

Nutritional assessment of iron status and anemia in children under 5 years old at public daycare centers

Avaliação do estado nutricional de ferro e anemia em crianças menores de 5 anos de creches públicas

Ana Cláudia F. Vieira¹, Alcides S. Diniz², Poliana C. Cabral³, Rejane S. Oliveira⁴,
Margarida M. F. Lóla⁴, Solange M. M. Silva⁴, Patrick Kolsteren⁵

Resumo

Objetivo: Avaliar o estado nutricional de ferro e a prevalência de anemia em crianças menores de 5 anos de creches públicas da cidade do Recife (PE).

Métodos: Estudo transversal, com amostra aleatória sistemática de 162 crianças, de 6 a 59 meses. O estado nutricional de ferro foi avaliado em termos de reservas corporais (ferritina sérica), transferrinemia (ferro sérico, capacidade total de ligação do ferro e % de saturação da transferrina), eritropoiese (protoporfirina eritrocitária livre) e hemoglobinogênese (hemoglobina).

Resultados: A prevalência de anemia (hemoglobina < 11,0 g/dL) foi de 55,6% (IC95% 47,3-63,5), a redução dos estoques de ferro (ferritina sérica < 12,0 ng/mL) foi evidenciada em 30,8% (IC95% 22,9-39,3), baixa transferrinemia (% de saturação da transferrina < 16) em 60,1% (IC95% 51,7-68,0) e eritropoiese deficiente (protoporfirina eritrocitária livre > 40 µmol/mol heme) em 69,6% (IC95% 61,0-77,1) das crianças. Os parâmetros de ferro não apresentaram correlação com o gênero ($p > 0,05$). No entanto, crianças < 24 meses apresentaram concentrações mais baixas de hemoglobina ($p < 0,00$) e níveis mais elevados de protoporfirina eritrocitária livre ($p < 0,000$) e de capacidade total de ligação do ferro ($p < 0,001$), quando comparadas às crianças > 24 meses. A significativa correlação observada entre reserva, transferrinemia e eritropoiese representa achado compatível com o esperado ciclo de vida do ferro no organismo.

Conclusões: A deficiência de ferro e a anemia parecem ser um importante problema de saúde pública entre as crianças menores de 5 anos de creches públicas do Recife. Logo, ações efetivas direcionadas à prevenção e ao controle dessa deficiência são fortemente recomendadas nesse contexto ecológico.

J Pediatr (Rio J). 2007;83(4):370-376: Anemia, deficiência de ferro, hemoglobina, ferritina sérica, ferro sérico, capacidade total de ligação do ferro, saturação da transferrina, protoporfirina eritrocitária livre, pré-escolares.

Abstract

Objective: To assess nutritional iron status and anemia prevalence in children less than 5 years old at public daycare centers in the city of Recife, PE, Brazil.

Methods: A cross-sectional study, with a systematic random sampling of 162 children, aged 6 to 59 months. Nutritional iron status was assessed in terms of body iron reserves (serum ferritin), transferrinemia (serum iron, total iron binding capacity, and transferrin saturation %), erythropoiesis (free erythrocyte protoporphyrin) and hemoglobin production (hemoglobin).

Results: The prevalence of anemia (hemoglobin < 11.0 g/dL) was 55.6% (95%CI 47.3-63.5), evidence was found of depleted iron stocks (serum ferritin < 12.0 ng/mL) in 30.8% (95%CI 22.9-39.3), low transferrinemia levels (transferrin saturation % < 16) in 60.1% (95%CI 51.7-68.0) and deficient erythropoiesis (free erythrocyte protoporphyrin > 40 µmol/mol heme) in 69.6% (95%CI 61.0-77.1) of the children. Iron parameters were not correlated with sex ($p > 0.05$). However, children < 24 months exhibited lower hemoglobin concentrations ($p < 0.00$) and higher levels of free erythrocyte protoporphyrin ($p < 0.000$) and total iron binding capacity, ($p < 0.001$), when compared with children > 24 months. The significant correlation observed between reserves, transferrinemia and erythropoiesis is a finding that is compatible with the expected lifecycle of iron in the body.

Conclusions: Iron deficiency and anemia appear to be an important public health problem among children less than 5 years old at public daycare centers in Recife. Therefore, effective actions aimed at the prevention and control of this deficiency are strongly recommended in this ecological context.

J Pediatr (Rio J). 2007;83(4):370-376: Anemia, iron deficiency, hemoglobin, serum ferritin, serum iron, total iron binding capacity, transferrin saturation, free erythrocyte protoporphyrin, preschool children.

