韓國營養學會誌 38(7) : 544~552, 2005

충남지역 미취학 아동의 골밀도, 두발과 손톱의 칼슘과 마그네슘 함량 및 영양 섭취와의 상관성

최미경* · 배윤정**§ · 승정자**

청운대학교 식품영양학과,* 숙명여자대학교 식품영양학과**

The Relation among Bone Mineral Density, Ca and Mg Contents in Hair and Nail, and Nutrient Intakes of Preschool Children in Chungnam District

Choi, Mi-Kyeong* · Bae, Yun-Jung**§ · Sung, Chung-Ja**

Department of Human Nutrition & Food Science, Chungwoon University, Hongseong 350-701, Korea*

*Department of Food and Nutrition,** Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea*

ABSTRACT

This study was conducted to examine the correlation among bone mineral density (BMD), hair and nail calcium and magnesium contents, and nutrient intakes in preschool children in Chungnam district. A total of 111 preschool children (61 boys, 50 girls) measured the anthropometric characteristics, the bone mineral density of carpus using DEXA and hair and nail calcium and magnesium contents were analyzed by ICP spectrometer. The average ages of the study subjects were 55.7 months in boys and 53.0 months in girls (3.8~7 years). The birth height and weight of subjects were 51.0 cm and 3.3 kg in boys and 50.3cm and 3.2kg in girls, respectively. The average height, weight, % body fat, and obesity index were 111.6 cm, 19.6 kg, 15.0%, 96.1% in boys and 108.6 cm, 18.5 kg, 17.5%, 98.1% in girls, respectively. The bone mineral density in carpus was 0.25 g/cm^2 in boys and 0.24 g/cm^2 in girls. The hair calcium and magnesium contents were 440.9 ppm, 16.4 ppm in boys and 373.2 ppm, 28.9 ppm in girls. The nail calcium and magnesium contents were 9.4 ppm, 2.1 ppm in boys and 10.4 ppm, 2.4 ppm in girls. The intakes of energy, calcium, iron, zinc, vitamin A, niacin, and vitamin C did not meet the Korean RDAs. The ultradis and average carpus BMD were positively correlated to the plant calcium intake ($p<0.05$, $p<0.05$). And the ultradis, distal, and average carpus BMD were positively correlated to the plant iron intake ($p<0.05$, $p<0.05$, $p<0.05$). The average bone mineral density in the carpus was positively correlated to the nail magnesium content ($p<0.05$). Therefore, more systematic studies to investigate the roles of iron and calcium intakes, nail magnesium content in bone development of preschool children were required. (*Korean J Nutrition* 38(7) : 544~552, 2005)

KEY WORDS : bone mineral density, preschool children, nutrient intakes, hair and nail, calcium and magnesium.

서 론

미취학 아동기는 생후 1년 동안의 급격한 성장 이후로부터 학령기가 되기 전까지 성장이 다소 완만해지는 시기로, 이 시기의 아동들은 혼자 먹는 행동을 익히게 되고 식품에 대한 기호가 형성되는 등 식생활에서 뚜렷한 개인특성을 갖게 되며 이 때 형성된 식습관은 성인까지 이어지게 된다. 또한 유아기에 올바른 식생활을 통한 적절한 영양공급은 일생 동안의 신체 및 정신발달에 영향을 주는 것으로 이미 여러 연구에서 지적되었다. 많은 연구[1-3]에서 유아들의 철, 아연, 칼슘과 같은 미량영양소의 부족이 보고되고 있는데, 이는 부적절한 식사에서 기인하며 식생활의 변화가 없이는 이러한 영양소의 적절한 섭취가 어려울 것이라고 하였다. 2001년 국민건강영양 조사결과[4]에 의하면 3~6세의 미취학 아동의 에너지, 칼슘, 철, 비타민 A, 나이아신의 섭취량이 권장량에 미치지 못하였으며, 영양권장량의 75% 미만을 섭취하는 어린이의 비율이 남녀 각각 칼슘은 59.7%와 63.4%였으며, 철은 58.4%와 58.6%로 다른 영양소에 비해 높게 나타났다.

특히 우리나라는 칼슘섭취 부족에 따라 골격건강에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 골격건강은 신체의 성장, 발달

접수일 : 2005년 7월 13일
채택일 : 2005년 8월 9일
§To whom correspondence should be addressed.
E-mail : swingtru@hanmail.net

© 2005 The Korean Nutrition Society

과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 모든 질환과 마찬가지로 골격건강도 치료보다는 예방관리가 다양한 측면에서 효율적이기 때문에 성장시기에 적절한 골격 및 신체발달을 위한 노력이 이루어져야 할 것이다. 이와 같은 노력으로 적절한 영양관리와 함께 지속적이고 다양한 영양상태 평가가 요구되지만, 많은 선행연구[1,2,5]에서 유아들의 영양부족이 보고되고 있으며 적절한 신체발달을 위한 구체적인 영양관리 방안들을 제시한 연구는 매우 부족하다. 특히 빠른 속도로 성장하고 있는 미취학 아동기의 경우 뼈의 성장과 유지를 위하여 칼슘 필요량이 증가하고 있음에도 불구하고[2,6] 유아들의 골격상태와 골격관련 영양소를 살펴본 연구 중 식물성 칼슘이 골밀도와 유의적인 양의 상관성을 보였다는 소수의 연구결과만 보고되고 있다.[7,8]

뼈는 무기질 염을 상당량 함유하고 있는 결체조직으로, 주요 성분인 칼슘과 인 이외에도 마그네슘, 아연, 구리, 망간, 철, 불소 등과 같은 다양한 미량 영양소들이 골대사에 관여한다.[9,10] 이중 마그네슘은 체내 함량의 약 50~60%가 뼈에 존재함으로써 칼슘, 인과 함께 뼈를 구성하는 필수적인 영양소로, 골격대사 중 칼슘과 상호작용하여 뼈의 무기질화와 그 구조에 중요한 역할을 하는 것으로 보고되고 있으나,[11,12] 성장기에 있는 유아들의 골격건강과 관련하여 마그네슘의 영양상태를 살펴본 연구는 거의 없는 실정이다.

