

어린이집을 이용하는 미취학 아동의 생화학적 분석에 의한 철분영양상태에 관한 연구*

유 경 희[§]

울산과학대학 호텔조리과

A Study on the Iron Nutritional Status with Biochemical Parameters in Preschool Children *

Yu, Kyeong Hee[§]

Department of Hotel Culinary Arts, Ulsan College, Ulsan 682-715, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the iron status of preschool children in Ulsan, Korea. The study was conducted using 95 children aged 3 to 6 years by investigating the anthropometric indices and assessing the dietary intakes and biochemical analysis. A questionnaire for dietary intakes using 24-hr recall method were carried out by the mothers of the 95 subjects. And also a study was conducted to assess hematological and biochemical status of iron and prevalence of iron deficiency. The average height and weight were 105.4 ± 7.0 cm, 18.7 ± 3.2 kg in boys, 103.8 ± 6.7 cm, 17.6 ± 2.7 kg in girls. These were lower than the body growth standard values of Korean pediatrics. There was not a significant difference in both between boys and girls. For the daily nutrient intake, energy was 1201.5 ± 280.9 kcal (79.3%RDA), protein was 63.8 ± 28.2 g (219.4%RDA), iron was 11.9 ± 4.5 mg (133.2%RDA). The iron nutritional status by hematological assay found that Hct was 34.7 ± 2.0 (%), Hb was 12.0 ± 0.8 g/dl, RBC was 4.3 ± 0.3 ($10^6/\mu\text{l}$), MCV was 80.5 ± 3.0 fL, MCH was 27.8 ± 1.1 pg and MCHC was 34.6 ± 0.6 g/dl. The biochemical measurement of serum iron was 75.6 ± 30.3 $\mu\text{g/dl}$, TIBC was 320.3 ± 34.1 $\mu\text{g/dl}$, serum ferritin was 30.0 ± 14.8 $\mu\text{g/L}$, Zinc-protoporphyrin (ZPP) was 32.7 ± 8.0 $\mu\text{g/dl}$, and ZPP/Heme was 71.1 ± 19.5 ($\mu\text{mole/mol heme}$). The prevalence with Hct, Hb, TS and serum ferritin less than cut-off value was 8.4%, 9.5%, 12.6% and 4.4% respectively. But the prevalence of iron deficiency estimated with ZPP and ZPP/Heme criteria were 25.3% and 27.4%, and were higher than in case of any other indices. The prevalence of iron deficiency anemia (low Hb (< 11.0 g/dl) and low serum ferritin (< 10 $\mu\text{g/L}$) or low TS (3 - 4 years: $< 12\%$, 5 - 6 years: $< 14\%$) was found in only one 3 year old girl. The prevalence of iron deficiency except Hct and Hb was the highest in 3 year group, but the prevalence by Hct and Hb was the highest in 5 year group. Iron deficiency and iron deficiency anemia do not seem to be a major public health problem in preschool children in Ulsan. (*Korean J Nutrition* 38(7) : 533~543, 2005)

KEY WORDS : preschool children, nutrients intakes, biochemical iron indices, iron deficiency.

서 론

만 2세에서 6세의 취학 전 아동기는 신체의 성장 발육이 왕성한 시기로서 활동량이 증가하고 신체 기능의 조절 및 사회 인지적 능력이 발달되는 중요한 시기이다. 특히 뇌의

경우는 4세에 75%가, 6~10세까지 100% 완성되는데 이 때에 영양공급이 큰 영향을 미친다는 것은 이미 국내외 연구 논문에서 보고되었다. 취학 전 어린이들은 계속되는 성장에 비해 소화 흡수 능력이 미숙한 특징을 가지고 있으며 섭취해야할 영양소의 절대량은 성인에 비해 적지만 체중 당 열량, 단백질, 수분의 필요량은 성인에 비해 크다.¹⁾ 이 시기의 좋은 영양공급은 일생의 성장 발육의 기초를 조성하여 지적, 사회적, 정서적 능력을 향상시킬 수 있으므로 매우 중요하다. 특히 철분은 효소 및 헤모글로빈을 포함한 많은 단백질의 구성분으로서 기능을 나타내며, 헤모글로빈은 대사를 위해 신체 조직에 산소를 운반하는 중요한 역할을 한다.

접수일 : 2005년 6월 20일

채택일 : 2005년 8월 19일

*This Research was supported by Korea Research Foundation Grant (KRF-2003-003-C00174).

[§]To whom correspondence should be addressed.

E-mail : khyu@mail.uc.ac.kr

철결핍성 빈혈은 개발도상국가에서는 여전히 주된 영양적 문제로 남아있으며, 비타민A나 요오드와 같은 미량영양소의 결핍과는 달리 과거 몇 십년동안 결핍증 해소의 진전이 제한되어있는 실정이다.²⁾ 1997년 보고한 미국의 영양조사에 의하면 1~2세 영아의 경우 9%, 사춘기 소녀 9%, 가임 여성에서 11%가 철결핍 상태인 것으로 보고되고 있으며, 철결핍성 빈혈의 경우는 각각 3%, 2%, 5%인 것으로 보고하여 철결핍 상태와 철결핍성 빈혈은 영아와 사춘기 소녀, 가임여성에서 여전히 흔하게 나타나고 있음을 보고하였다.³⁾

철결핍의 결과는 매우 심각하며, 어린이에서는 학업 성취도의 감소,^{4,5)} 성장률 저하, 행동발달의 손상 등 매우 다양하게 나타난다. 그러므로 성장의 중요한 시기에 모든 조직에 철분의 적절한 공급은 매우 중요하다하겠다. 철 결핍은 또한 창백한 피부, 기력 감퇴, 식욕 부진 등을 초래할 수 있고, 집중력 저하 등의 행동 장애를 가져올 수 있으며, 납의 흡수가 증가되어⁶⁾ 납에 쉽게 노출될 수 있다. 납에 중독되면 식욕감퇴, 체중감소, 철 결핍성 빈혈 등의 생리적 변화를 초래할 뿐 아니라⁷⁾ 행동과 학습 능력에도 영양을 끼친다고 보고되었다.⁸⁾

Heme 생합성의 최종 단계는 protoporphyrin IX이 양자 2개를 잃고 ferrous ion과 chelation함으로써 heme으로 전환되는 반응이다. 정상 조혈과정에서는 protoporphyrin 생성과 이용은 균형이 잘 이루어져 free erythrocyte protoporphyrin (FEP) 농도는 매우 낮으나, 철이 결핍되거나 납 중독 등의 경우 적혈구의 non-heme protoporphyrin은 metal cation free 형이 아니라 90% 정도가 zinc protoporphyrin (ZPP)으로 단지 acid extraction 과정에서 metal free 형으로 전환된다는 것이 밝혀졌고,⁹⁻¹⁰⁾ ZPP 자체는 549 nm의 fluorescence maximum을 보여 철결핍이나 납중독 환자의 선별 검사에 시료의 전처리 없이 ZPP의 형광측정이 이용될 수 있다는 것이 보고되었다.¹¹⁾ 납은 우리의 일상생활에서 주변 환경의 여러 곳에서 접할 수 있으며, 특히 본 연구조사 지역인 울산시 동구는 중공업, 화학 공장 등의 공장이 밀집되어 있어 어린이의 납중독에 의한 빈혈 가능성을 추정해 볼 필요가 있다고 생각된다.