1. Mestre, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE.
2. Professor, UFPE, Recife, PE. Pós-doutorado em Nutrição, Prince Leopold Institute of Tropical Medicine, Antuérpia, Bélgica.
3. Professora, Departamento de Nutrição, UFPE, Recife, PE. Doutora em Nutrição, UFPE, Recife, PE.
4. Pesquisadores, Centro de Investigação em Micronutrientes (CIMICRON), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB.
5. Head, Nutrition and Child Health Unit, Prince Leopold Institute of Tropical Medicine, Antuérpia, Bélgica.

Como citar este artigo: Vieira AC, Diniz AS, Cabral PC, Oliveira RS, Lóla MM, Silva SM, et al. Nutritional assessment of iron status and anemia in children under 5 years old at public daycare centers. *J Pediatr (Rio J)*. 2007;83(4):370-376.

Artigo submetido em 15.02.07, aceito em 25.04.07.

Trabalho elaborado a partir da dissertação de mestrado de A.C.F. Vieira, intitulada "Parâmetros de avaliação do estado nutricional de ferro em crianças menores de 5 anos de creches públicas da cidade do Recife-PE" (Recife, 2003).

doi 10.2223/JPED.1680

Introdução

A deficiência de ferro atinge cerca de 2,1 bilhões de pessoas no mundo, sendo 1/3 com evidências clínicas do problema. No Brasil¹⁻³ e no estado de Pernambuco, em particular⁴, os estudos com pré-escolares mostram elevada prevalência de anemia, com valores em torno de 40%. Além disso, estudos de tendência temporal têm demonstrado um incremento significativo na prevalência desse distúrbio nutricional^{2,3}.

Historicamente, diferentes parâmetros têm sido usados para avaliar o estado de ferro de um indivíduo, dentre eles, a ingestão dietética, os parâmetros hematológicos e os bioquímicos preditivos das reservas corporais de ferro, transferrinemia e eritropoiese⁵. Os parâmetros laboratoriais disponíveis refletem os diferentes estágios da carência de ferro, englobando um amplo espectro que vai desde a deficiência subclínica até o surgimento da anemia. No entanto, a grande maioria desses indicadores não possui um adequado poder de discriminação diagnóstica, em termos de sensibilidade, especificidade e valores preditivos, uma vez que inúmeras condições clínicas podem alterar os seus resultados sem refletir, de fato, o real estado nutricional de ferro do organismo. Desse modo, têm-se recomendado a utilização de uma combinação desses indicadores disponíveis, considerando as características inerentes ao indivíduo ou grupo populacional, prevalência e severidade da deficiência, custo, complexidade metodológica e suscetibilidade a erros laboratoriais⁶.

Este artigo teve como objetivo avaliar o estado nutricional de ferro e a prevalência de anemia em crianças menores de 5 anos de creches públicas da cidade do Recife (PE), em termos de reservas corporais inadequadas, baixa transferrinemia, eritropoiese deficiente e anemia.

Métodos

Estudo de delineamento transversal, envolvendo crianças de 6 a 59 meses de idade, de ambos os sexos, matriculadas em creches públicas mantidas pela Prefeitura do Recife no ano de 1999. Foram excluídas crianças que consumiram suplementos vitamínicos e/ou minerais 30 dias prévios à coleta de dados. As creches eram freqüentadas por crianças de baixo nível socioeconômico, as quais permaneciam nas instituições 5 dias por semana, por cerca de 7 horas diárias. A alimentação fornecida era composta por cinco refeições que atendiam, em princípio, às recomendações dietéticas.

Para determinação do tamanho amostral, realizou-se um censo nas 34 creches públicas do Recife, perfazendo um total de 2.500 crianças elegíveis. Estimou-se uma prevalência de 40% de deficiência de ferro⁴, com uma precisão de 9% e um nível de confiabilidade de 95%. O tamanho amostral determinado foi de 114 indivíduos. Em virtude das eventuais perdas e objetivando desenvolver uma análise dos indicadores, com diferentes graus de desagregação, optou-se por corrigir o tamanho da amostra em 40%, perfazendo um total de 162 crianças, selecionadas através de processo de amostragem aleatória sistemática, utilizando uma tabela de números aleatórios.

