



경남 일부지역 중학생의 비타민 D 영양상태 및 관련 요인에 관한 연구

이 호 경¹ · 김 성 희^{2*}

¹진주 남중학교, ²경상대학교 식품영양학과/농업생명과학연구원

Study on Vitamin D Status and Related Factors in Middle School Students in Gyeongnam

Ho-Kyoung Lee¹ and Sung-Hee Kim^{2*}

¹Jinju Nam Middle School, Jinju 52725, Republic of Korea

²Dept. of Food and Nutrition/Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University,
Jinju 52828, Republic of Korea

ABSTRACT

This study was performed to investigate vitamin D status, prevalence of vitamin D insufficiency or deficiency, and associations between serum 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D) concentration and related factors. The subjects were 91 middle school students (boys; 44, girls; 47) in Gyeongnam. The data were obtained during the period from June 2017 to September 2017. Serum 25(OH)D levels were measured using radioimmunoassay (DIA source ImmunoAssays Co., Nivelles, Belgium) and dietary intakes were assessed using 24-hour recalls (1 weekday and 1 weekend day). The mean concentration of serum 25(OH)D in girls (13.5±2.89 ng/mL) was significantly lower than in boys (16.1±4.57 ng/mL) ($p<0.05$). Deficiency and insufficiency of vitamin D were defined as serum 25(OH)D concentrations of <20.0 ng/mL and 20.0~29.9 ng/mL, respectively. 100% of boys and girls showed vitamin D insufficiency or deficiency. In boys, serum (25(OH)D) concentration was negatively correlated with hemoglobin ($p<0.001$), hematocrit ($p<0.001$), systolic blood pressure ($p<0.01$) and 'hours of using smart-device' ($p<0.01$), whereas it was positively correlated with intakes ($p<0.05$) of protein, vitamin K, folate and P. In girls, serum 25(OH)D concentration was positively correlated with 'time to go to school' ($p<0.05$) and levels of total protein and Ca ($p<0.01$), whereas it was negatively correlated with 'frequency of applying sunscreen' ($p<0.01$). These results suggest that more time spent in outdoor activities for sunlight exposure and vitamin D supplementation may be needed to improve vitamin D status in middle school students.

Key words: 25(OH)D, middle school students, vitamin D insufficiency, vitamin D deficiency

서 론

비타민 D는 칼슘의 장내 흡수와 골격의 무기질화에 필수적인 영양소로 결핍될 경우 구루병, 골연화증 및 골다공증을 일으킬 위험이 증가된다고 알려져 있다(Cranney A 등 2007). 최근에는 비타민 D 수용체(Vitamin D receptor)가 골격이나 소장 외에 신체의 다양한 조직과 세포에 존재하는 것이 밝혀짐에 따라 비타민 D의 인체 내 역할에 대한 새로운 시각이 생기게 되었다(Holick MF 2007). 비타민 D는 기존의 칼슘 항상성 및 골격에서의 기능 외에 비만(Jung CH & Mok JO 2014), 당뇨(Greer RM 등 2013), 고혈압(Scragg R 등 2007), 감염(Ginde AA 등 2009) 및 아토피 피부염(Cheon BR 등 2015) 등 많은 질환과 관련성이 있다고 보고되어 있다. 비타

민 D는 식품섭취와 피부합성을 통해 공급받을 수 있는데, 세계 대부분 지역 사람들은 체내 저장량의 약 90%는 피부합성을 통해 얻는다(Durazo-Arvizu RA 등 2014). 비타민 D는 7-dehydrocholesterol로부터 자외선에 의해 피부에서 합성되는데, 이는 위도, 계절, 자외선 차단제 이용 및 피부색 등의 영향을 받는다고 알려져 있다(Holick MF 등 2011).

식품과 피부합성을 통해 체내로 유입된 비타민 D는 간에서 25(OH)D로 전환된 후, 신장에서 활성형태인 1,25(OH)₂D로 전환되어 호르몬과 유사하게 작용한다. 혈청 25(OH)D 농도는 비타민 D의 영양평가에 일반적으로 사용되는 biomarker로 반감기가 길고 피부합성과 식품섭취를 통해 얻게 되는 비타민 D를 모두 반영한다(Huh SY & Gordon CM 2008). 성인의 혈청 비타민 D의 적정 농도에 대하여 세계적으로 통용되는 일관된 기준은 없지만, 내분비학회(Endocrine Society)에서는 혈청25(OH)D 농도 20 ng/mL 미만을 결핍, 20~29 ng/mL

* Corresponding author : Sung-Hee Kim, Tel: +82-55-772-1434, Fax: +82-55-772-1439, E-mail: kimsh@gnu.ac.kr

을 부족, 30 ng/mL 이상을 충분이라고 정의하였으며(Holick MF 등 2011), 소아청소년인 경우에도 이 기준을 적용하고 있는 추세이다(Huh SY & Gordon CM 2008).

최근에는 생활환경의 변화로 현대인들이 실내에서 생활하는 시간이 많아지면서 ‘비타민 D 결핍 Pandemic(범유행병)’이란 용어를 사용할 정도로 현대인에게 있어 비타민 D 결핍은 전 세계적으로 심각한 상태이다(Holick MF 2008). 혈청 25(OH)D 농도는 유럽이나 북아메리카에서는 연령에 따른 차이가 잘 관찰되지 않지만, 아시아 태평양 지역에서는 소아청소년이 성인 및 노인에 비하여 낮은 반면, 중동 및 아프리카 지역에서는 소아청소년이 성인 및 노인에 비하여 오히려 더 높다고 보고되어 있다(Wahl DA 등 2012). 우리나라는 북반구에 위치하며(33~38°N), 자외선 차단제의 이용이 많고 야외활동이 적은 반면, 비타민 D 강화식품의 섭취는 적은 편이어서 비타민 D 부족 및 결핍이 심한 국가 중의 하나이며, 특히 청소년의 비타민 D 결핍 위험이 높다고 하였다(Lee AN 등 2016). Shin YH 등(2012)은 서울지역 청소년의 경우 남학생 98.9%, 여학생 100%가 비타민 D 부족 또는 결핍 상태로, 특히 여학생의 비타민 D 영양상태가 더욱 심각하다고 지적하였다. 하지만 우리나라 청소년들의 비타민 D 결핍 정도와 관련 요인에 대한 연구가 중요함에도 불구하고, 이들 연구가 매우 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 전 연령 중 비타민 D 결핍 비율이 높은 청소년기 학생들을 대상으로 남녀로 나누어 혈청 25(OH)D 수준에 대해 알아보고, 이와 관련된 여러 가지 요인들을 파악하여 청소년기 비타민 D 결핍의 심각성을 일깨우고, 비타민 D 결핍을 예방하기 위한 성별에 따른 영양교육의 기초자료를 제공하고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상자 및 기간

본 연구는 경상대학교 연구윤리심의위원회(BIRB-A17-Y-0020)의 사전 심의를 거쳐 경남 진주시에 소재한 2개 중학교 남학생 44명, 여학생 47명 총 91명을 대상으로 사전 동의서를 받은 후 2017년 6월부터 9월까지 실시하였다.

2. 신체계측 및 혈압측정

신장과 체중은 신체자동계측기(GL-150KT)를 이용하여 오전 8:30~10:00 사이 계측하였고, 신장과 체중을 이용하여 체질량지수(Body mass index; BMI(kg/m²))를 구하였다. 혈압은 10분 정도 휴식으로 안정을 취하게 한 후 의자에 앉은 자세에서 전자혈압계(UA-772C)로 2회 측정 후 그 평균을 이용하였다.

