

충남서북부 지역 초등학생의 신체계측치와 영양소 섭취 및 골밀도와 관련된 요인

김예정 · 최윤정 · 김희선[†]

순천향대학교 식품영양학과

Factors Related to Calcaneal Broadband Ultrasound Attenuation, Anthropometric Indexes and Nutrient Intakes among Elementary School Children in Chungnam

Ye-Jung Kim, Yoon Jeong Choi, Hee-Seon Kim[†]

Department of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, Asan, Korea

Abstract

Variables affecting bone health of growing children were analyzed among forty nine 10-12 year old elementary students in three rural regions of north west Chungnam area. Information on age of the parents, duration of breast feeding and birth weight were collected from the guardians of the participants and nutrient intake and diet quality were assessed by average of three-day food records of participants with the help of dietitians. Bone health status was measured by calcaneal broadband ultrasound attenuation (BUA) using quantitative ultrasound (QUS). Results showed that anthropometric indexes and nutrient intake levels were not different between boys and girls. However, iron intake was significantly lower in girls than in boys. Girls after menarche showed lower intake levels for thiamin, riboflavin, pyridoxine and niacin than girls before menarche. z-scores of BMI were lower than -1 and higher than +1 showed shorter breast feeding period than others but the difference was statistically non-significant. Overall, the subjects did not consume enough of calcium, vitamin C and folic acid. Zinc intake and BMI were the most significant factors affecting BUA by the results of backward elimination in multiple regression models. Phosphorous and beta-carotene intakes showed significant negative relation with BUA. This study showed that children living in the rural area of Chungnam need extra care to keep their health and nutrient intakes especially for the nutrients known to affect growth. Tailored nutrition education needs to be more focused on the improvement of bone health status of children. (*Korean J Community Nutr* 18(4) : 312~323, 2013)

KEY WORDS : nutrition status · bone health status · BUA of elementary school children

서론

인체조직 중 뼈는 조직을 생성하고 분해하며, 보수하고 재생하는 대사적으로 매우 활발한 조직이다. 즉 뼈 생성과 용해 그리고 재생을 통한 골격의 대사과정은 일생동안 끊임없이 일어나는데 특히 성장기의 경우 더욱 활발한 대사작용을 한다. 골질량은 일생 중 30년에 걸쳐 성숙· 발달되어지며, 특히 유아기, 아동기, 청소년기에 발달하여 청소년기에 90%가 성숙되어 30세경에 최대 골질량에 도달하게 된다(Rizzoli 등 2010). 이때의 최대 골질량(peak bone mass)은 폐경기 여성과 노년기의 골다공증 유발을 결정하는데 있어서 중요한 역할을 하게 된다(Ott 1990; Hansen 등 1991). 성장기의 골질량 증가가 충분하지 못할 경우 최대 골질량이 낮

접수일: 2013년 8월 5일 접수

수정일: 2013년 8월 19일 수정

채택일: 2013년 8월 19일 채택

*This study was supported by Soonchunhyang University Research Funds

[†]**Corresponding author:** Hee-Seon Kim, Department of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, 646 Eupnae-ri, Shinchang-myun, Asan-si, Choongnam 336-745, Republic of Korea
Tel: (041) 530-1263, Fax: (041) 530-1264
E-mail: hskim1@sch.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

아지게 되며 노년기 골다공증의 원인이 될 수 있다. 따라서 성장기에 충분한 골성장이 이루어져서 최대 골질량 형성을 증가시켜주는 것이 골다공증 관련 골질을 예방하는데 효과적이다(Melton 1996; Slemenda 1997; Hui 등 1999).

성장기 골밀도에 영향을 미치는 요인은 신체계측치, 연령, 성별, 인종, 호르몬, 유전, 활동량 및 식이요인 등으로 보고되어 있다. 신장, 체중 등의 신체 계측치는 골밀도와 밀접한 상관관계를 나타내며, 이 중 체중은 골밀도와 관련성이 가장 높은 예측 인자 중 하나인 것으로 보고된 바 있다(Fehily 등 1992; Felson 등 1993; Lonezer 등 1996; Catherine 등 1999). 최대 골질량은 복합적인 요인들에 의해 결정되는데 특히 인종, 성별과 같은 유전적 요인에 의해 80%가 영향을 받으며(Anderson 2000; McKay 등 2000), 신체 활동과 식이요인 등의 생활습관과 같은 환경적 요인이 함께 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(New 등 1997; Davies 등 2005).

현재까지 발표된 연구에서는 신장, 체중, 체지방, 지방 등의 증가가 없었음에도 불구하고 청소년기의 우유와 유제품에서 칼슘의 섭취 증가만으로도 골질량과 골밀도가 증가되는 것으로 보고되었다(Chan 등 1995; Cadogan 등 1997). 그만큼 성장기의 충분한 영양섭취 및 적절한 식품을 섭취하는 것이 중요함을 알 수 있다. 골 성장과 관련된 영양소는 뼈의 주요 성분인 칼슘과 인 이외에도 마그네슘, 아연, 구리, 망간, 철, 불소 등과 같은 다양한 미량 무기질 영양소들이 골 대사에 관여하는 것으로 알려져 있다(Dawson-Hughes 등 1997; Munger 등 1999). 무기질 영양소의 충분한 섭취는 성장기의 정상적인 성장과 발달에 반드시 필요한 영양소로 무기질의 섭취가 부족한 경우에는 성장속도가 느려지고, 골격의 석회화와 철의 저장이 불충분하여 골격성장 저해나 철 결핍성 빈혈 등이 유발될 수 있다. 골격과 연조직을 구성하는 칼슘은 아동의 골격 생성 및 발달, 유치의 영구치로의 전환 등을 고려할 때, 특히 중요한 무기질이며(Barger-Lux & Heaney 1992), 칼슘의 섭취가 부족하면 뼈 조직의 구성과 성장이 위축되어 경련, 구루병, 골연화증 또는 골다공증과 같은 결핍증이 나타난다. 따라서 칼슘은 골 무기질 침착에 직접적인 영향을 줄 수 있기 때문에 골질량을 증가시켜 골밀도 유지 및 골다공증의 예방에 중요한 인자이다. 또한 단백질 섭취는 골격 건강에서 최대 골질량 형성과 유지에 중요한 요인으로서, 단백질 섭취 부족은 골다공증의 원인이 될 수 있다(Tkatch 등 1992). 그러나 특정 영양소에 국한되지 않고 다양한 식품 섭취를 통해 모든 영양소를 골고루 섭취하여 최대 골질량을 높이는 일은 골다공증 예방을 위해 더욱 중요한 것으로 강조되고 있다.

이에 적절한 영양관리와 함께 지속적이고 다양한 영양상태 평가가 요구되지만 적절한 신체발달을 위한 구체적인 영양관리 방안들을 제시한 연구는 부족한 실정이다. 특히 성장기 아동이나 청소년기의 골성장과 관련하여 실질적인 영양섭취상태와 골밀도의 관계를 살펴 본 연구는 부족한 실정이다. 따라서, 본 연구는 충남지역 초등학교를 대상으로 성장 정도를 측정하기 위한 신체계측과 식이 섭취 조사를 실시하여 뼈의 건강상태와 관련된 요인을 분석하였다. 본 연구 결과를 토대로 골밀도 향상을 위해 초등학교에 올바른 식품 선택을 위한 영양교육에 기초자료로 활용하여 바람직한 습관을 형성할 수 있도록 하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 조사대상 및 기간

본 연구는 충남 서북부지역 3개면에서 면단위 초등학교 5~6학년생(남학생 43명, 여학생 49명)을 대상으로 선정하여 2007년 6월 29일부터 7월 15일까지 실시하였다. 연구 참여 학생들은 모두 보호자의 연구 참여 동의를 제출하였으며, 설문조사는 보호자와 학생이 함께 작성하였다.

