

부천시 저소득층 초등학교 5학년 어린이들의 영양소 섭취 및 철분 영양 상태*

손 숙 미[†] · 양 정 숙

가톨릭대학교 식품영양학과

Nutritional Status of 5th Grade School Children Residing in Low-Income Area of Pucheon City

Sook Mee Son,[†] Chung Sook Yang

Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea, Pucheon, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the proportion of 5th grade school children with iron depletion or iron depleted anemia with simultaneously assessing their general nutritional status.

The anthropometric measurements, nutrient intake, and biochemical status of iron were measured for 261 school children from 5th grade residing in low income area of Pucheon.

The mean height and weight of male were 138.7cm and 33.6kg respectively and were significantly lower than those of female.

Mean fat percent, triceps skinfolds thickness and arm circumference were 21.4%, 13.7mm and 22.2cm for female and were significantly higher than 19.1%, 11.4mm, 21.4cm of male respectively.

The intake of vitamin A and calcium were 46.4% and 47.7% of RDA for male and 36.6% and 44.9% for female respectively.

The energy intake, carbohydrate, thiamin, niacin, ascorbic acid of male were significantly higher than those of female respectively.

The mean daily intake of iron were 7.5mg for male and 7.3mg for female and were not significantly different.

The mean biochemical indices of iron nutritional status were not significantly different between male and female except free erythrocyte protoporphyrin(FEP) and FEP: hemoglobin ratio.

The proportion of male with iron depletion assessed by TIBC($TIBC \geq 360 \mu\text{g}/\text{dl}$) and serum ferritin were 12.8% and 18.9% whereas female with iron depletion was 11.8% and 10.9% respectively.

The anemic male assessed by serum iron($<70 \mu\text{g}/\text{dl}$), Hb($<12 \text{g}/\text{dl}$), Hct($<36\%$), FEP($<70 \mu\text{g}/\text{dl}_{\text{RBC}}$) were 25.4%, 8.4%, 0.8%, 1.8% respectively and 23.2%, 8.4%, 3.4%, 1.0% for female respectively. (*Korean J Community Nutrition* 2(3) : 267~274, 1997)

KEY WORDS : school children · nutritional status · iron depleted anemia.

*본 연구의 일부는 1996년도 대한영양사회경기대회 연구용역으로 시행되었음.

[†]교신저자 : 손숙미, 422-743 경기도 부천시 역곡동 43-1 (전화) 032) 650-3318, 팩스) 032) 341-9798

서 론

학동기는 일생을 통하여 신체적, 정신적인 성장 발육이 가장 왕성한 시기이다(모수미 등 1994). 학동기 아동의 영양 섭취는 신체의 발육뿐 아니라(Graham 1981)행동과도 연관이 있고(김선희 · 김숙희 1983 ; 허귀엽 · 손숙미 1996), 이 시기의 좋은 영양 공급은 일생의 성장 발육의 기초를 조성하여 지적, 사회적, 정서적 능력을 향상시킬 수 있으므로 학동기 아동의 영양의 중요성은 절실하다 하겠다.

우리나라의 경우 경제발전과 소득 증가로 인하여 학동기 어린이들의 영양 상태가 상당히 개선되었다고는 하나 저소득층 학동기 어린이들의 경우 부모들이 대부분 맞벌이로 일을 나간 후 방치되고 있으며 부모의 배려 부족으로 말미암아 섭취하는 식품의 질적, 양적 감소가 일어나기 쉬우므로 어린이들의 영양 문제는 심각하다(정상진 등 1990).

학동기 아동에 있어 빈혈은 흔하게 발생하며 빈혈의 주원인은 철분 부족으로 알려져 있고 철분 부족은 주로 철분섭취부족과 흡수저하때문인 것으로 보고되었다(Cartwright, Lee 1971).

우리나라의 경우 특히 식물성 식품의 섭취비율이 높으므로 식이의 철분이용이 낮을 것으로 생각된다. 1991년도 국민영양조사에서 대상자 1인당 1일 평균 철분 섭취량은 23.1mg으로서 RDA의 177%에 달하여 충분히 섭취되고 있는 듯이 보이나 그중 85%가 식물성 식품으로부터 섭취된 양이며 육류와 어류로부터 섭취한 철분이 15%에 불과하므로 이용률이 극히 낮을 것으로 생각된다. 실제로 1991년도 국민영양조사(보건복지부 1991)에서 혈액색소량 12g/dl이하를 철분결핍으로 판정했을 때 전국 대상자의 35.2%가 빈혈이었다. 특히 저소득층 어린이들은 낮은 철분섭취량과 식이중 철분의 낮은 생체이용률로 말미암아 철분 결핍이 일어나기 쉽다. 정상진 등(1990)은 저소득층 학동기 어린이들이 낮은 성장발육을 보였고 11.7~16.3%가 영양성 빈혈을 보였다고 보고했다. 학동기 어린이들의 철분결핍이 일어나면 피곤, 두통, 식욕부진 등의 빈혈증상(이기열 · 문수재 1994)과 더불어 더 많은 질병에 걸리며 정서적인 불안, 집중력 저하 등으로 인해 학업에 영향을 미친다고 보고되었다(Howell 1971).