3. 채혈 및 혈액성분 분석

혈액은 채혈 전날 저녁식사 이후 12시간 이상 금식하게 한 후 오전 8~10시 경에 약 5 mL의 정맥혈을 채취하여 3,000 rpm에서 약 20분간 원심분리하여 얻은 혈청(Serum)을 분석에 이용하였다. Hemoglobin 농도 및 Hematocrit는 혈액자동분석기(ADVIA 60, Bayer health care, Germany)로 측정하였다. 혈청 25(OH)D 농도는 DIA source 25(OH)D RIA CTKit(DIA source ImmunoAssays Co., Nivelles, Belgium)를 이용하여 방사선 면역법으로 측정하였다. 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방 및 포도당의 농도는 측정용 Kit시약(Cholesterol-V, HDL-C555, Triglyzyme-V, Glzyme)으로 측정하였고, LDL-콜레스테롤 농도는 Friedewald(Friedewald WT 등 1972)의 계산식을 이용하여 산출하였다. 칼슘, 인, 칼륨, 나트륨 및 마그네슘 농도는 ICP 자동생화학분석기(Atomscan advantage axial sequential plasma spectrometer, thermo jarrell Ash Co., USA)를 이용하여 측정하였다.

4. 일반사항 및 식습관

일반적 사항 및 식습관은 설문지를 이용하였으며, 설문지의 타당도를 높이기 위하여 30명의 학생들에게 예비조사를 실시하였다.

5. 식이섭취조사

식이섭취 조사는 학생들을 직접 면담하여 24시간 회상법(24-hour recall method)을 이용하여 2일간의 식품섭취량을 조사하였으며, 식품섭취 분량을 보다 정확하게 파악하기 위해 식품 모형을 이용하였다. 영양소 섭취량은 전문가용 CAN Pro 4.0(Computer Aided Nutritional Analysis Program 4.0, 한국영양학회)을 이용하여 분석하였다. 영양소 적정섭취비율(Nutrient adequacy ratio; NAR)은 각 영양소 섭취량을 권장섭취량에 대한 비율로 나눈 후 1 이상인 경우에는 1로 간주하였고, 평균 영양소 적정섭취비율(Mean nutrient adequacy ratio; MAR)은 NAR의 평균값으로 산출되었다.

6. 통계분석

모든 자료의 분석은 SPSS/WIN 24.0 program을 이용하여 각 변인마다 평균과 표준편차를 구하였다. 조사 대상자의 일반적 사항과 식습관을 알아보기 위하여 빈도 분석(Frequency analysis)을 실시하였고, 평균 차이 검증은 *t*-test 및 Fisher's exact test로 군 간의 유의성을 살펴보았다. 혈청 25(OH)D 농도와 다양한 변수와의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient로 분석하였다. 모든 분석 결과는 유의수준 $p < 0.05$ 에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 혈청 25(OH)D 농도 및 분류

Table 1은 조사 학생들의 평균 혈청 25(OH)D 농도 및 내분비학회의 혈청 25(OH)D 농도 기준(Holick MF 등 2011)에 따라 ‘결핍’, ‘부족’, ‘충분’으로 분류하여 이들의 수와 비율을 나타낸 것이다. 먼저 성별에 따른 혈청 25(OH)D 농도의 차이를 살펴보면 남학생(16.1±4.6 ng/mL)이 여학생(13.5±2.9 ng/mL)에 비해 유의하게 높았다($p<0.05$). 이는 혈청 25(OH)D 농도가 남학생이 여학생보다 높았던 전국 소아청소년(Lee AN 등 2016) 및 서울지역 중학생(Shin YH 등 2012)과 같은 경향이었으나 성별에 따른 유의한 차이가 없었던 미국(Weng FL 등 2007)과 북아일랜드(Cashman KD 등 2008) 청소년과는 차이가 있었다. 학생들 중 결핍군은 90.1%, 부족군은 9.9%, 충분군은 0%로 조사 학생들 모두 혈청 25(OH)D 농도가 결핍 또는 부족한 것으로 나타났다. 그리고 결핍군은 여학생(97.9%)이 남학생(81.8%)에 비해, 부족군은 남학생(18.2%)이 여학생(2.1%)에 비해 유의적으로 높게 나타나($p<0.05$), 여학생의 혈청 비타민 D 영양 상태가 더욱 심각하다는 것을 알 수 있었는데, 이는 전국 소아청소년(Lee AN 등 2016) 및 서울지역 중학생(Shin YH 등 2012)과 일치하였다. Lehtonen-Veromaa M 등(1999)은 핀란드 여자 청소년을 대상으로 한 연구에서 급속한 성장기에는 혈청 25(OH)D 농도가 감소되는데, 이는 성장을 위해 25(OH)D로부터 1.25(OH)₂D로의 전환율이 증가하기 때문이라고 하였다.

2. 신체계측 및 생화학적 지수

Table 2에서 보는 바와 같이 남녀 학생들의 연령은 모두 13.5±0.4세였으며, 신장($p<0.001$) 및 체중($p<0.01$)은 각각 남학생(165.3±5.0 cm, 61.1±13.8 kg)이 여학생(159.4±5.1 cm, 53.2±6.5 kg)에 비해 유의하게 높았다. 본 조사 학생들의 신장, 체중 및 BMI는 남녀 모두 우리나라 12~14세 청소년들의 표준 체위(The Korean nutrition society 2015)보다 높은 수

준이었다.

Hemoglobin(Hb) 농도 및 Hematocrit(Hct)는 남학생이 각각 14.6±0.8 g/dL, 44.1±2.5%, 여학생이 각각 13.2±1.1 g/dL, 39.6±2.7%로 남학생이 여학생에 비해 유의하게 높았다($p<0.001$). 혈청 지질 및 포도당 농도를 살펴보면 중성지질 농도는 여학생(111.3±39.7 mg/dL)이 남학생(92.4±42.2 mg/dL)에 비해 유의하게 높았다($p<0.05$). 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도는 여학생이 남학생에 비해 높았으나 유의한 차이는 없었다. 이들 결과는 혈청 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도가 여학생이 남학생에 비해 유의하게 높았다는 서울지역 중학생(Shin YH 등 2012)과는 차이가 있었다. 포도당 농도는 남학생(95.2±7.5 mg/dL)이 여학생(92.4±4.3 mg/dL)에 비해 유의하게 높았는데($p<0.05$), 이는 남학생(89.4±6.9 mg/dL)이 여학생(88.3±6.7 mg/dL)에 비해 유의하게 높았다는 우리나라 12~18세 청소년(Kim TW 2012)과 같은 경향이였다. 무기질 중 혈청 인 농도는 남학생(4.9±0.5 mg/dL)이 여학생(4.5±0.4 mg/dL)에 비해 유의하게 높았고($p<0.01$), 칼슘, 칼륨, 나트륨 및 마그네슘 농도는 성별에 따른 유의한 차이가 없었다. 혈압은 성별에 따른 유의한 차이는 없었고, 평균 126.4±9.6/75.8±6.8 mmHg로 서울지역 중학생(106.6/66.0 mmHg)(Shin YH 등 2012) 및 우리나라 12~18세 청소년(104.5/65.9 mmHg)(Kim TW 2012)에 비해 높은 수준이었다. 그리고 서울지역 중학생(Shin YH 등 2012)의 경우, 수축기 혈압이 여학생이 남학생에 비해 유의하게 높았고, 12~18세 청소년(Kim TW 2012)의 경우 수축기 및 이완기 혈압 모두 남학생이 여학생에 비해 유의하게 높게 나타나 본 조사와는 다소 차이가 있었다.