Para análise dos parâmetros bioquímicos, procedeu-se à coleta de 5 mL de sangue por punção venosa cubital, pela manhã, com a criança em jejum de 12 horas. As amostras foram colhidas e analisadas por pesquisadores do Centro de Investigação em Micronutrientes da Universidade Federal da Paraíba. As concentrações de hemoglobina (Hb) foram analisadas utilizando o método da cianometahemoglobina (Drabkin, Sigma Chemical Co. St. Louis, MI, EUA), com leitura em espectrofotômetro (Spectrumlab, Spectrum Lab Products, Gardena, LA, EUA), sendo consideradas anêmicas as crianças com Hb < 11 g/dL⁶.

A ferritina sérica (FerS) foi determinada pelo método de ensaio imunoenzimático, modificado em sistema de automação completa (System AxSym, Abbot Diagnostics, Abbot Park IL, EUA). Foram considerados deficientes os valores de FerS < 12 ng/mL⁶. O ferro sérico (FeS) e a capacidade total de ligação do ferro (CTLF) foram analisados pelo método colorimétrico automático AAI-25 modificado (Alpkem TFA analyzer, Clackamas, OR, EUA). Foram adotados os valores de FeS < 50 µg/dL e da CTLF > 400 µg/dL como indicativos de deficiência⁶. O percentual de saturação de transferrina (ST) foi obtido a partir da razão entre as concentrações do FeS e da CTLF, sendo considerados deficientes valores < 16%⁶. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário Lauro Wanderley – UFPB. A protoporfirina eritrocitária livre (PEL) foi analisada pelo método hematofluorimétrico (ZPP Hematofluoremeter, Aviv Biomedical Inc., Lokewood, NJ, EUA), pelo Instituto de Patologia Clínica Hermes Pardini, tendo como deficientes os valores > 40 µmol/mol heme⁶.

As variáveis contínuas foram testadas, segundo a normalidade da distribuição. A FerS e a PEL não apresentaram distribuição gaussiana, sofrendo transformação logarítmica (\log_{10}), e foram descritas pela média geométrica + intervalo de confiança. A homogeneidade das variáveis sexo, idade e parâmetros bioquímicos foi testada pelo teste do qui-quadrado de Pearson. Na descrição das proporções, procedeu-se a uma aproximação da distribuição binomial à distribuição normal pelo intervalo de confiança de 95%. As proporções foram comparadas pelos testes de qui-quadrado de Pearson, com correção de Yates, quando aplicável, e o teste do qui-quadrado de tendência linear, com a respectiva estimativa de riscos (OR). A associação entre as variáveis foi avaliada pelo teste de correlação de Pearson. Na comparação entre médias, foi usado o teste *t* de Student para dados não pareados (2 médias) e ANOVA (> 2 médias), utilizando Scheffé como teste *a posteriori*. Foi adotado o nível de significância de 5%, e a construção do banco de dados e as análises estatísticas foram desenvolvidas no programa estatístico SPSS for Windows, versão 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

O projeto de investigação foi aprovado pelos comitês de ética do Hospital Universitário Lauro Wanderley – UFPB e do Prince Lepold Institute of Tropical Medicine – Antuérpia, Bélgica, de acordo com as normas estabelecidas para pesquisas envolvendo seres humanos.

Resultados

Foram estudadas 162 crianças. A perda de 5,5% das crianças foi devida à recusa na realização da venipunctura, bem como a problemas relacionados à coleta, processamento e análise do material biológico.

No que se refere às reservas corporais de ferro, transferrinemia e eritropoiese (Tabela 1), os dados mostram que 30,5% (IC95% 22,9-39,3) das crianças apresentaram concentrações de ferritina < 12 ng/mL. Quanto à transferrinemia, cerca de 60% da amostra apresentaram valores de FeS < 50 µg/dL e de ST < 16%. No entanto, deve-se salientar que apenas 8,0% (IC95% 4,4-13,9) das crianças apresentaram valores de CTLF > 400 µg/dL. O comprometimento da eritropoiese foi ainda mais significativo, sendo traduzido pela concentração de PEL > 40 µmol/mol/heme em 69,6% das crianças avaliadas, configurando um quadro de ferropenia sem que, necessariamente, a anemia esteja instalada.

A prevalência de anemia (Hb < 11,0 g/dL) foi de 55,6% (IC95% 47,3-63,5), com predominância da forma leve, em que 40,6% (IC95% 48,4-32,8) das crianças apresentaram concentrações de Hb < 11,0 e > 9,0 g/dL. Deve-se ressaltar que nenhum caso de anemia grave (Hb < 7,0 g/dL)⁶ foi encontrado. As médias dos parâmetros de avaliação do ferro tiveram distribuição homogênea segundo o sexo (Tabela 2).