본 연구에서는 부천시에 거주하는 저소득층 초등학교

5학년 어린이 261명을 대상으로 체적지수, 영양소섭취량, 혈액의 철분지표 등을 조사하여 일반 영양상태와 더불어 철분 부족인 아동의 비율을 조사함으로써 지역 사회아동의 영양처방사업을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

연구 대상 및 방법

1. 조사 대상

경기도 부천시의 공장밀집지역에 위치한 국민학교 5학년 학동기 어린이 261명을 대상으로 하였으며 남자는 136명, 여자는 125명이었다. 조사대상가구는 평균 월수입은 월 156만원으로써 도시가계연보(1995)에 보고된 도시 근로자 가구의 평균 월수입은 170만원에 비해서 낮은 저소득층이었다.

2. 조사 내용 및 방법

1) 신체 계측

아동들의 신장, 몸무게, 상박둘레(Mid-Arm Circumference : MAC)를 측정하였으며 피하지방두께는 Caliper(fat caliper, JAMAR)를 사용하여 상박두께(Triceps skinfolds thickness : TST)를 측정하였다. 체지방율(Fat percent), 체지방량(Fat weight), 비체지방량(Lean body mass : LBM), 총수분량(Total body water : TBW)은 전기저항원리(Bioelectrical impedance analysis : BIA)를 이용한 체지방 측정기(Bioelectrical impedance fatness analyzer, 길우트레이딩, GIF-891, 1994)를 사용하여 측정하였다.

2) 영양소 섭취량 조사

식품섭취량은 아침, 저녁은 24시간회상법(24hr recall method)으로 점심은 weighing방법을 병행하여 3일간의 식품섭취량을 조사하였으며 이것을 바탕으로 현민system의 영양진단 프로그램을 사용하여 1일평균 영양소 섭취량을 계산하였다.

3) 생화학적 분석

식이조사가 끝난 다음날 아침 공복시에 정맥혈로부터 혈액을 채취하였으며 일부는 일반혈액분석을 위해서 EDTA처리된 tube에 옮겨졌으며 일부는 6000rpm에서 10분간 원심 분리하여 혈청을 얻었다. 혈액 중의 혈색소 농도(Hb), 헤마토크리트치(Hct), 평균적혈구혈색소(MCH), 평균적혈구혈색소농도(MCHC) 등은 혈액

성분자동분석기(Sysmex E2500, Japan)를 사용하여 분석하였고 적혈구수(RBC)는 electronic counter (Coulter STKS, U.S.A)로 측정하였다. 혈청철분(Serum iron)은 ferrozine을 사용하는 방법으로(Bauer 1974)측정하였으며, TIBC의 경우 tris-ascorbate buffer를 써서 incubate시킨 다음 혈청철분과 같은 방법으로 측정하였다(Tietz 1982). 혈청페리틴(Serum ferritin)은 ¹²⁵I IRMA kit(Instar 1995)를 사용하여 two-side immunoradiometric assay에 의해 측정하였다(Addison 1970). Free erythrocyte protoporphyrin 은 ethylacetate : acetate(4 : 1)용액을 사용하여 처리한 후 spectrofluorometer(Kontron, SF-25, 1988)로 측정하였다(Bauer 1982 ; Langer 등 1972 ; Sassa 등 1973).

4) 통계처리

각 군에서의 혈액학적 검사치, 영양소 섭취량, 신체계측치는 mean±SD로 표시하였고 각 parameter에 있어 남녀간의 유의차 검증은 student t-test를 사용하였다. 각 영양소 섭취량, 신체계측치, 생화학적 검사치 간의 상관관계는 pearson correlation을 사용하였으며 모든 통계 처리는 SAS(Statistical analysis system)을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 신체계측치

본 연구에서 남아의 키는 138.7cm, 몸무게 33.6kg, 여아의 키는 141.3cm, 몸무게 35.9kg으로서 여아가 남아에 비해 키, 몸무게에 있어 유의적으로 높은 값을 보였다(Table 1). 남아의 키와 몸무게는 각각 공업진흥청 표준치(1992)의 97.1%, 89.8%였으며 여아의 키와 몸무게는 11세기준 공업진흥청 표준치(1992)의 98.1%, 96.8%로서 다소 낮았다. 아동들의 키와 몸무게는 한국 소아 신체 발육 표준치(1985)인 남아 140.3cm, 32.4kg, 여아 141.8cm, 33.6kg과 비교할 때 키는 다소 작고 몸무게는 더 높은 경향을 보였다. 또한 본 연구에서 남아는 정상진 등(1990)의 저소득층 비급식 국민학교 동일 연령아동군의 키 140cm, 몸무게 32.7kg과 비교할 때 키는 더 작고 몸무게는 다소 높았으며 여아의 경우는 키와 몸무게가 다소 높았다. 그러나 서울시 고소득층의 국민학교 아동(이윤나 등 1992)에 비해서는 남

Table 1. Mean anthropometric indices

	Male	Female
Height(cm)	138.7 ± 6.2 ¹⁾	141.3 ± 6.8 ^{**}
Weight(kg)	33.6 ± 6.5	35.9 ± 7.1 ^{**}
Fat percent(%)	19.1 ± 6.0	21.4 ± 4.0 ^{**}
Fat weight(kg)	6.6 ± 3.1	7.8 ± 2.8 ^{**}
LBM (kg)	27.1 ± 4.6	28.1 ± 4.8
TBW	19.8 ± 3.3	20.5 ± 3.5
Skinfold thickness(mm)	11.4 ± 4.5	13.7 ± 4.6 ^{**}
Mid-arm circumference(cm)	21.4 ± 2.6	22.2 ± 3.0*
BMI	17.4 ± 2.4	17.9 ± 2.7