골격건강을 위해 성장기 아동에게 중요한 칼슘과 마그네슘의 영양상태를 판정하기 위해서는 혈액과 소변 등의 생체시료를 이용해야 하지만 수집과 분석에서 여러 가지 어려움이 따른다. 특히 성장기 아동들은 체내 대사가 왕성한데 비해 체중은 상대적으로 작아, 체내 무기질의 단기적 변동폭이 커서 만성적 영양상태가 반영된 무기질의 변화를 파악하기 어려우며, 여러 종류의 무기질을 분석하기 위한 충분한 양의 검체 채취가 용이하지 않기 때문에 혈청 중 무기질 검사를 대신하여 채혈과 같은 통증 없이 수집이 용이한 시료인 두발 중 무기질 검사가 유용하다. 또한 두발은 함유된 무기질의 농도가 일정하게 유지되는 특성을 가지므로,[13,14] 장기간의 영양상태를 평가하는데 있어서 두발 중의 농도 변화가 중요하다고 보고되고 있지만,[15,16] 아직까지 이에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 성장이 이루어지면서 식품선택의 독립성이 확립되는 미취학 아동 111명을 대상으로 신체계측, 손목 골밀도 측정, 두발과 손톱의 칼슘과 마그네슘 농도 측정 및 식사섭취조사를 포함한 설문조사를 실시하여, 성장시기의 골밀도, 두발과 손톱의 칼슘과 마그네슘 함량 및 영양섭취와의 관련성을 찾아봄으로써 골격과 신체발달을 위한 올바른 영양관리 및 영양평가에 필요한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

연구방법

1. 조사대상 및 기간

본 연구는 충남 태안에 거주하는 3.8~7세 (평균 연령 54.4개월)의 어린이집 원아 중 부모가 본 연구에 동의한 미취학 어린이 총 111명 (남자 어린이 61명, 여자 어린이 50명)을 대상으로 2003년 6월 30일부터 7월 31일까지 실시하였다.

2. 신체계측 및 골밀도 측정

어린이의 신체발달 사항을 평가하기 위하여 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 체성분분석기 (In-Body 3.0, Biospace, Korea)를 이용하여 신장, 체중, 제지방, 체지방량 등을 측정하였다. 측정한 신장, 체중과 한국소아 표준발육치[17]를 이용하여 비만도 ([실측체중/신장별 표준체중] × 100)를 산출하였다.

골밀도를 측정하는 방법은 여러 가지가 있으나 정밀도가 높고 신체의 모든 부위를 측정할 수 있는 이중에너지 방사선 골밀도 측정기 (dual energy X-ray absorption; DEXA)가 가장 많이 사용되고 있으며, 골밀도 측정 부위는 골절이 빈번히 발생하는 요추, 대퇴부, 전완 등이다.[18] 따라서 본 연구에서 골밀도는 이중에너지 방사선 골밀도 측정기 (Osteoview DEXA Scanner, Medlink, France)를 이용하여 오른쪽 손목의 근위 (ultradis)와 원위 (distal)의 골밀도를 측정한 후 그 평균값을 사용하였다.

3. 일반사항 및 식사섭취조사

출생시 체중 및 신장을 포함한 일반사항과 식사섭취 조사는 연구원이 어머니와 직접 면담을 하여 기입하는 식으로 실시하였다. 식사섭취조사는 어린이집에서 섭취한 것과 가정에서 섭취한 식품에 대해 주중 1일간 24시간 회상법을 사용하여 실시하였다. 24시간 회상법은 섭취분량에 대한 정확한 추정을 위해 식품과 음식의 눈대중 자료 (사진으로 보는 음식의 눈대중량, 대한영양사회)와 실물크기의 그릇과 접시크기를 나타낸 그림 (two dimension model), 음식모형 등을 이용하여, 훈련된 조사원들이 어린이집에서 어린이가 1일간 섭취한 음식명과 음식 재료명, 재료의 양 등을 조사하였다. 또한 조사 연구원은 어머니에게 실물크기의 식품과 각종 그릇의 사진을 제시해가면서 어린이가 섭취한 음식의 양을 정확하게 기억할 수 있도록 하였다. 조사된 식사섭취조사 결과는 CAN-Pro 2.0 (한국영양학회)을 이용하

여 영양소 섭취량을 분석하였다.

4. 두발과 손톱 중 칼슘과 마그네슘 함량 분석

두발을 이용한 무기질 측정법은 체내 대사가 왕성한 데 비해 체중이 상대적으로 작아, 체내 무기질의 단기적 변동폭이 커서 장기간의 영양상태가 반영된 무기질의 변화를 파악하기 어려운 성장기 아동들을 대상으로 유용한 측정방법이다. 두발은 함유된 무기질의 농도가 높을 뿐 아니라 일정하게 유지되는 특성을 가지므로,[13,14] 장기간의 영양상태를 평가하는데 있어서 두발 중의 농도 변화가 중요하다.[15,16]

1) 두발과 손톱 수거

두발은 개인의 귀 윗부분을 중심으로 하부의 다섯군데 이상에서 약 1 g 정도를 채취하여 0.1% 중성세제와 0.1 M EDTA를 이용하여 세척 · 건조하였다. 손톱은 각 개인의 손톱을 약 1 g 정도 채취한 뒤 아세톤, 0.1% 중성세제와 0.1 M EDTA를 이용하여 세척한 후 건조하였다.

2) 두발과 손톱의 분해 및 분석

준비된 두발과 손톱은 0.1 g씩을 취하여 질산과 이온제거수를 넣고 microwave법으로 분해하여 검액으로 만든 뒤 ICP-spectrometer (Atomscan advantage axial spectrometer, Thermo Jarrell Ash Co., USA)를 이용하여 칼슘과 마그네슘 함량을 분석하였다.