3. 일반사항 및 식습관

Table 3에서 보는 바와 같이 조사 학생들의 주거형태를 살펴보면 전체적으로 ‘아파트’에 거주한다는 응답률(71.4%)이 가장 높았고, ‘빌라’에 거주한다는 응답률(8.8%)이 가장 낮았으며, 성별에 따른 유의한 차이는 없었다. 통학시간 또한 성

Table 1. Distribution of boys and girls across the 25(OH)D₃ range

Variables	Boys (n=44)	Girls (n=47)	Total (n=91)	t (p)
25(OH)D ₃ (ng/mL)	16.1±4.6	13.5±2.9	14.7±3.9	2.463*
Deficiency (≤20 ng/mL)	36(81.8)	46(97.9)	82(90.1)	
Insufficiency (21~29 ng/mL)	8(18.2)	1(2.1)	9(9.9)	6.572*
Sufficiency (≥30 ng/mL)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	

Mean±S.D.

n(%)

* $p<0.05$ by Fisher's exact test.

Table 2. Anthropometric and hematological indices of the subjects

Variables	Boys (n=44)	Girls (n=47)	Total (n=91)	t (p)
Age (years)	13.5±0.4	13.5±0.4	13.5±0.4	0.183
Height (cm)	165.3±5.0	159.4±5.1	162.3±5.8	5.571***
Weight (kg)	61.1±13.8	53.2±6.5	57.0±11.3	3.515**
BMI	22.2±4.3	20.9±2.7	21.6±3.6	1.664
Hemoglobin (g/dL)	14.6±0.8	13.2±1.1	13.8±1.2	6.953***
Hematocrit (%)	44.1±2.5	39.6±2.7	41.8±3.4	8.070***
Total cholesterol (mg/dL)	162.5±26.3	166.9±21.0	164.7±23.7	-0.875
LDL-Cholesterol (mg/dL)	100.9±24.4	101.8±21.5	101.3±22.9	-0.195
HDL-Cholesterol (mg/dL)	53.8±12.5	56.8±11.1	55.3±11.9	-1.223
Triglyceride (mg/dL)	92.4±42.2	111.3±39.7	102.2±41.8	-2.196*
Glucose (mg/dL)	95.2±7.5	92.4±4.3	93.7±6.2	2.205*
Calcium (mg/dL)	9.6±0.3	9.6±0.2	9.6±0.2	0.985
Phosphorus (mg/dL)	4.9±0.5	4.5±0.4	4.7±0.5	3.571**
Potassium (mmol/L)	4.5±0.7	4.4±0.3	4.5±0.5	1.595
Sodium (mmol/L)	139.7±14.1	142.6±1.3	141.1±9.9	-1.377
Magnesium (mg/dL)	2.2±0.1	2.2±0.1	2.1±0.1	0.520
Systolic blood pressure (mmHg)	126.8±10.4	125.9±8.9	126.4±9.6	0.478
Diastolic blood pressure (mmHg)	76.0±6.5	75.6±7.1	75.8±6.8	0.344

Mean±S.D.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

별에 따른 유의한 차이는 없었고, 전체적으로 ‘6~10분’이라는 응답률(36.3%)이 가장 높은 반면 ‘21분 이상’이라는 응답률(7.7%)이 가장 낮았다. 통학방법은 ‘버스 또는 자가용’으로 통학한다는 응답률은 여학생(57.5%)이 남학생(40.9%)에 비해 높은 반면, ‘도보’ 및 ‘자전거’로 통학한다는 응답률은 남학생이 각각 31.8%, 27.3%로 여학생 각각 19.1%, 23.4%에 비해 높아 성별에 따른 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 1일 자외선차단제 사용횟수의 경우 ‘전혀 사용하지 않는다’라는 응답률은 남학생(72.7%)이 여학생(27.7%)에 비해 높았고, ‘1회 이상’ 사용한다는 응답률은 여학생(72.4%)이 남학생(27.2%)에 비해 높아 자외선 사용횟수는 여학생이 남학생에 비해 유의하게 많은 것으로 나타났다($p<0.001$). 1일 스마트폰 이용시간인 경우, ‘1시간 미만’이라는 응답률은 남학생(31.8%)이 여학생(17.0%)에 비해 높은 반면, ‘5시간 이상’이라는 응답률은 여학생(40.4%)이 남학생(4.5%)에 비해 높아 스마트폰 이용은 여학생이 남학생에 비해 훨씬 많이 하는 것으로 나타났다($p<0.001$). 이는 Han EY(2015)의 연구에서 스마트

폰 중독 ‘고위험군’ 비율이 남학생 4.5%, 여학생 8.0%로 나타났다으며, ‘잠재적위험군’ 비율 또한 남학생 20.3%, 여학생 26.2%로 여학생이 남학생에 비해 높은 비율을 보인 것과 유사한 경향을 보였다.

조사 학생들의 식습관은 Table 4에서 보는 바와 같이 아침 식사 빈도는 전체적으로 ‘매일’이라는 응답률이 46.2%로 가장 높았고, 1주일에 ‘5~6회’라는 응답률이 4.4%로 가장 낮았다. 그리고 ‘매일’이라는 응답률은 남학생(59.1%)이 여학생(34.0%)에 비해 높은 반면, ‘전혀 먹지 않는다’라는 응답률은 여학생(17.0%)이 남학생(4.5%)에 비해 높아 아침식사 빈도는 남학생이 여학생에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다($p<0.05$). 이는 우리나라 10~18세 청소년(Korea Health Statistics 2017) 및 광주지역 중학생(Jung ES 2014)을 대상으로 한 연구 결과와 유사한 경향이였으며, 여학생이 남학생보다 아침식사 빈도가 낮은 이유는 여학생이 외모를 가꾸는데 시간이 더 많이 소요되고, 다이어트로 인해 식사를 거르기 때문이라고 판단된다고 보고된 바 있다(Eun YJ 2013). 음료 섭취

Table 3. General characteristics of the subjects

Variables		Boys (n=44)	Girls (n=47)	Total (n=91)	F (p)	n(%)
Type of residence	Apartment	30(68.2)	35(74.5)	65(71.4)	2.419	
	Villa	6(13.6)	2(4.3)	8(8.8)		
	Single house	8(18.2)	10(21.3)	18(19.8)		
Time to go to school (minutes)	≤5	8(18.2)	9(19.1)	17(18.7)	3.050	
	6~10	14(31.8)	19(40.4)	33(36.3)		
	11~15	12(27.3)	8(17.0)	20(22.0)		
	16~20	8(18.2)	6(12.8)	14(15.4)		
	≥21	2(4.5)	5(10.6)	7(7.7)		
How to go to school	Walking	14(31.8)	9(19.1)	23(25.3)	9.163*	
	Bike	12(27.3)	11(23.4)	23(25.3)		
	Bus or car	18(40.9)	27(57.5)	45(49.4)		
Frequency of applying sunscreen (/day)	Never	32(72.7)	13(27.7)	45(49.5)	18.571***	
	1	6(13.6)	19(40.4)	25(27.5)		
	2	2(4.5)	6(12.8)	8(8.8)		
	≥3	4(9.1)	9(19.2)	13(14.3)		
Hours of using smart-device (hours/day)	<1	14(31.8)	8(17.0)	22(24.2)	17.789***	
	1~2	12(27.3)	8(17.0)	20(22.0)		
	3~4	16(36.4)	12(25.6)	28(30.8)		
	≥5	2(4.5)	19(40.4)	21(23.1)		

* $p<0.05$, *** $p<0.001$.