1) Mean±S.D., *p<0.05, **p<0.01

아의 경우 키와 몸무게가 각각 9.1cm, 8.8kg, 여아의 경우 5.6cm, 5kg이 더 작아서 고소득층에 비해서 매우 낮은 키와 몸무게를 보였다. 여성에서는 사춘기시기에서 나이에 따라 체지방이 증가한다고 보고되고 있으며(이윤나 1995) 본 연구에서도 체지방율과 체지방량에 있어 여아가 남아에 비해 유의적으로 높은 수치를 보였다. 그러나 이와 같은 결과는 인천시내 초등학생을 대상으로 조사한 윤정순 등(1997)의 여아의 체지방율이 남아의 체지방율보다 낮다고 한 보고와는 대조를 보였다. 영양상태의 지표이자 피하지방의 축적정도를 나타내는 상박의 피부두께는 여아가 남아에 비해 높은 값을 보여(p<0.01) 김현아의 연구(1994)와 비슷한 경향을 보였다. BMI의 경우 남녀 각각 17.4, 17.9로서 문현경 등(1987)이 보고한 남아 16.7, 여아 16.4에 비해 높은 수치를 보였다.

1) 영양소 섭취량

본 연구대상자의 영양소 섭취량은 남녀 각각 1462 kcal와 1400kcal로서 남아가 여아에 비해 열량섭취가 유의적으로 높았다(p<0.05). 이와 같은 수치는 남녀 각각 RDA(한국영양학회 1995)의 63.0%, 73.7%로서 급식을 실시하고 있는 농촌 지역의 남자 1555kcal, 여자 1657kcal(김복희 등 1989)에 비해 낮은 값이며 도시 비급식 아동의 평균 에너지 섭취량인 1529kcal(이경신 등 1985)보다 낮았고 도시 저소득 초등학교 아동의 영양소 섭취량(모수미 등 1990)과 비슷한 값이었다.

이는 본 연구 대상자의 평균 수입이 월 156만원으로서 도시 가계연보(1995)에 보고된 도시근로자 가구의 평균 월수입인 170만원에 비해 낮은 수준이기 때문으로 생각된다. 이 밖에도 남이는 여아에 비해 당질, 티아민, 니아신, 아스코르브산 등을 유의하게 더 많이 섭취

Table 2. Mean daily nutrient intake

Nutrient	Male (RDA%)		Female (RDA%)	
Energy (kcal)	1462.0 ± 387 ¹⁾	(66.6)	1337.0 ± 309*	(70.4)
Protein (g)	48.8 ± 14.4	(81.3)	47.7 ± 13.4	(79.5)
Fat (g)	33.2 ± 14.6		32.4 ± 13.4	
Carbohydrate (g)	244.6 ± 66.4		219.8 ± 58.4**	
Vitamin A (R.E)	278.5 ± 351.8	(46.4)	219.7 ± 195.1	(36.6)
Thiamin (mg)	0.70 ± 0.26	(63.6)	0.63 ± 0.18*	(63.0)
Riboflavin (mg)	0.76 ± 0.34	(58.5)	0.70 ± 0.30	(58.3)
Niacin (mg)	8.97 ± 5.24	(64.0)	7.66 ± 3.40*	(58.9)
Ascorbic acid (mg)	43.8 ± 32.0	(87.6)	33.1 ± 21.1**	(66.2)
Calcium (mg)	381.3 ± 240.5	(47.7)	358.8 ± 192.3	(44.9)
Iron (mg)	7.5 ± 3.4	(63.0)	7.3 ± 2.6	(40.6)

1) Mean ± S.D., *p<0.05, **p<0.01

하고 있다. 남아의 경우 영양소 섭취량은 RDA의 46.4%~87.6%를 보였으며 비타민 A는 RDA의 46.4%로서 가장 낮게 섭취하고 있었고 아스코르브산의 경우 RDA의 87.6%로서 가장 높게 섭취하고 있었다. 여아의 경우 영양소 섭취량이 전반적으로 남아에 비해 떨어졌으며 특히 비타민 A는 RDA의 36.6%로서 가장 낮았고 이 밖에도 칼슘과 철분의 섭취량이 각각 RDA의 44.9%와 40.6%로서 낮았으며 여아의 경우 RDA의 80% 이상으로 섭취하고 있는 영양소가 없었다.

2) 철분의 영양상태 평가지표

본 연구에서는 여아의 free erythrocyte protoporphyrin(FEP)와 FEP/Hb ratio가 유의적으로 높았으며 다른 지표에 있어 남녀의 차이는 없었다(Table 3).

Hb의 경우 남녀 모두 13.0g/dl로서 도시저소득층 초등학교 아동(정상진 등 1990)과 비슷한 값을 보여주었으며 유도순·문수재 등(1982)이 서울시내 아동을 대상으로 측정한 남자 12.9g/dl, 여자 12.5g/dl보다는 높은 수치였다. 일반적으로 철분결핍상태는 3단계로 진행이 되는데 첫단계는 철분 부족(iron depletion)의 단계로 혈청 ferritin치가 감소하고 두 번째 단계인 철분 결핍성 조혈 단계(iron-deficient erythropoiesis)에서는 혈청 철분이 감소하고 TIBC는 상승하며 철분 결핍성 빈혈(iron-deficiency anemia)에서는 Hb, Hct등이 감소하게 된다(Gibson 1990).

