

학령 전 아동의 철 결핍성 빈혈 영양 상태 판정에 관한 연구

†신 경 옥

삼육대학교 식품영양학과

Study on the Prevalence of Iron-deficient Anemia in Korean Preschool Children

†Kyung-Ok Shin

Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

Abstract

The objective of this study was to identify the nutritional risk factors by blood analysis, in 1,083 preschool children of age 3 to 6 years. The frequency of anemic children was 7.3% with Hb<11.1 g/dL, 29.9% with ferritin<20 ng/mL, and 16.7% with transferrin Fe saturation(%)<15%. The prevalence of anemia in these children were 12.8% for those with MCV<79 fL, and it was 71% for those with TIBC>400 µg/dL. Serum ferritin concentration was 20 ng/mL in the normal children. Thirty two percent of the children had anemia with Hb<12 g/dL, which is below the normal range of Hb. Exactly 15.4% of the children had serum Fe concentration of 60 µg/dL. The transferrin Fe saturation of the children (16.3%) was >15%. The serum ferritin concentration showed low correlations with Hb, Fe, transferrin Fe saturation, and MCV. The transferrin Fe saturation, higher Hb concentration, MCV, and Hct values were increased significantly. Consequently, iron-deficiency anaemia was thus defined as having Hb concentration <12 g/dL accompanied by ferritin concentration <20 ng/mL or Hct <33%.

Key words: preschool children, hemoglobin, ferritin, hematocrit, iron

서 론

Lichtman HC(1958)은 빈혈의 정의를 hemoglobin(Hb), hematocrit(Hct), 적혈구수(red blood cell count)가 정상보다 감소된 상태라고 하였다. 정상혈색소량은 연령, 성별, 체중, 생리상태 및 고도 등에 따라 그 값은 달라진다. 혈색소 생산에 필요한 철 부족은 종래에 철 결핍성 빈혈을 초래하여 작업수행, 행동과 지능 발달, 감염에 대한 저항력 및 체온 조절능력에도 영향을 미치며, 신체적으로 쉽게 피로하게 하고, 육체적으로 지적 능력의 저하를 초래할 뿐만 아니라, 감염에 대한 저항력을 떨어뜨린다(Chung 등 1991; Kim & Lee 2008). 철을 이용하는 효소의 활성 저하로 인해 지적 능력과 주의력이 감소하고 신경학적 이상으로 나타나게 되어, 학교 성적의 저하 등을 초래할 수 있다고 보고되었다(Kim 등 1991; Kim 등 2001). 또한

선행연구(Lee 등 1999)에서는 적혈구 형성과 체조직 성장에 있어 철분의 필요량이 증가하는 성장기 어린이의 경우 철이 부족하게 되면, 성장 부진과 더불어 창백한 피부, 기력 감소, 식욕 부진, 의욕 감퇴 등을 초래할 수 있고, 집중력 저하 등의 행동 장애를 가져올 수 있다고 보고하였다.

경제 성장과 더불어 생활수준의 향상으로 과거보다 전반적인 영양상태가 개선되었으며, 모유 수유의 필요성과 철 공급의 중요성이 인식되면서 철이 강화된 분유 및 곡분의 사용이 늘게 되어 철 결핍의 빈도는 감소하였다(Wi & Park 1993; Hurrell RF 1997). 그러나 영양 결핍으로 인한 빈혈은 여전히 전 세계적으로 흔히 볼 수 있으며, 특히 학령 전 아동 및 사춘기 여아에서 많이 발생하는 것으로 알려져 있다(DeMaeyer & Adiels-Tegman 1985; Hwang 등 2001). 빈혈의 원인은 대부분 철 결핍에 의한 것이어서 성장 속도가 빠르고 모든 영양소에

† Corresponding author: Kyung-Ok Shin, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea. Tel: +82-2-3399-1657, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: skorose@syu.ac.kr

대한 수요가 급증해 있는 학령 전 아동(Chai & Lee 1970; Chai & Chu 1971; Lee HO 2006)과 철의 불충분한 섭취 및 사춘기 여아에서의 월경에 의한 혈액 손실(Kim 등 2001) 등에 기인한다. 과거 우리나라의 경우, 저소득층 학동기 아동들의 11.7~16.3%가 영양성 빈혈을 보였다(Chung 등 1990). 철의 필요량을 충족하기 위해서 장기적인 계획은 식사를 개선하는 것이 무엇보다 중요하다. 식사 내 non-heme 철의 생체 이용률을 예측하기 위해 Cook & Monsen(1976)이 개발한 모델은 비타민 C의 섭취량과 육류 단백질 섭취량에 따라 철의 흡수율이 향상되는 것을 반영하고 있다. 철 결핍성 빈혈은 더운 열대성 기후와 환경 위생상의 문제 등으로 질병에 대한 감염, 전염, 염증 및 영양실조 등이 많이 발생하는 아프리카를 비롯한 개발도상국의 아동들 사이에 널리 퍼져 있으며, 그 분포 비율은 50% 이상으로 추정하고 있다(WHO/UNICEF/UNU. 2001).