5. 통계처리

본 연구를 통해 얻어진 모든 결과는 SAS program을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 남녀 어린이간의 차이는 Student t-test로, 각 변수들간의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient (r)를 산출한 후 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 신체발달 사항

본 연구에 참여한 어린이의 평균 연령은 Table 1에서 보는 바와 같이 남녀 어린이 각각 55.7개월, 53.0개월로 평균 5세에 해당하였다. 출생시 신장과 체중은 남자 어린이가 각각 51.0 cm와 3.3 kg, 여자 어린이는 50.3 cm와 3.2 kg이었으며, 현재 신장과 체중은 남자 어린이 111.6 cm와 19.6 kg, 여자 어린이 108.6 cm와 18.5 kg이었다. 또한 체지방률은 남녀 어린이 각각 15.0%, 17.5%이었으며, 비만지수는 각각 96.1%와 98.1%이었다.

신체계측치는 성장기 어린이의 중요한 영양상태 지표이며, 많은 연구에서 어린이의 영양상태를 잘 반영하는 것으로 보고하고 있다.[19] Waterlow[20]는 어린이의 체중 성장부진은 짧은 기간의 영양불량상태를 반영하고, 신장의 성장부진은 장기간에 걸친 영양부족상태를 반영하고 있다고 하였다. 2001년 국민건강영양조사[4]에서 3세 미만 유아의 출생시 신장과 체중은 남아 51.0 cm, 3.3 kg, 여아 50.8 cm, 3.2 kg으로 본 조사대상 어린이의 출생시 체격과 유사하였다. 또한 우리나라 소아발육치[17]의 성장곡선을 기준으로 비교시 본 연구의 남자 어린이의 신장과 체중은 각각 75 percentile과 75 percentile에 해당하였으며, 여자 어린이의 경우 신장은 50 percentile보다 약간 높은 수준이었으며, 체중은 50 percentile과 75 percentile의 중간수준으로, 본 조사대상 어린이의 신장과 체중이 약간 높게 나타났다. 이는 3.8~7세인 본 조사대상자의 연령범위가 표준 발육치의 연령 범위와 일치하지 않기 때문에 다소 높은 수치를 보인 것으로 생각된다. 또한 본 연구의 남자와 여자 어린이의 비만도를 우리나라 소아발육치[17]의 신장과 체중에 의한 비만도와 비교시 남자 어린이와 여자 어린이 둘다 표준수치에 해당되는 것으로 나타났다.

손목 골밀도는 Table 2에서 보는 바와 같이 남녀 어린이 각각 0.25 g/cm^{2}와 0.24 g/cm^{2}로 남녀 어린이 사이에 유의적인 차이가 없었다. 골밀도는 단위면적 또는 체적당 골량(bone mass)을 표시한 것으로 골강도를 대변하고 골절의

Table 1. Anthropometric characteristics of the subjects

Characteristics	Boy (n = 61)	Girl (n = 50)	Total (n = 111)
Age (months)	55.7 ± 11.2[1)]	53.0 ± 13.5	54.4 ± 12.4
Birth length (cm)	51.0 ± 1.4	50.3 ± 1.9	50.6 ± 1.9
Birth weight (kg)	3.3 ± 0.1	3.2 ± 0.3	3.3 ± 0.3
Height (cm)	111.6 ± 5.4	108.6 ± 5.3	110.4 ± 5.5
Weight (kg)	19.6 ± 3.2	18.5 ± 2.8	19.1 ± 3.2
Total body water (ℓ)*[2)]	11.1 ± 1.0	10.2 ± 1.0	10.7 ± 1.4
Lean body mass (kg)*	15.2 ± 2.1	13.9 ± 1.4	14.7 ± 2.0
Fat mass (kg)	3.0 ± 1.4	3.3 ± 1.7	3.2 ± 1.5
% body fat	15.0 ± 4.9	17.5 ± 5.7	16.0 ± 5.3
Obesity index (%)[3)]	96.1 ± 7.6	98.1 ± 9.9	97.0 ± 8.6

1) Mean ± standard deviation
2) Significant difference between boys and girls as determined by Student's t-test at $p < 0.05$
3) Obesity index = (Present weight/standard weight) × 100

Table 2. Bone mineral density in right carpus of the subjects

Examined districts	Boy (n = 61)	Girl (n = 50)	Total (n = 111)
Ultradis (g/cm^2)	0.22 ± 0.04[1)]	0.23 ± 0.04	0.23 ± 0.04
Distal (g/cm^2)	0.28 ± 0.05	0.25 ± 0.04	0.27 ± 0.05
Average (g/cm^2)	0.25 ± 0.04	0.24 ± 0.03	0.24 ± 0.04

1) Mean ± standard deviation
There was no significance as determined by Student's t-test between boys and girls

발생과 밀접한 연관이 있기 때문에 골격상태나 골다공증을 진단하는데 있어 가장 많이 사용된다. 측정된 골밀도 값은 동일한 성별에서 연령이 비슷한 집단 (Z-score)이나 젊은 성인 집단 (T-score)의 골밀도와 비교하여 평가하지만 현재 골밀도의 측정은 골다공증 진단을 목적으로만 사용되어 성인 이후 자료만 확보되어 있을 뿐 미취학 어린이의 골밀도 자료는 미비하여 이에 대한 연구가 요구된다. 본 조사대상 어린이의 골밀도는 실측값 (actual data)과 비교하여 평가할 자료가 없기 때문에 골격상태를 논의할 수 없지만 남녀 어린이를 비교할 때 남자 어린이의 골밀도가 약간 높은 것으로 나타났다.