Hb의 경우 체내에 철분이 고갈(iron depletion)되고 난 후인 철분결핍의 3단계에 가서야 감소되고 만성 감염 등에 의해 그 수치가 떨어지므로 정상인 사람과 철분 결핍인 사람 사이에 중복되어 나타나게 되어 민감도

Table 3. Levels of hematologic parameters related to iron status

	Male	Female
RBC count($10^6/mm^3$)	4.73 ± 0.32 ¹⁾	4.70 ± 0.03
Hematocrit(%)	40.5 ± 2.4	40.4 ± 0.3
Hemoglobin(g/dl)	13.0 ± 0.8	13.0 ± 0.1
MCV(μm^3)	85.6 ± 2.6	85.9 ± 0.3
MCHC (%)	32.3 ± 0.7	32.4 ± 0.1
Ferritin (ng/ml)	32.1 ± 15.2	29.7 ± 1.5
FEP($\mu g/dl$)	33.8 ± 16.2	39.6 ± 1.6**
Serum iron($\mu g/dl$)	100.2 ± 43.7	91.7 ± 2.9
TIBC($\mu g/dl$)	262.6 ± 77.0	267.4 ± 7.3
TS(%)	39.4 ± 15.2	36.6 ± 1.4
FEP/Hb ratio	2.6 ± 1.7	3.1 ± 0.2*

1) Mean ± S.D., *p<0.05, **p<0.01

FEP : Free erythrocyte protoporphyrin

TS : Transferrin saturation

TIBC : Total iron binding capacity

가 상대적으로 떨어지게 된다(Garby 등 1969). 그러나 Hb의 경우 비교적 간단하고 안전하게 측정할 수 있으므로 field survey에서 많이 이용된다. 미국 HANES II (National Health and Nutrition Examination survey)조사 결과에서는 11세~14세 사이의 Hb cut-off point가 남아 12.0, 여아 11.8로 정했지만 WHO에서는 빈혈이 존재하기 쉬운 Hb농도를 남녀 모두 12.0으로 발표하였다(WHO 1972). 본 연구에서는 WHO의 기준치에 따라 Hb 12g/dl미만인 철분결핍아동은 남녀 모두 8.4%였다.

본 연구에서 Hct의 경우 남아 40.5%, 여아 42.4%로서 남녀간에 차이가 없었으며 이것은 이경신 등(1988)이 측정한 초등학교 아동의 수치와 비슷한 값을 보였

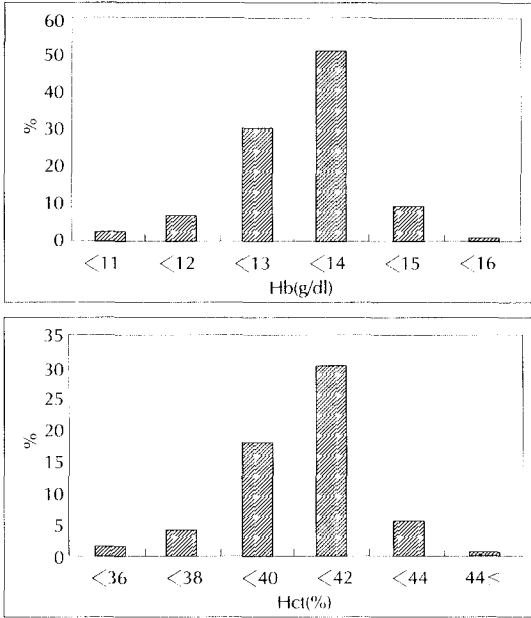


Fig. 1. Distribution of subjects by hemoglobin and hematocrit.

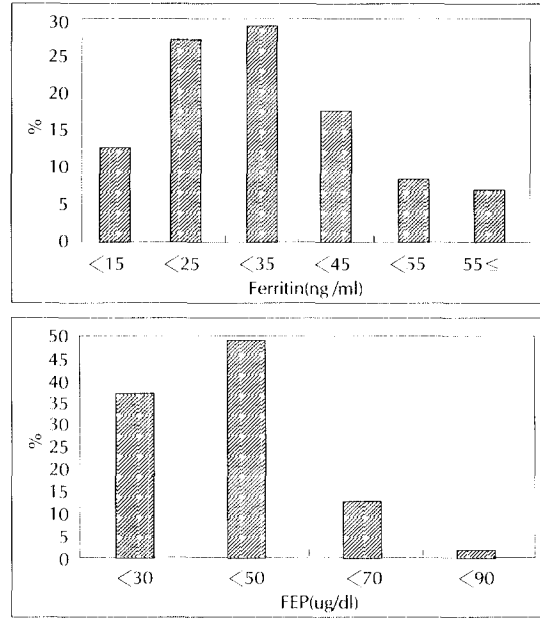


Fig. 2. Distribution of subjects by ferritin and FEP.

다. Hct 36%만으로 판정한 철분 결핍아동은(Yipr 등 1983) 남자의 0.8%, 여자의 3.4%로서 다른 지표에 의해 판정한 철분결핍아동의 비율에 비해 가장 낮은 비율을 나타냈다.

Hb, Hct의 분포를 보면(Fig. 1) Hb의 경우 13g/dl 이상 14미만에 가장 분포가 많았고 Hct는 40%이상 42%미만이 가장 많은 분포를 보여주었다.