2. 조사내용 및 방법

1) 일반사항 조사

일반사항은 학생의 보호자가 학생과 함께 작성하였으며 대상자의 성별, 연령, 설문지 응답자와의 관계, 가족사항, 출생 순위, 어머니의 연령, 아버지의 연령, 출생시 체중, 모유수유 유무, 모유수유 기간, 생리유무, 초경연령 등을 조사하였다.

2) 식이 섭취 조사

식이 섭취 조사는 자가 식사 기록법에 의해 3일간 기록하도록 하였다. 대상자가 초등학교 5학년과 6학년임을 고려하여 1인 1회 분량에 대한 개념을 사전에 학교 영양사가 교육하여 아침, 오전간식, 점심, 오후간식, 저녁으로 나누어 조사지에 작성하게 하였으며 작성과정에서의 문제점은 학교 영양사와 상담을 통해 해결하였다. 식품섭취를 통한 영양소 섭취량은 영양평가용 프로그램(CAN Pro Version 3.0 : Computer Aided Nutritional analysis program for professionals)을 이용하여 산출하였다. 섭취한 식품의 영양가를 산출한 후 영양소 적정섭취비(Nutrient Adequacy Ratio; NAR) 및 평균 영양소 적정섭취비(Mean Adequacy Ratio; MAR)를 이용하여 영양소의 양적 평가를 실시하였다. NAR은 단백질, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 비타민 B₆, 나이아신, 엽산, 비타민 C, 칼슘, 인, 철, 아연의 총 12개

영양소를 대상으로 영양소 섭취량/영양소별 권장섭취량의 수식으로 계산하였다. MAR은 12가지 영양소의 적정섭취비율의 평균으로 계산하였다. 또한 섭취한 식품의 영양가를 산출한 후 영양밀도지수(Index of Nutritional Quality; INQ)를 이용하여 섭취영양소의 질적 평가를 실시하였다. INQ는 개인의 영양소 섭취량을 1,000 kcal에 해당하는 식이 내 영양소 함량으로 환산하고 이를 열량 권장량 1,000 kcal당 특정 영양소의 권장량과 비교하는 방법으로 계산하였다.

3) 신체계측

신체계측치는 양호교사의 협력을 얻어 양호실에서 신장·체중계를 이용하여 신장 및 체중을 측정하였으며, 이들 측정치로부터 체질량지수(Body Mass Index; BMI)를 산출하였다.

대상자의 골격 건강상태는 정량적 초음파 측정(Quantitative ultrasound, QUS)을 통하여 골량(bone mass)과 골의 질(bone quality)에 의해 초음파의 주파수에 따른 감쇠를 표시하는 BUA(Broadband Ultrasound Attenuation)를 측정하여 골밀도와 골의 미세구조의 질을 나타내는 방법을 사용하였다. QUS를 이용한 골밀도의 측정은 골질의 예측에 민감하며, 경제성이 뛰어나고 간편한 공간 이동성과 사용방법, 방사선의 위험성이 없다는 장점을 가지고 있다. 특히 본

연구의 대상자들은 대중교통이 불편한 농촌지역의 성장기 어린이들로 방사선 피폭의 위험을 피하고 현장에서의 측정을 위해 이동성이 용이한 QUS-2(Metra Biosystems Inc., USA)를 이용하여 대상자의 우측 종골에서 BUA를 측정하였다. 대상자는 편히 의자에 앉은 자세에서 무릎을 직각으로 하고, acoustic contact을 통한 초음파의 전달을 위해 종골 부분의 피부에 젤을 바른 후 측정하였다. QUS-2로 측정된 BUA값은 dB/MHz로 표시되는데 기기에 입력된 성장기 한국 어린이의 기준치가 없는 관계로 대상자 집단에서 각자의 z-score 값을 산출하여 분석에 이용하였다.

3. 통계처리

모든 결과의 분석은 SPSS 14.0K for Windows (Chicago, USA)를 이용하여 수행하였으며, $P < 0.05$ 를 통계적 유의수준으로 하였다. 연속변수는 평균과 표준편차로, 명목변수는 빈도수와 백분율(%)로 산출하였다. 대상자의 신체발달 정도에 따른 비교분석을 위하여 각자의 BMI를 연령 및 성별 집단평균과 비교한 z-score를 구한 후 이에 따른 그룹별로 일원분산분석을 실시하였으며 유의한 차이를 보이는 변수에 대하여 Tukey's 사후검정을 수행하였다. 명목형 변수에 관한 분포의 검증은 chi-square test를, 성별 간 일반사항, 영양소섭취량, NAR, INQ 등 연속형 변수에 관한 비

Table 1. General characteristics of the subjects by gender

	Boys	Girls	p-value
N (%)	43 (46.7)	49 (53.3)	
Age (y)	11.53 ± 0.57 ¹⁾	11.30 ± 0.64	NS
Weight (kg)	41.70 ± 10.41	40.27 ± 9.29	NS
Height (cm)	144.20 ± 8.58	144.58 ± 7.55	NS
BMI (kg/m ²)	19.84 ± 3.44	19.10 ± 3.30	NS
BUA ²⁾ (dB/MHz)	73.30 ± 10.60	74.43 ± 9.28	NS
Birth weight (kg)	3.16 ± 0.46	3.08 ± 0.36	NS
Duration of breast feeding (m)	5.91 ± 7.48	8.25 ± 7.89	NS
Breast feeding			NS
No	17 (40.5)	19 (38.8)	
Yes (< 3 month)	7 (16.7)	3 (6.1)	
Yes (≥ 3 month)	18 (42.9)	27 (55.1)	
Father's age			NS
30~39 years	10 (23.8)	13 (27.1)	
40~49 years	29 (69.0)	33 (68.8)	
50~59 years	3 (7.1)	2 (4.2)	
Mother's age			NS
20~29 years	2 (4.7)	0 (0.0)	
30~39 years	20 (46.5)	34 (69.4)	
40~49 years	20 (46.5)	15 (30.6)	
50~59 years	1 (2.3)	0 (0.0)	

1) Mean ± SD

2) Broadband ultrasound attenuation (BUA)

NS: Not significant

Table 2. Comparison of the variables by the BMI of the study subjects

	BMI group			
	Z-score ≤ -1	-1 < Z-score ≤ 0	0 < Z-score ≤ 1	Z-score > 1
N (%)	7 (7.6)	47 (51.1)	26 (28.3)	12 (13.0)
Age (y)	11.55 ± 0.69 ¹⁾	11.31 ± 0.54	11.60 ± 0.63	11.29 ± 0.73
Weight (kg)	31.23 ± 2.92 ^{a)}	34.97 ± 4.11 ^{a)}	46.35 ± 4.94 ^{b)}	58.28 ± 7.41 ^{c)}
Height (cm)	143.10 ± 5.18 ^{ab)}	141.20 ± 7.57 ^{a)}	148.28 ± 7.34 ^{ab)}	149.28 ± 6.88 ^{b)}
BMI (kg/m ²)	15.22 ± 0.75 ^{a)}	17.50 ± 1.01 ^{b)}	21.04 ± 1.04 ^{c)}	26.09 ± 2.33 ^{d)}
BUA ²⁾ (dB/MHz)	66.61 ± 7.98 ^{a)}	71.73 ± 8.97 ^{ab)}	77.34 ± 8.30 ^{b)}	79.18 ± 12.96 ^{b)}
Birth weight (kg)	3.15 ± 0.17	3.10 ± 0.44	3.11 ± 0.43	3.24 ± 0.37
Breast feeding duration (m)	4.43 ± 7.83	7.76 ± 8.50	7.57 ± 6.93	5.89 ± 7.59
Breast feeding				
No	5 (71.4)	21 (44.7)	8 (30.8)	5 (41.7)
Yes (< 3 month)	1 (14.3)	6 (12.8)	9 (34.6)	1 (8.3)
Yes (≥ 3 month)	1 (14.3)	20 (42.6)	9 (34.6)	6 (50.0)