우리나라 취학 전 어린이를 대상으로 실시한 연구들을 살펴보면, 어린이의 기호도나 식습관 자체에 관한 연구들¹²⁻¹⁴⁾과 식습관이 신체 성장과 발달이나 건강 및 영양상태에 미치는 영향을 조사한 연구들¹⁵⁻¹⁹⁾이 대부분이다. 이외에도 이들 유아에 대한 조사연구들은 1980년대 이후부터 계속 실시되어 왔으나 손가락에서 채취한 혈액에서 분석한 헤모글로빈과 헤마토크릿 분석결과²⁰⁾를 제외하고는 생화학적 분석에 의한 임상적 영양상태 판정은 거의 전무한 실정으로 유

아에 있어서 철분결핍이나 빈혈의 빈도는 제대로 자료가 없다고 볼 수 있다. 실제로 어린 유아에게서 혈액 채취란 쉬운 일은 아니며 부모의 적극적인 참여와 동의가 없으면 불가능한 일이기 때문에 사료된다. 그러나 헤모글로빈이나 헤마토크릿은 일차 의료의 예방적 관점에서 영양상태를 판정하는데 가장 보편화된 방법으로 사용하고 있으나²¹⁾ 빈혈인 개개인을 찾아내기는 타당성의 면에서 볼 때 그 신뢰도가 떨어지고 헤모글로빈이나 헤마토크릿 정상과 비정상을 판정하는 cutoff point가 개인의 영양요구량에 따라 달라지기 때문에 절대적인 판정 기준이 될 수 없다.²²⁾ 더욱이 취학 전 어린이의 영양관리가 중요한 시점인줄 알면서도 이 시기의 유아의 임상적 영양상태 평가 부재로 적절한 영양제 보충이나 보충제 섭취 방법, 강화식품의 개발 등에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 유아의 혈액 채취를 위하여 부모의 동의 및 적극적인 협조를 얻어, 취학 전 어린이의 철분영양상태 스크리닝을 위한 생화학적 기초 자료를 마련하고, 어린이의 일반적 특성, 영양섭취량, 성장 지표 등을 조사하여 혈액학적 철분영양상태 지표와의 상관성을 밝힘으로서 취학 전 어린이의 영양상태를 규명하고자한다. 본 연구의 임상영양학적 자료는 유아의 철분 결핍 개선을 위하여 보충제의 선택 및 보충 방법이나 보건소의 취학 전 어린이의 영양관리를 위한 도구 개발 등의 후행 연구에 중요한 기초 자료가 되리라 생각된다.

연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 어린이 선정 및 특성

울산 동구보건소 관할 어린이집 중에서 연구에 참여하겠다는 법인 어린이집 한곳과 사립 어린이집 1곳을 선정하였다. 본 연구를 위한 조사는 2004년 5~6월 사이에 이루어졌으며, 조사 대상 어린이들은 만 3세에서 6세였다. 어린이집 안내문을 통하여 어머니들에게 어린이의 철분 영양 상태에 대해 검사를 실시해도 좋은지 설문조사를 하였으며 이에 응한 어머니의 자녀에 대해서만 혈액을 채취하여 철분영양상태 검사를 실시하였다. 혈액 검사에 응한 어린이는 100명이었으며 이 중 설문지 조사가 부실한 어린이를 제외하고 최종 95명의 어린이 자료를 분석하였다.

2. 신체계측

어린이의 신체계측은 혈액 분석 전에 보건소의 간호사 선생님들에 의하여 이루어졌으며 가벼운 옷차림 상태에서 어린이의 키와 몸무게를 측정하였다. 신체 발달 정도는 대한

소아과학회에서 보고한 한국소아발육 표준치²³⁾와 비교하여 평가하였다.

3. 일반적 사항 및 식이섭취 조사

어린이의 일반적 사항에 대한 설문 조사 및 식이섭취조사는 부모님이 작성하도록 하였다. 설문지를 배부하기 1주일 전에 어린이집의 가정 안내문을 통하여 다음주 어린이의 영양조사를 해도 좋은가에 대한 의사를 확인하였으며 식사량 기록을 위한 자세한 사진 자료와 정보를 함께 배부하여 식사섭취를 기록하는데 도움이 되도록 하였다. 연구조사 설문지는 어린이집 선생님을 통하여 주중에 일괄 배부하였으며, 어머니로 하여금 회상법에 의하여 어린이의 2일간 식사섭취량을 기록하도록 하였다. 당일 어린이집에서 섭취한 점심 식사에 대한 기록은 생략하도록 하였다. 교육을 받은 조사자가 직접 어린이집을 방문하여 선생님의 도움으로 어린이의 점심 식사 섭취량을 조사하였다. 어린이집에서는 점심식사를 먹을 만큼만 배식하였으며 또한 받아간 음식에 대해서는 모두 먹도록 교육을 하고 있어서 남긴 어린이는 거의 없었으며 더 먹기를 원하는 어린이에 대해서는 추가로 배식하였다. 수거된 설문지 중 미비한 설문지에 대해서 일일이 전화 통화로 식사량을 재확인하였으며 식사량 섭취가 확실치 않은 자료에 대해서는 분석에서 제거하였다.

조사된 식이섭취 조사 결과는 한국영양학회 부설 영양정보센터의 CAN PRO를 이용하여 영양소 섭취량을 분석하였으며 7차 영양권장량에 준하여 %RDA를 평가하였다.

3. 혈액분석

혈액 채취는 지역보건소의 도움으로 조사에 참석하겠다는 어린이에서만 이루어졌다. 채취한 혈액은 곧바로 hematologic 분석과 ZPP 측정을 실시하였으며 나머지 혈액은 원심분리한 후 즉시 상등액을 취하여 -20℃에 냉동 보관하였다.

혈액학적 분석으로는 자동분석기인 Coulter counter를 이용하여 전혈에서 적혈구수 (RBC), 헤모글로빈 (Hb), 헤마토크릿 (Hct), 평균혈구혈색소량 (mean corpuscular hemoglobin: MCH), 평균혈구혈색소농도 (mean corpuscular hemoglobin concentration: MCHC), 평균혈구용적 (mean corpuscular volume: MCV)을 분석하였다.

적혈구 ZPP 측정은 automatic Hematofluorometer Model ZP 206 (AVIV Biomedical, INC., USA)를 이용하여 549 nm에서 측정하였다. ZPP/Heme ratio는 Hb와 ZPP 농도를 구한 다음 Stanton 등²⁴⁾의 공식에 의하여 산정하였다.

$$\frac{\mu\text{mole of ZPP}}{\text{mole of heme}} = \frac{\mu\text{g of ZPP}}{\text{g of Hb}} \times 25.8$$

ZPP/Heme ratio는 적혈구 생성 중 유용한 bone marrow 철을 반영하며, 따라서 ZPP/Heme ratio는 marrow iron stain과 근접하는 것으로 고려될 수 있다.²⁵⁾

혈청 철 (serum iron) 및 총철결합능 (TIBC)도 automatic analyzer (Hitachi, Japan)를 이용하여 Ferrozine 발색법으로 측정하였으며, 측정된 혈청 철과 TIBC의 비로서 철포화도 (transferrin saturation: TS)를 계산하였다. 혈청 철포화도는 유동성 철의 수준을 나타내며 혈청 철 농도에 의해 영향을 받는다. 혈청 철 농도는 최근의 철 섭취와 diurnal variation을 반영하는 지표이다. 혈청 ferritin 농도는 저장 철의 수준을 나타내며 Immunoradiometric assay (IRMA)법에 의해 IRMA-Ferritin kit를 사용하여 측정하였다.

3. 통계처리

대상 어린이의 신체계측 지수 및 일반 사항과 영양소 섭취량, 혈액 분석결과는 SPSS통계 프로그램을 이용하여 평균 편차를 구하였다. 조사 대상 남자 어린이와 여자 어린이 간의 영양소 섭취량이나 혈액 지표들의 차이는 t-test를 이용하였다. 남자 어린이와 여자 어린이 각각에서 각 연령별 혈액 지표의 차이는 one-way ANOVA를 이용하였고, 각 변인들 간의 유의 수준은 Duncan's multiple range test를 이용하였다. 혈액지표간의 상관성은 Pearson's correlation coefficient를 이용하여 분석하였다.

연구 결과 및 고찰

1. 조사 대상자의 일반적 특성

조사 대상 어린이의 나이는 만 3세에서 6세로 평균 만 4.45세였으며 3세 어린이는 17명, 4세 37명, 5세 22명, 6세 19명으로 4세 어린이가 가장 많았다. 남자 어린이는 50명이었으며 여자 어린이는 45명으로 남녀 분포는 비슷하였다 (Table 1).

가정환경에 대한 조사결과로는, 어머니의 교육 수준에 있어서 '고졸'이 44명이었으며 '전문대졸 이상'이 47명으로 대부분이었고, 아버지의 교육수준에 있어서는 '고졸'이 33명, '전문대졸 이상'이 52명으로 대부분을 차지하였다 (Table 2). 월평균 수입으로는 '150만원 미만'이 6명, '150~199만원' 수준이 19명, '200~249만원' 수준이 22명으로 250만원 미만이 전체의 50%를 차지하였다. '250~299만원' 수준이 16명, '300~349만원'이 10명, '350~399만원' 수준이 14명, '400만원 이상'이 8명으로 250만원을 넘는 사람이 전체의 50%를 차지하여 조사 대상자의 생활수준은 고른 분포를 이루었다고 보여 진다. 어

머니가 직장을 가지고 있는 경우도 반 이상을 넘어 지역에 H중공업, H자동차와 같은 큰 기업의 근로자들이 많음을 시사하였다.