Graitcer(1980)은 Hb와 Hct 검사가 실제로 같은 집단에 대해서 빈혈판정의 지표로 사용되었을 때 빈혈율의 차이가 있다고 하였다. 즉 Hct만을 사용했을 때 정상적인 Hb농도인 어린이들의 1~10%가 빈혈로 진단되었으며 Hb농도를 기준으로 빈혈로 판정된 어린이들의 20~50%가 정상수준의 Hct 를 보였다고 보고하였다. 따라서 철분영양상태 측정은 한가지 방법을 쓰기보다는 여러 가지 방법을 상황에 따라 병행하여 사용하는 것이 타당적이다(Expert Scientific working Group 1985). Serum ferritin은 대부분의 사람들에 있어 몸에 저장된 철분의 이용과 평행한다(Cook 등 1974)고 볼 때 철분결핍, 과잉, 정상을 나타낼 수 있는 유일한 지표이다. 정상 성인의 ferritin은 20~300 μ g/L이며 1 μ g/L의 ferritin은 약 1mg의 철분 저장량과 대등하다고 보고되었다(Cook, Skikne 1982). 본 연구에서 ferritin의 평균값은 남자 32.1ng/ml, 여자 29.7ng/ml로서 미국의 NHANES II data의 11~14세 어린이의 평균인 18ng/ml보다는 높았으며 본 연구에서 여아의 경우는 여대생을 대상으로한 계승희·백희영(1993)의 26.3ng/ml, 이규희 등(1997)이 보고한 26.7ng/ml과 비슷했다. Serum ferritin은 철분결핍(iron depletion)시 제일 먼저 감소가 나타나고 serum ferritin이 20ng/ml이면 철분부족으로 간주되며(Gibson 1990) 10ng/ml미만이면 철분 결핍에 의한 빈혈이라고 판정된다. 본 연구에서는 철분부족인 serum ferritin 20ng/ml미만이 남자 18.9%, 여자 12.9%로서 남자의 철분부족율이 더 높게 나타났으며 전체적으로 철분부족 아동이 14.9%였다. 이것은 계승희·백희영의 연구(1993)에서 serum ferritin 15미만인 철분 결핍 여대생이 40.6%라고 보고한 것보다는 훨씬 낮은 수치였다. 이것은 초등학교 5학년 여자어린이들은 대부분 생리 전에 있으므로 생리에 의한 철분 고갈이 많지 않기 때문으로 생각된다. 대상자의 ferritin분포를 막대그래프로 나타냈을 때(Fig. 2) ferritin 25ng/ml이상 35ng/ml미만에 가장 많은 대상자가 분포하였으며 그 다음이 15ng/ml이상 25ng/ml미만에 분포하고 있었다.

TIBC는 transferrin에 있는 free iron binding site의 수와 관계되는 것으로서 철분결핍시에 비교적 빠르게 증가하며(Gibson 1990) 철분투여시에는 감소되는 것으로 보고되었다(Borch-Johnsen 1989). 본 연구 대

ml로서 미국의 NHANES II data의 11~14세 어린이의 평균인 18ng/ml보다는 높았으며 본 연구에서 여아의 경우는 여대생을 대상으로한 계승희·백희영(1993)의 26.3ng/ml, 이규희 등(1997)이 보고한 26.7ng/ml과 비슷했다. Serum ferritin은 철분결핍(iron depletion)시 제일 먼저 감소가 나타나고 serum ferritin이 20ng/ml이면 철분부족으로 간주되며(Gibson 1990) 10ng/ml미만이면 철분 결핍에 의한 빈혈이라고 판정된다. 본 연구에서는 철분부족인 serum ferritin 20ng/ml미만이 남자 18.9%, 여자 12.9%로서 남자의 철분부족율이 더 높게 나타났으며 전체적으로 철분부족 아동이 14.9%였다. 이것은 계승희·백희영의 연구(1993)에서 serum ferritin 15미만인 철분 결핍 여대생이 40.6%라고 보고한 것보다는 훨씬 낮은 수치였다. 이것은 초등학교 5학년 여자어린이들은 대부분 생리 전에 있으므로 생리에 의한 철분 고갈이 많지 않기 때문으로 생각된다. 대상자의 ferritin분포를 막대그래프로 나타냈을 때(Fig. 2) ferritin 25ng/ml이상 35ng/ml미만에 가장 많은 대상자가 분포하였으며 그 다음이 15ng/ml이상 25ng/ml미만에 분포하고 있었다.

Table 4. Correlation coefficients between biochemical indices for iron status

	RBC	Hb	Hct	MCV	MCHC	Ferritin	FEP	Serum iron	TIBC	TS ratio
Hb	0.8314***									
Hct	0.8690***	0.9321***								
MCV	0.4757***	-0.0307	-0.0154							
MCHC	-0.1144	0.1739	-0.1292	0.0093						
Ferritin	0.0075	0.0368	0.0169	0.0155	-0.0461					
FEP	-0.1181	-0.0874	0.01671*	0.0560	0.3019***	0.0976				
Serum iron	0.1294	0.1988**	0.1635*	0.0246	0.1153	0.0228	-0.1228			
TIBC	0.2248***	0.1994**	0.1755**	0.1381*	0.0762	0.1529*	0.0245	0.2631***		
TS	-0.0491	0.0340	0.0263	0.1378	0.0170	0.1100	-0.1044	0.6634***	-0.4730***	
FEP/Hb	-0.3133***	-0.3148***	-0.3815**	0.0491	0.2751***	0.1005	0.9671***	-0.1527*	-0.0660	-0.1015