1) Mean ± SD

2) Broadband ultrasound attenuation (BUA)

abc: Values with different superscript letters within a row are significantly different based on one-way ANOVA followed by Tukey's post hoc test

Table 3. Dietary intakes of the subjects by sex

	Boys	Girls	p-value
Energy (kcal)	1,480.66 ± 285.20 ¹⁾	1,351.20 ± 271.53	0.028
Intake values per 1,000 kcal energy intake			
Protein (g)	41.26 ± 3.89	40.99 ± 4.24	NS
Vegetable protein	17.94 ± 3.11	17.49 ± 2.94	NS
Animal protein	23.32 ± 5.59	23.50 ± 5.03	NS
Fat (g)	28.88 ± 5.98	28.69 ± 4.09	NS
Vegetable fat	11.67 ± 3.73	1,026.00 ± 2.84	0.042
Animal fat	17.21 ± 6.00	18.43 ± 4.27	NS
Carbohydrate (g)	144.38 ± 14.29	145.33 ± 2.14	NS
Fiber (g)	8.47 ± 1.72	9.01 ± 2.14	NS
Calcium (mg)	339.81 ± 83.44	353.78 ± 74.64	NS
Vegetable calcium	132.40 ± 44.69	125.24 ± 37.98	NS
Animal calcium	207.41 ± 83.51	228.55 ± 78.62	NS
Phosphorus (mg)	590.04 ± 66.99	590.17 ± 69.52	NS
Iron (mg)	6.58 ± 1.05	6.50 ± 1.31	NS
Vegetable iron	4.61 ± 1.02	4.53 ± 1.09	NS
Animal iron	1.97 ± 0.52	1.97 ± 0.54	NS
Sodium (mg)	2,010.74 ± 371.76	1,969.37 ± 420.62	NS
Potassium (mg)	1,343.44 ± 210.98	1,358.57 ± 223.71	NS
Zinc (mg)	5.16 ± 0.46	5.13 ± 0.51	NS
Vit A (μgRE)	354.50 ± 107.81	374.16 ± 87.52	NS
Retinol (μg)	100.73 ± 51.12	108.85 ± 41.19	NS
Beta-caroten (μg)	1,386.20 ± 545.90	1,479.31 ± 517.39	NS
Thiamin (mg)	0.62 ± 0.10	0.64 ± 0.11	NS
Riboflavin (mg)	0.65 ± 0.16	0.68 ± 0.09	NS
Vit B ₆ (mg)	1.03 ± 0.15	1.02 ± 0.18	NS
Niacin (mg)	9.32 ± 1.71	9.31 ± 1.75	NS
Vit C (mg)	28.89 ± 8.64	31.04 ± 10.49	NS
Folic acid (μg)	102.09 ± 24.78	110.73 ± 30.39	NS
Vit E (mg α-TE)	7.06 ± 1.90	6.61 ± 2.41	NS

1) Mean ± SD

NS: Not significant

교는 t-test를 통해 분석하였다. 종글초음파와 조사한 변수 간 관계는 회귀분석 중 후진제거법 (backward elimination) 을 이용하여 최적의 모델을 찾았으며 이때 독립변수 간 다중 공선성이 의심되는 변수는 제거한 후 차례로 각각 분석을 실시하였다. 변수의 backward elimination시 유의수준은 0.10으로 설정하였다.

결 과

1. 성별과 BMI 그룹에 따른 일반적인 사항

대상자들의 일반사항은 Table 1에 제시된 바와 같이 연령, 체중, 신장, BMI, 출생시 체중, 모유수유기간, 부모의 연

령 등에서 남녀별로 유의한 차이를 나타내지는 않았다. 모유수유기간은 여학생들이 남학생에 비해 오랜 기간 모유수유를 하였으나 대상자들 간의 편차가 매우 커서(0~30개월) 통계적으로 유의하지는 않았다. 대상자들은 농촌지역에 거주하는 성장기 어린이들로 집단이 작고, 이들 대부분의 BMI가 평균에 해당되어 조금 더 구체적으로 신체 발달 정도에 따른 비교를 위하여 BMI의 z-score에 따라 4그룹으로 분류한 후 일반사항을 비교하였다(Table 2). 체중과 BUA는 BMI가 큰 그룹에서 높았으나 신장의 경우 BMI와 비례적으로 증가하지는 않았다. 모유수유기간도 BMI 중간 두 그룹에 비하여 BMI가 가장 작거나 큰 양극의 그룹에서 더 짧은 기간으로 나타났으나 편차가 커서 통계적으로 유의하지는 않았다.

Table 4. Dietary intakes of the subjects by the BMI group

	BMI group			
	Z-score ≤ -1	-1 < Z-score ≤ 0	0 < Z-score ≤ 1	Z-score > 1
Energy (kcal)	1,362.80 ± 286.5 ¹⁾	1,397.10 ± 274.3	1,400.50 ± 278.5	1,521.80 ± 339.9
Intake values per 1,000kcal energy intake				
Protein (g)	41.33 ± 5.25	41.32 ± 4.16	39.98 ± 3.77	42.66 ± 3.23
Vegetable protein	18.74 ± 3.76	17.41 ± 2.91	17.92 ± 3.31	17.75 ± 2.45
Animal protein	22.59 ± 6.55	23.90 ± 5.47	22.07 ± 5.39	24.91 ± 2.63
Fat (g)	27.77 ± 4.18	29.35 ± 5.32	27.43 ± 5.26	30.04 ± 3.28
Vegetable fat	10.80 ± 2.97	10.72 ± 3.36	10.92 ± 3.75	11.78 ± 2.69
Animal fat	16.96 ± 5.47	18.63 ± 5.29	16.51 ± 5.70	18.27 ± 2.23
Carbohydrate (g)	144.66 ± 11.62	144.10 ± 13.07	148.86 ± 13.41	139.51 ± 5.82
Fiber (g)	9.44 ± 3.22	8.72 ± 1.94	8.81 ± 1.82	8.41 ± 1.62
Calcium (mg)	358.18 ± 63.44	354.54 ± 82.90	351.72 ± 76.19	302.67 ± 68.24
Vegetable calcium	150.23 ± 54.40	125.33 ± 36.13	130.55 ± 47.11	124.42 ± 39.26
Animal calcium	207.95 ± 66.76	229.20 ± 90.16	221.16 ± 68.00	178.25 ± 72.48
Phosphorus (mg)	600.99 ± 53.96	591.88 ± 74.12	586.71 ± 60.55	584.23 ± 71.96
Iron (mg)	6.96 ± 1.50	6.53 ± 1.23	6.58 ± 1.11	6.20 ± 1.05
Vegetable iron	4.93 ± 1.14	4.54 ± 1.12	4.61 ± 0.99	4.35 ± 0.91
Animal iron	2.03 ± 0.68	1.99 ± 0.53	1.97 ± 0.54	1.85 ± 0.40
Sodium (mg)	2,073.80 ± 312.9	1,979.70 ± 448.9	1,956.40 ± 359.9	2,044.60 ± 318.8
Potassium (mg)	1,450.10 ± 315.1	1,340.60 ± 200.9	1,357.10 ± 203.0	1,324.40 ± 253.0
Zinc (mg)	5.05 ± 0.68	5.18 ± 0.50	5.09 ± 0.43	5.17 ± 0.46
Vit A (µgRE)	379.09 ± 126.15	359.47 ± 91.20	387.30 ± 111.42	329.88 ± 64.47
Retinol (µg)	112.19 ± 44.85	107.44 ± 50.68	104.33 ± 41.14	93.10 ± 40.26
Beta-caroten (µg)	1,484.00 ± 621.1	1,418.80 ± 553.6	1,501.00 ± 500.3	1,332.70 ± 488.8
Thiamin (mg)	0.69 ± 0.06 ^{b)}	0.63 ± 0.10 ^{ab)}	0.58 ± 0.07 ^{a)}	0.66 ± 0.13 ^{ab)}
Riboflavin (mg)	0.72 ± 0.13	0.68 ± 0.13	0.65 ± 0.13	0.62 ± 0.10
Vit B ₆ (mg)	1.04 ± 0.12	1.04 ± 0.17	0.99 ± 0.17	1.06 ± 0.18
Niacin (mg)	9.47 ± 1.50	9.40 ± 1.80	8.87 ± 1.83	9.83 ± 1.15
Vit C (mg)	30.92 ± 9.62	31.00 ± 9.99	28.47 ± 8.34	29.17 ± 11.77
Folic acid (µg)	116.83 ± 41.76	106.19 ± 26.95	105.85 ± 28.26	104.55 ± 25.54
Vit E (mg α-TE)	7.01 ± 2.84	6.72 ± 2.35	6.99 ± 1.71	6.72 ± 2.33