Entretanto, observou-se que todos os parâmetros apresentaram correlação com a idade, exceto as concentrações de FeS ($r = 0,16$; $p = 0,05$), embora o critério de validação estatística esteja no limiar de rejeição da hipótese de nulidade. A Hb ($r = 0,38$; $p = 0,00$) e FerS ($r = 0,26$; $p = 0,00$) mostra-

ram uma correlação direta, ao passo que a PEL ($r = -0,49$; $p = 0,00$) e a CTLF ($r = -0,28$; $p = 0,00$) apresentaram correlação inversa com a idade.

O comportamento dos parâmetros, como variável contínua, em relação à idade, categorizada em intervalos de classe de 24 meses, não mostrou variações estatisticamente significativas ($p = 0,08$) para os níveis de FerS, embora os dados apontassem para uma tendência crescente nas concentrações médias, *pari passu* com o aumento da idade. O comportamento do FeS também sinaliza para valores menores ($35,4 \pm 25,3$ µg/dL) em crianças com menos de 24 meses, comparados àqueles observados para crianças nas demais faixas etárias, embora sem significância estatística ($p = 0,2$). As concentrações de PEL e CTLF foram significativamente mais elevadas nas crianças menores de 24 meses, e 80% (IC95% 58,7-92,4) das crianças na mesma faixa etária apresentaram ST < 16%. No entanto, a tendência de decréscimo do percentual de inadequação, em crianças com maior idade, não foi validada do ponto de vista estatístico ($p = 0,06$). Essa maior vulnerabilidade à deficiência de ferro, em crianças de menor idade, também foi observada, quando avaliado o comportamento da Hb, cuja média ($9,5 \pm 1,3$ g/dL) foi menor ($p = 0,000$) na faixa etária de 0 a 24 meses (Tabela 3), em relação ao grupo de crianças com maior idade. Essa tendência é acentuada quando avaliamos a prevalência de anemia grave (Hb < 9,5 g/dL), em que aproximadamente metade dos casos diagnosticados (47%; IC95% 29,5-65,0) se encontrava nessa mesma classe etária.

A OR mostrou que crianças menores de 24 meses apresentaram uma chance significativamente maior de um es-

Tabela 1 - Prevalência da deficiência de ferro e anemia em < 5 anos, de creches públicas do Recife (PE), 1999

Parâmetros (pontos de corte)*	N	N	%	IC95%
Hb (< 11 g/dL)	153	85	55,6	47,3-63,5
FerS (< 12 ng/mL)	130	40	30,8	22,9-39,3
PEL (> 40 µmol/mol/heme)	135	94	69,6	61,0-77,1
FeS (< 50 µg/dL)	148	92	62,2	53,8-69,9
CTLF (> 400 µg/dL)	150	12	8,0	4,4-13,9
ST (< 16%)	148	89	60,1	51,7-68,0

CTLF = capacidade total de ligação do ferro; FerS = ferritina sérica; FeS = ferro sérico; Hb = hemoglobina; IC95% = intervalo de confiança de 95%; PEL = protoporfirina eritrocitária livre; ST = saturação da transferrina.

* Organização Mundial da Saúde (2001).

Tabela 2 - Parâmetros do ferro, segundo o sexo, em crianças < 5 anos de creches públicas do Recife (PE), 1999

Parâmetros	Sexo				p*
	Masculino		Feminino		
	n	X ± DP	n	X ± DP	
Hb (g/dL)	87	10,5±1,5	66	10,8±1,4	0,26
FerS (ng/mL)	72	3,3 (3,0-3,7) [†]	58	3,3 (3,0-3,7) [†]	0,32
PEL (µmol/mol heme)	76	5,5 (5,3-5,7) [†]	59	5,5 (5,2-5,8) [†]	0,24
FeS (µg/dL)	83	42,0±25,5	65	48,4±32,1	0,18
CTLF (400 µg/dL)	85	317,1±64,6	65	297,9±52,7	0,05
%ST (<16%)	50/83 [‡]	60,2±10,2 [§]	39/65 [‡]	60,0±12,3 [§]	0,98

CTLF = capacidade total de ligação do ferro; DP = desvio padrão; FerS = ferritina sérica; FeS = ferro sérico; Hb = hemoglobina; PEL = protoporfirina eritrocitária livre; ST = saturação da transferrina.

* Teste *t* de Student para dados não pareados.

† Média geométrica + intervalo de confiança.

‡ Total masculino-feminino.