2. 두발과 손톱 중의 칼슘과 마그네슘의 함량

본 조사대상자의 두발과 손톱 중의 칼슘과 마그네슘의 함량은 Table 3과 같다. 두발 중 칼슘, 마그네슘 함량은 남자 440.9 ppm, 16.4 ppm, 여자 373.2 ppm, 28.9 ppm이었다. 이는 Kim & Song[21]의 연구에서 보고된 2~7세 아동의 두발 중 칼슘 함량의 참고치인 340~430 ppm과 비교하여 볼 때 남자 어린이의 모발 중 칼슘 함량이 더 높았고, 여자 어린이는 참고치 수준에 속하였으며, 두발 중 마그네슘 함량의 참고치인 13~18 ppm과 비교시 남자 어린이는 참고치 수준에 속하는 반면, 여자 어린이는 참고치보다 높은 수준을 보였다.

또한 본 조사대상 어린이의 손톱의 칼슘, 마그네슘 함량

Table 3. Ca and Mg contents in hair and nail of the subjects

	Mineral	Boy (n = 61)	Girl (n = 50)	Total (n = 111)
Hair	Ca (ppm)	440.9 ± 459.1[1)]	373.2 ± 283.1	423.4 ± 397.8
	Mg (ppm)	16.4 ± 8.7	28.9 ± 37.3	22.9 ± 27.2
Nail	Ca (ppm)	9.4 ± 4.8	10.4 ± 7.0	9.8 ± 5.8
	Mg (ppm)	2.1 ± 1.6	2.4 ± 1.9	2.2 ± 1.7

1) Mean ± standard deviation
There was no significance as determined by Student's t-test between boys and girls

Table 4. Daily nutrient intakes of the subjects

Variables	Boy (n = 61)	Girl (n = 50)	Total (n = 111)
Food intake (g)	657.0 ± 229.3[1)]	716.9 ± 249.8	684.6 ± 239.7
Energy (kcal)	1063.8 ± 285.1	1088.3 ± 310.7	1075.1 ± 296.0
Protein (g)	37.6 ± 12.1	39.0 ± 13.0	38.2 ± 12.5
Plant protein	18.1 ± 6.0	17.8 ± 5.7	18.0 ± 5.8
Animal protein	19.5 ± 8.5	21.2 ± 9.2	20.2 ± 8.8
Fat (g)	26.5 ± 11.7	28.0 ± 12.8	27.2 ± 12.2
Plant fat	11.2 ± 5.6	10.6 ± 6.7	10.9 ± 6.2
Animal fat	15.2 ± 9.1	17.4 ± 9.5	16.2 ± 9.3
Carbohydrate (g)	167.5 ± 42.6	169.0 ± 44.4	168.2 ± 43.2
Dietary fiber (g)	2.1 ± 0.6	2.0 ± 0.7	2.1 ± 0.7
Ash (g)	8.4 ± 2.5	9.0 ± 3.1	8.6 ± 2.8
Calcium (mg)	397.6 ± 219.2	464.0 ± 217.1	428.3 ± 219.7
Plant calcium	113.6 ± 55.6	116.8 ± 52.3	115.1 ± 53.9
Animal calcium	284.0 ± 191.1	347.2 ± 189.8	313.1 ± 192.2
Phosphorus (mg)	575.2 ± 212.6	613.2 ± 225.0	592.7 ± 218.2
Iron (mg)	5.8 ± 2.1	5.8 ± 2.2	5.8 ± 2.2
Plant iron	4.4 ± 1.8	4.2 ± 1.6	4.3 ± 1.7
Animal iron	1.3 ± 0.7	1.5 ± 1.0	1.4 ± 0.9
Sodium (mg)	1828.6 ± 529.5	1944.5 ± 798.6	1882.1 ± 666.4
Potassium (mg)	1244.0 ± 394.8	1287.8 ± 409.8	1264.2 ± 400.4
Zinc (mg)	5.0 ± 4.5	5.2 ± 1.5	5.1 ± 1.5
Vitamin A (μgRE)	265.4 ± 121.0	296.6 ± 171.1	279.8 ± 146.3
Vitamin B_1 (mg)	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2
Vitamin B_2 (mg)	0.7 ± 0.3	0.8 ± 0.3	0.7 ± 0.3
Niacin (mg)	7.5 ± 3.3	7.3 ± 3.2	7.4 ± 3.2
Vitamin B_6 (mg)	0.9 ± 0.3	0.8 ± 0.3	0.8 ± 0.3
Folate (μg)	101.2 ± 38.6	100.1 ± 40.4	100.7 ± 39.3
Vitamin C (mg)	32.5 ± 14.6	30.3 ± 15.3	31.5 ± 14.9
Vitamin E (mg)	6.3 ± 4.0	5.4 ± 3.8	5.9 ± 3.9

1) Mean ± standard deviation
There was no significance as determined by Student's t-test between boys and girls

은 남자 9.4 ppm, 2.1 ppm, 여자 10.4 ppm, 2.4 ppm으로 실측값 (actual data)과 비교하여 평가할 자료가 없기 때문에 적정수준을 논의할 수 없지만 남녀 어린이를 비교할 때 유의적인 차이는 보이지 않았으며 여자 어린이의 손톱 중 칼슘과 마그네슘 함량이 약간 높은 것으로 나타났다.

3. 영양 섭취상태

조사대상 어린이의 1일 영양소 섭취량 및 이를 한국인 영양권장량과 비교한 결과는 Table 4, 5와 같다. 1일 총 식품 섭취량은 남녀 어린이 각각 657.0 g과 716.9 g으로 유의한 차이가 없었으며, 단백질과 비타민 B_6를 제외한 열량, 비타민 A, 비타민 B_1, 비타민 B_2, 나이아신, 비타민 C, 엽산, 비타민 E, 칼슘, 인, 철, 아연의 섭취량은 권장량에 미치지 못하였다.