Table 1. Distribution of subjects by age and sex

Age (year)	Boys: No (%)	Girls: No (%)	Total: No (%)
3 yr	8	9	17 (17.9)
4 yr	19	18	37 (38.9)
5 yr	10	12	22 (23.2)
6 yr	13	6	19 (20.0)
Total	50 (52.6)	45 (47.4)	95 (100)

Table 2. General characteristics of children

Variable	No. of children (%)
Mother's education	
Middle school	1 (1.1)
High school	44 (46.3)
College or university	47 (49.5)
> Graduate school	3 (3.2)
Father's education	
Middle school	2 (2.1)
High school	33 (34.7)
College or university	52 (54.7)
> Graduate school	8 (8.4)
Family income per month (10,000 won)	
< 150	6 (6.3)
150 - 199	19 (20.0)
200 - 249	22 (23.2)
250 - 299	16 (16.8)
300 - 349	10 (10.5)
350 - 399	14 (14.7)
> 400	8 (8.4)
Mother's job	
Having a job	57 (60.0)
No job	38 (40.0)

Table 3. Height measurement of children by age and sex

Age	Boys	Standard values ¹⁾	Girls	Standard values	Total
3 yr (n = 17)	96.5 ± 3.4	97.8 ± 4.4	95.8 ± 2.6	96.5 ± 4.3	96.1 ± 2.9
4 yr (n = 37)	102.8 ± 5.1	105.1 ± 4.5	102.7 ± 3.9	103.8 ± 4.4	102.7 ± 4.5
5 yr (n = 22)	107.7 ± 4.1	111.3 ± 4.6	106.1 ± 4.5	110.4 ± 4.5	106.8 ± 4.3
6 yr (n = 19)	112.9 ± 3.1	117.2 ± 4.9	114.8 ± 4.0	116.1 ± 4.7	113.5 ± 3.4
Total (n = 95)	105.4 ± 7.0		103.8 ± 6.7		104.7 ± 6.9

1) Body growth standard values of Korean pediatrics in 1998

Table 4. Weight measurement of children by age and sex

Age	Boys	Standard values ¹⁾	Girls	Standard values	Total
3 yr (n = 17)	16.3 ± 1.3	15.5 ± 1.9	15.9 ± 1.8	14.8 ± 1.8	16.1 ± 1.5
4 yr (n = 37)	17.7 ± 1.8	17.5 ± 2.2	16.9 ± 1.9	16.9 ± 2.1	17.3 ± 1.9
5 yr (n = 22)	18.7 ± 2.4	19.6 ± 2.5	18.2 ± 2.2	19.1 ± 2.4	18.4 ± 2.3
6 yr (n = 19)	21.4 ± 4.3	22.0 ± 3.4	20.9 ± 5.0	21.3 ± 3.0	21.3 ± 4.4
Total (n = 95)	18.7 ± 3.2		17.6 ± 2.9		18.1 ± 3.1

1) Body growth standard values of Korean pediatrics in 1998

2. 신체계측

조사 대상 어린이의 신장은 전체 평균 104.7 ± 6.9 cm였으며 남아의 경우 105.4 ± 7.0 cm, 여아의 경우 103.8 ± 6.7 cm로 나이별로 남녀 어린이 간에는 유의한 차이가 없었다 (Table 3). 우리나라 소아발육 표준치²³⁾에 나타난 각 연령별 평균 신장과 비교 시 본 조사 대상 어린이의 신장은 모든 연령에서 낮게 나타났다.

체중은 전체 평균 18.1 ± 3.1 kg였고, 남아 18.7 ± 3.2 kg, 여아 17.6 ± 2.9 kg으로 역시 나이별로 남녀 어린이 간에는 유의한 차이가 없었다 (Table 4). 평균 체중 역시 우리나라 소아발육 표준치²³⁾와 비교시 남녀 어린이 모두 3~4세에는 표준치보다 약간 높았으나 5세부터는 표준치 보다 낮은 수치를 나타내었다. Son과 Park²⁶⁾의 연구에서 보고한 서울지역 저소득층 어린이의 경우 3세에 평균 신장이 98.9 ± 4.7 cm로서 본 연구 어린이들보다 컸으며, 4세에는 106.3 ± 4.3 cm, 5세에 111.5 ± 4.2 cm, 6세에는 116.7 ± 4.4 cm로 보고하여 본 연구 결과보다 약 4 cm정도 키가 큰 것으로 나타났다. 체중에 있어서는 3세에 14.9 ± 2.0 kg, 4세에 16.8 ± 2.1 kg, 5세에 18.4 ± 2.0 kg, 6세에 21.5 ± 3.7 kg으로 보고하여 3~4세에는 본 연구 어린이들의 체중이 약간 높았으나 5세 이후부터는 비슷한 결과를 보였다. 따라서 본 연구 어린이들이 서울지역 어린이들보다 키는 조금 작으며 체중은 비슷한 수준으로 비만도가 약간 더 높을 것으로 사료된다.

충남지역 평균 만 5세 어린이를 대상으로 조사한 Choi와 Lee²⁷⁾의 연구에 의하면 남자어린이의 평균 키는 111.7 ± 5.4 cm, 여자 어린이의 경우 109.0 ± 5.0 cm였으며, 체중의 경우 남자어린이가 19.6 ± 3.5 kg, 여자어린이가 18.7 ±

Table 5. Mean daily nutrient intakes and% RDA of children by sexes

Nutrients	Total (n = 95)	Boys (n = 50)	Girls (n = 45)	p-value
Energy (Kcal) (%RDA)	1201.5 ± 280.9 (79.3 ± 18.3)	1265.6 ± 252.9 (82.8 ± 16.4)	1130.3 ± 295.7 (75.4 ± 19.7)	0.018* (0.048*)
Protein (g) (%RDA)	63.8 ± 28.2 (219.4 ± 93.0)	66.4 ± 34.1 (227.0 ± 112.7)	60.9 ± 19.6 (211.0 ± 64.8)	NS (NS)
Fat (g)	45.0 ± 16.4	47.2 ± 14.0	42.5 ± 18.5	NS
CHO (g)	181.8 ± 44.2	192.1 ± 41.9	170.2 ± 44.3	0.015*
Fiber (g)	3.0 ± 1.7	3.3 ± 2.1	2.7 ± 1.2	NS
Vit.A (μgRE) (%RDA)	440.2 ± 489.8 (112.7 ± 122.5)	502.2 ± 657.9 (127.8 ± 164.3)	371.3 ± 145.6 (95.9 ± 37.9)	NS (NS)
Vit.C (mg) (%RDA)	48.7 ± 24.4 (101.4 ± 50.1)	47.4 ± 23.1 (97.5 ± 45.6)	50.1 ± 26.0 (105.7 ± 54.8)	NS (NS)
Vit.B ₁ (mg) (%RDA)	0.7 ± 0.2 (94.0 ± 31.0)	0.7 ± 0.2 (96.3 ± 29.8)	0.7 ± 0.2 (91.5 ± 32.4)	NS (NS)
Vit.B ₂ (mg) (%RDA)	0.8 ± 0.4 (79.2 ± 43.2)	0.8 ± 0.3 (80.7 ± 24.6)	0.8 ± 0.6 (77.5 ± 57.5)	NS (NS)
Vit.B ₆ (mg) (%RDA)	1.3 ± 0.5 (220.1 ± 77.3)	1.3 ± 0.5 (223.9 ± 74.9)	1.2 ± 0.5 (216.0 ± 80.5)	NS (NS)
Niacin (mg) (%RDA)	8.6 ± 3.2 (82.5 ± 29.4)	8.8 ± 3.1 (83.5 ± 26.5)	8.4 ± 3.3 (81.4 ± 32.6)	NS (NS)
Folic acid (%RDA)	133.7 ± 51.8 (139.3 ± 52.8)	144.5 ± 58.2 (149.3 ± 59.1)	121.7 ± 40.9 (128.2 ± 42.7)	0.031* (0.047*)
Calcium (mg) (%RDA)	597.9 ± 233.3 (103.3 ± 40.4)	661.3 ± 241.8 (113.4 ± 40.6)	527.5 ± 203.8 (92.1 ± 37.6)	0.005* (0.010*)
Iron (mg) (%RDA)	11.9 ± 4.5 (133.2 ± 48.6)	12.6 ± 5.0 (140.2 ± 52.5)	11.0 ± 3.8 (125.4 ± 43.0)	0.087* (0.140)
Zinc (mg) (%RDA)	5.7 ± 1.6 (75.7 ± 21.0)	6.2 ± 1.6 (81.0 ± 20.9)	5.2 ± 1.4 (69.9 ± 19.9)	0.003* (0.010*)

*: There is a significant difference of mean between sexes at 0.05 level by t-test

2.8 kg으로 보고하였다. 이 조사 결과와 비교 시 본 조사대상 어린이들이 키는 약 6 cm 정도 더 작았으며 체중은 약 1 kg 정도 더 낮은 것으로 나타났다.