§ Intervalo de confiança de 95%.

|| Teste do qui-quadrado.

tado ferropênico, quando comparadas àquelas maiores de 48 meses de idade, sendo OR = 14,9 (IC95% 3,3-77,0) para a Hb, OR = 6,3 (IC95% 1,6-26,2) para a FerS e OR = 10,3 (IC95% 1,8-76,2) para a PEL.

Os parâmetros do ferro mostraram uma correlação significativa entre aqueles que refletem as reservas corporais e a eritropoiese. No entanto, a Hb apresentou correlação apenas com a PEL (Tabela 4).

Discussão

A elevada prevalência de anemia detectada neste estudo (55,6%) confirma que esse é um importante problema de saúde pública na população infantil institucionalizada da cidade do Recife. Essa prevalência, de certa forma, estaria em concordância com os dados de estudos anteriores realizados em Pernambuco e em outros estados da Região Nordeste do Brasil, a exemplo de Paraíba³ e Sergipe⁷.

Esses dados são extremamente preocupantes devido ao fato de que a população estudada, por ser institucionalizada, em princípio, teria acesso garantido a uma alimentação balanceada, além de cuidados gerais com a saúde. Logo, esperar-se-ia que a prevalência de anemia fosse mais baixa do que aquela referida em outros estratos da população. Segundo Silva et al.⁸, dentre os fatores que poderiam estar contribuindo para esse quadro de deficiência figuram o desconhecimento do estado nutricional dessas crianças, antes do ingresso nas creches, propiciando a potencial inclusão

de muitas crianças já anêmicas e que ainda não tiveram tempo hábil para recuperação do estado carencial; provável ausência ou baixo conteúdo de alimentos fonte em ferro no cardápio oferecido pelas creches; presença de agentes inibidores e/ou reduzida presença de agentes facilitadores na dieta, levando a uma baixa absorção do ferro biodisponível. Deve-se ainda levar em conta as condições socioeconômicas desfavoráveis dessas crianças, que impõem condições de vida que as tornam mais vulneráveis à diarreia, infecções respiratórias e parasitoses intestinais, podendo comprometer, de forma marcante, a ingestão, absorção e utilização biológica do ferro⁹.

As baixas reservas corporais de ferro (FerS < 12 ng/mL) nas crianças estudadas (30,5%) vêm mostrar que essa deficiência é uma carência nutricional específica importante nos pré-escolares das creches públicas do Recife. A comparabilidade da magnitude das reservas inadequadas de ferro com os relatos na literatura especializada tem sido dificultada pela escassez de dados, uso de diferentes pontos de corte, bem como pela diversidade da população estudada. Um exemplo dessa diversidade, na adoção de pontos críticos de normalidade e deficiência, pode ser observado nos estudos realizados nas décadas de 1980 e 1990, com valores de referência para FerS oscilando entre 10 e 15 ng/mL^{10,11}.

A alta prevalência de eritropoiese deficiente, em que 70,0% das crianças apresentavam PEL elevada, 62,0% baixos níveis de FeS e cerca de 60,0% baixo %ST, demonstra

Tabela 3 - Médias e desvios padrão dos parâmetros do ferro, segundo idade, em < 5 anos de creches públicas do Recife (PE), 1999

Parâmetros	Idade (meses)			p*
	0-24	24-48	≥ 48	
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	
Hb (g/dL)	9,5±1,3 ^a	10,8±1,4 ^b	11,3±1,2 ^{b,c}	0,00
FerS (ng/mL)	3,0 (2,5-3,7) [†]	3,3 (3,0-3,7) [†]	3,7 (3,3-4,1) [†]	0,08
PEL (µmol/mol heme)	6,7 (6,1-7,4) ^{†a}	5,5 (5,3-5,7) ^{†b}	5,0 (4,8-5,2) ^{†b,c}	0,00
FeS (µg/dL)	35,4±25,3	47,1±28,5	45,2±30,5	0,2
CTLF (µg/dL)	340,3±73,9 ^a	305,4±56,9 ^b	293,8±49,7 ^{b,c}	0,01

CTLF = capacidade total de ligação do ferro; DP = desvio padrão; FerS = ferritina sérica; FeS = ferro sérico; Hb = hemoglobina; PEL = protoporfirina eritrocitária livre; ST = saturação da transferrina.

* p = ANOVA + Scheffé (letras diferentes significam médias diferentes entre classes etárias ao nível de 5%).

† Média geométrica + intervalo de confiança.