1) Mean ± SD

ab: Values with different superscript letters within a row are significantly different based on one-way ANOVA followed by Tukey's post hoc test

2. 성별과 BMI 그룹에 따른 영양소섭취량

성별에 따른 영양소섭취량에서는 열량과 식물성 지방을 제외하고는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. BMI 그룹에서는 티아민의 섭취량을 제외하고 유의한 차이를 나타내지 않았다.

3. 성별과 BMI 그룹에 따른 영양평가

식사의 질적, 양적 평가지표인 NAR, MAR, INQ의 비교에서 NAR은 철의 섭취 정도에서 여학생이 남학생보다 낮았다. 반대로 리보플라빈의 섭취 정도에서는 남학생이 여학생보다 섭취상태가 좋지 않았다. 그 이외 대부분의 무기질 섭취에서는 여학생이 남학생보다 높았으나 유의한 차이를 보이지 않았다. MAR에서는 남녀 간 유의한 차이를 나타내지 않았다. INQ는 대부분의 무기질 섭취가 유의하게 차이를 보

이지 않았으나 단백질, 인, 철, 아연의 섭취 정도에서는 남학생이 여학생보다 높았다. 그러나 리보플라빈의 경우에는 NAR과 마찬가지로 여학생이 남학생보다 섭취상태가 좋았다. BMI 그룹의 INQ에서는 티아민의 섭취 정도를 제외하고 유의한 차이를 보이지 않았다.

4. 여학생들의 초경 여부에 따른 신체계측 및 영양평가

대상자들의 연령층이 성장기 중에서도 초경이 시작되는 연령이므로 여학생들의 초경 여부에 따라 신체발달 및 영양소 섭취상태를 비교하였다(Table 7). 본 연구 대상 여학생 중에서 초경을 경험한 학생은 6명(12.2%)이었으나 초경 전 여학생들과 연령, 체중, 신장, BUA에서 유의한 차이를 보여 초경을 경험한 학생들이 더 높게 나타났다. 그러나 이미 초경을 경험한 여학생들의 미량영양소, 특히 티아민, 리보플라

Table 5. Evaluation of diet quality by sex

	Boys	Girls	p-value
NAR ¹⁾			
Protein	1.12 ± 0.24 ²⁾	1.08 ± 0.21	NS
Calcium	0.56 ± 0.17	0.56 ± 0.12	NS
Phosphorus	0.85 ± 0.16	0.86 ± 0.16	NS
Iron	0.79 ± 0.17	0.72 ± 0.17	0.049
Zinc	0.93 ± 0.14	0.91 ± 0.14	NS
Vitamin A	0.78 ± 0.18	0.84 ± 0.18	NS
Thiamin (mg)	0.84 ± 0.17	0.88 ± 0.13	NS
Riboflavin (mg)	0.73 ± 0.22	0.86 ± 0.15	0.002
Vitamin B ₆	0.95 ± 0.11	0.95 ± 0.13	NS
Niacin	0.91 ± 0.15	0.91 ± 0.13	NS
Vitamin C	0.50 ± 0.17	0.53 ± 0.19	NS
Folic acid	0.46 ± 0.17	0.46 ± 0.15	NS
MAR ³⁾	0.79 ± 0.13	0.80 ± 0.11	NS
INQ ⁴⁾			
Protein	2.11 ± 0.26	1.92 ± 0.23	0.001
Calcium	0.81 ± 0.20	0.77 ± 0.17	NS
Phosphorus	1.26 ± 0.16	1.18 ± 0.17	0.036
Iron	1.19 ± 0.26	0.98 ± 0.21	0.000
Zinc	1.48 ± 0.14	1.33 ± 0.15	0.000
Vitamin A	1.22 ± 0.37	1.22 ± 0.29	NS
Thiamin (mg)	1.27 ± 0.21	1.32 ± 0.23	NS
Riboflavin (mg)	1.09 ± 0.29	1.22 ± 0.16	0.007
Vitamin B ₆	1.71 ± 0.26	1.63 ± 0.31	NS
Niacin	1.48 ± 0.27	1.53 ± 0.31	NS
Vitamin C	0.74 ± 0.24	0.73 ± 0.25	NS
Folic acid	0.66 ± 0.16	0.62 ± 0.17	NS

1) Nutrient Adequacy Ratio (NAR)
 2) Mean ± SD
 3) Mean Adequacy Ratio (MAR)
 4) Index of Nutrition Quality (INQ)
 NS: Not significant