많은 연구에서 신체 계측치는 어린이의 영양상태를 잘 반영하고 있는 것으로 밝혀졌는데 어린이의 체중 성장 부진은 짧은 기간의 영양불량 상태를 반영하고 신장의 성장 부진은 장기간에 걸친 영양부족 상태를 반영한다고 하였다.²⁶⁾ 따라서 여러 연구와 비교한 결과 본 조사대상 어린이들이 전 연령에서 신장은 작았으며 체중은 3~4세까지는 더 높았으나 그 후는 거의 비슷한 결과를 보여 울산지역 미취학 어린이의 영양상태 판정을 위한 좀더 많은 신체 계측 평가 연구가 필요하다고 보여 진다.

3. 영양소 섭취 상태

24시간 회상법에 의해, 주중 연속 2일간 식사기록법으로 조사한 대상자의 1일 평균 영양소 섭취량과 한국인 영양권장량에 준한 섭취 백분율을 Table 5에 나타내었다.

전체 어린이의 에너지 섭취는 1201.5 ± 280.9 kcal로서 권장량의 79.3%를 섭취하였으며 남자 어린이의 경우는 1265.6 ± 252.9 kcal, 권장량의 82.8%를, 여자 어린이의 경우 1130.3 ± 295.7 kcal, 권장량의 75.4%를 섭취하는 것으로 조사되어 남녀 어린이간에 에너지 섭취에 유의한 차

이가 있었다 (p < 0.05). 그러나 단백질 섭취에 있어서는 전체 어린이의 경우 63.8 ± 28.2 g을 섭취하였고 권장량의 219.4%를 섭취하여 에너지 섭취에 비해 단백질의 섭취량이 높았으며 남녀 어린이간에 단백질 섭취에는 유의한 차이가 없었다. 지방의 섭취는 전체 어린이가 평균 45.0 ± 16.4 g을 섭취하였으며 남녀 어린이 역시 유의한 차이가 없었다. 당질 : 단백질 : 지질의 열량 구성비율을 살펴본 결과 평균 62.5 ± 5.6% : 21.7 ± 3.3% : 15.7 ± 4.4%의 비율로 섭취하는 것으로 나타나 조사 대상 어린이의 열량 섭취가 단백질에서 많이 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 이는 최근 서구화된 식습관의 영향과 어린이 성장 발육에 대한 부모의 관심이 높아짐에 따라 단백질 섭취에 대한 필요 이상의 편중된 식습관 때문인 것으로 사료된다.

칼슘은 골격이나 치아의 성장에 필수적으로 대단히 중요한 영양소임에도 불구하고 한국인의 식습관상 부족하기 쉬운 영양소로 많은 연구에서 칼슘 부족에 대한 조사 결과를 보고하였다. 그러나 본 연구 어린이의 칼슘 섭취는 남녀 어린이 전체 평균 597.9 ± 233.3 mg으로 권장량의 103.3%였으며, 남자 어린이가 여자 어린이에 비해 유의하게 많이 섭취하였다. 조사 대상자의 89% 이상이 매일 우유를 1컵 이상 마시는 것으로 조사되었으며, 어린이집에서는 간식으

Table 6. Iron status indices by sexes (mean \pm SD)

Index	Total (n = 95)	Boys (n = 50)	Girls (n = 45)	p-value
Hct (%)	34.7 \pm 2.0	34.8 \pm 2.1	34.6 \pm 1.9	NS
Hb (g/dl)	12.0 \pm 0.8	12.0 \pm 0.8	11.9 \pm 0.8	NS
RBC ($10^6/\mu$ l)	4.3 \pm 0.3	4.3 \pm 0.3	4.3 \pm 0.3	NS
MCV (fl)	80.5 \pm 3.0	80.3 \pm 2.3	80.8 \pm 3.6	NS
MCH (pg)	27.8 \pm 1.1	27.8 \pm 0.9	27.8 \pm 1.3	NS
MCHC (g/dl)	34.6 \pm 0.6	34.6 \pm 0.6	34.5 \pm 0.6	NS
Serum iron (μ g/dl)	75.6 \pm 30.3	79.7 \pm 29.8	70.9 \pm 30.4	NS
TIBC (μ g/dl)	320.3 \pm 34.1	327.4 \pm 32.2	312.3 \pm 34.8	0.030*
TS (%)	23.8 \pm 9.7	24.5 \pm 9.1	22.9 \pm 10.2	NS
Serum ferritin (μ g/L)	30.0 \pm 14.8	27.8 \pm 13.5	32.4 \pm 16.0	NS
ZPP (μ g/dl)	32.7 \pm 8.0	31.7 \pm 8.7	33.8 \pm 7.1	NS
ZPP/Heme (μ mole/mol)	71.1 \pm 19.5	68.6 \pm 20.4	73.9 \pm 18.2	NS

*: There is a significant difference of mean between sexes at 0.05 level by t-test

로 우유를 공급하는 것이 일반화된 결과로 보여 진다.

철분 섭취 또한 평균 11.9 ± 4.5 mg으로 권장량의 133.2%를 섭취하여 상당히 많은 양을 섭취하고 있었으며 남자 어린이가 여자 어린이보다 유의하지는 않으나 높게 섭취하였다. 어린이들에게 철분은 헤모글로빈 농도를 유지시키기 위해 필요하고 신체 크기가 증가하면서 체내 철분의 양을 증가시키기 위해서도 필요하다. 약 0.5 g의 정상적인 철분을 저장하고 태어나는 어린이들은 생후 3개월까지는 모유에 의지하여 정상적으로 헤모글로빈을 유지할 수 있으며 그 후 3개월부터 3년까지는 하루에 1~1.5 mg/kg 까지가 적절하다고 알려져 있고 하루에 약 10 mg정도의 철분 섭취량은 대부분의 건강한 어린이들에게는 충분하다.¹⁾ 아연의 섭취량은 5.7 ± 1.6 mg으로 권장량의 75.7% 수준이었으며 남녀 어린이간에 유의한 차이가 있었다.

그 외에 비타민 A가 평균 440.2 ± 489.8 μ gRE (112.7 \pm 122.5%RDA)를 섭취하는 것으로 조사되었으며, 엽산과 비타민 B₆는 각각 133.7 ± 51.8 (139.3 \pm 52.8%RDA), 1.3 ± 0.5 (220.1 \pm 77.3%RDA)로 권장량 이상 섭취하는 것으로 조사되었다. 그러나 섬유질의 섭취는 극히 낮은 수준으로 전체 평균 3.0 ± 1.7 g 섭취하는 것으로 조사되었으며, 비타민 C의 경우에도 전체 평균 48.7 ± 24.4 mg으로 권장량의 101.4 \pm 50.1% 섭취하는 것으로 조사되어 어린이들의 식사에 야채가 부족한 현실을 반영하였다. 비타민 B₁, B₂, niacin 등의 수용성 비타민은 권장량에 못 미치는 수준으로 섭취되었다.

경기도 어린이를 대상으로 조사한 Park 등²⁹⁾의 연구와 비교해 보면 에너지 섭취량이 1844 kcal로 본 연구 결과보다 높았으며, 단백질 65.8 g, 비타민 B₁ 1.15 mg, 비타민 B₂ 1.36 mg, 나이아신 14.7 mg, 비타민 C 61.3 mg으로 수용

성 비타민 섭취가 본 연구보다 월등히 높았다. 본 연구 결과가 낮은 원인으로 어린이집에서의 식사교육으로 밥을 남기지 않도록 훈련 받음에 있다고 보여 진다. 어린이들이 식사량 배식에 민감하게 반응함을 느낄 수 있었으며 이로 인해 점심밥량이 적게 섭취하는 것으로 조사되었다. 그러나 Park 등²⁹⁾의 연구에서 칼슘 578 mg, 철분 10.8 mg, 비타민 A 363.3 μ gR.E., 지방 52.3 g으로 보고한 결과와 비교 시는 비슷한 수준을 보였다.