우리나라의 국민건강·영양조사(Korea Health Statistics 2012) 결과보고서에 의하면, 빈혈 유병률(만 10세 이상, 표준화)은 남자는 1998년 4.8%에서 2012년 2.3%로 약간 감소하여 2012년까지 유지하였으며, 여자는 1998년 11.9%에서 2007년 16.5%로 증가하였다가 2008년 12.9%, 2012년 10.9%로 감소하여 전체 유병률은 6~10% 이내 수준을 유지하였고, 제5기 3차년도(2012) 결과, 빈혈 유병률(만 10세 이상)은 남자 2.3%, 여자 10.9%로 여자가 남자에 비해 약 5배 정도 높았다고 보고하였다. 그러나 안타깝게도 우리나라 국민건강·영양조사(Korea Health Statistics 2012) 결과보고서에서는 10세 미만의 빈혈관련 자료는 제시되지 않았다.

철 결핍의 진단을 위해서는 적절한 판정지표의 선정과 정확한 판단기준이 필요하다(Chung 등 1991). 빈혈이 철 부족에 기인하는 경우라면 Hb 함량과 Hct 값에 의해서 그 인구집단의 철의 영양 상태를 알아볼 수 있는데, 이들은 빈혈 판정에 민감한 방법은 아니나 표준기준치가 비교적 정확히 나타나 있고, 빈혈빈도가 높은 지역에서는 그 상황을 충분히 반영한다는 관점에서 가장 보편화된 방법으로 사용되고 있다고 지적하고 있다(Freire WB 1989; Chung 등 1991). Graitcer 등(1981)은 연구에서 Hct test 값을 사용하여 빈혈을 판정한 결과, 정상 Hb 수준을 가진 아동의 1~10%만이 빈혈이었으며, 낮은 Hb 수준을 가진 아동의 20~50%는 정상군으로 분류되었다고 보고하였다. 또한 Graitcer 등(1981)은 Hb 농도와 Hct 검사가 실제로 같은 집단에 대하여 빈혈 판정의 지표로 사용되었을 때, 빈혈 발현율에 차이가 있다고 주장하였으므로 한 가지 방법을 이용하기보다 여러 방법을 병행하여 사용하는 것이 좀 더 정확한 빈혈 판정의 결과를 얻을 수 있다고 보고하였다(Kim & Chyun 2001). 철 영양상태 판정 지표로는 생화학적 인자를 조합하여 적용하는 방법으로 2가지 혹은 그 이상의 비정상 값을 가진 경우 철 결핍으로 판정하며, serum iron, Hb, serum

transferrin receptor(TfR), total iron binding capacity(TIBC), serum ferritin(SF), erythrocyte zinc protoporphyrin(ZnPP) 등이 사용된다(Worwood M. 1997). 또한 현재 가장 많이 사용하고 있는 Hb의 판정기준은 WHO(World Health Organization)(남자 <13 g/dL, 여자 <12 g/dL)와 CDC(Center for Disease Control)(임신 초기 11.0 g/dL, 임신 중기 10.5 g/dL)에서 제안한 기준이다(Yu & Yoon 2000).

따라서 본 연구는 현재 쓰이고 있는 빈혈 판정 지표가 학령 전 아동에게 적절한지의 여부 및 빈혈 판정의 정확도를 높이는 다양한 방법을 선택하여 학령 전 아동을 대상으로 규명함과 동시에 빈혈의 결과 해석 시 참고하기 위한 기초자료로 이용하고자 실시하였다.

연구내용 및 방법

1. 조사 대상 및 기간

본 연구의 대상자는 2001년 9월~2004년 2월 사이에 서울과 경기도 일부 지역에 소재한 유아 교육 기관에 다니고 있는 만 3~6세의 학령 전 아동 2,000여명과 그들의 부모를 선정하여 기관장의 동의를 구한 다음, 조사를 실시하였다. 그 중에서 성, 연령, 지역 및 가정의 사회·경제적 수준을 고려하여 1,083명을 선정하였다. 조사 대상으로 선정된 각 가정마다 가정통신문을 보내 혈액 채취에 대한 부모의 동의를 받았으며, 혈액 채취는 4년 동안 매년 9~10월 사이에 서로 다른 유치원에서 부모의 동의를 얻은 1,083명의 아동을 대상으로 이루어졌다. 또한 혈액은 의사의 주관 하에 간호사가 직접 7 mL 정도를 채취하였다. 모든 혈액 채취는 공복 시에 이루어졌다.

2. 혈액 분석

시료는 다음과 같이 분석을 실시하였다.

1) Complete blood cell 분석

채취한 혈액 중 혈액의 일반 성분 분석을 위하여 약 2mL는 EDTA-2K가 처리된 병(CBC bottle, 녹색자)에 넣어 응고를 방지하기 위하여 8자 교반을 하였으며, ADVIA 120(Bayer, USA)을 이용하여 white blood cell(WBC), red blood cell(RBC), hemoglobin(Hb), hematocrit(Hct), mean cell volume(MCV), mean corpuscular hemoglobin(MCH) 및 mean corpuscular hemoglobin concentration(MCHC)을 분석하였다.