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

FEP : Free erythrocyte protoporphyrin, TIBC : Total iron binding capacity

Table 5. Proportion of subjects with iron depletion or with iron deficient erythropoiesis

N(%)

Parameters	Criteria	Iron depletion			Iron deficient erythropoiesis		
		Male	Female	Total	Male	Female	Total
TIBC($\mu\text{g}/\text{dl}$)	≥ 360	15 (12.8)	13 (11.8)	28 (12.3)			
Serum ferritin(ng/ml)	< 20	21 (18.9)	12 (10.9)	33 (14.9)			
Serum iron($\mu\text{g}/\text{dl}$)	< 70				31 (25.4)	26 (23.2)	57 (24.3)
Hb(g/dl)	< 12				11 (8.4)	10 (8.4)	21 (8.4)
Hct(%)	< 36				1 (0.8)	4 (3.4)	5 (2.0)
FEP($\mu\text{g}/\text{dl}$ RBC)	≥ 70				2 (1.8)	1 (1.0)	3 (1.4)
TS(%)	< 16				3 (2.6)	5 (4.5)	8 (3.5)

상자의 TIBC의 평균치는 남자 262.6 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 여자 267.4 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로서 남녀간의 차이가 없었으며 우리나라 어린이들의 경우 정상범위가 확정되어 있지 않으므로 한국 성인의 정상범위와 비교할 때 보다 낮은 값이었으며 임현숙 등(1978)이 농촌 지역 주부들에게서 얻은 값인 297.5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 나 채범석 등(1981)이 보고한 291.2 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 보다 낮은 값을 보였다.

Herbert의 분류기준에 의해 TIBC 360 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상의 철분부족(iron depletion)을 보이는 아동은 남아의 경우 12.8%, 여자의 경우 11.8%로서 ferritin에 의해서 철분부족으로 분류된 아동들의 비율에 비해 낮은 값을 보였다. 그러나 TIBC는 RBC count, Hb, Hct, MCV, serum ferritin, serum iron 등과 유의적인 상관관계를 보여 철분상태를 나타내는 다른 지표들과 가장 많은 수의 유의적인 상관관계를 보였다(Table 4). 평균 혈청 철분 농도는 남녀 각각 100.2 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 91.7 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로서 여아의 경우 남해선·이선영(1992)이 보고한 충남대 여대생 91.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 비슷했다. 혈청철분은 혈청운반 단백질인 transferrin에 결합되어있는 철분 원자의 수를 말

하는 것이고 철분이 reticuloendothelial system으로부터 골수로 이동되는 단계의 철분을 반영하게 된다(Gibson 1990). 본 연구에서는 혈청철분 농도 70 $\mu\text{g}/\text{dl}_{\text{RBC}}$ 를 기준으로 했을 때 철분결핍으로 분류된 아동은 남아 25.4%, 여아 23.2%로서 다른 지표에 비해 가장 높은 비율을 보여주었다(Table 5). TIBC에 대한 serum iron의 비로 나타내는 transferrin saturation 은 골수에서 형성되는 적혈구로 철분이 이동되는 정도를 측정하게 된다. 본 연구에서는 transferrin saturation은 남아 39.4%, 여아 36.6%로서 정상범위에 있었으며 NHANES II 조사를 분석하여 Pilch와 Senti가 분류한 16%미만을 기준으로 철분결핍아동을 살펴보았을 때 남아 2.6%, 여아 4.5%였다.

FEP는 heme의 전구체로서 평소에는 적혈구에 매우 낮은 농도로 존재하나 철분저장량이 완전히 고갈되었을 때인 철분결핍의 두 번째 단계에서 heme의 합성에 충분한 철분이 공급되지 않음에 따라 protoporphyrin IX가 축적된다. 따라서 FEP의 증가는 불충분한 철분공급의 sensitive indicator라고 볼 수 있으며

transferrin saturation과 비슷하게 쓰일 수 있으나 좀 더 안정된 측정치를 보이며(Langer 등 1972) transferrin saturation이 15%이하로 떨어진 1주일 후 FEP는 매우 증가한다고 보고되었다. 본 연구에서는 우리나라의 어린이들을 대상으로 한 FEP 기준치가 없으므로 NHANES II 조사에서 성인에 대한 철분결핍의 cut-off point인 $70\mu\text{g}/\text{dl}_{\text{RBC}}$ 를 기준으로 보았을 때 남아의 1.8%, 여아의 1.0%가 철분결핍으로 나타나 다른 지표에 비해 낮은 비율을 보였다. FEP는 Hct와 유의적인 음의 상관관계($p < 0.05$)를 보았으며 MCHC와는 유의적인 양의 상관관계($p < 0.001$)를 보였다. FEP와 더불어 Hb와의 비인 FEP/Hb가 철분영양상태의 지표로 쓰이는데(Fidanza 1991), 본 연구에서는 FEP/Hb의 값은 남아의 경우 2.6, 여아의 경우 3.1로서 여아가 유의적으로 높은 값을 보였으며($p < 0.05$) FEP/Hb는 다른 지표인 RBC count, Hb, Hct, MCHC, FEP, SI 등과 유의적인 상관관계를 보여 FEP보다 유의적인 상관관계를 보인 경우가 더 많았다. Fig. 2는 대상자의 FEP분포를 나타낸 것으로서 FEP $30\mu\text{g}/\text{dl}_{\text{RBC}}$ 이상 $50\mu\text{g}/\text{dl}_{\text{RBC}}$ 미만인 곳에 대상자의 분포가 많았으며 $30\mu\text{g}/\text{dl}_{\text{RBC}}$ 미만인 수가 다음으로 많았다.