Tabela 4 - Matriz de correlação entre os parâmetros de avaliação do ferro, em < 5 anos de creches públicas do Recife (PE), 1999

Parâmetros	Hb	FerS	PEL	FeS	CTLF	%ST
Hb	-	-0,07	-0,49*	0,17	-0,05	0,16
FerS	-0,07	-	-0,35*	0,37*	-0,53*	0,44*
PEL	-0,49	-0,35*	-	-0,40*	0,51*	-0,54*
FeS	0,17	0,37*	-0,40*	-	-0,49*	0,90*
CTLF	-0,05	-0,53*	0,51*	-0,49*	-	-0,65*
%ST	0,16	0,44*	-0,54*	0,90*	-0,65*	-

* p < 0,05, teste de correlação de Pearson (r).

CTLF = capacidade total de ligação do ferro; FerS = ferritina sérica; FeS = ferro sérico; Hb = hemoglobina; PEL = protoporfirina eritrocitária livre; ST = saturação da transferrina.

que a transferrinemia está seriamente comprometida na população de estudo. No entanto, um fato que merece ser melhor investigado são as concentrações da CTF, que registraram uma prevalência extremamente baixa de níveis inadequados de transferrinemia (8,0%). Estudo realizado por Rettmer et al.¹², com crianças e adolescentes estadunidenses, mostrou uma prevalência de eritropoiese deficiente variável, segundo o teste laboratorial utilizado. Os autores

observaram que a inadequação do %ST atingiu a cifra de 27,9%, ao passo que a proporção de valores de PEL inadequada foi extremamente baixa (3,1%). Entretanto, é importante ressaltar que o ponto de corte adotado para a PEL tinha sido de 80 µmol/mol heme, independente do grupo etário avaliado. Hamedani et al.¹⁰, avaliando crianças menores de 6 anos do Paquistão, observaram concentrações baixas de FeS em 57,8% das crianças, porém utilizando como nível crítico

para depleção valores inferiores a 36,7 µg/dL. Por outro lado, 43,9% das crianças paquistanesas apresentaram altos valores de CTLF (> 398 µg/dL).

A extrema variabilidade, em termos de magnitude, dos parâmetros de avaliação da deficiência de ferro, analisados isoladamente, remete a uma indagação sobre a necessidade do uso de mais de um parâmetro que possa traduzir o amplo espectro que compreende a transferrinemia, bem como as reservas corporais de ferro e a anemia. Para Madanat et al.¹¹, a configuração de um quadro de deficiência marcial se daria quando houvesse uma redução significativa do %ST, associado à microcitose e hipocromia. Nessa óptica, a inclusão dos parâmetros hematológicos que avaliam a morfologia eritrocitária (VCM e RDW) e as concentrações de Hb corpuscular média (CHCM) seriam de fundamental importância para a correta interpretação dos indicadores bioquímicos⁵.

O comportamento homogêneo na distribuição da deficiência de ferro e anemia, segundo o sexo, observada em nossa casuística, tem sido confirmado em outros estudos^{1,8,13,14}. No entanto, alguns achados têm apontado uma maior prevalência de anemia em crianças do sexo masculino^{2,3,15}. Isso talvez possa ser explicado pela maior velocidade de crescimento apresentada pelos meninos na idade pré-escolar, acarretando maior necessidade de ferro pelo organismo, não suprida pela dieta¹⁵.

A maior susceptibilidade das crianças menores de 24 meses à depleção das reservas corporais de ferro, eritropoiese deficiente e anemia demonstra que este é um grupo etário de maior risco à carência marcial. É um fato bastante conhecido que a carência de ferro acomete, de maneira muito importante, indivíduos que se encontram em fase de crescimento acelerado, com conseqüente aumento das necessidades de ferro¹⁵. Associado a isso, a curta duração do aleitamento materno total e exclusivo, a introdução de leite de vaca, ocasionando micro-hemorragias no trato gastrointestinal, aliada à introdução de uma dieta monótona e pobre em ferro, bem como a maior predisposição às doenças infecciosas e parasitárias, são fatores de risco que poderiam explicar a maior vulnerabilidade desse grupo etário à deficiência de ferro e à anemia^{4,16,17}.