Table 6. Evaluation of diet quality by the BMI group

	BMI group			
	Z-score ≤ -1	-1 < Z-score ≤ 0	0 < Z-score ≤ 1	Z-score > 1
NAR ¹⁾				
Protein	1.43 ± 0.38 ²⁾	1.48 ± 0.37	1.38 ± 0.42	1.62 ± 0.49
Calcium	0.58 ± 0.14	0.57 ± 0.14	0.56 ± 0.17	0.52 ± 0.13
Phosphorus	0.86 ± 0.16	0.88 ± 0.18	0.86 ± 0.19	0.93 ± 0.22
Iron	0.78 ± 0.15	0.76 ± 0.21	0.77 ± 0.19	0.79 ± 0.24
Zinc	0.96 ± 0.21	1.01 ± 0.20	0.99 ± 0.24	1.06 ± 0.26
Vitamin A	0.86 ± 0.25	0.88 ± 0.28	0.89 ± 0.36	0.86 ± 0.54
Thiamin (mg)	1.00 ± 0.20	0.97 ± 0.27	0.83 ± 0.22	1.04 ± 0.29
Riboflavin (mg)	0.87 ± 0.17	0.87 ± 0.24	0.78 ± 0.26	0.86 ± 0.30
Vitamin B ₆	1.17 ± 0.24	1.24 ± 0.32	1.10 ± 0.34	1.36 ± 0.41
Niacin	1.07 ± 0.27	1.13 ± 0.35	0.98 ± 0.35	1.24 ± 0.32
Vitamin C	0.52 ± 0.16	0.54 ± 0.18	0.48 ± 0.17	0.54 ± 0.24
Folic acid	0.47 ± 0.13	0.46 ± 0.14	0.46 ± 0.19	0.50 ± 0.19
MAR ³⁾	0.81 ± 0.09	0.80 ± 0.11	0.77 ± 0.15	0.81 ± 0.11
INQ ⁴⁾				
Protein	2.03 ± 0.38	2.02 ± 0.25	1.97 ± 0.28	2.08 ± 0.21
Calcium	0.87 ± 0.16	0.80 ± 0.19	0.81 ± 0.18	0.68 ± 0.15
Phosphorus	1.24 ± 0.18	1.21 ± 0.18	1.25 ± 0.15	1.22 ± 0.17
Iron	1.12 ± 0.24	1.05 ± 0.26	1.13 ± 0.23	1.04 ± 0.27
Zinc	1.37 ± 0.18	1.39 ± 0.18	1.43 ± 0.11	1.39 ± 0.19
Vitamin A	1.25 ± 0.41	1.20 ± 0.31	1.29 ± 0.38	1.13 ± 0.22
Thiamin (mg)	1.43 ± 0.11 ^b	1.32 ± 0.23 ^{ab}	1.20 ± 0.16 ^a	1.36 ± 0.28 ^{ab}
Riboflavin (mg)	1.25 ± 0.21	1.19 ± 0.24	1.11 ± 0.23	1.10 ± 0.25
Vitamin B ₆	1.68 ± 0.27	1.69 ± 0.29	1.58 ± 0.28	1.77 ± 0.31
Niacin	1.52 ± 0.27	1.53 ± 0.31	1.41 ± 0.29	1.62 ± 0.19
Vitamin C	0.76 ± 0.24	0.76 ± 0.25	0.70 ± 0.21	0.71 ± 0.28
Folic acid	0.69 ± 0.23	0.63 ± 0.16	0.65 ± 0.18	0.64 ± 0.14

1) Nutrient adequacy ratio (NAR)

2) Mean ± SD

3) Mean adequacy ratio (MAR)

4) Index of Nutrition Quality (INQ)

ab: Values with different superscript letters within a row are significantly different based on one-way ANOVA followed by Tukey's post hoc test

빈, 비타민 B₆, 나이아신의 섭취상태는 초경 전 여학생들보다 불량한 것으로 나타났다.

5. Backward elimination에 의한 다중회귀분석

성장기 농촌어린이의 뼈건강과 관련된 요인을 찾기 위해 backward elimination에 의한 다중회귀분석을 실시했다. 영양소 섭취량은 각각 에너지 섭취량과 높은 상관관계를 나타내므로 각 영양소 섭취량을 열량 1,000 kcal당 섭취량으로 환산한 결과를 다중회귀분석에 사용하였다. 열량 1,000 kcal 당 영양소 섭취량으로 환산했을 경우 단백질, 지방, 칼슘, 철, 비타민 A의 섭취량을 동물성, 식물성으로 구체화한 경우를 제외하고는 각 영양소 섭취량들 간의 높은 상관

성을 보이지는 않았다. 따라서 회귀식에는 단백질, 지방, 칼슘, 철, 비타민 A의 총섭취량만 독립변수로 투입하였다. 그 결과 BMI와 아연섭취량은 BUA와 양의 상관관계를 나타낸 반면 단백질과 비타민 A의 섭취량은 음의 상관관계를 보였다(Table 8, Model 1). Backward elimination에 의한 제거기준이 유의수준 0.10이었으므로 비타민 A의 영향은 유의수준 0.067로 P < 0.05 수준에서는 유의한 결과는 아니었으나 음의상관성을 보인 점과 골건강에 대한 연구결과 retinol이 뼈에 부정적인 영향을 미치는 연구결과가 발표된 바 있으므로(Promislow 등 2002; Mata-Granados 등 2010), 본 연구에서도 retinol과의 상관성을 분석하기 위해 비타민 A 대신 retinol을 독립변수로 투입한 분석을 실시하

Table 7. Anthropometric and dietary quality of the girls by menstrual status

	After menarche	Before menarche	p-value
N (%)	6 (12.2)	43 (87.8)	
Age (y)	11.78 ± 0.43 ¹⁾	11.24 ± 0.64	0.049
Weight (kg)	50.65 ± 9.48	38.82 ± 8.40	0.003
Height (cm)	154.32 ± 4.79	143.22 ± 6.85	0.000
BUA	85.35 ± 6.41	72.90 ± 8.61	0.001
NAR ²⁾			
Protein	1.03 ± 0.25	1.09 ± 0.20	NS
Calcium	0.54 ± 0.11	0.56 ± 0.12	NS
Phosphorus	0.82 ± 0.17	0.86 ± 0.15	NS
Iron	0.71 ± 0.18	0.72 ± 0.17	NS
Zinc	0.87 ± 0.18	0.92 ± 0.13	NS
Vitamin A	0.83 ± 0.20	0.84 ± 0.18	NS
Thiamin (mg)	0.77 ± 0.19	0.90 ± 0.12	0.026
Riboflavin (mg)	0.73 ± 0.18	0.88 ± 0.14	0.024
Vitamin B ₆	0.84 ± 0.22	0.97 ± 0.11	0.015
Niacin	0.79 ± 0.23	0.94 ± 0.11	0.011
Vitamin C	0.52 ± 0.28	0.54 ± 0.18	NS
Folic acid	0.38 ± 0.19	0.47 ± 0.14	NS
MAR ³⁾	0.74 ± 0.17	0.81 ± 0.10	NS

1) Mean ± SD

2) Nutrient adequacy ratio (NAR)

3) Mean adequacy ratio (MAR)

NS: Not significant

Table 8. Summary of multiple regression model fit by backward elimination¹⁾ for z-score of BUA as a dependant variable

	Unstandardized coefficient	Standard error	Standardized coefficient β	t	Significance	R ²
Model 1 with vitamin A						0.289
Constant	-0.770	1.106	-	-0.696	0.489	
BMI	0.264	0.104	0.289	2.530	0.014	
Protein	-0.070	0.035	-0.322	-2.038	0.046	
Zinc	0.866	0.296	0.485	2.928	0.005	
Vit A	-0.002	0.001	-0.227	-1.864	0.067	
Model 2 with retinol						0.223
Constant	-0.930	1.125	-	-0.827	0.411	
BMI	0.299	0.105	0.327	2.851	0.006	
Protein	-0.062	0.035	-0.281	-1.762	0.083	
Zinc	0.681	0.284	0.382	2.398	0.019	
Model 3 with beta-carotene						0.288
Constant	-1.859	1.145	-	-1.623	0.110	
BMI	0.275	0.107	0.301	2.581	0.012	
Calcium	0.003	0.002	0.277	1.523	0.100	
Phosphorous	-0.006	0.003	-0.459	-2.137	0.039	
Zinc	0.845	0.277	0.474	3.054	0.003	
Vit E	0.101	0.059	0.252	1.731	0.089	
Beta-carotene	0.000	0.000	-0.302	-2.034	0.046	

1) Significant level for stay (SLS) was 0.10

였다(Model 2). 그 결과 retinol의 영향력은 미비하여 모델에서 제외되었다. 그러나 비타민 A나 retinol 대신 베타 카로틴섭취량이 독립변수로 포함된 모델(Model 3)에서는 베타 카로틴의 음의 상관성이 유의하게 나타났으며($p = 0.046$) 다른 모델에서는 제외되었던 인이 유의한 음의 상관성을 보였다($p = 0.039$) 유의 하지는 않으나 칼슘과 비타민 E가 BUA와 관련된 변수로 분석되었다($p < 0.10$). 모든 모델에서 아연섭취량이 β 값이 가장 큰 것으로 나타나 대상자들의 BUA와 가장 관련이 높은 요인으로 분석되었다.