2) 혈액의 빈혈인자 분석

Ferritin, iron, transferrin Fe saturation, total iron binding capacity(TIBC) 농도를 분석하기 위하여 분리한 혈액을 1시간 정도 4°C에 저장한 후에 15분간 원심분리(5°C, 3,000 rpm)하

여 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청은 각각 100 μ L씩 micro tube에 넣어 실험에 사용되기 전까지 -70°C 에 냉동 보관하였다.

Ferritin은 Kadar 등(1981)의 방법에 따라 ferritin kit(Bayer, USA)를 사용하여 ADVIA Centaur(Centaur, USA)를 이용하여 분석하였으며, iron은 Nitrose-PSAP 직접법(Bond 등 1993)을 이용하여 자동분석기(HITACHI 7150, Japan)로 분석하였다. Transferrin Fe saturation(%)은 혈중 Fe 농도를 TIBC 값으로 나눈 값에 100을 곱하여 %값을 산출하였다. TIBC는 Persijn 등(1971)의 방법에 따라 TIBC(RM 176-K, Elken, Japan) kit를 이용하여 분석하였다.

3. 통계처리

수집된 모든 자료는 SPSS package(version 18.0) 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 조사 항목에 따라 빈도, 백분율을 구하였고, 혈액인자 간의 상호관계는 Pearson 상관관계 분석($p < 0.05$ 와 $p < 0.01$)으로 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 일반사항

조사 대상 아동들의 연령별 및 성별 신장과 체중은 Table 1에 제시하였다. 아동의 신체 발육 상태를 한국 소아 발육 표준치(Korean Pediatric Association 2007)와 비교해서 살펴본 결과, 신장과 체중은 모두 평균치에 속하였다.

본 연구에 응한 아동의 연령은 설문지 회수 및 혈액 채취를 하는 날(7월 1일 기준)을 기준으로 산출하여 표준 나이로 정하였다. 본 연구에서의 조사 아동은 만 3세가 7.9%, 만 4세가 22.9%, 만 5세가 35.8% 및 만 6세가 33.3%로 나타났으며, 만 5세와 만 6세 아동의 비율이 높았다(Table 2). 혈중 Hb 수치를 12 g/dL를 기준으로 전체 아동의 32.5%가 빈혈로 조사되었으며, 67.5%만이 정상적 결과를 보였다. 특히 연령별로 보면, 만 4세 아동의 경우 빈혈인 아동이 38.7%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 만 5세 아동이 31.4%, 만 6세 아동이 31.0% 순으로 조사되었다. Hb(100~109 g/L)를 기준으로 한 쿠바의 선행연구(Pita 등 2014)에서는 2005년에는 빈혈아동

Table 2. Distribution of anemic children in preschoolers

Age (ys)	Children (%)	Children with Hb<12 g/dL	Children with Hb \geq 12 g/dL
3	86(7.9) ¹⁾	22(25.6)	64(74.1)
4	248(22.9)	96(38.7)	152(61.3)
5	388(35.8)	122(31.4)	266(68.6)
6	361(33.3)	112(31.0)	249(69.0)
Total	1,083(100.0)	352(32.5)	731(67.5)

¹⁾ n(%): number of children, the relative % of children
Hb: hemoglobin

이 31.8%였으나 2011년에는 26.0%로 감소하였으며, 3~5세 아동에 비해 6개월~3세 미만인 아동에서 빈혈의 발병률이 높다고 지적하였다. 브라질에서 발표된 아동대상(6개월~5세 미만)으로 한 빈혈 연구(de Oliveira Tde S 등 2014)에 의하면, 조사 대상자 전체의 38.3%가 빈혈이었으며, 3세 미만의 아동에서는 56.1%가 빈혈이었고, 나이가 어릴수록, 산모의 연령이 어릴수록, 수입이 낮을수록 빈혈과 연관성이 높다고 보고하였다.

2. 빈혈 영양 상태

Table 3에서 빈혈인자를 살펴보면, RBC 수효는 82%의 아동이 정상 범위 내에 분포하고 있었다. Hb 농도가 12 g/dL 이하인 아동은 32.5%나 되었지만, Hb 농도를 미국의 National Health and Nutrition Examination Survey: third (NHANES III) (WHO 1998)에서 제시한 기준치 11.1 g/dL 기준을 적용하여 약 7.3%의 아동이 빈혈이었고, Hct 함량이 33% 이하를 cut-off point로 하면 5.9%의 아동이 빈혈로 판정되었다. 또한 혈청의 ferritin 농도가 20 ng/mL 이하인 아동은 29.9%가 빈혈이었으며, Fe<60 μ g/dL인 아동 비율은 13.9%이었고, transferrin Fe saturation(%)이 <15% 이하인 아동은 16.7%이었다. 이와 같이 어떤 hematologic factor를 사용하는가에 따라 빈혈로 판정되는 아동 비율이 약 6.0~16.7%이었으며, 저장철인 ferritin이 20 ng/mL 이하로 부족한 아동 비율은 약 29.9%이었고, 적혈구 크기(MCV)가 79 fL 이하로 적은 아동 비율은 12.8%, TIBC 함량이 400 μ g/dL보다 높은 아동 비율은 약 70.7%로서 가장