Table 4. Dietary habits of the subjects

Variables		Boys (n=44)	Girls (n=47)	Total (n=91)	F (p)	n(%)
Frequency of having breakfast (/week)	Never	2(4.5)	8(17.0)	10(11.0)	9.282*	
	1~2	4(9.1)	10(21.3)	14(15.4)		
	3~4	8(18.2)	13(27.7)	21(23.1)		
	5~6	4(9.1)	0(0.0)	4(4.4)		
	Everyday	26(59.1)	16(34.0)	42(46.2)		
Frequency of beverage intake (/day)	Never	8(18.2)	5(10.6)	13(14.3)	3.768	
	1~2	18(40.9)	16(34.0)	34(37.4)		
	3~4	10(22.7)	20(42.6)	30(33.0)		
	5~6	4(9.1)	4(8.5)	8(8.8)		
	Everyday	4(9.1)	2(4.3)	6(6.6)		
Nutrient supplement	Yes	12(27.3)	16(34.0)	28(30.8)	4.735	
	No	32(72.7)	31(66.0)	63(69.2)		

* $p<0.05$.

취 빈도를 살펴보면, 성별에 따른 유의한 차이는 없었고, 1주일에 '1~2회' 마신다는 응답률이 평균 37.4%로 가장 높았으며, '매일' 마신다는 응답률이 평균 6.6%로 가장 낮았다. 영양보충제 복용 또한 성별에 따른 유의한 차이는 없었으며 평균 30.8%가 '복용한다'라고 응답하여 조사 학생들의 약 1/3 정도만 영양보충제를 복용하는 것으로 나타났다. 이는 약 65%가 영양보충제를 '항상' 또는 '가끔' 복용한다고 응답한 경기지역 중학생(Lee EO 2012)과는 상당한 차이가 있었다.

4. 영양소 섭취상태

Table 5는 조사 학생들의 열량 및 영양소 섭취량을 나타낸

것이다. 열량 섭취량은 남학생(1,971.9±455.0 kcal)이 여학생(1,469.2±331.4 kcal)에 비해 유의하게 많았다($p<0.001$). 이는 남녀 학생 모두 2015년 한국인 영양섭취기준(The Korean Nutrition Society 2015)에서 제시하는 12~14세 에너지 필요추정량(남 2,400 kcal, 여 2,000 kcal)을 충족시키지 못하였고, 대구지역 남녀 중학생(Jung SH 2016)에 비해 남학생은 더 많았고, 여학생은 더 적었다. 탄수화물($p<0.001$), 지질($p<0.01$) 및 단백질($p<0.001$) 섭취량은 각각 남학생(308.2±80.6 g, 46.9±13.4 g, 74.3±14.9 g)이 여학생(225.4±56.5 g, 39.5±12.2 g, 58.0±13.1 g)에 비해 유의하게 많았다. 이들 섭취량은 남녀 학생 모두 대구지역 중학생(Jung SH 2016)과 우리나라 10

Table 5. Daily nutrient intakes of the subjects

Variables	Boys (n=44)	Girls (n=47)	Total (n=91)	<i>t</i> (<i>p</i>)
Energy (kcal)	1,971.9±455.0	1,469.2±331.4	1,712.3±467.8	36.639***
Carbohydrate (g)	308.2±80.6	225.4±56.5	265.4±80.4	5.704***
Lipid (g)	46.9±13.4	39.5±12.2	43.1±13.2	2.794**
Protein(g)	74.3±14.9	58.0±13.1	65.9±16.2	5.579***
Vitamin A (µg RE ¹⁾)	522.8±248.6	967.8±492.1	752.7±450.9	-5.388***
Vitamin D (µg)	4.2±5.4	3.6±6.0	3.9±5.7	0.478
Vitamin E (mg)	10.7±5.4	15.4±3.9	13.1±5.2	-4.821***
Vitamin K (µg)	87.6±70.3	121.7±75.6	105.3±74.7	-2.224*
Vitamin C (mg)	68.9±33.7	81.7±30.4	75.5±32.5	-1.906
Vitamin B ₁ (mg)	1.4±0.5	1.3±0.4	1.3±0.5	1.148
Vitamin B ₂ (mg)	1.3±0.6	0.9±0.3	1.1±0.5	4.263***
Niacin (mg NE ²⁾)	18.1±6.5	13.3±3.2	15.6±5.6	4.483***
Vitamin B ₆ (mg)	1.7±0.6	1.3±0.3	1.5±0.5	4.591***
Vitamin B ₁₂ (µg)	7.4±4.7	5.6±3.7	6.5±4.3	2.088*
Folate (µg DFE ³⁾)	394.9±89.3	481.8±124.6	439.8±116.8	-3.801***
Ca (mg)	523.6±123.1	339.2±115.8	428.3±150.6	7.366***
P (mg)	1,053.3±196.3	905.0±200.7	976.7±211.1	3.562**
Na (mg)	3,060.1±1,051.8	3,020.8±851.1	3,039.8±948.3	0.197
K (mg)	2,301.2±674.7	2,168.6±477.8	2,232.7±581.9	1.087
Mg (mg)	96.6±88.4	78.9±31.2	87.5±65.6	1.294
Fe (mg)	12.5±5.2	11.3±2.4	11.9±4.0	1.414

Mean±S.D.

¹⁾ RE: Retinol equivalent.

²⁾ NE: Niacin equivalent.

³⁾ DEF: Dietary folate equivalent.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

~18세 청소년(Korea Health Statistics 2017)에 비해 적은 것으로 나타났다.

비타민 섭취량을 살펴보면 지용성 비타민 중 비타민 A ($p<0.001$), 비타민 E($p<0.001$) 및 비타민 K($p<0.05$) 섭취량은 각각 여학생($967.8\pm492.1 \mu\text{gRE}$, $15.4\pm3.9 \text{ mg}$, $121.7\pm75.6 \mu\text{g}$) 이 남학생($522.8\pm248.6 \mu\text{gRE}$, $10.7\pm5.4 \text{ mg}$, $87.6\pm70.3 \mu\text{g}$)에 비해 유의하게 많았다. 비타민 D 섭취량은 성별에 따른 유의한 차이는 없었고 평균 $3.9\pm5.7 \mu\text{g}$ 으로 우리나라 12~14세 충분 섭취량(The Korean nutrition society 2015)인 $10 \mu\text{g}$ 보다 매우 부족하였다. 이들 섭취량을 대구지역 중학생(Jung SH 2016)과 비교해보면 본 조사 남학생이 비타민 A와 비타민 K 섭취량은 더 적었으나 비타민 D 섭취량은 더 많았으며, 반면에 여학생은 비타민 A와 비타민 K 섭취량은 더 많았으나 비타민 D 섭취량은 더 적었다. 그리고 비타민 A 섭취량은 남녀 학생 모두 우리나라 10~18세 남녀 청소년의 섭취량인 각각 $364.4 \mu\text{gRE}$, $265.4 \mu\text{gRE}$ (Korea Health Statistics 2017)에 비해 많은 것으로 나타났다. 수용성 비타민인 경우, 비타민 B₂($p<0.001$), 니아신($p<0.001$), 비타민 B₆($p<0.001$) 및 비타민 B₁₂($p<0.05$) 섭취량은 각각 남학생($1.3\pm0.6 \text{ mg}$, $18.1\pm6.5 \text{ mgNE}$, $1.7\pm0.6 \text{ mg}$, $7.4\pm4.7 \mu\text{g}$)이 여학생 ($0.9\pm0.3 \text{ mg}$, $13.3\pm3.2 \text{ mgNE}$, $1.3\pm0.3 \text{ mg}$, $5.6\pm3.7 \mu\text{g}$)에 비해 유의하게 많았다. 반면에 엽산($p<0.001$) 섭취량은 여학생($481.8\pm124.6 \mu\text{g}$

DFE)이 남학생($394.9\pm89.3 \mu\text{g DFE}$)에 비해 유의하게 많았다. 이들 섭취량을 대구지역 중학생(Jung SH 2016)과 비교해보면 비타민 B₁, 비타민 B₂, 니아신 및 비타민 B₆ 섭취량은 남녀 학생 모두 대구지역 중학생에 비해 적었으나, 엽산 섭취량은 남녀 학생 모두 대구지역 중학생에 비해 많았다.