고 찰

본 연구는 충남 서북부 농촌지역에 거주하는 3개 초등학교 5~6학년 학생에서 종골초음파와 관련된 요인들을 규명하기 위하여 수행되었다. 대상자들이 농촌지역에 거주하고 있는 관계로 연구가 이루어진 초등학교는 대부분 전교생이 60명 미만이고 5~6학년 학생의 수는 학년 당 10여명이었다. 연구 참여에 동의하고 설문에 응한 보호자는 대부분 부모(95%)이었으며 고모, 고모부, 언니 등이 응답한 경우가 5%이었으나 설문에 응한 부모 중에는 대상 어린이와 동거하고 있지 않은 부모들도 포함되었다. 대상 어린이들의 경우 일반사항은 남녀별로 차이가 없었다. 그러나 대상자를 BMI z-score에 따라 4그룹으로 나누어 비교했을 때, 집단별로 신체 계측치에서 차이를 나타냈으며 BUA도 유의한 차이를 보였으나 영양소 섭취량은 그룹 간 유의한 차이가 없었다. 보통 성장기 아동의 경우 BMI에 따른 체격을 비교할 때 대한 소아과학회에서 제시한 체질량지수의 성별, 연령별 백분위수(The Korean Pediatric Society 2007)에 따라 95백분위수 이상일 경우 비만군, 85백분위수 이상 95백분위수 미만이면 과체중군, 85백분위수 미만이면 정상 체중군으로 분류하는 것이 일반적이거나 본 연구 집단의 동질적 특성상 본 집단 내에서의 z-score를 산출하여 이를 기준으로 그룹별 비교를 실시하였다.

본 연구결과에서 특이한 사항은 모유수유기간이 BMI가 가장 낮은 그룹과 가장 높은 그룹에서 중간 그룹에 비해 더 짧게 나타났다는 점이다. 비록 모유수유기간의 편차가 매우 크고 집단이 작아서 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았으나 모유수유가 신체발달에 영향을 미칠 수 있음을 시사하고 있다. 특히 BMI가 가장 큰 그룹의 모유수유기간이 중간 두 그룹보다 낮았음에서 모유수유가 적절한 신체발달에 매우 중요한 것으로 보여 진다. 모유 수유에 비해 분유수유가 성장기 비만이 될 확률이 매우 높은 연구결과(Park 등 2008)를 통해서도 모유수유기간이 짧을 경우 비만의 위

험이 높아질 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 본 연구 참여자들의 경우 농촌지역 특성상 고도비만어는 없었음에도 불구하고 또래집단에 비해 체중과다가 모우수유 부족과 연계될 수 있음을 알 수 있었다.

남녀학생의 영양소섭취상태는 미량영양소의 섭취량에서 차이를 보였다. 초경이 시작되는 연령대인 10~12세 여학생의 철분섭취량이 충분하지 않았으며 같은 집단의 남학생에 비해서도 부족한 것으로 나타났다. 어린이들이 모두 점심은 학교급식을 통해 섭취하고 있으므로 남녀간의 차이는 가정에서의 식사에서 나타난 것으로 보이며 따라서 철분함량이 높은 식품의 섭취와 가정에서의 식사지도가 필요한 것으로 보인다. 남학생의 경우도 리보플라빈의 섭취량이 충분하지 않고 같은 집단 여학생에 비해서도 부족하므로 유제품섭취의 증가를 위한 영양교육이 필요하다. 전체적으로 본 연구 대상 어린이들의 경우 칼슘, 비타민 C, 엽산의 섭취량이 부족하였다, 본 연구 대상자들의 경우 부모대신 조부모와 동거하고, 부모와는 주말에 만나는 어린이가 많아 본인이 직접 식사관리를 할 수 없는 관계로 영양지도가 소홀한 것으로 보인다. 따라서 조손가정 어린이의 영양지도가 매우 중요할 것으로 사료된다.

본 연구 대상 여학생들의 경우 초경을 경험한 학생이 12% 정도로 신체발달에 따른 신체계측 및 영양소 섭취상태를 초경 전후 여학생간 비교해 보았다. 전반적으로 초경 후 여학생들이 초경 전 여학생들에 비해 불량한 영양섭취 상태를 나타냈다. 특히, 그 중에서도 티아민, 리보플라빈, 비타민 B₆, 나이아신은 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 초경 후 여학생이 신체적인 조건이 더 크어도 미량영양소 섭취상태가 좋지 않았으므로 이에 대한 적절한 영양교육이 필요한 것으로 사료된다.

다중회귀분석결과에 따르면 BMI와 아연의 섭취량이 BUA와 유의한 양의 상관관계를 나타냈다. 같은 모델에서 단백질과 비타민 A의 섭취량은 통계적으로 유의하지는 않았으나 음의 상관관계를 보였다. 골밀도와 BMI의 상관성에 관해서는 이미 여러 연구에서 낮은 BMI가 낮은 골밀도와 연관된다는 결과를 발표하였다(Kohrt 등 1995; Kirchengast 등 1999; Hernández 등 2000). 성장기에 아연섭취는 성장발달에 매우 중요한 영향을 미치며 아연이 뼈를 구성하는 미량무기질임에도 불구하고 칼슘, 인 등 다량무기질의 중요성이 강조되면서 상대적으로 아연 영양 상태와 뼈의 건강과의 관련성에 대한 연구는 많이 진행되지 않았다. 그러나 아연섭취량이 본 연구 집단 어린이의 종골 BUA와 가장 높은 상관성을 보인 결과는 최근 미국의 초등학교 4학년 여학생에서 아연섭취가 골밀도에 양의 상관관계가 있다는 발표와 일치

한다(Laudermilk 등 2012). 그러나 같은 논문에서 아연섭취량의 효과가 6학년 여학생에서는 나타나지 않아 연령 및 성장정도에 따라 아연영양이 미치는 영향이 다를 것임을 제안하였다. 폐경이후 여성에서는 아연영양섭취와 골밀도간의 양의 상관성을 나타낸 국내 연구결과가 발표되었으나(Yeon & Sung 2011; Choi 등 2012), 아연 보충제를 섭취한 미국여성에서는 권장량 이상의 아연섭취는 오히려 골다공증의 위험성을 높이는 것으로 보고되었다(Nielsen 등 2011). 아연은 뼈조직의 중요한 구성요소로서 성인남성에서도 아연섭취가 골밀도와 양의 상관성이 있음이 발표(Hyun 등 2004)되는 등 최근 아연영양과 골밀도 및 골대사와의 관계를 규명하기 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 그러나 골대사와 관련된 아연의 역할규명에도 불구하고 골대사와 관련된 생화학지표들과 아연영양상태 및 아연섭취량의 관계는 상반되는 연구결과가 발표되고 있으며(Hill 등 2005; Maser 등 2008) 아연이 성장기에 중요한 영양소임에도 불구하고 아동 및 청소년을 대상으로 한 아연과 골밀도와의 관계에 대한 연구는 많지 않으므로 이에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

비타민 A는 세포의 성장과 분화, 조직의 분화 및 면역과 시각에 관여하는 영양소로 아연과 함께 성장기에 가장 중요한 영양소 중 하나이다. 골아세포와 파골세포에 공히 retinoic acid receptor가 존재하며 골대사에도 관여하는 것으로 보고되었다(Promislow 등 2002). 과잉의 비타민 A섭취는 비타민 D의 효능을 감소시키고, 비타민 D결핍을 강화시키며(Metz 등 1985) 비타민 D의 부족 시 높은 혈중 retinol 농도는 낮은 골밀도와 관계가 있으며(Mata-Granados 등 2010), 과잉의 비타민 A 섭취가 골밀도의 감소와 골절 위험을 증가(Cummings 등 1993; Lind 등 2011)시켰다는 연구결과가 발표되었다. 따라서 비타민 A와 비타민 D의 적절한 비율이 중요한 것으로 나타났다(Boucher 등 2003). 그러나 retinol의 과잉이나 결핍이 모두 골밀도에 영향을 주고 retinol의 섭취부족은 적절한 골성장을 저하시킨다는 연구결과와(Tanaka 등 2010) 비타민 A의 섭취 및 혈중 농도는 골밀도와 연관성이 없는 것으로 보고(Ribaya-Mercado & Blumberg 2007)되는 등 상반되는 결과를 보였다.