Table 1. Physical characteristics of children

	Years							
	3		4		5		6	
	Boy	Girl	Boy	Girl	Boy	Girl	Boy	Girl
Height(cm)	102.09 \pm 5.85 ¹⁾	101.18 \pm 5.65	107.41 \pm 6.01	105.63 \pm 5.65	112.41 \pm 5.77	110.87 \pm 5.45	116.32 \pm 5.04	114.41 \pm 4.95
Weight(kg)	16.34 \pm 2.65	16.07 \pm 2.06	18.60 \pm 3.30	17.25 \pm 2.66	20.39 \pm 3.30	19.37 \pm 2.77	22.34 \pm 3.09	20.97 \pm 3.39

¹⁾ Mean \pm S.D.

Table 3. Frequency of anemic children depending on different hematologic parameters

Parameter	Mean±S.D.	Reference	Cut-off point	n(%)
WBC(mm ³)	8,073±2,396 ¹⁾	4,200~11,000	<4,200	12(1.1) ²⁾
RBC(mm ³ , ×10 ⁵)	44.7±3.8	42~63	>42×10 ⁵	95(18.0)
Hct(%)	37.0±3.0	33~54	<33	64(5.9)
Hemoglobin(g/dL)	12.3±0.8	12~17	<12 <11.1	352(32.5) 79(7.3)
Ferritin(ng/mL)	28.8±15.3	20~300	<20 <18	324(29.9) 257(23.7)
Iron(μg/dL)	103.8±39.9	60~200	<60	151(13.9)
TIBC(μg/dL)	430.9±66.9	<400	>400	766(70.7)
Transferrin(mg/dL)	252.8±40.7	200~360	<200	59(5.4)
Transferrin Fe saturation(%)	24.3±9.3	>15	<15	181(16.7)
MCV(fL)	82.7±4.1	79~100	<79	139(12.8)
MCH(pg)	27.7±7.2	26~34	<26	61(5.6)
MCHC(%)	33.2±1.6	32~36	<32	127(11.7)

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ n(%): number of children, the relative % of children

높게 판정되었다. 대도시 지역의 학령 전 아동 252명을 대상으로 조사한 선행 연구(Kim & Chyun 2001)에서는 11.2 g/dL를 기준으로 정하여 빈혈로 판정한 결과, 매우 낮은 수치인 3.4%만이 빈혈로 판정되었다. 이와 비슷한 경향으로 Stanley Z(2003)는 캐나다의 학령 전 아동을 대상으로 한 연구에서 Hb 농도가 <100 g/L 이하인 아동이 4~5%로 나타났다고 보고하였다. 그러나 Pattanee W(2002)는 태국 아동을 대상으로 한 연구에서 빈혈 아동 비율이 41%에서 25%로 감소 추세에 있다고 하였지만, 여전히 아동에서는 큰 문제가 된다고 보고하였다. 카메룬의 경우, 3살 이하의 빈혈아동은 42%, 3~5세 빈혈 아동은 21%(Muriel 등 1998), 5세 이하의 자이로의 빈혈 아동은 43%(Hedberg 등 1993), 탄자니아의 빈혈 아동은 74%

(Premji 등 1995)로 전 세계적으로 널리 퍼져 있으며, 특히 아프리카 대륙의 아동 빈혈 빈도가 높은 것으로 보고되고 있다. 이러한 빈혈 아동에서는 지적 및 정신 운동의 점수가 유의하게 낮았으며(Walter T 2003), 정서의 불안정은 아동의 편식이나 식욕부진 현상을 동반해 아동의 성장발육에도 영향을 주는 것으로 보고되고 있다(Park & Ahn 2003).

3. 빈혈 판정의 각 parameter의 cut-off point를 비교

철분 영양상태 판정 지표 중 2가지 이상의 빈혈인자 표준값을 적용하여 판정(Acosta 등 1982)하고 있으므로 본 연구에서는 빈혈 판정에 좋은 지표로 사용되는 ferritin과 Hb 농도를 기준으로 기준치 이하인 경우와 기준치 이상인 정상군으로

Table 4. Comparison of anemia frequency between children with different levels of serum ferritin and hemoglobin in preschool children

Cut-off point for anemia	Ferritin ≥20 (n=759)	Ferritin <20 (n=324)	Hb ≥12 g/dL (n=731)	Hb <12 g/dL (n=352)
Hb <12 g/dL(352)	243(32.0) ¹⁾	109(33.6)	-	-
Ferritin <20 ng/mL(324)	-	-	215(29.4)	109(31.0)
Serum Fe <60 μg/dL (151)	117(15.4)	34(10.5)	89(12.2)	62(17.6)
TFS <15%(181)	124(16.3)	57(17.6)	108(14.8)	73(20.7)
MCV <79 fL(139)	81(10.7)	58(17.9)	66(9.0)	73(20.7)
TIBC >400 μg/dL(766)	498(65.6)	267(82.4)	523(71.5)	243(69.0)