무기질 중 칼슘($p<0.001$) 및 인($p<0.01$) 섭취량은 각각 남학생($523.6\pm123.1 \text{ mg}$, $1,053.3\pm196.3 \text{ mg}$)이 여학생($339.2\pm115.8 \text{ mg}$, $905.0\pm200.7 \text{ mg}$)에 비해 유의하게 많았다. 이들 섭취량은 남녀 학생 모두 대구지역 남녀 중학생(Jung SH 2016)에 비해 적었고, 칼슘 섭취량은 우리나라 10~18세 남녀 청소년(Korea Health Statistics 2017)에 비해 적었다.

Table 6은 영양소의 적정섭취비율(Nutrient adequacy ratio: NAR)과 평균 적정섭취비율(Mean nutrient adequacy ratio:MAR)을 나타낸 것이다. 단백질과 비타민 B₁의 NAR은 남녀 학생 모두 1.0으로 권장섭취량을 충족하는 것으로 나타났고, 비타민 A 및 엽산의 NAR은 여학생인 경우에만 1.0으로 권장섭취량을 충족하는 것으로 나타났다. 비타민 C, 비타민 B₂, 니아신, 비타민 B₆, 칼슘, 인 및 철의 NAR은 남녀 학생 모두 1.0 미만으로 권장섭취량을 충족하지 못하였다. 특히 칼슘의 경우 남녀 학생 모두 권장섭취량의 절반에도 미치지 못하는 수준으로 우리나라 10~18세 청소년의 칼슘 NAR(0.49)(Seo SY 2017)보다도 낮았다. 이는 매우 심각한 수준으로 급속한 성장기에 놓여있는

Table 6. Nutrient intake of the subjects as nutrient adequacy ratio

Variables	Boys (n=44)	Girls (n=47)	Total (n=91)	t (p)
NAR ¹⁾				
Protein	1.0±0.0 ¹⁾	1.0±0.0	1.0±0.0	-
Vitamin A	0.7±0.2	1.0±0.0	0.8±0.2	-31.2**
Vitamin C	0.6±0.2	0.6±0.1	0.6±0.2	1.6
Vitamin B ₁	1.0±0.0	1.0±0.0	1.0±0.0	-
Vitamin B ₂	0.7±0.1	0.9±0.2	0.8±0.1	-1.60
Niacin	0.9±0.1	0.7±0.3	0.8±0.2	1.40
Vitamin B ₆	0.8±0.1	0.7±0.2	0.8±0.1	15.8**
Folate	0.9±0.1	1.0±0.0	1.0±0.0	-1.4
Ca	0.4±0.1	0.3±0.2	0.3±0.3	10.1**
P	0.7±0.2	0.6±0.2	0.7±0.2	11.5**
Fe	0.8±0.1	0.8±0.2	0.8±0.1	0.61
MAR ²⁾	0.8±0.1 ²⁾	0.8±0.1	0.8±0.1	1.12

Mean±S.D.

¹⁾ NAR: Nutrient adequacy ratio (The subject's daily intake of a nutrient/RI of the nutrient).

²⁾ MAR: Mean adequacy ratio (sum of the NARs for nutrients/12).

** $p<0.01$.

청소년기는 칼슘 요구량이 증가되는 시기인 만큼 이들의 칼슘 섭취량을 늘리기 위한 다양한 방법을 모색할 필요가 있다고 생각된다. 비타민 A의 NAR은 여학생이 남학생에 비해 유의하게 높았으나($p<0.01$), 비타민 B₆, 칼슘 및 인의 NAR은 남학생이 여학생에 비해 유의하게 높았다($p<0.01$). 이는 비타민 A와 비타민 B₂의 NAR은 여학생이 남학생에 비해 유의하게 높았고, 니아신, 칼슘 및 철의 NAR은 남학생이 여학생에 비해 유의하게 높았던 Seo SY(2017)의 연구 결과와는 다소 차이가 있었다.

조사 학생들의 MAR은 성별에 따른 유의한 차이는 없었고, 평균 0.8 ± 0.1 로 우리나라 10~18세 청소년(Seo SY 2017)의 MAR인 0.75보다는 높았으나, 전반적으로 식사의 질이 낮음을 알 수 있었다. 따라서 영양교육에 있어 성장과 발달에 필요한 균형 있는 식사의 중요성이 강조되어야 할 것으로 판단된다.

5. 혈청 25(OH)D 농도와 다양한 변수와의 상관관계

Table 7은 혈청 25(OH)D 농도와 신체계측 및 생화학적 지수와의 상관관계를 나타낸 것이다. 남녀 학생 모두 혈청 25(OH)D 농도는 신장, 체중 및 BMI와 유의한 상관성을 나타내지 않았으며, 이는 우리나라 청소년을 대상으로 한 Kim JY 등(2017)의 연구 결과와 일치하였다. 본 연구 결과와는 달리 미국 청소년(Shapes S 2015) 및 이란 청소년(Saki F 등 2017)의 경우에 혈청 25(OH)D 농도는 BMI와 유의한 음의 상관성을 나타내었다고 하였다. 또한 혈청 25(OH)D 농도는 아동(Rajakumar K 등 2011)이나 성인(Samuel L & Borrell LN 2013)에게 있어서도 BMI와 음의 상관성을 나타내며, 비만인에게 낮다고 하였고, 비만은 혈청 25(OH)D 농도의 감소를 초래하는 잠재적인 주요 요인이라고 하였다(Vimaleswaran KS 등 2013). Soares MJ 등(2011)은 비타민 D가 지방감소 및 체중감소에 도움이 되는데, 이를 지지할만한 증거는 충분하지 않다고 하였다. 비만인의 혈청 25(OH)D 농도가 낮은 이유는 외부활동이 적어 피부 합성량이 적거나(Kull M 등 2009), 다이어트로 인해 식이섭취량이 적을 수 있기 때문이라고 보고된 적 있다(Goldner WS 등 2008).