1999년 도시 저소득층 어린이를 대상으로 한 Son과 Park²⁶⁾의 연구에서는 철분의 섭취량이 3, 4, 5세에 각각 7.0 mg, 7.4 mg, 6.9 mg으로 권장량의 75% 미만이었으며 6세에는 8.8 mg으로 권장량의 88.0%로서 본 연구 어린이들의 철분 섭취량과 비교 시 아주 낮은 수준이었으며, 최근 우리나라 어린이들의 식사섭취 양상이 크게 달라진 것으로 사료된다.

2001년 국민건강·영양조사 결과³⁰⁾에 의하면 3~6세 어린이의 하루 평균 에너지 섭취량은 1448.3 kcal (96.0% RDA), 단백질 섭취량 49.2 g (170.2%RDA), 칼슘 419.5 mg (72.7%RDA), 철 섭취량은 7.0 mg (79.8% RDA)인 것과 비교해 보면 본 연구 어린이들의 에너지 섭취량은 낮은 반면 단백질과 칼슘, 철분섭취량은 아주 높은 것으로 나타났다.

2003년 Choi와 Yoon³¹⁾의 조사에 의하면 에너지 섭취량이 1272 ± 422 kcal로 본 연구 결과와 비슷하였으며 단백질 섭취량은 51.9 ± 58.1 g으로 다소 낮은 섭취를 보였다. 칼슘 섭취량 (496 ± 270 mg: 83.0%RDA)과 철분의 섭취량 (7.3 ± 3.6 mg: 81.0%RDA) 또한 본 연구 결과 보다 낮은 섭취를 보였다.

본 조사 대상 어린이의 영양섭취 상태를 종합하면 에너지

Table 7. Iron status indices by age (mean \pm SD)

Index	Age				p-value
	3 yr (n = 17)	4 yr (n = 37)	5 yr (n = 22)	6 yr (n = 19)	
Hct (%)	34.5 \pm 1.7	34.1 \pm 2.1	35.2 \pm 2.0	35.6 \pm 2.0	NS
Hb (g/dl)	11.8 \pm 0.8	11.8 \pm 0.8	12.2 \pm 0.7	12.2 \pm 0.8	NS
RBC ($10^6/\mu$ l)	4.4 \pm 0.2	4.2 \pm 0.3	4.3 \pm 0.2	4.4 \pm 0.2	NS
MCV (fL)	78.9 \pm 2.3 ^a	80.4 \pm 2.6 ^{ab}	81.9 \pm 4.1 ^b	80.5 \pm 2.2 ^{ab}	0.018*
MCH (pg)	27.0 \pm 1.0 ^a	27.9 \pm 1.1 ^b	28.3 \pm 1.1 ^b	27.9 \pm 0.9 ^b	0.002*
MCHC (g/dl)	34.2 \pm 0.6 ^a	34.7 \pm 0.5 ^b	34.8 \pm 0.6 ^b	34.6 \pm 0.6 ^b	0.019*
Serum iron (μ g/dl)	58.8 \pm 25.4 ^a	73.0 \pm 29.1 ^{ab}	82.1 \pm 35.7 ^b	88.1 \pm 22.9 ^b	0.018*
TIBC (μ g/dl)	304.6 \pm 37.7 ^a	316.0 \pm 33.9 ^a	324.7 \pm 29.1 ^{ab}	337.6 \pm 30.4 ^b	0.022*
TS (%)	19.4 \pm 8.3	23.3 \pm 9.2	25.7 \pm 12.1	26.3 \pm 7.3	NS
Serum ferritin (μ g/L)	36.9 \pm 13.9 ^a	31.6 \pm 19.2 ^{ab}	27.0 \pm 8.9 ^b	24.1 \pm 7.0 ^b	0.041*
ZPP (μ g/dl)	37.2 \pm 8.2 ^a	33.4 \pm 8.6 ^{ab}	29.6 \pm 5.6 ^b	30.9 \pm 7.5 ^b	0.009*
ZPP/Heme (μ mole/mol)	82.0 \pm 20.8 ^a	73.7 \pm 20.6 ^{ab}	63.0 \pm 13.9 ^b	65.6 \pm 16.8 ^b	0.003*

*: There is a significant difference of mean between age at 0.05 level by one way ANOVA. Values in a row not sharing the same subscripts are significantly different with Duncan's multiple range test

섭취는 다소 낮은 수준이었으며, 반면 단백질과 칼슘, 철분의 섭취는 아주 높은 것으로 나타나 영양문제가 큰 것으로 알려진 영양소 섭취에는 문제가 없는 것으로 나타났다. 이는 본 조사 연구 어린이집이 지역보건소에 의해 영양관리를 받고 있는 곳으로 이들 영양소에 대한 지속적인 영양교육의 효과로 보여 진다.

4. 생화학적 분석 결과

조사 대상 남녀 어린이별 철분 상태 지표의 생화학적 분석결과는 Table 6에 나타내었다. 전체 어린이의 평균 혈액학적 분석치의 결과로는 Hct 34.7 \pm 2.0 (%), Hb 12.0 \pm 0.8 g/dl, RBC가 평균 4.3 \pm 0.3 ($10^6/\mu$ l) 였으며, MCV 80.5 \pm 3.0 fL, MCH 27.8 \pm 1.1 pg, MCHC 34.6 \pm 0.6 g/dl로 남녀 어린이 간에 유의한 차이는 없었다. 혈청 철의 전체 남녀 어린이의 평균값은 75.6 \pm 30.3 μ g/dl로 역시 유의한 차이가 없었으나, TIBC는 평균 320.3 \pm 34.1 μ g/dl이었으며 남녀 어린이 간에 유의한 차이가 있었다. TS는 평균 23.8 \pm 9.7%였으며 혈청 ferritin은 평균 30.0 \pm 14.8 μ g/L로서 남녀 어린이 간에 유의한 차이가 없었다. ZPP의 경우는 전체 어린이 평균 32.7 \pm 8.0 μ g/dl였으며, ZPP/Heme ratio는 71.1 \pm 19.5 (μ mole/mol)로서 남녀 어린이 간에는 유의한 차이가 없었다.

적혈구 ZPP치는 철결핍성 빈혈의 선별 검사로서 유용성에 관한 연구들이 활발히 진행되었으며, 혈청 ferritin치와 같은 정도의 민감도로 철결핍성빈혈 발병 위험군에서의 빈혈 전 철결핍상태를 조기 진단할 수 있다고 하였다.^{32,33)}

ZPP/Heme은 빈혈이 시작되기 전에 초기 철결핍을 찾아 낼 수 있는 간단하며, 정확할 뿐 아니라 민감한 실험실적 조

사 방법이다.³⁴⁾ 정상적으로 heme 생합성의 최종 단계에서는 철분보다는 미량의 아연이 protoporphyrin에 결합하며,³⁵⁾ 따라서 철 결핍 erythropoiesis 상태에서 ZPP의 생성이 증가한다.

ZPP의 정상치에 대해 McLaren 등²⁵⁾은 cut-off value를 37.5 μ g/dl로 정했고, Marsh 등³⁶⁾은 ZPP의 평균치 및 표준 편차가 남자의 경우 10.9 \pm 5.7 μ g/dl, 여자의 경우 14.6 \pm 7.2 μ g/dl라고 하여 정상 범위는 남자의 경우 1~28 μ g/dl, 여자의 경우 2~36 μ g/dl이라고 하였다. 본 연구에서는 남자의 경우 평균 31.7 \pm 8.7 μ g/dl로서 정상범위에서 조금 벗어난 수치이며, 여아의 경우 33.8 \pm 7.1 μ g/dl로서 정상 범위에 속하였으나, 많은 외국의 논문에서 여자가 남자보다 유의하게 높게 나타나는 것으로 보고된 것과 일치하였다. Tchai 등³⁷⁾의 연구에서는 5세 이하 어린이의 ZPP 평균값은 남자 어린이의 경우 36.4 \pm 7.6 μ g/dl, 여자 어린이의 경우 33.9 \pm 8.0 μ g/dl로 남자 어린이가 높게 보고 되었으며, 본 연구 대상자와 비슷한 수치를 나타내었다.