이상으로 보아 생화학적 검사치 중에서 TIBC와 serum ferritin 지표는 철분부족 아동을 선별하는데 적당하고 혈청 철분, transferrin saturation, FEP 등은 철분결핍아동을 선별하는데 적당한 것으로 생각되므로 본 연구에서는 TIBC $360\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상 and/or serum ferritin $20\mu\text{g}/\text{dl}$ 미만 and/or Hb $12\text{g}/\text{dl}$ 미만 and/or Hct 36% 미만 and/or FEP $70\mu\text{g}/\text{dl}_{\text{RBC}}$ 이상을 기준으로 철분부족 혹은 철분 결핍으로 판정된 어린이는 모두 108명으로서 전체의 42.1%였다.

요약 및 결론

본 연구에서 경기도 부천시에 거주하는 초등학교 5학년 학령기 아동 261명(남 136, 여 125) 대상으로 체격 지수, 영양소 섭취량, 혈액의 철분지표 등을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 신체계측에서 남아의 키는 138.7cm, 몸무게 33.6kg, 여아의 키는 141.3cm, 몸무게 35.9kg로서 여아가 남아에 비해 키, 몸무게에 있어 유의적으로 높은 값을 보였다. 체지방율, 상박피부두께에 있어서도 여아는 21.4%, 13.7mm로서 남아의 19.1%, 11.4mm에 비

해 유의적으로 높은 값을 보였고 상박피부 역시 여아가 22.2cm로서 남아의 21.4cm에 비해 유의하게 높은 값을 보여 전반적으로 여아가 남아에 비해 신체발육면에서 앞서는 경향을 보였으며 한국소아신체발육치에 비해 키는 다소 작고 몸무게는 더 높은 경향을 보였다.

2) 영양소 섭취량은 신체계측과는 대조적으로 남아의 열량, 당질, 티아민, 니아신, 아스코르브산의 섭취량이 각각 1462kcal, 244.6g, 0.70mg, 8.97mg, 43.8mg으로서 여아에 비해 유의적으로 높은 양을 섭취하고 있었으며 철분의 섭취량에는 유의차가 없었다. 남아의 경우 RDA의 58.5%~81.3%를 섭취하고 있었으며 여아의 경우 RDA의 40.6%~79.5%를 섭취하고 있었고 특히 칼슘, 철분, 비타민 A 섭취량이 권장량에 비해 매우 낮았다.

3) 철분영양상태를 나타내는 여러 가지 생화학적 지표 중에서 free erythrocyte protoporphyrin(FEP)와 FEP/Hb미만이 여아가 남아에 비해 높은 값을 보였을 뿐 남녀 차이는 없었고 각 생화학적 지표의 평균치는 정상범위에 있었다. TIBC $360\mu\text{g}/\text{dl}$ 를 기준으로 철분부족으로 분류된 어린이는 남아 12.8%, 여아 11.8%였으며 serum ferritin $20\mu\text{g}/\text{dl}$ 를 기준으로 철분부족으로 판정된 어린이는 남아 18.9%, 여아 10.9%였다.

혈청철분 $70\mu\text{g}/\text{dl}$ 미만을 기준으로 철분결핍으로 분류된 어린이는 남아의 25.4%, 여아의 23.2%였으며 Hb $12\text{g}/\text{dl}$ 미만을 기준으로 철분결핍으로 판정된 어린이는 남녀 모두 8.4%였다. Hct 36%미만을 기준으로 철분결핍으로 분류된 어린이는 남아 0.8%, 여아 3.4%였고 FEP $70\mu\text{g}/\text{dl}_{\text{RBC}}$ 이상을 기준으로 철분결핍으로 분류된 어린이는 남아 1.8%, 여아 1.0%로서 Hct, FEP를 기준으로 했을 때 다른 지표들에 비해 철분결핍아동의 비율이 낮았다. 따라서 본 연구에서는 TIBC $\geq 360\mu\text{g}/\text{dl}$ and/or serum ferritin $< 20\mu\text{g}/\text{ml}$ and/or 혈청 철분 $< 70\mu\text{g}/\text{dl}$ and/or Hb $< 12\text{g}/\text{dl}$ and/or Hct $< 36\%$ and/or FEP $\geq 70\mu\text{g}/\text{dl}_{\text{RBC}}$ 을 기준으로 철분부족 혹은 철분결핍으로 판정된 어린이는 모두 110명으로서 전체의 42.1%였다.