이러한 상반되는 연구결과는 대부분 총 비타민 A섭취량과의 관계보다는 retinol 섭취량이나 혈중 retinol과의 연관성에 관한 연구인 관계로 retinol과의 관계를 분석하기 위해 본 연구에서는 다중공선성 관계인 비타민 A, retinol과 베타카로틴을 각각 서로 다른 모델에 독립변수로 투입하여 3가지 모델로 분석하였다. 그 결과 retinol 섭취량이 독립변수로 투

입된 model 2에서는 BMI와 아연섭취량만 유의한 요인으로 분석된 반면 베타카로틴을 독립변수로 투입한 model 3에서는 BMI와 아연의 유의성 외에도 인과 베타카로틴 섭취량이 유의한 음의 상관성을 나타냈다. 베타카로틴이 골밀도에 부정적인 영향을 미친다는 연구 결과는 현재까지는 발표된 바 없다. 노년기 여성에서 베타카로틴 및 레티놀의 섭취가 골절의 위험성을 높이지는 않는다는 연구결과는 발표된 바 있으나(Barker 등 2005) 골조직은 인종과 성별 등 유전적 요인에 많은 영향을 받으며 생애주기별로 성장과 분화 및 골소실 등 변화가 많은 조직이므로 연령층과 인종 등 인구집단이 상이한 집단에 대한 연구결과와의 단순비교는 무의미하다. 따라서 본 연구결과에서 나타난 성장기의 베타카로틴 섭취량과 골밀도와의 관계는 심층연구가 수행되어야 할 것으로 보여진다.

무기 영양소 중 특히 칼슘과 인은 뼈의 구성요소로 골밀도와 밀접한 연관성이 있으며, 결핍 혹은 과잉 시 골대사에 영향을 미친다. 우리나라 폐경 후 여성의 무기질 섭취량과 골밀도에 관한 연구 결과 인의 섭취는 소변중의 무기질 배설을 촉진시켜 골밀도에 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다(Yeon & Sung 2011). 특히 칼슘의 섭취가 낮을 때 높은 인의 섭취는 골의 대사활동과 파골세포의 형성을 자극시키는 것으로 알려졌다(Calvo 등 1990; Katsumata 등 2005). Pinheiro 등(2009)에 의하면 인의 섭취가 100 g 증가 시 골절위험성이 9% 증가하는 것으로 조사되었다. 그러나 인 섭취의 제한은 골밀도를 증가시키지 않는다. 오히려 인의 불균형으로 더 많은 골 손실을 야기할 가능성이 있으므로 인과 칼슘의 적절한 섭취는 골 석회화에 필수적이다. 인구집단이 다른 연구결과와 성장기 어린이의 경우를 단순 비교하기는 무리이나 본 연구결과에서도 인의 섭취가 대상 어린이들의 종골 초음파에 음의 상관성을 나타냈으므로 한창 골격이 성장되고 있는 어린이에게 인의 과잉섭취는 건강한 골성장을 방해할 수도 있을 것이다. 따라서 어린이들이 선호하는 식품 중 인산함량이 높은 탄산음료 섭취에 대한 영양교육이 필수적인 것으로 보여진다.

요약 및 결론

본 연구는 충남 농촌지역 초등학교 5~6학년 학생들의 신체발달과 영양섭취정도를 조사하여 종골초음파와의 관계를 분석하였다.

1) 대상학생들의 신체계측치나 영양섭취량에서 남녀간의 차이는 나타나지 않았으나 여학생의 철섭취량이 남학생보다 유의하게 낮았으며 남학생의 경우 리보플라빈의 섭취량이 여

학생보다 낮았다. 또한 본 연구대상자들에게 공통적으로 칼슘, 비타민 C, 엽산 등 미량영양소의 섭취량이 충분하지 않은 것으로 나타났다.

2) 본 연구에 참여한 여학생 중 초경이 시작된 경우는 12% 이었으며 이들의 티아민, 리보플라빈, 비타민 B₆, 나이아신 섭취상태는 초경 전 여학생에 비해 유의하게 낮았다.

3) 따라서 농촌지역 거주 어린이들의 미량영양소 섭취상태가 양호하지 않은 것으로 나타나 이에 대한 맞춤형 영양교육이 필요한 것으로 사료된다.

4) 종골초음파 상태에 가장 상관성이 높은 요인으로는 아연섭취량과 BMI로 분석되었으며 비타민 A 혹은 베타카로틴의 섭취량은 BUA에 음의 상관성을 나타냈다. 인의 섭취량도 BUA와 음의 상관관계를 보여 인과 칼슘의 섭취량이 균형을 이룰 수 있도록 칼슘섭취는 증진시키며 인의 섭취를 줄이기 위한 적절한 영양교육이 필요한 것으로 사료된다.