본 조사대상 남자 어린이의 ZPP/Heme ratio는 68.6 \pm 20.4 (μ mole/mol), 여자 어린이는 73.9 \pm 18.2 (μ mole/mol)로서 여자 어린이가 높은 것으로 조사되었다. Tchai 등³⁷⁾의 연구에서는 5세 이하 어린이의 ZPP/Heme ratio 평균값은 남자 어린이의 경우 74.3 \pm 15.4 (μ mole/mol), 여자 어린이의 경우 63.3 \pm 14.9 (μ mole/mol)로 남자 어린이가 높게 보고 되어 본 연구와 반대의 결과를 보였다. 본 조사 어린이들의 측정치의 범위는 ZPP가 남녀 각각 17.0~55.0 μ g/dl, 22.0~57.0 μ g/dl였으며 ZPP/heme ratio는 남녀 각각 37.7~124.5 (μ mole/mol) 및 44.0~133.7 (μ mole/mol)로 유의한 차이는 보이지 않았다.

Table 8. Prevalence and cut-offs for abnormal values of iron status indicators by sexes

Index	Cut-off values	No. of children below criteria. (%)		
		Boys	Girls	Total
Hct (%)	3-4 years: < 32 5-6 years: < 33	5 (10%)	3 (6.7%)	8 (8.4%)
Hb (g/dl)	3-4 years: < 11.0 5-6 years: < 11.5	6 (12%)	3 (6.7%)	9 (9.5%)
MCV (fL)	3-4 years: < 75 5-6 years: < 76	0	0	0
MCH (pg)	3-4 years: < 24 5-6 years: < 25	0	0	0
TS (%)	3-4 years: < 12 5-6 years: < 14	6 (12%)	6 (13.3%)	12 (12.6%)
Serum ferritin ($\mu\text{g/L}$)	< 10	1 (2%)	1 (2.2%)	2 (4.4%)
ZPP ($\mu\text{g/dl}$)	> 37.5	10 (20%)	14 (31%)	24 (25.3%)
ZPP/Heme ($\mu\text{mol/mol}$)	> 80	12 (24%)	14 (31%)	26 (27.4%)
Diagnosis of anemia ³⁸⁾		0	1 (2.2%)	1 (1.1%)

Diagnosis of anemia³⁸⁾: low Hb (< 11.0 g/dl) and low serum ferritin (< 10 $\mu\text{g/L}$) or low TS (3-4 years: < 12%, 5-6 years: < 14%)

Table 9. Prevalence by abnormal values of iron status indicators by age

Age	No.	Hct	Hb	TS	Serum ferritin	ZPP	ZPP/Heme
3	17	1 (5.9)*	2 (11.8)	4 (23.5)	1 (5.9)	9 (52.9)	9 (52.9)
4	37	2 (5.4)	0	4 (10.8)	1 (2.7)	8 (21.6)	10 (27.0)
5	22	3 (13.6)	3 (13.6)	4 (18.2)	0	3 (13.6)	3 (13.6)
6	19	2 (10.5)	4 (21.0)	0	0	4 (21.0)	4 (21.0)
Total	95	8	9	12	2	24	26

*: No (%) of children with abnormal values

조사대상 어린이의 연령군별 평균치를 Table 7에 나타내었다. 이 중 헤마토크릿과 헤모글로빈은 3, 4세에 낮았으나 5세에는 유의하지는 않으나 높아지는 경향을 보였다. 적혈구 수치는 4세에 낮아지는 경향을 보였으며 MCV, MCH, MCHC는 3세에 비해 4세에 유의하게 높아지는 경향을 보였다. 혈청 철과 철포화도는 나이가 많아짐에 따라 점차 높아지는 경향을 보였으며 5세에는 유의하게 높아졌다. 그러나 총철결합능은 점차 높아지는 경향을 보임으로서 나이가 들어가면서 철분상태가 나빠짐을 나타내었다. 혈청 ferritin 또한 3세에 비해 5세에 유의하게 낮아지는 경향을 보여 3세 이후부터 점차 저장 철의 고갈이 이루어진다고 보여진다. 특히 ZPP, ZPP/Heme은 점차 낮아져 5세에 유의하게 낮았으나 6세에 다시 높아지는 경향이였다. Tchai 등³⁷⁾의 결과에 의하면 전 연령군의 비교에 있어서 5세 이하의 어린이군에서 가장 높은 수치를 보이다가 나이가 들면서 조금 낮아져 평생 비슷한 정도로 유지되는 것으로 보고하여 본 연구 결과와 상반되는 결과를 나타내었다.

이상의 결과를 종합해 보면 3세에서 6세에 이르기까지 총철결합능의 증가와 저장철의 감소로 점차 철분상태가 불량해짐을 예견할 수 있었으나 그 외 나머지 철분상태지표는 전반적으로 3세에 비해 5세경에 대체적으로 호전되는 경향

이었다. 영아에서 유아로 넘어오는 2세부터 저장 철의 고갈로 철분상태가 나빠지는지에 대한 조사가 시급하며, 6세 이후 나빠지는 철분영양상태를 예방하기 위하여 3세 이전부터 철분 강화유유나 강화식품의 섭취가 필요하다고 보여진다.

5. 철분의 영양상태 분석

조사 대상자의 철분 결핍 빈도는 비교적 낮은 편인 것으로 조사되었다 (Table 8). 헤마토크릿을 기준으로 하였을 때 남아에서는 10%, 여아에서 6.7%를 보여 전체 어린이의 8.4%의 결핍률을 보였다. 헤모글로빈 기준으로 하였을 때, 남아가 12%, 여아가 6.7%를 보여 전체 9.5%로 취학 전 어린이의 경우 남아가 여아에 비해 철 결핍률이 높은 것으로 나타났다. 철 포화도를 기준으로 하였을 때 남아가 12%, 여아가 13.3%였으며, 혈청 ferritin을 이용하여 판정한 경우 남아가 2%, 여아가 2.2%를 보여 저장 철에는 이 시기에 거의 문제가 없는 것으로 여겨진다. 그러나 ZPP/Heme 값으로 평가하였을 때 남아에서는 24%, 여아에서 31%를 보였고 평균 철 결핍률이 27.4%를 나타내 다른 어떤 지표보다 높게 나타났다.

Hb (< 11.0 g/dl) and low serum ferritin (< 10 $\mu\text{g/L}$) 또는 Hb (< 11.0 g/dl) and TS (3~4세: < 12%, 5~6세:

Table 10. Pearson's correlation coefficient between iron status indices

	Hct	Hb	RBC	MCV	MCH	MCHC	Fe	TIBC	TS	Ferritin	ZPP	ZPP/Heme
Hct	1.000											
Hb	0.950**	1.000										
RBC	0.842**	0.781**	1.000									
MCV	0.116	0.134	-0.365**	1.000								
MCH	0.105	0.241*	-0.391**	0.812**	1.000							
MCHC	0.061	0.307**	-0.074	0.061	0.538**	1.000						
Fe	0.136	0.227*	-0.003	0.198	0.330**	0.332**	1.000					
TIBC	0.236*	0.189	0.266**	-0.110	-0.145	-0.130	0.081	1.000				
TS	0.066	0.168	-0.071	0.216*	0.350**	0.346**	0.967**	-0.155	1.000			
Ferritin	-0.010	-0.032	-0.051	-0.010	0.025	0.057	-0.058	-0.473**	0.034	1.000		
ZPP	-0.250*	-0.286**	-0.141	-0.168	-0.192	-0.155	-0.194	-0.241*	-0.135	0.194	1.000	
Zpp/Heme	-0.437**	-0.486**	-0.296**	-0.190	-0.239*	-0.224*	-0.237*	-0.248*	-0.171	0.185	0.974**	1.000

*: p < 0.05, **: p < 0.01

Table 11. Pearson's correlation coefficient between iron status indices and anthropometric indices

	Height	Weight	Hct	Hb	MCV	MCH	MCHC	Fe	TIBC	TS	Ferritin	ZPP	ZPP/Heme
Height	1.000	0.728**	0.248*	0.272**	0.225*	0.276**	0.201	0.285**	0.143	0.241*	-0.102	-0.239*	-0.274*
Weight	0.728**	1.000	0.251*	0.255*	0.171	0.201	0.096	0.149	0.179	0.097	-0.101	-0.184	-0.223*

*: p < 0.05, **: p < 0.01

< 14%)를 만족 할 경우 철 결핍성 빈혈로 판정하였다.³⁸⁾ 이 경우 전체 조사 대상 어린이 중 빈혈로 판정된 어린이는 3세 여자 1명 (1.1%)으로 헤모글로빈, 저장 철, 철포화도 모두 기준치 이하를 나타내었다. 9~62개월의 미취학 어린이를 대상으로 조사한 호주의 연구³⁹⁾에 의하면 철분고갈이 10.5%, 철결핍이 2.8%, 철결핍성 빈혈이 1.1%로 보고하여 철결핍과 철결핍성 빈혈은 시드니에서 미취학 어린이의 영양문제가 아님을 제시하였다.