Joung 등[3]의 연구에서 12~78개월 된 131명의 유아들을 대상으로 1일 영양소 섭취량을 살펴보았을 때 단백질, 비타민 A, 비타민 C는 권장량 이상을 섭취하고 있었으나 칼슘, 철, 나이아신은 각각 권장량의 72.4%, 72.4%, 69.9% 수준이었다. Yim 등[1]이 서울시내 어린이들을 대상으로 한 연구에서도 철, 칼슘, 열량이 각각 권장량의 72%, 79%, 82%로 부족하였고 그 밖에 몇몇 연구[2,5]에서도 칼슘과 철이 권

Table 5. Daily nutrient intakes as % RDA of the subjects

Variables	Boy (n = 61)	Girl (n = 50)	Total (n = 111)
Energy	65.8 ± 17.4[1]	67.4 ± 19.7	66.6 ± 18.4
Protein	122.9 ± 39.7	127.8 ± 44.8	125.2 ± 42.0
Calcium	65.3 ± 35.6	76.8 ± 36.5	70.6 ± 36.3
Phosphorus	94.6 ± 34.3	101.3 ± 38.1	97.7 ± 36.1
Iron	58.4 ± 22.1	59.5 ± 22.6	58.9 ± 22.2
Zinc	63.0 ± 18.6	64.8 ± 19.6	63.8 ± 19.0
Vitamin A	65.2 ± 29.9	73.1 ± 43.1	68.9 ± 36.6
Vitamin B_1	76.9 ± 35.6	80.5 ± 33.6	78.6 ± 34.6
Vitamin B_2	73.9 ± 37.6	81.2 ± 34.2	77.3 ± 36.1
Niacin	68.4 ± 30.0	66.5 ± 29.6	67.5 ± 29.7
Vitamin B_6	147.2 ± 55.6	144.9 ± 57.6	146.1 ± 56.3
Folate	98.7 ± 39.2	97.9 ± 41.0	98.3 ± 39.8
Vitamin C	64.1 ± 29.0	59.8 ± 30.6	62.2 ± 29.7
Vitamin E	104.3 ± 66.7	89.1 ± 64.1	97.3 ± 65.6

1) Mean ± standard deviation
There was no significance as determined by Student's t-test between boys and girls

Table 6. Correlation among anthropometric measurements and nutrient intakes of the subjects (n = 111)

Characteristics	Height	Weight	Total body water	Lean body mass	% body fat	Obesity index
Food intake (g)	0.1854	0.1854	0.1854	0.1854	0.1854	0.1854
Energy (kcal)	0.0804	0.0804	0.0804	0.0804	0.0804	0.0804
Protein (g)	0.1339	0.1339	0.1339	0.1339	0.1339	0.1339
Fat (g)	0.0804	0.0812	−0.0172	−0.0218	0.1499	−0.0091
Carbohydrate (g)	0.0741	0.1682	0.0665	0.0645	0.2622	0.1922
Dietary fiber (g)	−0.0505	−0.1503	−0.1415	−0.1470	−0.0891	−0.2168
Ash (g)	0.1482	0.1622	0.0607	0.0575	0.1667	0.0291
Calcium (mg)	0.2480	0.1784	0.1390	0.1426	0.0946	−0.0625
Plant calcium	0.1354	0.1397	0.0074	0.0055	0.2492	0.0342
Animal calcium	−0.0006	−0.0695	−0.1016	−0.1028	−0.0354	−0.1245
Phosphorus (mg)	0.0401	−0.0253	−0.0605	−0.0654	0.0183	−0.1347
Iron (mg)	0.0713	0.0427	−0.0460	−0.0514	0.1412	−0.0535
Plant iron	0.0152	−0.0097	−0.0742	−0.0779	0.0262	−0.0642
Animal iron	−0.2731	−0.3056*[1]	−0.3688**	−0.3723**	−0.0577	−0.1695
Sodium (mg)	0.1311	0.1793	0.0314	0.0307	0.2699	0.1045
Potassium (mg)	0.2731	0.1827	0.1259	0.1280	0.1460	−0.0856
Zinc (mg)	0.1164	0.0304	−0.0471	−0.0492	0.0940	−0.1445
Vitamin A (μgRE)	0.2135	0.2081	0.0890	0.0874	0.2477	0.0405
Vitamin B_1 (mg)	−0.0530	−0.0292	−0.1570	−0.1620	0.1343	−0.0011
Vitamin B_2 (mg)	0.0120	−0.0298	−0.0991	−0.1059	0.0552	−0.1014
Niacin (mg)	−0.0350	0.0154	−0.1467	−0.1487	0.1953	0.0404
Vitamin B_6 (mg)	0.2306	0.2016	0.0784	0.0773	0.2563	0.0072
Folate (μg)	0.2214	0.2090	0.1198	0.1158	0.2137	0.0423
Vitamin C (mg)	0.2359	0.2472	0.1352	0.1391	0.2406	0.0783
Vitamin E (mg)	−0.0747	0.0520	−0.0789	−0.0794	0.2376	0.1835

1) Significant difference as determined by Pearson's correlation coefficient (r)
*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

장량에 미달하였다고 보고하였다. 2001년 국민건강영양조사[4]에서 3~6세 미취학 아동의 에너지, 칼슘, 철, 비타민 A, 나이아신 섭취량은 각각 권장량의 96.0%, 72.7%, 79.8%, 94.4%, 98.9%였으며, 영양권장량의 75% 미만을 섭취하는 어린이의 비율이 남녀 각각 칼슘은 59.7%와 63.4%였으며, 철은 58.4%와 58.6%로 다른 영양소에 비해 높게 나타났다.

