares da Paraíba. *Rev Saude Publica* 2002; 36(1):26-32.
- Konstantyner T, Taddei JA, Oliveira MN, Palma D, Colugnati FA. Riscos isolados e agregados de anemia em crianças frequentadoras de berçários de creches. *J Pediatr* 2009; 85(3):209-216.
- Figueroa Pedraza D, Rocha ACD, Sales MC. Deficiência de micronutrientes e crescimento linear: revisão sistemática de estudos observacionais. *Cien Saude Colet* 2013; 18(11):3333-3347.
- Gondim SSR, Diniz AS, Cagliare MP, Queiroz D, Paiva AA. Relação entre níveis de hemoglobina, concentração de retinol sérico e estado nutricional em crianças de 6 a 59 meses do Estado da Paraíba. *Rev Nutr* 2012; 25(4):441-449.
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher – PNDS 2006: dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança*. Brasília: MS; 2009.
- World Health Organization (WHO). *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. Geneva: WHO; 1995. Technical Report Series, 854.
- World Health Organization (WHO). *WHO Child Growth Standards. Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods and development*. Geneva: WHO; 2006.
- Henry JB. *Clinical diagnosis and management by laboratory methods*. Philadelphia: WB Saunders Company; 1991.
- World Health Organization (WHO). *Iron deficiency anaemia: assessment, prevention and control – a guide for programme managers*. Geneva: WHO; 2001.
- Sandstrom B. Diagnosis of zinc deficiency and excess in individuals and populations. *Food Nutr Bull* 2001; 22:133-137.
- Hess SY, Peerson JM, King JC, Brown KH. Use of serum zinc concentration as an indicator of population zinc status. *Food Nutr Bull* 2007; 28(Supl. 3):403S-4429.
- Furr HC, Tanumiharjo S, Olson JA. *Training Manual for assessing vitamin A status by use the modified relative dose response assays. Sponsored by the USAID Vitamin A Field Support*. Washington: IVACG; 1992.
- World Health Organization (WHO). *Indicators for assessing vitamin A deficiency and their application in monitoring and evaluating interventions programs*. Geneva: WHO; 1996. (Micronutrients series; WHO/NUT/96.10).
- Batista Filho M, Souza AI, Miglioli TC, Santos MC. Anemia e obesidade: um paradoxo da transição nutricional brasileira. *Cad Saude Publica* 2008; 24(Supl. 2):S247-S257.
- Leal LP, Osório MM. Fatores associados à ocorrência de anemia em crianças menores de seis anos: uma revisão sistemática dos estudos populacionais. *Rev Bras Saude Matern Infant* 2010; 10(4):417-439.
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher 2006: Resultados sobre anemia e hipovitaminose A no Brasil*. Brasília: MS; 2009.
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Manual operacional do Programa Nacional de Suplementação de Ferro*. Brasília: MS; 2005. [Série A. Normas e Manuais Técnicos].
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 344, de 13 de dezembro de 2002. Regulamento técnico para a fortificação das farinhas de trigo e das farinhas de milho com ferro e ácido fólico. *Diário Oficial da União* 2002; 18 dez.
- Damaceno RJ, Martins PA, Devincenzi MU. Estado nutricional de crianças atendidas na rede pública de saúde do município de Santos. *Rev Paul Pediatr* 2009; 27(2):139-147.
- Leite MS, Cardoso AM, Coimbra Júnior CEA, Welch JR, Gugelmin AS, Lira PIC, Horta BL, Santos RV, Escobar AL. Prevalence of anemia and associated factors among indigenous children in Brazil: results from the First National Survey of Indigenous People's Health and Nutrition. *Nut Journ* 2013; 12:69.