참고문헌

계승희 · 백희영(1993) : 우리나라 젊은 성인여성의 철분 영양상태와 이에 영향을 미치는 식이요인 분석(1) : 혈액의 철분 영양 상태 평가지표의 비교 및 분석. *한국영양*

- 학회지 26(6) : 672-702
- 김신희 · 김숙희(1983) : 학령기 아동의 영양실태와 신체발달 및 행동에 관한 조사연구. *한국영양학회지* 16(4) : 253-262
- 김옥희 · 윤혜영 · 최경숙 · 이정신 · 모수미 · 이수경(1989) : 경기도 용인군 농촌형 급식시범 초등학교 아동의 영양실태조사. *한국영양학회지* 22(2) : 70-83
- 김현아 · 김은경(1994) : 강릉지역 초등학교의 고혈압 및 비만의 이환율에 관한 연구. *한국영양학회지* 27(5) : 460-472
- 도시가계연보 P11-12. 통계청 1995
- 모수미 · 정상진 · 이수경 · 박수경 · 전미징(1990) : 서울시 내 저소득층 비급식 초등학교 아동의 영양실태조사 2. 영양섭취실태에 관한 조사연구. *한국영양학회지* 23(7) : 521-530
- 모수미 · 최혜미 · 구재옥 · 이정원(1994) : 생활주기영양학, 호일문화사
- 보건복지부(1995) : 1993년 국민영양조사보고서
- 유정순 · 최윤진 · 김인숙 · 장경자 · 천종희(1997) : 인천시 내 초등학교 5학년생의 비만실태와 식습관 및 생활습관에 관한 연구. *지역사회영양학회지* 2(1) : 13-22
- 이경신 · 최경숙 · 윤은영 · 이십열 · 김창임 · 박영숙 · 모수미 · 이원표(1988) : 도시초등학교 급식효과에 관한 연구. *한국영양학회지* 21(6) : 392-409
- 이규희 · 김은경 · 김미경(1997) : 강릉대 일부어대생의 철분 영양상태에 관한 연구. *지역사회영양학회지* 2(1) : 23-32
- 이기열 · 분수재(1994) : 기초영양학, 수하사, 서울
- 이윤나(1995) : 영양교육이 비만 여중생의 체지방, 혈청지질 및 식습관에 미치는 영향, 서울대학교 대학원 박사학위논문
- 이윤나 · 김원경 · 이수경 · 정상진 · 최경숙 · 권순자 · 이은화 · 모수미 · 유덕인(1992) : 서울 지역고소득 아파트단지내 급식 국민학교 아동의 영양실태조사. *한국영양학회지* 25(1) : 56-72
- 임현숙(1978) : 일부지역 어대생의 빈혈에 관한 연구. *한국영양학회지* 11 : 25-30
- 정상진 · 김창임 · 이은화 · 모수미 · 한창원(1990) : 서울시 내 일부 저소득층 비급식 초등학교 아동의 영양실태조사 1. 성장발육상태 및 생화학적 기초조사. *한국영양학회지* 23(7) : 513-520
- 채범석 · 김은주 · 이혜숙 · 한정호(1981) : 한국인 빈혈빈도에 관한 연구. *한국영양학회지* 14 : 182-189
- 허귀엽 · 손숙미(1996) : 자폐증아동의 영양소 섭취 및 두발과 소변 중의 무기질 함량에 관한 연구. *지역사회영양학회지* 1(3) : 346-353
- 한국영양학회(1995) : 한국인 영양권장량, 한국영양학회, 서울
- Addison GM, Beamish MR, Hales CN, Hodgkins H, Jacobs A, Llewelin P(1972) : An immunoradiometric assay for ferritin in the serum of normal subjects and patients with iron deficiency and iron overload. *J Clin* 25 : 326-329
- Bauer JD(1982) : Clinical laboratory method, pp.560-561 CV Mosby Company
- Carturzhgt GE, Lee GR, (1971) : The anemia of chronic disorders. *Br J Haematol* 21 : 147-152
- Cook JD, Lipschitz DA, Miles LEM, Finch CA(1974) : Serum ferritin as a measure of iron stores in normal subjects. *Am J Clin Nutr* 27 : 681-687
- Cook JD, Skikne BS(1982) : Serum ferritin : A possible model for the assessment of nutrient stores. *Am J Clin Nutr* 35 : 1180-1185
- Expert Scientific Working Group(1985) : Summary of a report on assessment of the iron nutritional status of the united states population. *Am J Clin Nutr* 42 : 1318-1330
- Fidanza F(1991) : Nutritional status assessment : a manual for population studies. pp269-372 chapman & Hall London
- Garby L, Irmell L, Werrer I(1969) : Iron deficiency in women of fertile age in a swedish community III. Estimation of prevalence based on response to iron supplementation. *Acta Medica Scandinavica* 185 : 113-117
- Gibson RS(1990) : Principles of nutritional assessment. pp 349-372 Oxford university press. *NewYork Oxford*
- Graham GG(1981) : Determinants of growth among poor children : Nutrient intake-achieved growth relationships. *Am J Clin Nutr* 34 : 539-554
- Graitcer PL, Galdsby JB(1980) : Nichaman MZ, Hemoglobins and hematocrit : are they equally sensitive in detecting anemia?. *Am J Clin Nutr* 34 : 61-64
- Howell D(1971) : Significance of iron deficiencies consequences of mild deficiency in children : extent and meaning of iron deficiency in the United States. Summary proceedings, Workshop of the food and Nutrition board Academy of Science. Washington D.C
- Langer EE, Haining RG, Labbe RF, Jacobs P, Crosby EF, Finch CA(1972) : Erythrocyte protoporphyrin. *Blood* 40 : 112-128
- Sassa S, Granick JL, Kappas A, Levere RD(1973) : Studies in lead poisoning : I. microanalysis of erythrocyte protoporphyrin levels by spectrofluometer in the detection of chronic lead intoxication in the subclinical range. 8 : 135-148
- Tietz NW(1982) : Textbook of clinical chemistry. pp.513-515, WB Saunders company
- YIPR, Schwartz S, Deinard AS(1983) : Screening for iron deficiency with the erythrocyte protoporphyrin test. *Pediatrics* 72(2) : 214