¹⁾ n(%): number of children, the relative % of children

TFS: transferrin Fe saturation

나누어, 각각의 경우에 빈혈아동의 빈도는 어느 정도인지 Table 4에서 비교하였다. 혈청 ferritin 농도가 20 ng/mL 이상인 정상 아동 759명 중에서 Hb<12 g/dL를 기준으로 빈혈로 판정되는 아동 비율은 32.0%이었으며, 또한 ferritin 농도가 20 ng/mL 이하로 빈혈 가능성이 있다고 판정되는 아동 324명 중에서 Hb<12 g/dL를 기준으로 빈혈인 아동 비율이 33.6%이었다. 반대로 Hb≥12.0 g/dL 기준으로 정상인 아동 731명 중에서 ferritin 농도가 20 ng/mL 이하로 낮은 아동이 29.4%(215명)이었고, Hb<12 g/dL로서 빈혈인 아동 352명 중에서도 ferritin 농도가 20 ng/mL 이하로 낮은 아동이 31.0%가 되었다. 같은 방법으로 ferritin 농도가 정상이라도 15.4% 아동이 혈청의 Fe 농도가 60 µg/dL 이하로 낮았고, 16.3% 아동이 transferrin Fe saturation가 15% 이하로 낮았으며, 10.7% 아동은 적혈구 크기가 MCV<79 fL로 적었고, 65.6% 아동은 TIBC>400 µg/dL로 빈혈로 판정되었다. 다음은 반대로 혈청의 ferritin 농도가 20 ng/mL 이하로 빈혈 가능성이 있다고 판정되는 아동 324명 중에서도 혈청의 Fe<60 µg/dL 이하로 낮은 아동이 10.5%이었고, transferrin Fe saturation이 15% 이하인 아동이 17.6%이었다. 적혈구 크기(MCV)가 79 fL 이하인 아동이 17.9%이었고, 82.4% 아동은 TIBC>400 µg/dL로 빈혈로 판정되었다. 이 때 ferritin 농도가 20 ng/mL 이상으로 더 높은 아동 중에서 혈청의 Fe 농도가 60 µg/dL 이하로 낮은 아동 비율이 더 높았으나 transferrin Fe saturation<15%인 아동 비율과 MCV<79 fL인 아동 비율, TIBC>400 µg/dL 이상인 아동 비율은 ferritin 농도가 낮을 경우에 더 높았다.

Table 5에서 모든 혈액 parameter 중에서 기준치보다 높은 정상아동이라도 다른 parameter를 기준으로 평가하여 보면, 기준치보다 낮아 아동의 비율이 어떠한지 비교하여 보았다. Table 4에서 ferritin>20 ng/mL 기준으로 정상인 아동 759명 중에서 7.6% 아동(58명)이 빈혈이었고(Hb≤11.1 g/dL 기준), Hb<12 g/dL 기준으로는 32.0%(243명) 아동이 빈혈이었다. 마찬가지로 방법으로 759명 중 15.4% 아동은 혈청 Fe 농도가 60

µg/dL 이하로 낮았으며, 16.3% 아동은 transferrin Fe saturation이 15% 이하이었고, 10.7% 아동은 적혈구 크기가 작았고(MCV<79 fL 기준), 65.6% 아동이 TIBC>400 µg/dL 기준으로 빈혈 범위 내에 들어갔다. 혈청의 ferritin 농도가 20 ng/mL보다 낮았을 때나 높았을 때와 상관없이 Hb 농도를 기준으로 빈혈을 판정하였을 때 빈혈아동의 빈도가 거의 같은 비율로 분포하였으나, ferritin 농도가 20 ng/mL보다 높은 경우에는 낮았을 때보다 혈청의 Fe 농도가 60 이하로 낮은 아동(31.1%)이 더 많이 분포되었다. 그러나 ferritin 농도가 20 ng/mL보다 낮았을 때는 transferrin Fe saturation이 15%보다 낮은 아동 비율이 더 높았으며(16.3% vs 17.6%), MCV<79 fL로 낮은 아동 비율도 더 높았고(10.7% vs 17.9%), TIBC>400 µg/dL인 아동 비율도 더 높았다(65.6% vs 82.4%)(Table 4). 그러므로 ferritin 농도만을 기준으로 빈혈을 평가하여 정상으로 인정한다면 빈혈을 치료하는 기회를 상실하는 위험성이 있었다.