A correlação inversa dos níveis de Hb com as concentrações da PEL, observada na população do estudo, é um fato também descrito por Serdar et al.¹⁸. Esta associação é, em princípio, previsível, uma vez que o aumento da protoporfirina não conjugada no seio eritrocitário seria decorrente de um aporte inadequado de ferro no nível celular e, portanto, insuficiente para formação da Hb. No entanto, observou-se uma ausência de correlação entre a Hb e os demais indicadores de avaliação do estado nutricional de ferro, quando da comparabilidade desses parâmetros enquanto variáveis contínuas. Esse achado merece reflexão quando analisado pelo paradigma da história natural da carência. Deve-se, entretanto, ressaltar que, na análise específica da transferrinemia, o %ST mostrou uma discreta tendência de correlação positiva com a Hb, embora não validada estatisticamente. Consi-

derando-se que o %ST representaria uma síntese da combinação dos parâmetros FeS e CTLF, esse indicador, em tese, forneceria uma leitura mais coerente na interpretação dos resultados da transferrinemia. Nesse sentido é que o %ST tem sido freqüentemente utilizado, a exemplo da PEL, na avaliação da eritropoiese^{11,19}. Um conjunto de fatores, ainda não totalmente conhecidos, poderia fornecer subsídios para uma melhor compreensão desses resultados. Um dos elementos a considerar, na análise dessa ausência de correlação, diz respeito ao comportamento desses parâmetros bioquímicos em meio biológico. No caso específico da FerS, a menor prevalência de reservas corpóreas de ferro inadequadas, em relação à prevalência de anemia, seria um achado imprevisível, se analisado sob a óptica da história natural da carência, na qual a anemia só se instalaria quando as reservas corporais de ferro atingissem níveis inadequados. Relatos têm mostrado a extrema variabilidade nas concentrações de FerS e Hb decorrentes de alterações patológicas, a exemplo dos processos infecciosos¹⁹. Sabe-se que a FerS é considerada uma proteína positiva de fase aguda, que se eleva significativamente nos processos infecciosos, mesmo em estágios subclínicos, independente dos estoques de depósito de ferro no organismo²⁰. Logo, é de fundamental importância a análise das concentrações de marcadores do estado infeccioso/inflamatório no organismo, a exemplo da proteína C reativa (PCR), para uma interpretação criteriosa dos níveis de FerS e, conseqüentemente, das reservas corporais de ferro.

A significativa correlação entre os parâmetros que avaliam as reservas corporais de ferro, a transferrinemia e a disponibilidade de ferro à eritropoiese mostra que essa associação foi compatível com os elos da cadeia metabólica que compreendem o ciclo do ferro no organismo. No que diz respeito à transferrinemia, é teoricamente justificável a relação inversa observada entre os níveis de FeS e a CTLF, uma vez que, quando ocorre redução dos níveis circulantes do mineral, há um aumento da concentração de transferrina sérica, avaliada pela CTLF. Por outro lado, é também óbvia a relação direta observada entre o FeS e o %ST, além de sua relação inversa com a CTLF. Esse achado é plausível, uma vez que o %ST é um parâmetro formado a partir da relação existente entre o FeS e a CTLF. Portanto, quando há redução do FeS e/ou aumento da CTLF, o %ST tende a apresentar valores reduzidos, confirmando um quadro de deficiência. Por sua vez, quando ocorre um aumento do ferro circulante e/ou redução da CTLF, o %ST indicaria proporção adequada dos níveis de transferrinemia. Essa associação entre as reservas corporais de ferro, a transferrinemia e a eritropoiese foi também observada por Hershko et al.²¹ em crianças entre 1 e 6 anos procedentes da zona rural de Israel.

Em síntese conclusiva, a anemia ferropriva representa um importante problema de saúde nas creches públicas do Recife. Reservas corporais de ferro inadequadas foram encontradas em cerca de 30% da população estudada, e o estado de eritropoiese mostrou níveis de transferrinemia diferenciados no ciclo plasmático do ferro, com teores defici-

entes que variaram de 69,6% para PEL a 8,0% para CTLF. Crianças < 24 meses apresentaram maior susceptibilidade à deficiência de ferro, em termos de depleção das reservas, eritropoiese deficiente e anemia. Logo, medidas efetivas de prevenção e controle da carência marcial são oportunas e recomendáveis nessa população de risco.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), do Ministério da Educação do Brasil, à Nutrition Third World (Bélgica) e ao Ministério da Saúde do Brasil, pelo suporte técnico e financeiro.