본 조사대상 어린이들의 영양소 섭취는 권장량과 비교했을 때 에너지 66.6%, 칼슘 70.6%, 철 58.9%, 아연 63.8%, 나이아신 67.5%, 비타민 C 62.2%로 앞선 연구들보다 더 낮은 수준을 보였는데, 이는 조사지역의 차이에 의한 결과로 보여진다. 그러나 많은 연구와 같이 본 조사에서도 철, 아연, 칼슘과 같은 미량영양소의 섭취가 충분하지 못한 것으로 나타났다. 철의 결핍은 뇌의 발달지연, 주의산만, 지적 기능의 저하, 학업부진 등과 관련이 있는 것으로 보고되고 있고, 아연은 인체내 200여 효소의 구성성분으로 부족할 경우 성장이 지연되는 것으로 보고되고 있다.[22] 성장기 칼슘 섭취 부족은 최고 골질량 감소로 성장기 이후 골다공증 발생에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 따라서 미취학 아동에 있어 성장과 관련이 있는 이와 같은 미량영양소의 섭취가 충족될 수 있는 식사관리 및 지도가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

4. 신체발달 사항, 두발과 손톱의 칼슘과 마그네슘 함량 및 영양소 섭취량과의 상관성

조사대상 어린이의 신체계측치와 영양소 섭취량과의 상관성은 Table 6에서 보는 바와 같이 체중, 체수분량, 제지방량은 모두 동물성 철 섭취량과 유의한 음의 상관관계를 보였다 ($p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.01$). 또한 손목 골밀도와 영양소 섭취량과의 관련성은 Table 7과 같이 손목 근위(ultradis) 골밀도와 평균 골밀도는 모두 식물성 칼슘 ($p < 0.05$, $p < 0.05$) 섭취량과 유의한 양의 상관관계를, 손목 근위(ultradis), 원위 (distal) 골밀도 및 평균 골밀도는 식물성 철 ($p < 0.05$, $p < 0.05$, $p < 0.05$) 섭취량과 유의한 양의 상관관계를 보였다. 두발의 마그네슘 함량은 Table 8과 같이 조회분 ($p < 0.05$), 나트륨 ($p < 0.05$) 섭취량과 유의한 음의 상관관계를 보였다.

칼슘은 체내 가장 풍부한 양이온으로 체내 칼슘의 약 99%는 뼈와 치아에 존재하기 때문에 성장과 밀접한 관계가 있다. 본 조사에서도 칼슘 섭취량은 손목 골밀도와 유의한 양의 상관을 보여 칼슘이 성장기 신체발달에 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 특히 식물성 칼슘 섭취량이 골밀도와 유의한 상관성을 보였는데 Heaney & Weaver[23]와 Weaver & Plawecki[24]는 브로콜리, 케일, 양배추 등의 칼슘 흡수가 우유보다 더 높다고 하여 수산이 적은 채소가 우수한 칼슘의 급원이 될 수 있다고 하였다. 본 연구결과는 단순히 상관성 연구로서 그 결과를 해석하는데 한계가 있지만, 식물성 식품 섭취가 많은 우리나라의 식생활에서 식물성 칼슘이 성장에 중요한 역할을 한다는 결과는 매우 의미가 있기 때문에 이에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

Table 7. Correlation among bone mineral density in right carpus and nutrient intakes of the subjects (n = 111)

Characteristics	BMD in ultradis carpus (g/cm^2)	BMD in distal carpus (g/cm^2)	Average BMD in carpus (g/cm^2)
Food intake (g)	0.1209	0.0257	0.0897
Energy (kcal)	0.1906	0.0909	0.1643
Protein (g)	0.2053	0.0554	0.1544
Fat (g)	0.1534	−0.0806	0.0611
Carbohydrate (g)	0.1798	0.1885	0.2032
Dietary fiber (g)	0.0840	0.0567	0.0701
Ash (g)	0.2372	0.1650	0.2276
Calcium (mg)	0.2150	0.1209	0.1905
Plant calcium	0.3235*[1)]	0.2209	0.3088*
Animal calcium	0.1656	0.0836	0.1426
Phosphorus (mg)	0.1992	0.0990	0.1726
Iron (mg)	0.2803	0.1551	0.2390
Plant iron	0.2648*	0.2825*	0.2930*
Animal iron	0.1907	−0.1376	0.0426
Sodium (mg)	0.2102	0.2397	0.2472
Potassium (mg)	0.2211	0.1075	0.1945
Zinc (mg)	0.1652	0.0681	0.1423
Vitamin A (μgRE)	0.1755	0.0412	0.1281
Vitamin B_1 (mg)	0.1811	0.1230	0.1598
Vitamin B_2 (mg)	0.1376	0.0590	0.1058
Niacin (mg)	0.1678	0.1798	0.1802
Vitamin B_6 (mg)	0.0249	0.1012	0.0613
Folate (μg)	0.0694	0.0544	0.0686
Vitamin C (mg)	0.0015	0.1464	0.0658
Vitamin E (mg)	0.0185	−0.1508	−0.0627

1) Significant difference as determined by Pearson's correlation coefficient (r)
*: $p<0.05$

철은 콜라겐을 합성하는 과정에 관여하는 효소의 조효소로써 작용을 하며,[25] 성장기의 철 결핍은 대퇴경부의 콜라겐 합성을 지연시켜 골 형성에 영향을 미친다고 한다.[26] 본 조사에서도 식물성 철이 전체 철 섭취량의 75.0%로, 대부분 이용률이 낮은 식물성 철의 형태로 섭취하고 있는 성장기 어린이들에게서 철 섭취량이 증가할수록 골밀도가 증가하고 있는 것으로 나타난 본 연구결과를 볼 때 그 동안의 골격관련 연구에서 철의 중요성이 강조되지 않았으나, 동

Table 8. Correlation among Ca and Mg contents in hair and nail and nutrient intakes of the subjects (n = 111)