본 연구에서도 ZPP 또는 ZPP/Heme 측정에 의한 철결핍을 제외하고는 미취학 어린이의 철결핍의 정도는 10% 내외로 그리 큰 문제는 아니나 이후 연령에서의 철 결핍률에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다 하겠다.

철분 영양상태 지표의 비정상 수치에 의한 연령별 결핍의 빈도를 Table 9에 나타내었다. 헤모글로빈이나 헤마토크릿을 제외하고는 3세에서 가장 결핍률이 높게 나타났으며, 철결핍의 최종 단계로 평가하는 헤모글로빈이나 헤마토크릿에 의한 빈도는 5, 6세에 높게 나타나 미취학 어린이의 철분 영양상태는 3세부터 나빠짐을 확인할 수 있었다.

6. 철분 영양상태에 영향을 미치는 요인

미취학 어린이의 영양소 섭취 상태, 신체계측 지수, 일반적인 특성이 혈액학적 철분영양상태 지표에 미치는 영향요인을 살펴보기 위해 Pearson 상관 계수를 이용하였다.

Table 10은 혈액학적 철분지표간의 상관성을 나타낸 것으로, 헤마토크릿은 헤모글로빈 ($r = 0.950, p < 0.01$), RBC

($r = 0.842, p < 0.01$)와 서로 높은 수준의 양의 상관관계를 나타내었으며, ZPP나 ZPP/Heme과는 약한 음의 상관관계를 나타내었다. 헤모글로빈 또한 RBC와는 강한 양의 상관관계를 보였으며 ($r = 0.781, p < 0.01$) MCH, MCHC와는 양의 상관관계를, ZPP, ZPP/Heme와는 음의 상관관계를 보였다. RBC는 MCV, MCH, ZPP/Heme와는 음의 관계를, TIBC와는 양의 상관관계를 보였다. 혈청 철은 철포화도와 강한 양의 상관관계 ($r = 0.967, p < 0.01$)를 보였으며 ZPP/Heme과는 음의 상관관계를 나타내었고, TIBC는 혈청 ferritin, ZPP, ZPP/Heme과 음의 상관관계를 보였다. 전체적으로 ZPP/Heme은 Hct, Hb, RBC, MCH, MCHC, 혈청 철, TIBC와 전반적으로 음의 상관관계를 나타냄으로서 철 영양상태가 좋을수록 protoporphyrin이 zinc와 결합하는율이 낮은 것으로 보여 ZPP/Heme 비율이 철분 지표로 유용함을 나타내었다.

신체계측 지수와 혈액학적 철분지표간의 상관성에 있어서 신장은 거의 모든 지표와 양의 상관성이 있었으며 ZPP와 ZPP/Heme와는 음의 상관관계를 나타내었다. 체중은 Hct와 Hb와 유의한 양의 상관성을 나타내었으며 ZPP/Heme과는 음의 상관관계를 나타내어 키가 클수록 성장이 좋을수록 철분 영양상태는 양호한 것으로 판정되어진다 (Table 11).

영양소 섭취 상태와 혈액학적 철분지표 간의 상관성을 분석한 결과 몇몇 지표에서 유의한 상관성을 나타내었으나 일관성 있는 해석을 내리기가 어려웠으며, 조사대상 어린이의

일반적 특성 또한 철분의 영양상태에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

요약 및 결론

본 연구는 울산시 동구지역의 어린이집을 이용하는 만 3~6세 어린이 95명을 대상으로 식사섭취, 신체 계측 및 혈액분석을 통하여 취학 전 어린이의 철분영양상태에 대한 중요한 기초 자료를 마련하고자 하였다.

본 연구에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 조사 대상 어린이의 신장은 전체 평균 104.7 ± 6.9 cm였으며 남아의 경우 105.4 ± 7.0 cm, 여아의 경우 103.8 ± 6.7 cm로 각 연령별 남녀간에 유의한 차이는 없었다. 체중은 전체 평균 18.1 ± 3.1 kg으로 남아 18.7 ± 3.2 kg, 여아 17.6 ± 2.7 kg였으며 역시 연령별 남녀 어린이 간에는 유의한 차이가 없었다.

2) 열량 섭취에 있어서는 전체 어린이의 경우 1201.5 ± 280.9 kcal로서 권장량의 79.3%를 섭취하였으며 여아가 남아에 비해 유의하게 낮은 섭취를 보였다. 단백질의 섭취는 전체 어린이의 경우 63.8 ± 28.2 g ($219.4 \pm 93.0\%$ RDA)을 섭취하였으며 철분의 섭취는 11.9 ± 4.5 mg ($133.2 \pm 48.6\%$ RDA)를 섭취하는 것으로 조사되어 저장철의 결핍이 오기 쉬운 시기임에도 철분의 섭취는 충분한 것으로 조사되었다. 칼슘의 섭취 또한 597.9 ± 233.3 mg ($103.3 \pm 40.4\%$ RDA)를 섭취하는 것으로 조사되었다.

3) 조사 대상 어린이의 혈액학적 분석지표는 헤마토크리트가 34.7 ± 2.0 (%), 헤모글로빈 12.0 ± 0.8 g/dl, 적혈구수 4.3 ± 0.3 ($10^6/\mu$ l)였으며, MCV 80.5 ± 3.0 fL, MCH 27.8 ± 1.1 pg, MCHC 34.6 ± 0.6 g/dl로 남녀 어린이 간에 유의한 차이는 없었다.

생화학적 분석결과 혈청 철의 평균값은 75.6 ± 30.3 μ g/dl였으며, TIBC는 평균 320.3 ± 34.1 μ g/dl로 남녀 어린이 간에 유의한 차이가 있었다. TS는 평균 23.8 ± 9.7 (%), 혈청 ferritin은 평균 30.0 ± 14.8 μ g/L로서 남녀 어린이 간에 유의한 차이가 없었다.

Zinc protoporphyrin (ZPP)의 경우 평균 32.7 ± 8.0 μ g/dl였으며, ZPP/Heme ratio는 전체 평균 71.1 ± 19.5 (μ mol/mol)로서 남녀 어린이 간에는 유의한 차이가 없었지만 남아에 비해 여아가 높은 것으로 조사되었다. 연령별 비교에 있어서는 3세에 비해 5세 경에는 저장철을 제외한 모든 혈액의 지표가 호전되는 경향이거나, 저장철의 충분한 공급을 위해서는 3세 이전에 철분의 공급이 이루어지도록 해야 할 것이다.

4) 조사 대상자의 철분 결핍성빈혈의 빈도는 아주 낮았으나, 빈혈 이전 단계인 철 결핍은 여전히 남아있는 것으로 조사되었다. 헤마토크릿을 기준으로 하였을 때 전체 어린이의 8.4%가 철분 결핍률을 보였으며, 헤모글로빈 기준으로 하였을 때 전체 9.5%로 대체로 결핍률이 낮은 경향이었고 취학 전 어린이의 경우 남아가 여아에 비해 철 결핍률이 높은 것으로 나타났다. 철 포화도를 기준으로 하였을 때는 12.6%가 결핍으로 판정되었으며 혈청 ferritin을 이용하여 판정한 경우 아주 낮은 수치를 보여 저장 철에는 이 시기에 거의 문제가 없는 것으로 여겨진다. 그러나 어린이의 철결핍 상태를 판정하는데 sensitive하며, specific하고, 또한 cost-effective 한 조사로 알려진 ZPP 값으로 평가하였을 때 남아에서는 20%, 여아에서 31%를 보였고 평균 철 결핍률이 25.3%를 나타내 다른 어떤 지표보다 높게 나타났다.

Hb (< 11.0 g/dl) and low serum ferritin (< 10 μ g/L) 또는 Hb (< 11.0 g/dl) and TS (3~4세: $< 12\%$, 5~6세: $< 14\%$)를 만족 할 경우 철 결핍성 빈혈로 판정하였다. 이 경우 전체 조사 대상 어린이중 빈혈로 판정된 어린이는 3세 여아 1명으로 헤모글로빈, 저장 철, 철포화도 모두 기준치 이하를 나타내었다.