Referências

1. Assis AM, Santos LM, Martins MC, Araújo MP, Amorim DQ, Morris SS, et al. [Distribuição da anemia em pré-escolares do semi-árido da Bahia](#). *Cad Saude Publica*. 1997;13:237-44.
2. Monteiro CA, Szarfarc SC, Mondini L. [Tendência secular da anemia na infância na cidade de São Paulo \(1984- 1996\)](#). *Rev Saude Publica*. 2000;34(6 Supl):62-72.
3. Oliveira RS, Diniz AS, Benigna MJ, Miranda-Silva SM, Lola MM, Gonçalves MC, et al. Magnitude, distribuição espacial e tendência da anemia em pré-escolares da Paraíba. *Rev Saude Publica*. 2002;36:26-32.
4. Osório MM, Lira PI, Batista-Filho M, Ashworth A. [Prevalence of anemia in children 6-59 months old in the state of Pernambuco, Brazil](#). *Rev Panam Salud Publica*. 2001;10:101-7.
5. Paiva AA, Rondó PH, Guerra-Shinohara EM. [Parâmetros para avaliação do estado nutricional de ferro](#). *Rev Saude Publica*. 2000;34:421-6.
6. World Health Organization. Iron deficiency anemia: assessment, prevention and control: a guide for programmer managers. Geneva:WHO 2001.
7. Governo de Sergipe, Secretaria Estadual de Saúde, Universidade Federal da Bahia, Escola de Nutrição. III Pesquisa de Saúde Materno-Infantil e Nutrição do Estado de Sergipe. Brasília: 2001.
8. Silva LSM, Giugliani ERJ, Aerts DRGC. Prevalência e determinantes de anemia em crianças de Porto Alegre, RS, Brasil. *Rev Saude Publica*. 2001;35:66-73.
9. Neuman NA, Tanaka OY, Szarfarc SC, Guimarães PRV, Victora CG. [Prevalência e fatores de risco para anemia no Sul do Brasil](#). *Rev Saude Publica*. 2000;34:56-63.
10. Hamedani P, Raza R, Bachand R, Manji M, Hashmi K. [Laboratory diagnosis of iron deficiency in a developing country, Pakistan](#). *J Int Med Res*. 1991;19:19-23.
11. Madanat F, El-Khateeb M, Tarawneh M, Hijazi S. [Serum ferritin in evaluation of iron status in children](#). *Acta Haematol*. 1984;71:111-5.
12. Rettmer RL, Carlson TH, Origenes ML, Jack RM, Labb RF. [Zinc protoporphyrin/heme ratio for diagnosis of preanemic iron deficiency](#). *Pediatrics*. 1999;104:e37.
13. Brunken GS, Guimarães LV, Fisberg M. [Anemia em crianças menores de 3 anos que freqüentam creches públicas em período integral](#). *J Pediatr (Rio J)*. 2002;78:50-6.
14. Moura EC, Santos AM, Pacheco CE. Anemia ferropriva em escolares de Campinas, São Paulo: prevalência, sensibilidade e especificidade de testes laboratoriais. *Rev Bras Saude Matern Infant*. 2001;1:123-7.
15. Torres MAA, Sato K, Queiroz SS. Anemia em crianças menores de dois anos atendidas nas unidades básicas de saúde no Estado de São Paulo, Brasil. *Rev Saude Publica*. 1994;28:290-4.
16. Rivera F, Walter T. [Efecto de la anemia ferropriva en el lactante sobre el desarrollo psicológico del escolar](#). *Rev Soc Bol Ped*. 1997;36(Supl 1):S49-54.
17. Silva DG, Priore SE, Franceschini SC. [Risk factors for anemia in infants assisted by public health services: the importance of feeding practices and iron supplementation](#). *J Pediatr (Rio J)*. 2007;83:149-56.
18. Serdar MA, Sarici SU, Kurt I, Alpaly F, Okutan V, Kurnaz L, et al. [The role of erythrocyte protoporphyrin in the diagnosis of iron deficiency anemia of children](#). *J Trop Pediatr*. 2000;46:323-6.
19. Cook J. [The nutritional assessment of iron status](#). *Arch Latinoam Nutr*. 1999;49(3 Suppl 2):11S-14S.
20. Sankaranarayanan S, Untoro J, Erhardt J, Gross R, Rosales FJ. [Daily iron alone but not in combination with multimicronutrients increases plasma ferritin concentrations in Indonesian infants with inflammation](#). *J Nutr*. 2004;134:1916-22.
21. Hershko C, Bar-Or D, Gaziel Y, Naparstek E, Konijn AM, Grossowicz N, et al. [Diagnosis of iron deficiency anemia in a rural population of children. Relative usefulness of serum ferritin, red cell protoporphyrin, red cell indices, and transferrin saturation determinations](#). *Am J Clin Nutr*. 1981;34:1600-10.

Correspondência:

Poliana Coelho Cabral
Rua Conselheiro Ribas, 131, Casa Amarela
CEP 52070-400 – Recife, PE
E-mail: pccabral@uol.com.br