Characteristics	Hair		Nail	
	Ca	Mg	Ca	Mg
Food intake (g)	−0.0216	−0.0297	0.0862	−0.0506
Energy (kcal)	0.0198	−0.0445	−0.0214	−0.0290
Protein (g)	−0.0254	−0.1689	−0.0298	−0.1228
Fat (g)	−0.1071	−0.1138	−0.0801	0.0648
Carbohydrate (g)	0.1067	0.0370	−0.0107	−0.0501
Dietary fiber (g)	0.1413	−0.0553	0.0159	−0.2614
Ash (g)	−0.0234	−0.2705*[1)]	0.0251	−0.1026
Calcium (mg)	0.0100	−0.0749	0.1437	0.0551
Plant calcium	0.1096	−0.1203	0.0575	−0.0370
Animal calcium	−0.0191	−0.0523	0.1482	0.0723
Phosphorus (mg)	−0.0061	−0.1418	0.0835	−0.0421
Iron (mg)	0.1694	−0.0788	−0.0556	−0.1380
Plant iron	0.1791	−0.1168	−0.0035	−0.1054
Animal iron	0.0701	0.0212	−0.1220	−0.1299
Sodium (mg)	−0.0072	−0.3012*	−0.0281	−0.0668
Potassium (mg)	0.0220	−0.1390	0.1098	−0.0821
Zinc (mg)	−0.0102	−0.1316	0.0212	−0.0404
Vitamin A (μgRE)	−0.0873	0.0023	0.1160	0.1335
Vitamin B_1 (mg)	0.0535	−0.1377	−0.0003	−0.1323
Vitamin B_2 (mg)	0.0750	−0.0672	0.0521	−0.0302
Niacin (mg)	0.0861	−0.1708	−0.0772	−0.1819
Vitamin B_6 (mg)	−0.0378	−0.1930	−0.0056	−0.2204
Folate (μg)	0.0789	−0.1424	0.1379	0.1325
Vitamin C (mg)	−0.1325	−0.2033	0.1229	−0.0692
Vitamin E (mg)	0.1099	−0.0032	−0.0838	−0.0761

1) Significant difference as determined by Pearson's correlation coefficient (r)
*: $p < 0.05$

물성 식품보다 식물성 식품의 섭취량이 훨씬 높은 우리나라 성장기 어린이들의 식사형태에서 식물성 식품에 의한 철의 섭취수준도 골격건강과 관련이 있을 것으로 생각된다.

두발의 마그네슘 함량은 조회분 ($p < 0.05$), 나트륨 ($p < 0.05$) 섭취량과 유의한 음의 상관관계를 보였다. 본 연구 결과는 단순히 상관성 연구로서 그 결과를 해석하는데 한계가 있지만, 모발 중 마그네슘 함량이 조회분 및 나트륨 섭취와 유의한 음의 상관을 보여 이에 대해 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다.

5. 손목 골밀도와 두발과 손톱의 칼슘과 마그네슘 함량과의 상관성

조사 대상자의 손목 골밀도와 두발과 손톱의 칼슘과 마그네슘 함량과의 상관성은 Table 9에서 보는 바와 같이 평균 골밀도는 손톱 중 마그네슘 함량과 유의한 양의 상관관계를 보였다 ($p < 0.05$).

마그네슘은 체내 함량의 약 50~60%가 뼈에 존재함으로써 칼슘, 인과 함께 뼈를 구성하는 필수적인 영양소로, 골격대사 중 칼슘과 상호작용하여 뼈의 무기질화와 그 구조에 중요한 역할을 하는 것으로 보고되고 있다.[11,12] 본 조사에서도 손톱 중 마그네슘 함량은 손목 골밀도와 유의한 양의 상관을 보여 체내 마그네슘 함량과 골격건강과의 관련성을 시사하였다.

Table 9. Correlation among Ca and Mg contents in hair and nail and bone mineral density in right carpus (n = 111)

Characteristics	Hair		Nail	
	Ca	Mg	Ca	Mg
BMD in ultradis carpus (g/cm^2)	−0.1907	−0.0083	0.1754	0.2958
BMD in distal carpus (g/cm^2)	−0.0127	−0.1430	0.1657	0.3113
Average BMD in carpus (g/cm^2)	−0.1311	−0.0826	0.1949	0.3578*[1)]

1) Significant difference as determined by Pearson's correlation coefficient (r)
*: $p < 0.05$

요약 및 결론

본 연구에서는 성장이 이루어지면서 식품선택의 독립성이

확립되기 시작하는 미취학 아동에 있어 신체와 골격발달을 위한 올바른 식습관 형성에 필요한 기초자료를 제시하고자 111명의 미취학 아동을 대상으로 신체계측, 손목 골밀도 측정, 식사섭취조사를 포함한 설문조사, 두발과 손톱 중의 칼슘과 마그네슘 함량 분석을 실시하여 각 변수간의 상관관계를 살펴보았으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 평균 연령은 남녀 어린이 각각 55.7개월, 53.0개월로 평균 5세에 해당하였다. 출생시 신장과 체중은 남자 어린이 51.0 cm, 3.3 kg이었으며, 여자 어린이는 각각 50.3 cm, 3.2 kg이었다. 평균 신장은 남녀 어린이 각각 111.6 cm와 108.6 cm이었으며, 평균 체중은 19.6 kg, 18.5 kg이었다. 체지방률은 남녀 어린이 각각 15.0%, 17.5%이었으며, 비만지수는 각각 96.1%와 98.1%이었다. 손목의 골밀도는 남자 어린이 0.25 g/cm^{2}와 0.24 g/cm^{2}로 유의한 차이가 없었다. 두발의 칼슘, 마그네슘 함량은 남자 어린이 440.9 ppm, 16.4 ppm, 여자 어린이 373.2 ppm, 28.9 ppm으로 남녀간 유의한 차이를 보이지 않았다. 손톱의 칼슘, 마그네슘 함량은 남자 어린이 9.4 ppm, 2.1 ppm, 여자 어린이 10.4 ppm, 2.4 ppm으로 남녀 어린이가 유의한 차이가 없었다. 전체 대상자의 에너지 섭취량은 권장량의 66.6% 수준이었으며, 단백질 (125.2%)과 비타민 B_6 (146.1%)를 제외한 다른 영양소 섭취량은 권장량에 미달하였다. 특히 칼슘, 철, 아연, 비타민 A, 나이아신, 비타민 C는 권장량의 75%에도 미치지 못하는 낮은 섭취수준을 보였다. 손목의 골밀도, 두발과 손톱의 칼슘과 마그네슘 함량 및 영양섭취와의 상관관계를 살펴보았을 때 손목 근위 (ultradis) 골밀도와 평균 골밀도는 모두 식물성 칼슘 ($p < 0.05$, $p < 0.05$) 섭취량과 유의한 양의 상관관계를, 손목 근위 (ultradis), 원위 (distal) 골밀도 및 평균 골밀도는 식물성 철 ($p < 0.05$, $p < 0.05$, $p < 0.05$) 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 두발의 마그네슘 함량은 조회분 ($p < 0.05$), 나트륨 ($p < 0.05$) 섭취량과 유의한 음의 상관관계를 보였으며, 손목의 평균 골밀도는 손톱의 마그네슘 함량과 유의적인 양의 상관관계를 보였다 ($p < 0.05$). 이상의 연구결과를 종합할 때 성장이 진행되고 있는 미취학 아동에 있어 손목의 골밀도는 식물성 칼슘, 식물성 철 섭취량 및 손톱의 마그네슘 함량과 상관성이 있는 것으로 나타남으로써 앞으로 골격 성장에 이들 요인이 미치는 영향에 대한 보다 세부적인 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Literature cited