4. 혈액인자간의 상호관계

다음은 혈액 자료 중 각 인자간의 상호관계를 보기 위해서 Table 6에 제시하였다. 혈청의 ferritin 농도는 Hb, transferrin Fe saturation와 MCV와는 낮은 상관관계를 보였으나, transferrin과 TIBC 함량과는 각각 유의한 역의 상관관계($r = -0.295$, $r = -0.270$, $p < 0.01$)를 보였다. 혈청의 Fe 농도는 ferritin 농도와는 낮은 역의 상관관계를 보였으며, 유의한 수준이 아니었다. 그러나 혈청의 Fe 농도는 transferrin Fe saturation와는 유의하게 가장 높은 상관관계($r = 0.916$, $p < 0.01$)를 보였으며, Hb과 MCV 값과는 각각 유의하게 정의 상관관계($r = 0.139$, $r = 0.101$, $p < 0.01$)를 보여 혈청의 free Fe 농도가 높을수록 Hb 함량이 높아지고 적혈구의 부피가 컸으며, 또한 Hb 농도가 높을수록 MCV 크기가 커지는 유의한 높은 상관관계($r = 0.329$, $p < 0.01$)를 보였다. 혈청의 ferritin 농도가 높을수록 transferrin 농도와 TIBC 값이 유의하게 각각 역의 상관관계($r = -0.295$, $r = -0.270$, $p < 0.01$)를 보여 낮았으나, transferrin Fe saturation

Table 5. Assessment of anemia in children within normal range of each hematologic parameter by different parameters of hematologic reference level

Hematologic parameters (n)	Frequency of anemic children depending anemic condition					
	Hb<12	Ferritin<20	Fe<60	TFS<15%	MCV<79	TIBC>400
Hb≥12g/dL(731)	-	215(29.4)	89(12.2)	108(14.8)	66(9.0)	523(71.5)
Ferritin≥20 ng/mL(759)	243(32.0) ¹⁾	-	117(15.4)	124(16.3)	81(10.7)	498(65.6)
Fe>60 µg/dL(932)	290(31.1)	290(31.1)	-	43(4.6)	111(11.9)	687(73.7)
TFS>15%(902)	279(30.9)	267(29.6)	13(1.4)	-	97(10.8)	644(71.4)
MCV>79 fL(944)	279(29.6)	266(28.2)	123(13.0)	139(14.7)	-	647(68.5)
TIBC<400 µg/dL(317)	109(34.4)	57(18.0)	72(22.7)	59(18.6)	20(6.3)	-

¹⁾ n(%): number of children, the relative % of children

Table 6. Correlation coefficient between parameters of hematologic data

	Ferritin	Transferrin	Transferrin Fe saturation	TIBC	Hb	MCV	Hct
Iron	$r = -0.017$	$r = -0.053$	$r = 0.916^{**}$	$r = -0.231^{**}$	$r = 0.139^{**}$	$r = 0.101^{**}$	$r = 0.051$
Ferritin	-	$r = -0.295^{**}$	$r = 0.083^{**}$	$r = -0.270^{**}$	$r = 0.025$	$r = 0.077^*$	$r = 0.047$
Transferrin		-	$r = -0.215^{**}$	$r = 0.437^{**}$	$r = -0.016$	$r = -0.139^{**}$	$r = -0.016$
Transferrin Fe saturation			-	$r = -0.143^{**}$	$r = 0.142^{**}$	$r = 0.192^{**}$	$r = 0.155^{**}$
TIBC				-	$r = -0.005$	$r = -0.260^{**}$	$r = -0.259^{**}$
Hb					-	$r = 0.329^{**}$	$r = 0.833^{**}$
MCV						-	$r = 0.436^{**}$

Total number of children: 1,083

* $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$ by Pearson correlation method

및 Hb 농도, Hct 값과는 직접적인 상호관계를 보이지는 않았다. 혈청의 transferrin 농도는 높을수록 transferrin Fe saturation 가 낮은 역의 상관관계($r = -0.215$, $p < 0.01$)를 보였으며, TIBC 값은 유의하게 높아지는 높은 정의 상관관계($r = 0.437$, $p < 0.01$)를 보였다. Transferrin Fe saturation는 높아질수록 Hb 농도와 MCV 값이 유의하게 증가하는 정의 상관관계($r = 0.142 \sim 0.192$, $p < 0.01$)를 보였다. Hb 농도가 높을수록 MCV와 Hct 값이 증가하는 정의 상관관계($r = 0.329$, $r = 0.833$, $p < 0.01$)를 보였고, MCV 값이 높을수록 Hct 값이 유의하게 높았다($r = 0.436$, $p < 0.01$).

요약 및 결론

본 연구는 만 3-6세의 학령 전 아동을 대상으로 빈혈 판정의 정확도를 높이는 다양한 방법을 선택하여 규명함과 동시에 빈혈의 결과 해석 시 참고하기 위한 기초자료로 이용하고자 실시하였다.