총 단백질 농도는 여학생인 경우, 25(OH)D 농도와 유의한 양의 상관성을 나타내었다($p<0.01$). Hb 농도 및 Hct치는 남학생인 경우 25(OH)D 농도와 유의한 음의 상관성을 나타내었는데($p<0.001$), 이는 Hb 농도 및 Hct값은 25(OH)D 농도와 양의 상관성을 나타내었다는 미국 성인들(Smith EM 등 2015)과는 상반된 결과였다. 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 중성지질 농도 등의 지질 농도는 남녀 학생 모두 혈청 25(OH)D 농도와 유의한 상관성을 나타내지 않았다. 이는 혈청 지질 농도는 혈청 25(OH)D 농도와 유의한 상관성을 나타내지 않았던 우리나라 소아청소년(Yoo HN 2015)과는 같은 경향이었으며, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테

Table 7. Correlations between serum 25(OH)D concentration, and anthropometric and hematological indices

Variables	Boys (n=44)	Girls (n=47)
Height	-0.260(0.088)	0.135
Weight	-0.135(0.381)	-0.015
Body mass index (BMI)	-0.109(0.480)	-0.058
Total protein	-0.013(0.936)	0.463**
Hemoglobin	-0.529(0.000)***	0.023
Hematocrit	-0.533(0.000)***	-0.013
Total cholesterol	0.292(0.054)	0.054
LDL-Cholesterol	0.260(0.088)	-0.081
HDL-Cholesterol	0.223(0.145)	0.279
Triglyceride	-0.180(0.243)	0.106
Glucose	-0.148(0.336)	0.100
Calcium	-0.035(0.821)	0.394**
Phosphorus	-0.261(0.088)	-0.093
Systolic blood pressure	-0.408(0.006)**	-0.103
Diastolic blood pressure	-0.088(0.570)	0.059

** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

롤 및 중성지질 농도는 25(OH)D 농도와 유의한 음의 상관성을 나타내었다는 서울지역 중학생(Shin YH 등 2012)과는 차이가 있었다. 포도당 농도는 남녀 학생 모두 혈청 25(OH)D 농도와 유의한 상관성을 나타내지 않았는데, 이는 우리나라 소아청소년을 대상으로 한 연구(Yoo HN 2015) 결과와도 일치하였다. 반면 미국 청소년을 대상으로 한 연구(Reis JP 등 2009)에서는 혈청 25(OH)D 농도가 높을수록 포도당 농도가 유의하게 낮게 나타나, 본 조사 결과와는 차이가 있었다. 한편, 비타민 D는 면역조절 물질로 작용하여 췌장 β -세포의 파괴와 제1형 당뇨병과 연관이 있는 사이토카인 생산과 림프구를 감소시켜 당뇨병의 발생과 예방에 중요한 역할을 한다고 하였다(Pittas AG 등 2007). 또한 비타민 D는 직접적으로는 췌장 β -세포에 있는 비타민 D 수용체와 결합함으로써 인슐린 분비를 조절해주며, 간접적으로는 세포외액의 칼슘 농도를 조절함으로써 췌장 β -세포의 기능에 영향을 준다고 알려져 있다(Pittas AG 등 2007).

칼슘 및 인의 농도와 혈청 25(OH)D 농도와 상관성을 살펴보면 칼슘 농도는 여학생인 경우에 25(OH)D 농도와 유

의한 양의 상관성을 나타내었으며($p < 0.01$), 인 농도는 남녀 학생 모두 25(OH)D 농도와 유의한 상관성을 나타내지 않았다. Clements MR 등(1987)은 혈청 칼슘 농도가 감소하면 보상반응으로 25(OH)D로부터 1,25(OH)₂D로의 전환이 촉진됨으로써 혈청 칼슘 농도가 정상 수준으로 회복된다고 하였다. 그리고 수축기혈압은 남학생인 경우에 혈청 25(OH)D 농도와 유의한 음의 상관성을 나타내었다($p < 0.01$). 이는 수축기혈압이 혈청 25(OH)D 농도와 유의한 상관성을 나타내지 않았던 서울지역 중학생(Shin YH 등 2012) 및 수축기 및 이완기혈압 모두 혈청 25(OH)D 농도와 유의한 음의 상관성을 나타냈던 우리나라 소아청소년(Yoo HN 2015)과는 다소 차이가 있었다. 일반적으로 비타민 D 결핍은 고혈압의 발병과 진행에 독립적으로 관여하는 인자(Giannucci E 등 2006)로, Jorde R 등(2010)에 의하면 혈청 25(OH)D 농도가 16.6 ng/mL 미만인 그룹이 25.0 ng/mL 이상인 그룹에 비해 수축기혈압이 3.6 mmHg 더 높았다고 보고된 바 있다.

Table 8은 혈청 25(OH)D 농도와 일반적 특성, 식습관 및 영양소 섭취량과의 상관관계를 나타낸 것이다. 남학생인 경우, 25(OH)D 농도는 스마트기기 이용시간과 음의 상관성을 나타내었다($p < 0.01$). 여학생인 경우, 25(OH)D 농도는 통학시간과는 유의한 양의 상관성을 나타낸($p < 0.05$) 반면, 자외선차단제 사용횟수와는 유의한 음의 상관성을 나타내었다($p < 0.01$). 이들 세 가지 요인들은 신체활동 및 자외선 노출 시간과 관련되어 있는데, 이란 청소년을 대상으로 한 연구(Saki F 등 2017)에서도 자외선노출 시간이 많을수록 혈청 25(OH)D 농도가 유의하게 증가하는 것으로 나타났으며, 우리나라 성인들도 옥외활동 시간이 많을수록 혈청 25(OH)D 농도가 유의하게 증가한다고 하였다(Moon SJ 등 1996). 또한, 영국의 청소년들을 대상으로 한 연구(Absoud M 등 2011)에서도 야외활동이 적고, TV 시청 시간이 많을수록 비타민 D 결핍 위험도가 높아지는 것으로 나타났다. 한편, 옥외활동뿐만 아니라 신체활동 자체만으로 골격 내의 골질량을 증가시키고, 칼슘의 배출을 줄이며, 흡수율을 높여 혈청 25(OH)D 농도를 증가시킨다는 연구 결과(Specker BL 1996)가 있었으며, 호주 청소년을 대상으로 한 연구(Jones G 등 2005)에서도 실내에서의 신체적 활동만으로도 혈청 25(OH)D 농도가 증가하는 것으로 나타났다. 그러므로 야외 활동으로 자외선에 의해 비타민 D를 합성하는 것도 좋은 방법이나 야외 활동에 제약이 있는 우리나라 청소년들의 경우 실내에서라도 신체활동 시간을 늘리는 등 생활습관의 개선을 통해 비타민 D 결핍을 예방할 수 있을 것으로 판단된다.

식습관 및 영양소 섭취량과 25(OH)D 농도와의 상관관계를 살펴보면 남녀 학생 모두 아침식사 및 음료섭취 빈도는 25(OH)D 농도와 유의한 상관관계를 보이지 않았다. Gordon

Table 8. Correlations between serum 25(OH)D concentration, and general characteristics, dietary habits and nutrient intakes

Variables	Boys (n=44)	Girls (n=47)
Time to go to school	-0.141(0.889)	2.561*
Frequency of applying sunscreen	-0.736(0.467)	-3.411**
Hours of using smart-device	-3.302(0.002)**	1.975
Frequency of having breakfast	-0.524(0.603)	1.120
Frequency of beverage intake	0.753(0.456)	0.816
Protein	0.368(0.014)*	0.117
Vitamin D	0.056(0.720)	-0.118
Vitamin K	0.307(0.042)*	-0.177
Folate	0.357(0.017)*	-0.053
Ca	0.252(0.099)	-0.069
P	0.358(0.017)*	0.056

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

CM 등(2004)은 청소년이 탄산음료를 많이 섭취하게 되면 비타민 D 결핍 비율이 증가된다고 보고한 바 있다. 그리고 남학생인 경우에는 단백질, 비타민 K, 엽산 및 인 섭취량이 혈청 25(OH)D 농도와 유의한 양의 상관성을 나타내었으며($p < 0.05$), 여학생인 경우에는 어떤 영양소 섭취량도 혈청 25(OH)D 농도와 유의한 상관성을 나타내지 않았다. 살펴본 바와 같이 혈청 25(OH)D 농도와 상관성이 있을 것으로 예상할 수 있었던 비타민 D 및 칼슘 섭취량과는 유의한 상관성이 나타나지 않았다. 이는 혈청 25(OH)D 농도가 대부분 자외선에 의해 합성되기 때문으로 판단된다. 한편, 칼슘 섭취량이 적어 혈청 칼슘 농도가 감소하면 보상반응으로 25(OH)D로부터 1,25(OH)₂D로의 전환이 촉진됨으로써 혈청 25(OH)D 농도는 칼슘 섭취량의 영향을 받고(Clements MR 등 1987), 비타민 D 섭취량과 양의 상관관계를 나타내는 연구 결과도 있었다(Villareal DT 등 1991).