1) Yim KS, Yoon EY, Kim CI, Kim KT, Kim CI, Mo SM, Choi HM. Eating behavior, obesity and serum lipid levels in children. *Kor J Nutr* 26(1) : 56-67, 1993

2) Lim SJ, Ahn HS, Kim WJ. Analysis of factors associated with the preschool children's nutrition awareness: 3. Dietary intakes and nutrition awareness of children. *Kor J Dietary Culture* 10(4) : 345-355, 1995

3) Joung HJ, Lee NH, Choi YS, Cho SH. Baseline dietary behaviors of children for nutritional management programs at child care centers in Korea. *Kor J Nutr* 33(8) : 890-900, 2000

4) Ministry of Health and Welfare. 2001 National Health and Nutrition Survey-Overview, Health examination, Nutrition Survey I, II. 2002

5) Park SM, Choi HS, Oh EJ. A survey on anthropometric and nutritional status of children in three different kinds of kindergartens in Cheonan. *J Kor Dietetic Assoc* 3(2) : 112-122, 1997

6) Flynn A. The role of dietary calcium in bone health. *Proc Nutr Soc* 62(4) : 851-658, 2003

7) Choi MK, Lee SY. The effect of breast feeding on growth development, bone mineral density of carpus, and nutrient intakes in preschool children. *Kor J Community Nutr* 10(1) : 3-11, 2005

8) Myung KH, La HJ, Choi MK, Kim AJ. The correlation among growth development, bone mineral density of carpus and nutrient intakes in preschool children. *J East Asian Soc Dietary Life* 14(2) : 113-122, 2004

9) Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, Dallal GE. Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. *N Engl J Med* 337(10) : 670-676, 1997

10) Munger RG, Cerhan JR, Chiu BC. Prospective study of dietary protein intake and risk of hip fracture in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 69(1) : 147-152, 1999

11) Zimmermann P, Weiss U, Classen HG, Wendt B, Epple A, Zollner H, Temmel W, Weger M, Porta S. The impact of diets with different magnesium contents on magnesium and calcium in serum and tissues of the rat. *Life Sci* 67(8) : 949-958, 2000

12) Green JH, Booth C, Bunning R. Impact of supplementary high calcium milk with additional magnesium on parathyroid hormone and biochemical markers of bone turnover in postmenopausal women. *Asia Pac J Clin Nutr* 11(4) : 268-273, 2002

13) Klevay LM. Hair as a biopsy material. 3. Assessment of environmental lead exposure. *Arch Environ Health* 26(4) : 169-172, 1973

14) Airey D. Total mercury concentrations in human hair from 13 countries in relation to fish consumption and location. *Sci Total Environ* 31(2) : 157-180, 1983

15) Aharoni A, Tesler B, Paltieli Y, Tal J, Dori Z, Sharf M. Hair chromium content of women with gestational diabetes compared with nondiabetic pregnant women. *Am J Clin Nutr* 55(1) : 104-107, 1992

16) Wilhelm M, Hafner D, Lombeck I, Ohnesorge FK. Monitoring of cadmium, copper, lead and zinc status in young children using toenails: comparison with scalp hair. *Sci Total Environ* 103(2-3) : 199-207, 1991

17) Korean Society of Pediatrics. Body growth standard value of Korean pediatrics in 1998, pp. 7-12, 1999

18) Ooms ME, Lips P, Van Lingen A, Valkenburg HA. Determinants of bone mineral density and risk factors for osteoporosis in

healthy elderly women. *J Bone Miner Res* 8(6) : 669-675, 1993
19) Chung HK. Evaluation of nutrition status on the basis of orphan home children anthropometry. *Kor J Dietary Culture* 6(4) : 413-419, 1991
20) Waterlow JC. Classification and definition of protein-calorie malnutrition. *Br Med J* 3(826) : 566-569, 1972
21) Kim GN, Song HJ. Hair mineral analysis of normal Korean children. *Korean Dematological Association* 40(12) : 1518-1526, 2002
22) Hurtado EK, Claussen AH, Scott KG. Early childhood anemia and mild or moderate mental retardation. *Am J Clin Nutr* 69(1) : 115-119, 1999
23) Heaney RP, Weaver CM. Calcium absorption from kale. *Am J Clin Nutr* 51(4) : 656-657, 1990
24) Weaver CM, Plawecki KL. Dietary calcium: adequacy of a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 59(5 Suppl) : 1238S-1241S, 1994
25) Prockop DJ. Role of iron in the synthesis of collagen in connective tissue. *Fed Proc* 30(3) : 984-990, 1971
26) Smoliar VI. Effect of iron-deficient diets on the formation of bone tissue. *Vopr Pitan* (5) : 55-59, 1984