1. Hb 농도가 12 g/dL 이하인 아동은 32.5%, 11.1 g/dL로 제한하면 약 7.3%의 아동이 빈혈이었고, Hct 함량이 33% 이하를 cut-off point로 하면 5.9%의 아동이 빈혈로 판정되었다. 또한 혈청의 ferritin 농도가 20 ng/mL 이하인 아동은 29.9%, Fe < 60 µg/dL인 아동 비율은 13.9%이었고, transferrin Fe saturation (%)가 < 15% 이하인 아동은 16.7%이었다. 저장철인 ferritin이 20 ng/mL 이하로 부족한 아동 비율은 약 29.9%이었고, MCV가 79 fL 이하로 적은 아동 비율은 12.8%, TIBC 함량이 400 µg/dL보다 높은 아동 비율은 약 70.7%로서 가장 높게 판정되었다.

2. 혈청 ferritin 농도가 20 ng/mL 이상인 정상 아동 중에서 Hb < 12 g/dL를 기준으로 빈혈로 판정되는 아동 비율은 32.0%이었으며, ferritin 농도가 20 ng/mL 이하로 빈혈 가능성이 있다고 판정되는 아동 중에서 Hb < 12 g/dL를 기준으로 빈혈인

아동 비율이 33.6%이었다. Ferritin 농도가 정상이라도 15.4% 아동이 혈청의 Fe 농도가 60 µg/dL 이하로 낮았고, 16.3% 아동이 transferrin Fe saturation이 15% 이하로 낮았으며, 10.7% 아동은 적혈구 크기가 MCV < 79 fL로 적었고, 65.6% 아동은 TIBC > 400 µg/dL로 빈혈로 판정되었다.

3. 759명 중 15.4% 아동은 혈청 Fe 농도가 60 µg/dL 이하로 낮았으며, 16.3% 아동은 transferrin Fe saturation이 15% 이하이었고, 10.7% 아동은 적혈구 크기가 작았고(MCV < 79 fL 기준), 65.6% 아동이 TIBC > 400 µg/dL 기준으로 빈혈 범위 내에 들어갔다.

4. 혈청의 ferritin 농도는 Hb, transferrin Fe saturation과 MCV와는 낮은 상관관계를 보였으나, transferrin과 TIBC 함량과는 각각 유의한 역의 상관관계를 보였다. Transferrin Fe saturation는 높아질수록 Hb 농도, MCV 및 Hct 값이 유의하게 증가하는 정의 상관관계($r = 0.142 \sim 0.192$)를 보였다.

이상의 연구 결과를 살펴보면, 한 가지의 빈혈 인자만을 가지고 빈혈을 판정한다는 것은 빈혈치료의 기회를 놓칠 수 있는 오류를 범할 수 있으므로, Chung 등(1991)이 지적했듯이 Fe, ferritin, Hb 및 Hct 등을 기준으로 하여 두 가지 이상의 인자를 가지고 빈혈을 판정하는 것이 specificity나 sensitivity가 높을 것으로 사료된다. 본 연구결과를 볼 때, 학령 전 아동의 경우 빈혈 판정의 검사 방법으로 Hb를 사용한다면, 12 g/dL로 기준을 삼는 것이 타당하며, ferritin 농도는 20 ng/mL, Hct는 33%를 기준으로 삼는 것이 좋을 것으로 사료된다. 또한 혈청에 단지 ferritin 농도가 높다고 해서 빈혈이 아니라고 안심할 수는 없다고 판단되어진다.

감사의 글

The study was Supported by a grant of the Ministry of Health and Welfare research fund(01-PJ1-PG1-01CH15-0009).