29. Vasconcelos PN, Cavalcanti DS, Leal LP, Osório MM, Batista Filho M. Tendência temporal e fatores determinantes da anemia em crianças de duas faixas etárias (6-23 e 24-59 meses) no Estado de Pernambuco, Brasil, 1997-2006. *Cad Saude Publica* 2014; 30(8):1777-1787.
30. Custódio E, Descalzo MA, Sanchez I, Molina L, Lwanga M, Bernis C, Villamor E, Baylin A. Nutritional status and its correlates in Equatorial Guinean preschool children: Results from a nationally representative survey. *Food Nut Bull* 2008; 29(1):49-58.
31. Morales-Ruán Ma, Carmen D, Villalpando S, Garcia-Guerra A, Shamah- Levy T, Roberto- Perez R, Avila-Arcos MA, Rivera JA. Iron, zinc, copper and magnesium nutritional status in Mexican children aged 1 to 11 years. *Salud Publica Mex* 2012; 54(2):125-134.
32. Pereira JF, Oliveira MAA, Oliveira JS. Anemia em crianças indígenas da etnia Karapotó. *Rev Bras Saude Matern Infant* 2012; 12(4):375-382.
33. Oliveira APD, Pascoal MN, Santos LC, Pereira SCL, Justino LEH. Prevalência de anemia e sua associação com aspectos sociodemográficos e antropométricos em crianças de Vitória, Espírito Santo, Brasil. *Cienc Saude Colet* 2013; 18(11):3273-3280.
34. Pessoa MC, Jansen AK, Velásquez-Meléndez G, Lopes JD, Beinner JA. Anemia em crianças e fatores associados em região urbana. *Rev Min Enferm* 2011; 15(1):54-61.
35. Choi HJ, Lee HJ, Jang HB, Park JY, Kang JH, Park KH, Song J. Effects of maternal education on diet, anemia, and iron deficiency in Korean school-aged children. *Public Health* 2011; 11:870.
36. Luo R, Zhang L, Liu C, Zhao Q, Shi Y, Grant M, Yu E, Sharbono B, Medina A, Rozelle S, Martorell R. Anaemia among Students of Rural China's Elementary Schools: Prevalence and Correlates in Ningxia and Qinghai's Poor Counties. *Public Health Nutr* 2011; 14(8):1415-1423.
37. George J, Yiannakis M, Main B, Devenish R, Anderson C, An US, Williams SM, Gibson RS. Genetic Hemoglobin Disorders, Infection, and Deficiencies of Iron and Vitamin A Determine Anemia in Young Cambodian Children. *J Nutr* 2012; 142(4):781-787.
38. México. Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012: Resultados nacionales*. Ciudad México: INSP; 20012.
39. Silva EB, Villani MS, Jahn AC, Coco M. Prevalência da anemia em crianças avaliada pela palidez palmar e exame laboratorial: implicações para enfermagem. *Esc Anna Nery* 2011; 15(3):497-505.
40. Chen K, Zhang X, Li TY, Chen L, Qu P, Liu YX. Coassessment of iron, vitamin A and growth status to investigate anemia in preschool children in suburb Chongqing, China. *World J Pediatr* 2009; 5(4):275-281.
41. Poveda E, Cuartas A, Guarín S, Forero Y, Villarreal E. Estado de los micronutrientes hierro y vitamina A, factores de riesgo para las deficiencias y valoración antropométrica en niños preescolares del municipio de Funza, Colombia. *Biomedica* 2007; 27(1):76-93.
42. Borges CVD, Veiga APB, Barroso GS, Jesus EFO, Serpa RFB, Moreira S, Salles-Costa R. Associação entre concentrações séricas de minerais, índices antropométricos e ocorrência de diarreia entre crianças de baixa renda da região metropolitana do Rio de Janeiro. *Rev Nutr* 2007; 20(2):159-169.
43. Ianicelli JC, Varea A, Falivene M, Disalvo L, Apezteguía M, González HF. Prevalencia de anemia en lactantes menores de 6 meses asistidos en un centro de atención primaria de la ciudad de La Plata. *Arch Argent Pediatr* 2012; 110(2):120-125.
44. Santos JN, Rates SPM, Lemos SMA, Lamounier JA. Anemia em crianças de uma creche pública e as repercussões sobre o desenvolvimento de linguagem. *Rev Paul Pediatr* 2009; 27(1):67-73.
45. Silva SCL, Batista Filho M, Miglioli TC. Prevalência e fatores de risco de anemia em mães e filhos no Estado de Pernambuco. *Rev Bras Epidemiol* 2008; 11(2):285-291.
46. Bortolini GA, Vitolo MR. Relação entre deficiência de ferro e anemia em crianças de até 4 anos de idade. *J Pediatr* 2010; 86(6):488-492.
47. Saraiva BC, Soares MC, Santos LC, Pereira SC, Horta PM. Iron deficiency and anemia are associated with low retinol levels in children aged 1 to 5 years. *J Pediatr* 2014; 90(6):593-599.
48. Figueroa Pedraza D, Sales MC. Prevalências isoladas e combinadas de anemia, deficiência de vitamina A e deficiência de zinco em pré-escolares de 12 a 72 meses do Núcleo de Creches do Governo da Paraíba. *Rev Nutr* 2014; 27(3):301-310.
49. Cardoso MA, Scopel KK, Muniz PT, Villamor E, Ferreira MU. Underlying factors associated with anemia in Amazonian children: a population-based, cross-sectional study. *PLoS One* 2012; 7:e36341.24.
50. Kogan L, Gilardón EA, Biglieri A, Mangialavori G, Calvo E, Durán P. *ENNyS - Anemia: La desnutrición oculta* [en línea]. [acceso 2015 Oct 28]. Disponible en: <http://datos.dinami.gov.ar/produccion/nutricion/material/A1d.pdf>.
51. Cole CR, Grant FK, Swaby-Ellis ED, Smith JL, Jacques A, Northrop-Clewes CA. Zinc and iron deficiency and their interrelations in low-income African American and Hispanic children in Atlanta. *Am J Clin Nutr* 2010; 91(4):1027-1034.

Artigo apresentado em 07/12/2015

Aprovado em 17/10/2016

Versão final apresentada em 19/10/2016