연령에 따른 철결핍률의 비율은 헤모글로빈과 헤마토크릿을 제외하고는 3세에 가장 높게 나타났으며 헤모글로빈과 헤마토크릿에 의한 결핍은 5, 6세에 가장 높게 나타나 미취학 어린이의 철분 영양상태 관리가 3세 이전부터 필요함을 나타내었다.

본 연구에서 철분의 혈액학적 영양상태 분석을 위한 조사 대상자 선정의 어려움으로 미취학 어린이의 성별, 연령별 자료를 유의하게 제시 하지 못한 한계점을 지니고 있지만 미취학 어린이의 철분영양상태는 대체로 양호한 것으로 조사되었다. 따라서 향후 미취학 어린이의 철분 영양상태에 대한 연구는 좀더 sensitive하고, specific하게 철분 결핍판정을 내릴 수 있는 혈액학적 지표의 개발이 필요하다.

Literature cited

- 1) Pipes PL, Trahms CM. Nutrition in Infancy and Childhood, pp 30-58, Mosby, St. Louis, 1993
- 2) United Nations ACC/SCN. Second report on the world nutrition situation. Vol1. Global and regional results. Geneva: ACC/SCN, 1992.
- 3) Looker AC, Dallman PR, Carroll MD, Gunter EW, Johnson CL. Prevalence of iron deficiency in the united States. JAMA 277 (12): 973-976, 1997
- 4) Lozoff B, Jimenez E, Wolf W. Long-term developmental outcome of infants with iron deficiency. N Engl J Med 325: 687-693,

- 1991
- 5) Soemantri AG, Pollitt E, Kim I. Iron deficiency anemia and educational achievement. *Am J Clin Nutr* 42: 1221-1228, 1985
 - 6) Barton JC, Conrad ME, Nuby S, Harrison L. Effects of iron on the absorption and retention of lead. *J Lab Clin Med* 92(4) : 537-547, 1978
 - 7) George JC, Walter EA. Chronic lead poisoning. *J Pediatr* 18: 943-957, 1959
 - 8) Thomson G, Raab GM, Hepburn WS, Hunter R. Blood lead levels and children's behavior. *J Child Psychol Psychiatry* 30: 515-519, 1989
 - 9) Lamola AA, Yamane T. Zinc protoporphyrin in the erythrocytes of patients with lead intoxication and iron deficiency anemia. *Science* 186: 936-938, 1974
 - 10) Piomelli S, Lamola AA, Poh-Fitzpatrick MB, Seaman C, Harner LC. Erythropoietic protoporphyria and lead liquid intoxication: The molecular basis for difference in cutaneous photosensitivity. *J Clin Invest* 56: 1519-1527, 1975
 - 11) Lamola AA, Joselow M, Yamane T. Zinc protoporphyrin (ZPP): A simple, sensitive fluorometric screening test for lead poisoning. *Clin Chem* 21: 93-97, 1975
 - 12) Kye SH, Park KD. A survey on nutritional status and anthropometry of preschool children in orphanage. *J Korean Soc Food Nutr* 22(5) : 552-558, 1993
 - 13) Lee EW, Mo SM. Overall assessment of nutrition and food ecology of young children in day care centers located in urban low income areas. *J Korean Publ Health Assoc* 12(1) : 31-44, 1986
 - 14) Lee WM, Pang HA. A study on the preference and food behavior of the children in primary school food service II. *J Korean Dietetic Assoc* 2(1) : 69-80, 1996
 - 15) Yim KS, Yoon EY, Kim KT, Kim CI, Mo SM, Choi HM. Eating behavior, obesity and serum lipid levels in children. *Korean J Nutrition* 26(1) : 56-66, 1993
 - 16) Yang IS, Kim EK, Bai YH, Lee SJ, Ahn HJ. Development of nutrition education program that promotes eating behavior of preschool children-especially focused on being familiar with vegetable-. *Korean J Dietary Culture* 8(2) : 125-137, 1993
 - 17) Yang IS, Kim EK, Chai IS. The development and effect-evaluation of nutrition education program for preschool children and child-care centers. *Korean J Nutrition* 28(1) : 61-70, 1995
 - 18) Ahn HS, Lim HJ. Analysis of factors associated with the preschool children's nutrition awareness and involvement in food-related activities. *Korean J Dietary Culture* 9(3) : 311-321, 1994
 - 19) Kim KA, Shim YH. Cognitive performance and hyperactivity in terms of eating behavior and physical growth among preschoolers-1. A survey on eating behavior of preschoolers. *Korean J Dietary Culture* 10(4) : 255-268, 1995
 - 20) Park HR, Lim YS. A study of the effect of weaning foods-feeding methods in weaning periods on preschool-children's food habit, food preference and iron nutritional status. *Korean J Nutrition* 32(3) : 259-267, 1999
 - 21) Freire WB. Hemoglobin as predictor of response to iron therapy and its use in screening and prevalence estimates. *Am J Clin Nutr* 50: 1442-1449, 1989
 - 22) American Academy of Pediatrics, *Pediatric Nutrition Handbook*, Elk Grove, IL: AAP, 1993
 - 23) Body growth standard values of Korean pediatrics in 1998: Korean Society of Pediatrics, 1999
 - 24) Staton NV, Gunter EW, Parsons PJ, Field PH. Empirically determined lead poisoning screening cut off for the Protofluor-Z hematofluorometer. *Clin Chem* 35: 2104-2107, 1989
 - 25) McLaren GD, Carpenter JT, Nino HV. Erythrocyte protoporphyrin in the detection of iron deficiency. *Clin Chem* 21: 1221-1227, 1975
 - 26) Son SM, Park SH. Nutritional status of preschool children in low income urban area-I. anthropometry and dietary intake-. *Korean J Community Nutrition* 4(2) : 123-131, 1999
 - 27) Choi MK, Lee SY. The effect of breast feeding on growth development, bone mineral density of carpus and nutrient intakes in preschool children. *Korean J Community Nutrition* 10(1) : 3-11, 2005
 - 28) Chung HK. Evaluation of nutrition status on the basis of orphan home children's anthropometry. *Korean J Dietary Culture* 6(4) : 413-419, 1991
 - 29) Park SY, Paik HY, Moon HK. A study on the food habit and dietary intake of preschool children. *Korean J Nutrition* 32(4) : 419-429, 1999
 - 30) Report of 2001 National Health and Nutrition Survey: Ministry of Health and Welfare, 2003
 - 31) Choi MJ, Yoon JS. The effect of eating habits and nutrient intake on the physical growth indices in preschool children. *Korean J Community Nutrition* 8(1) : 3-14, 2003
 - 32) Jenson BM, Sando SH, Grandjean P, Wiggers P, Dalhoj J. Screening with zinc protoporphyrin for iron deficiency in non-anemic female blood donors. *Clin Chem* 36: 846-848, 1990
 - 33) Schifman RB, Thomasson JE, Evers JM. Red blood cell zinc protoporphyrin testing for iron-deficiency anemia in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 157: 304-307, 1987
 - 34) Rettmer RL, Carlson TH, Origenes ML, Jack RM, Labb RF. Zinc Protoporphyrin/Heme ratio for diagnosis of preanemic iron deficiency. *Pediatrics* 104(3) : e37, 1999
 - 35) Labbe RF, Rettmer RL. Zinc protoporphyrin: a product of iron-deficient erythropoiesis. *Semin Hematol* 26: 40-46, 1989
 - 36) Marsh WL, Nelson DP, Koenig HM. Free erythrocyte protoporphyrin (FEP) 1. Normal values for adults and evaluation of the haematofluorometer. *Am J Clin Pathol* 79: 655-660, 1989
 - 37) Tchai BS, Suh DH, Han JH. Study on the erythrocyte zinc protoporphyrin and ZPP/Heme ratio in normal Korean. *Korean J Nutrition* 25(7) : 608-616, 1992
 - 38) Dallman PR. New approaches to screening for iron deficiency. *J Pediatrics* 90(4) : 678-681, 1977
 - 39) Karr M, Alperstein G, Causer J, Mira M, Lammi A, Fett MJ. Iron status and anemia in preschool children in Sydney. *Aust NZJ Public Health* 20(6) : 618-622, 1996