References

- Acosta PB, Fernhoff PM, Warshaw HS, Elsas LJ, Hambidge KM, Ernest A, McCabe ER. 1982. Zinc status and growth of children undergoing treatment for phenylketonuria. *J Inherit Metab Dis* 5:107-110
- Bond AM, Pfund BV, Newman MG. 1993. Polarographic determination of total iron, iron (II) and iron (III) in zinc plant electrolyte. *Analytica Chimica Acta* 277:145-151
- Chai BS, Chu DS. 1971. A study on nutritional anemia of preschool children in Korea. *Korean J Nutr* 4:1-19
- Chai BS, Lee HE. 1970. A study on iron deficiency anemia of preschool children in rural area in Korea. *Korean J Nutr* 3:149-159
- Chung HR, Moon HK, Song BH, Kim MK. 1991. Hemoglobin, hematocrit and serum ferritin as makers of iron status. *Korean J Nutr* 24:450-457
- Chung SJ, Kim CI, Lee EW, Mo SM, Han CW. 1990. Nutrition survey of children attending an elementary school without a school lunch program in a low income group of Seoul-1. A study on anthropometry and biochemical test. *Korean J Nutr* 23:513-520
- Cook JD, Monsen ER. 1976. Food iron absorption in human subjects. III. Comparison of the effect of animal proteins on nonheme iron absorption. *Am J Clin Nutr* 29:859-867
- de Oliveira Tde S, da Silva MC, Santos JN, Rocha Dda S, Alves CR, Capanema FD, Lamounier JA. 2014. Anemia among preschool children-a public health problem in Belo Horizonte, Brazil. *Cien Saude Colet* 19:59-66
- DeMaeyer E, Adiels-Tegman M. 1985. The prevalence of anaemia in the world. *World Health Stat Q* 38:302-316
- Freire WB. 1989. Hemoglobin as a predictor of response to iron therapy and its use in screening and prevalence estimates. *Am J Clin Nutr* 50:1442-1449
- Graitcer PL, Goldsby JB, Nichaman MZ. 1981. Hemoglobins and hematocrits: Are they equally sensitive in detecting anemias?. *Am J Clin Nutr* 34:61-64
- Hedberg K, Shaffer N, Davachi F, Hightower A, Lyamba B, Mbudi Paluku, Nguyen-Dinh P, Breman JG. 1993. *Plasmodium falciparum*-associated anaemia in children at a large urban hospital in Zaire. *Am J Trop Med Hyg* 48:365-371
- Hurrell RF. 1997. Preventing iron deficiency through food fortification. *Nutr Rev* 66:210-222
- Hwang GH, Jung LH, Ji HR. 2001. The eating behaviors, nutrient intakes and hematological status of primary school children in Gwangju. *Korean J Food & Nutr* 14:1-9
- Kadar N, Caldwell BV, Romero R. 1981. A method of screening for ectopic pregnancy and its indications. *Obstet Gynecol* 58:162-166
- Kim MK, Chung HR, Moon HK, Song BH. 1991. Hemoglobin, hematocrit and serum ferritin as markers of iron status. *Korean J Nutr* 24:450-457
- Kim TW, Kim MY, Hong YJ, Son BK, Choi JW, Pai SH, Choe WS, Chang KJ, Kim SK. 2001. Iron status in adolescents and university students in Incheon. *Korean J Hematol* 36:311-317
- Kim YJ, Lee SS. 2008. The relation of maternal stress with nutrients intake and pregnancy outcome in pregnant women. *Korean J Nutr* 41:776-785
- Kim YK, Chyun JH. 2001. Nutrition intakes and relations to the obesity and the prevalence of anemia in preschool children living in metropolitan area of Korea. *Korean J Dietary Culture* 16:451-462
- Korea Health Statistics. 2012. Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-3). Ministry of Health & Welfare. pp 64
- Korean Pediatric Association. 2007. Korean Infant Normal Growth
- Lee HO. 2006. A study on improvement of food habits program for preschool children (I) -Based on food habits and eating behavior-. *Korean J Food & Nutr* 19:343-351
- Lee SH, Ryu ON, Park KW, Kim EK. 1999. A study on iron nutritional status of girls at puberty in Kangnung area. *Korean J Community Nutr* 4:139-148
- Lichtman HC. 1958. Current status of therapy in anemias. *J Am Med Assoc* 167:735-741
- Muriel C, Jean-Yves LH, Nadine F, Michel C, Philippe P, Raceline G, Mathilde B, Phillippe D. 1998. Prevalence of and risk factors for anemia in young children in southern Cameroon. *Am J Trop Med Hyg* 58:606-611
- Park HS, Ahn SH. 2003. Eating habits and social behavior in Korean preschool children. *Korean J Nutr* 36:298-305
- Pattanee W. 2002. Prevention and control of anemia: Thailand experiences. *J Nutr* 132:862S-866S
- Persijn JP, van der Slik W, Riethorst A. 1971. Determination of serum iron and latent iron-binding capacity (LIBC). *Clin Chim Acta* 35:91-98
- Pita GM1, Jiménez S, Basabe B, García RG, Macías C, Selva L, Hernández C, Cruz M, Herrera R, O'Farrill R, Calderius

- I, Paulí K, Leyva M, Arocha C, Herrera D. 2014. Anemia in children under five years old in Eastern Cuba, 2005-2011. *MEDICC Rev* 16:16-23
- Premji Z, Hamisi Y, Shiff C, Minjas J, Lubega P, Makwaya C. 1995. Anaemia and plasmodium falciparum infections among young children in an holoendemic area, Bagamoyo, Tanzania. *Acta Trop* 59:55-64
- Stanley Z. 2003. Clinical nutrition : 8. The role of nutrition in the prevention of iron deficiency anemia in infants, children and adolescents. *JAMC* 168:59-63
- Walter T. 2003. Effect of iron deficiency anemia on cognitive skills and neuromaturation in infancy and childhood. *Food Nutr Bull* 24:S104-110
- WHO. 1998. National Health and Nutrition Examination Survey III, USA 47 (RR-3):1-25
- WHO/UNICEF/UNU. 2001. Iron deficiency anemia : assessment, prevention and control. A guide for programme managers. Geneva : World Health Organization 111-114
- Wi SU, Park MR. 1993. An investigation of obesity, anemia and food-life-arritude for the middle aged persons in Kimchun. *Korean J Food & Nutr* 6:25-30
- Worwood M. 1997. The laboratory assessment of iron status-an update. *Clin Chim Acta* 259:3-23
- Yu KH, Yoon JS. 2000. Comparison and evaluation of hematological indices for assessment of iron nutritional status in Korean pregnant women (III). *Korean J Nutr* 33:532-539

접 수 : 2014년 3월 21일
 최종수정 : 2014년 5월 27일
 채 택 : 2014년 5월 30일