요약 및 결론

본 연구는 경남지역 중학생 91명의 혈청 25(OH)D 수준과

이와 관련된 요인들을 조사한 것으로 그 결과는 다음과 같다.

1. 혈청 25(OH)D 농도는 남학생이 여학생에 비해 유의하게 높았으며, 모든 학생들이 결핍 또는 부족한 것으로 나타났다.
2. 신장 및 체중은 남학생이 여학생에 비해 유의하게 높았다. 혈중 Hb, Hct, 포도당 및 인 농도는 남학생이 여학생에 비해 유의하게 높은 반면, 중성지방 농도는 여학생이 남학생에 비해 유의하게 높았다.
3. 통학방법에 있어 '도보' 및 '자전거'로 통학한다는 응답률은 남학생이 여학생에 비해 유의하게 높은 반면, 자외선차단제 사용횟수 및 스마트기기 이용시간은 여학생이 남학생에 비해 유의하게 많았다. 아침식사 빈도는 남학생이 여학생에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다.
4. 열량, 탄수화물, 지질, 단백질, 비타민 B₂, 니아신, 비타민 B₆, 비타민 B₁₂, 칼슘 및 인의 섭취량은 남학생이 여학생에 비해 유의하게 많았고, 비타민 A, 비타민 E, 비타민 K 및 엽산 섭취량은 여학생이 남학생에 비해 유의하게 많았다. 비타민 A의 NAR은 여학생이 남학생에 비해 유의하게 높았고, 비타민 B₆, 칼슘 및 인의 NAR은 남학생이 여학생에 비해 유의하게 높았다.
5. 남학생인 경우, 혈청 25(OH)D 농도는 Hb 농도, Hct치, 수축기 혈압 및 스마트기기 사용시간과 유의한 음의 상관성을 나타낸 반면, 단백질, 비타민 K, 엽산 및 인 섭취량과는 유의한 양의 상관성을 나타내었다. 여학생의 경우, 총 단백질과 칼슘 농도 및 통학 시간과는 유의한 양의 상관성을 나타낸 반면, 자외선차단제 사용횟수와는 유의한 음의 상관성을 나타내었다.

이상의 결과에서 살펴본 바와 같이 본 조사 학생 모두 비타민 D 결핍 또는 부족 상태로 특히 여학생의 비타민 D 부족 상태가 매우 심각하다는 것을 알 수 있었다. 비타민 D 영양 상태를 증가시키기 위해서 남학생인 경우에는 스마트기기 사용시간을 줄이고, 여학생인 경우에는 자외선차단제 사용횟수를 줄여 옥외활동 시간을 늘릴 필요가 있을 것으로 보여진다.

또한, 이에 대한 지속적인 교육이 필요할 것으로 생각되며, 비타민 D 영양 상태를 개선하기 위해서는 비타민 D 보충제를 복용하는 것도 고려해야 할 것으로 판단된다. 하지만 대상 학생들의 수가 적었던 것은 제한점으로 여겨지며, 이와 유사한 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

감사의 글

이 연구는 2017년도 경상대학교 연구년제 연구교수 연구지원비에 의하여 수행되었음.

REFERENCES

- Absoud M, Cummins C, Lim MJ, Wassmer E, Shaw N (2011) Prevalence and predictors of vitamin D insufficiency in children: A great britain population based study. *PloS one* 6(7): e22179.
- Cashman KD, Hill TR, Cotter AA, Boreham CA, Dubitzky W, Murray L, Strain JJ, Flynn A, Robson PJ, Wallace JMW, Kiely M (2008) Low vitamin D status adversely affects bone health parameters in adolescents. *Am J Clin Nutr* 87(4): 1039-1044.
- Cheon BR, Shin JE, Kim YJ, Shim JW, Kim DS, Jung HL, Park MS, Shim JY (2015) Relationship between serum 25-hydroxyvitamin D and interleukin-31 levels, and the severity of atopic dermatitis in children. *Korean J Pediatr* 58(3): 96-101.
- Clements MR, Johnson L, Fraser DR (1987) A new mechanism for induced vitamin D deficiency in calcium deprivation. *Nature* 325(6099): 62-65.
- Cranney A, Horsley T, O'Donnell S, Weiler H, Puil L, Ooi D, Atkinson S, Ward L, Moher D, Hanley D, Fang M, Yazdi F, Garrity C, Sampson M, Barrowman N, Tsertsvadze A, Mamaladze V (2007) Effectiveness and safety of vitamin D in relation to bone health. *Evid Rep Technol Assess* 158(158): 1-235.
- Durazo-Arvizu RA, Camacho P, Bovet P, Forrester T, Lambert EV, Plange-Rhule J, Hoofnagle AN, Aloia J, Tayo B, Dugas LR, Cooper RS, Luke A (2014) 25-hydroxyvitamin D in African-origin populations at varying latitudes challenges the construct of a physiologic norm. *Am J Clin Nutr*. 100(3): 908-914.
- Eun YJ (2013) Study on the breakfast eating status and dietary behaviors of middle school students in Pyeongtaek area. MS Thesis Suwon University, Cheongju. pp 16-19.
- Friedwald WT, Levy RI, Fredrickson DS (1972) Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18(6): 499-502.
- Ginde AA, Mansbach JM, Camargo CA (2009) Association between serum 25-hydroxy vitamin D level and upper respiratory tract infection in the third national health and nutrition examination survey. *Arch Intern Med* 169(4): 384-390.
- Giovannucci E, Liu Y, Rimm EB, Hollis BW, Fuchs CS, Stampfer MJ, Willett WC (2006) Prospective study of