References

- Anderson J JB (2000): The important role of physical activity in skeletal development: how exercise may counter low calcium intake^{1,2}. *Am J Clin Nutr* 71(6): 1384-1386
- Barker ME, McCloskey E, Saha S, Gossiel F, Charlesworth D, Powers HJ, Blumsohn A (2005): Serum retinoids and beta-carotene as predictors of hip and other fractures in elderly women. *J Bone Miner Res* 20(6): 913-920
- Barger-Lux MJ, Heaney RP (1992): Caffeine and the calcium economy revisited. *Osteoporos Int* 50(1): 14-18
- Boucher BJ, Melhus H, Michaelsson K (2003): Serum retinol levels and fracture risk. *N Engl J Med* 348(19): 1927-1928
- Cadogan J, Eastell R, Jones N, Barker ME (1997): Milk intake and bone mineral acquisition in adolescent girls: randomised, controlled intervention trial. *BMJ* 315(7118): 1255-1260
- Calvo MS, Kumar R, Heath H (1990): Persistently elevated parathyroid hormone secretion and action in young women after four weeks of ingesting high phosphorus, low calcium diets. *J Clin Endocrinol Metab* 70(5): 1334-1340
- Catherine G, Pierre B, Louis D, Pierre JM, Pierre DD (1999): Measurements of bone mineral content of the lumbar spine by dual energy X-ray absorptiometry in normal children. *J Clin Endocrinol Metab* 70: 1330-1333
- Chan GM, Hoffman K, McMurry M (1995): Effects of dairy products on bone and body composition in pubertal girls. *J Pediatr* 126(4): 551-556
- Choi JS, Ahn EM, Kwon SO, Park YH (2012): Dietary factors affecting bone mineral density in Korean rural postmenopausal women. *Korean J Nutr* 45(5): 470-478
- Cummings SR, Black DM, Nevitt MC, Browner W, Cauley J, Esruid K (1993): Bone density at various sites for prediction of hip fractures. The study of osteoporotic fractures research group. *Lancet* 341: 72-75
- Davies JH, Evans BA, Gregory JW (2005): Bone mass acquisition in healthy children. *Arch Dis Child* 90(4): 373-378
- Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, Dallal GE (1997): 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
- Fehily AM, Coles RJ, Evans WD, Elwood PC (1992): Factors affecting bone density in young adults. *Am J Clin Nutr* 56(3): 579-586
- Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, Anderson JJ (1993): Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women: the Framingham study. *J Bone Miner Res* 8(5): 567-573
- Hansen MA, Overgaard K, Riis BJ, Christiansen C (1991): Role of peak bone mass and bone loss in postmenopausal osteoporosis, 12 year study. *Br Med J* 303: 961-964
- Hernández ER, Seco C, Corts-Prieto J, Villa LF, Revilla M, Rico H (2000): Gynecological factors and body mass index as determinants of bone mass in normal postmenopausal women. A study with peripheral quantitative computed tomography (pQCT). *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 92(2): 193-198
- Hill T, Meunier N, Andriollo-Sanchez M, Ciarapica D, Hininger-Favier I, Polito A, O'Connor JM, Coudray C, Cashman KD (2005): The relationship between the zinc nutritive status and biochemical markers of bone turnover in older European adults: the ZENITH study. *Eur J Clin Nutr* 59(S2): S73-S78
- Hui SL, Zhou L, Evans R, Slemenda CW, Peacock M, Weaver CM, McClintock C, Johnston CC Jr (1999): Rates of growth and loss of bone mineral in the spine and femoral neck in white females. *Osteoporos Int* 9(3): 200-205
- Hyun TH, Barrett-Connor E, Milne D (2004) Zinc intakes and plasma concentrations in men with osteoporosis: the Rancho Bernardo Study. *Am J Clin Nutr* 80(3): 715-721
- Katsumata S, Masuyama R, Uehara M, Suzuki K (2005): High-phosphorus diet stimulates receptor activator of nuclear factor-kappaB ligand mRNA expression by increasing parathyroid hormone secretion in rats. *Br J Nutr* 94(5): 666-674
- Kirchengast S, Gruber D, Sator M, Huber J (1999): Postmenopausal weight status, body composition and body fat distribution in relation to parameters of menstrual and reproductive history. *Maturitas* 33(2): 117-126
- Kohrt WM, Snead DB, Slatopolsky E, Birge SJ Jr (1995): Additive effects of weight-bearing exercise and estrogen on bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res* 10(9): 1303-1311
- Laudermilk MJ, Manore MM, Thomson CA, Houtkooper LB, Farr JN, Going SB (2012): Vitamin C and zinc intakes are related to bone macroarchitectural structure and strength in prepubescent girls. *Calcified Tissue Int* 91(6): 430-439
- Lind T, Lind PM, Jacobson A, Hu L, Sundqvist A, Risteli J, Yebra-Rodriguez A, Larsson S, Rodriguez-Navarro A, Andersson G, Melhus H (2011): High dietary intake of retinol leads to bone marrow hypoxia and diaphyseal endosteal mineralization in rats. *Bon* 48(3): 496-506
- Lonezer MD, Imrie R, Rogers D, Worley D, Licata A, Secic M (1996): Effects of heredity, age, weight, puberty, activity, and calcium intake on bone mineral density in children. *Clin*

- Pediatr(Phila)* 35(4): 185-189
- Maser RE, Owusu-Griffin P, Stabley JN, Provost-Craig MA, Lenhard MJ, Farquhar WB (2008): Zinc intake and biochemical markers of bone turnover in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 31: 2279-2280
- Mata-Granados JM, Cuenca-Acevedo R, Luque de Castro MD, Sosa M, Quesada-Gomez JM (2010): Vitamin D deficiency and high serum levels of vitamin A increase the risk of osteoporosis evaluated by quantitative ultrasound measurements in postmenopausal Spanish women. *Clin Biochem* 43: 1064-1068
- McKay HA, Petit MA, Khan KM, Schutz RW (2000): Lifestyle determinants of bone mineral: a comparison between prepubertal Asian and Caucasian-Canadian boys and girls. *Calcif Tissue Int* 66(5): 320-324
- Melton LJ. III (1996): Epidemiology of hip fractures: implications of the exponential increase with age. *Bone* 18(3 Suppl): 121S-125S
- Metz AL, Walser MM, Olson WG (1985): The interaction of dietary vitamin A and vitamin D related to skeletal development in the turkey poult. *J Nutr* 115(7): 929-935
- Michaëlsson K, Lithell H, Vessby B, Melhus H (2003): Serum retinol levels and the risk of fracture. *N Engl J Med* 348(4): 287-294
- Munger RG, Cerhan JR, Chiu BC (1999): Prospective study of dietary protein intake and risk of hip fracture in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 69(1): 147-152
- New SA, Solton-Smith C, Grubb DA, Reid DM (1997): Nutritional influences on bone mineral density: a cross-sectional study in premenopausal women. *Am J Clin Nutr* 65(6): 1831-1839
- Nielsen FJ, Lukaski HC, Johnson LK, Roughead ZK (2011): Reported zinc, but not copper, intakes influence whole body bone density, mineral content and T score responses to zinc and copper supplementation in healthy postmenopausal women. *Br J Nutr* 106(12): 1872-1879
- Opotowsky AR, Bilezikian JP (2004): Serum vitamin A concentration and the risk of hip fracture among women 50 to 74 years old in the United States: a prospective analysis of the NHANES I follow-up study. *Am J Med* 117(3): 169-174
- Ott SM (1990): Editorial: attainment of peak bone mass. *J Clin Endocrinol Metab* 71(5): 1082A-1082C
- Park SJ, Moon JW, Kim HJ, Cho MJ (2008): Infantile risk factors for obesity in preschool children. *Korean J Pediatric* 52: 804-811
- Pinheiro MM, Schuch NJ, Genaro PS, Ciconelli RM, Ferraz MB, Martini LA (2009): Nutrient intakes related to osteoporotic fractures in men and women—the Brazilian osteoporosis study (BRAZOS). *Nutr J* 8: 6
- Promislow JH, Goodman-Gruen D, Slymen DJ, Barrett-Connor E (2002): Retinol intake and bone mineral density in the elderly: the Rancho Bernardo study. *J Bone Miner Res* 17(8): 1349-1358
- Ribaya-Mercado JD, Blumberg JB (2007): Vitamin A is it a risk factor for osteoporosis and bone fracture? *Nutr Rev* 65(10): 425-438
- Rizzoli R, Bianchi ML, Garabedian M, McKay HA, Moreno LA (2010): Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone* 46(2): 294-305
- Slemenda C (1997): Prevention of hip fractures: risk factor modification. *Am J Med* 103(2A): 65S-71S
- Tanaka K, Tanaka S, Sakai A, Ninomiya T, Arai Y, Nakamura T (2010): Deficiency of vitamin A delays bone healing process in association with reduced BMP2 expression after drill-hole injury in mice. *Bone* 47: 1006-1012
- The Korean Pediatric Society (2007): Growth standard of children and youth at 2007 in Korea. 2007: 24-25
- Tkatch L, Rapin Ch, Rizzoli R, Slosman D, Nydegger V, Vasey H, Bonjour JP (1992): Benefits of oral protein supplementation in elderly patients with fracture of the proximal femur. *J Am Coll Nutr* 11(5): 519-525
- Yeon JY, Sung CJ (2011): A study on dietary mineral intake, urinary mineral excretions and bone mineral density in Korean postmenopausal women. *Korea J Community Nutr* 16(5): 569-579