- predictors of vitamin D status and cancer incidence and mortality in men. *JNCI* 98(7): 451-459.
- Goldner WS, Stoner JA, Thompson J, Taylor K, Larson L, Erickson J, McBride C (2008) Prevalence of vitamin D insufficiency and deficiency in morbidly obese patients: A comparison with non-obese controls. *Obes Surg* 18(2): 145-150.
- Gordon CM, Depeter KC, Feldman HA, Grace E, Emans SJ (2004) Prevalence of vitamin D deficiency among healthy adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med* 158(6): 531-538.
- Greer RM, Portelli SL, Hung BS, Cleghorn GJ, McMahon SK, Batch JA, Conwell LS (2013) Serum vitamin D levels are lower in Australian children and adolescents with type 1 diabetes than in children without diabetes. *Pediatr Diabetes* 14(1): 31-41.
- Han EY (2015) Mediated effects of middle school students' anxiety in the relation between family strengths and smartphone addiction proneness. MS Thesis Chonnam National University, Gwangju. pp 47.
- Holick MF (2007) Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 357(3): 266-281.
- Holick MF (2008) The vitamin D deficiency pandemic and consequences for non-skeletal health: Mechanisms of action. *Mol Aspects Med* 29(6): 361-368.
- Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, Murad MH, Weaver CM, Endocrine D (2011) Evaluation, treatment and prevention of vitamin D deficiency: An endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 96(7): 1911-1930.
- Huh SY, Gordon CM (2008) Vitamin D deficiency in children and adolescents: Epidemiology, impact and treatment. *Rev Endocr Metab Disord* 9(2): 161-170.
- Jones G, Dwyer T, Hynes KL, Parameswaran V, Greenaway TM (2005) Vitamin D insufficiency in adolescent males in Southern Tasmania: Prevalence, determinants, and relationship to bone turnover markers. *Osteoporosis International* 16(6): 636-641.
- Jorde R, Figenschau Y, Emaus N, Hutchinson M, Grimnes G (2010) Serum 25-hydroxyvitamin D levels are strongly related to systolic blood pressure but do not predict future hypertension. *Hypertens* 55(3): 792-798.
- Jung CH, Mok JO (2014) Vitamin D and obesity. *Korean J Obes* 23(4): 236-241.
- Jung ES (2014) A comparative study on the dietary habit, nutrient intake and bodily composition by the difference of private lesson time of middle school students in Gwangju city. MS Thesis Chosun University, Gwangju. pp 11-12.
- Jung SH (2016) Comparison among stress, school adaptation, self-esteem and nutrient intake status according to obesity of middle school students from low income class in Daegu. MS Thesis Kyungpook National University, Daegu. pp 38-40.
- Kim JY, Choi SJ, Yi YJ (2017) The effect of the strength of physical activity on vitamin D deficiency among Korean adolescents. *J Korean Soc Sch Health* 30(2): 146-153.
- Kim TW (2012) Correlation between socioeconomic level of parents and fasting glucose level of children and adolescents. MS Thesis Yonsei University, Seoul. pp 20-21.
- Korea Health Statistics (2017) Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VII-2). Seoul.
- Kull M, Kallikorm R, Lember M (2009) Body mass index determines sunbathing habits: Implications on vitamin D levels. *Intern Med J* 39(4): 256-258.
- Lee AN, Kim SH, Nam CM, Kim YJ, Joo SH, Lee KR (2016) Prevalence of vitamin D deficiency and insufficiency in Korean children and adolescents and associated factors. *Lab Med Online* 6(2): 70-78.
- Lee EO (2012) A study of nutrition knowledge, dietary behavior and life habits of middle school students in Kimpo, Gyeonggi-do. MS Thesis Inha University, Kimpo. pp 14-15.
- Lehtonen-Veromaa M, Möttönen T, Irjala K, Kärkkäinen M, Lamberg -Allardt C, Hakola P, Viikari J (1999) Vitamin D intake is low and hypovitaminosis D common in healthy 9 to 15 year old Finnish girls. *Eur J Clin Nutr* 53(9): 746-751.
- Moon SJ, Kim SW, Kim JH, Lim SK (1996) A study on vitamin D status and factors affecting it in young adults. *Korean J Nutr* 29(7): 747-757.
- Pittas AG, Lau J, Hu FB, Dawson-Hughes B (2007) The role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes. A systematic review and meta-analysis. *J Clin Endo Metab* 92(6): 2017-2029.
- Rajakumar K, De las Heras J, Chen TC, Lee S, Holick MF, Arslanian SA (2011) Vitamin D status, adiposity, and lipids in black American and Caucasian children. *J Clin Endocrinol Metab* 96(5): 1560-1567.

- Reis JP, von Mühlen D, Miller ER, Michos ED, Appel LJ (2009) Vitamin D status and cardiometabolic risk factors in the United States adolescent population. *Pediatrics* 124(3): e371-e379.
- Saki F, Dabbaghmanesh MH, Omrani GR, Bakhshayeshkaram M (2017) Vitamin D deficiency and its associated risk factors in children and adolescents in southern Iran. *Public Health Nutr* 20(10): 1851-1856.
- Samuel L, Borrell LN (2013) The effect of body mass index on optimal vitamin D status in U.S. adults: The national health and nutrition examination survey 2001-2006. *Ann Epidemiol* 23(7): 409-414.
- Scragg R, Sowers M, Bell C (2007) Serum 25-hydroxyvitamin D, ethnicity, and blood pressure in the third national health and nutrition examination survey. *Am J Hypertens* 20(7): 713-719.
- Seo SY (2017) Nutrients intake and vitamin A intake-related factors in adolescents: Based on Korean national health and nutrition examination survey (2013-2014). MS Thesis Yeungnam University, Daegu. pp 44-46.
- Shapes S (2015) The predictive value of serum 25-hydroxyvitamin D and dietary intake during adolescence: Timing matters. *Am J Clin Nutr* 102(5): 985-986.
- Shin YH, Kim KE, Lee CA, Shin HJ, Kang MS, Lee HR, Lee YJ (2012) High prevalence of vitamin D insufficiency or deficiency in young adolescents in Korea. *Eur J Pediatr* 171(11): 1475-1480.
- Smith EM, Alvarez JA, Martin GS, Zughaier SM, Ziegler TR, Tangpricha V (2015) Vitamin D deficiency is associated with anemia among African Americans in US cohort. *Br J Nutr* 113(11): 1732-1740.
- Soares MJ, Chan She Ping-Delfos W, Ghanbari MH (2011) Calcium and vitamin D for obesity: A review of randomized controlled trials. *Eur J Clin Nutr* 65(9): 994-1004.
- Specker BL (1996) Evidence for an interaction between calcium intake and physical activity on changes in bone mineral density. *JBMR* 11(10): 1539-1544.
- The Korean Nutrition Society (2015) Dietary Reference Intakes for Koreans. The Korean Nutrition Society. Seoul.
- Villareal DT, Civitelli R, Chines A, Avioli LV (1991) Sub-clinical vitamin D deficiency in postmenopausal women with low vertebral bonemass. *J Clin Endocrinol Metab* 72(3): 628-634.
- Vimaleswaran KS, Berry DJ, Lu C, Tikkanen E, Pilz S, Hiraki LT, Cooper JD, Dastani Z, Li R, Houston DK, Wood AR, Michaëlsson K, Vandenput L, Zgaga L, Yerges-Armstrong LM, McCarthy MI, Dupuis J, Kaakinen M, Kleber ME, Jameson K, Arden N (2013) Causal relationship between obesity and vitamin D status: Bi-directional Mendelian randomization analysis of multiple cohorts. *PLoS Med* 10(2): e1001383.
- Wahl DA, Cooper C, Ebeling PR, Eggersdorfer M, Hilger J, Hoffmann K, Josse R, Kanis JA, Mithal A, Pierroz DD, Stenmark J, Stöcklin E, Dawson-Hughes BA (2012) Global representation of vitamin D status in healthy populations. *Arch Osteoporosis* 7(2): 155-172.
- Weng FL, Shults J, Leonard MB, Stallings VA, Zemel BS (2007) Risk factors for low serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in otherwise healthy children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 86(1): 150-158.
- Yoo HN (2015) Related factors of vitamin D deficiency and metabolic syndrome in children and adolescents-based on Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES). MS Thesis Hanyang University, Seoul. pp 45-49.

Date Received Jun. 27, 2019
 Date Revised Aug. 22, 2019
 Date Accepted Aug. 26, 2019