

창원지역 일부 환아에서 혈청 비타민 D의 주된 급원과 신체적 성장과의 관계

강혜영¹⁾ · 허은실²⁾ · 이경혜^{1)*}

¹⁾창원대학교 식품영양학과, ²⁾창신대학교 식품영양학과

The relationship between Physical Growth and Major Sources of Serum Vitamin D among Hospitalized Children of Changwon City

Haeyoung Kang¹⁾, Eunsil Her²⁾, Kyung-Hea Lee^{1)*}

¹⁾Department of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon, Korea

²⁾Department of Food and Nutrition, Changshin University, Changwon, Korea

*Corresponding author

Kyung-Hea Lee
Department of food and
nutrition, Changwon National
University, 20
Changwondaehak-ro, Uichang-
gu, Changwon,
Gyeongsangnam-do 641-773,
Korea

Tel: (055) 213-3514
Fax: (055) 281-7480
E-mail: khl@changwon.ac.kr

Received: May 26, 2015
Revised: June 26, 2015
Accepted: June 26, 2015

ABSTRACT

Objectives: This study was conducted to investigate the effects of the sources of vitamin D (duration of exposure to sunlight, intake of major food sources for vitamin D or vitamin D supplements) on the serum 25-(OH) D₃ levels, and the physical growth of a child.

Methods: Subjects were 296 children aged 1 to 5 years who visited S hospital located in Changwon City. Survey data collection was carried out by direct interview method, and the biochemical data were collected using hospital records.

Results: The study subjects were divided into three groups according to their levels of serum 25-(OH) D₃ (deficient, relatively insufficient, sufficient) and their percentage were 48.3%, 44.3% and 7.4% respectively. The average concentration of serum 25-(OH) D₃ was 20.41 ± 6.55 ng/mL, which was relatively insufficient. The average duration of exposure to sunlight was 58.86 ± 49.18 minutes/day. A total score of vitamin D major food sources was 46.71 points (full marks 153), and the most frequently consumed food items were milk, eggs, and cheese. Thirty-four percent of the subjects took vitamin D supplements and their dose were 11.96 µg/day. Three vitamin D sources in sufficient group were higher than deficient or relatively insufficient group significantly. Intake of vitamin D supplements showed positive relation (+) and high explanation power ($R^2=0.288$) on serum 25-(OH) D₃ concentration, but intake of vitamin D major food sources (+) and the duration of exposure to sunlight (+) had a low explanation power ($R^2=0.068$). The relations between serum 25-(OH) D₃ concentration and physical growth (height and weight) were shown as negative (-), and their explanation powers were low as 7.3% and 5.9% respectively.

Conclusions: This study results can be useful when discussing the intake standard of vitamin D and the effective intake method for children. In addition, it will be helpful to build the children's nutrition policy and to plan the nutrition education program to improve the vitamin D status in children.

Korean J Community Nutr 20(3): 197~207, 2015

KEY WORDS children, vitamin D sources, serum 25-(OH) D₃ levels, physical growth

서론

만 1~5세 시기인 유아기는 영아기보다는 성장속도가 느려지지만 계속해서 신체조직의 성장, 발육뿐만 아니라 인지 및 정서발달이 이루어지고, 신체활동량 또한 크게 증가하여 충분한 영양소 공급이 필요하다 [1-3]. 특히 유아의 골격 성장을 위해서는 칼슘섭취가 중요하고 [4, 5], 칼슘의 흡수와 골격침착을 돕는 비타민 D의 적절한 공급도 함께 이루어져야 한다 [6].

비타민 D는 지용성 비타민의 일종이고, 최근 체내 칼슘과 인의 항상성 유지에 중요한 역할을 한다는 것이 밝혀지면서 prohormone으로 지칭되고 있다 [7]. 체내에서 비타민 D의 주된 기능은 소장에서 칼슘 흡수를 도와주는 칼슘결합단백질(Calbindin: Calcium binding protein)의 합성을 촉진하는 것이다 [8]. 따라서 성장기 비타민 D 결핍은 체내 칼슘농도 감소로 인한 골격 약화와 변형, 성장과 운동발달 지연, 근육경련과 위축 등의 다양한 증상을 일으킨다 [9].

체내 비타민 D의 주된 급원에는 자외선에 의한 피부합성과 급원식품 섭취, 보충제 복용이 있다 [10]. 피부합성은 7-디하이드로콜레스테롤(7-dehydrocholesterol)이 자외선 B에 노출되어 비타민 D₃ 형태로 생성된다 [8, 11]. 식품을 통한 섭취는 동물성에서는 비타민 D₃, 식물성으로는 비타민 D₂를 얻을 수 있으며, 대표적인 급원식품으로는 정어리, 고등어와 같은 등 푸른 생선, 멸치, 연어, 계란노른자, 비타민 D가 강화된 우유·유제품, 버섯 등이 있다 [12-14]. 비타민 D 보충제로는 일반의약품용과 건강기능식품이 있고, 알약, 분말, 액체형태로 판매되고 있다. 국내에서 비타민 D 보충제 판매제품의 1일 복용량 제시는 1.5~10 µg 범위이다 [15-17].

한국인영양섭취기준에 따르면 유아의 비타민 D 충분섭취량은 5 µg/day이며, 유아에게 과량의 비타민 D 섭취는 구토, 식욕부진, 설사, 신석회화, 신결석, 고칼슘혈증과 고칼슘뇨증을 일으키며 장기간 과량복용 시 성장지연이 나타나므로 1일 상한섭취량을 60 µg으로 제한하고 있다 [18]. 그리고 규칙적인 식사와 정상적인 영양공급이 되는 유아에게는 비타민 D 보충제를 권장하지 않는다고 영양학계에서는 밝히고 있다 [9, 15].

체내 비타민 D 저장량을 잘 반영하는 혈청 25-(OH) D₃는 가장 보편적으로 이용되는 영양판정지표이고 [4, 19, 20], 혈청 25-(OH) D₃가 20 ng/mL 미만은 결핍수준, 20~30 ng/mL은 상대적 결핍수준, 30 ng/mL 이상은 충분수준으로 판정한다 [21, 22]. 한편 국민건강영양조사에서 비타

민 D 혈액검사는 만 10세 이상에서만 실시하고 있고, 국내 일반유아를 대상으로 한 비타민 D 영양 상태를 평가한 연구는 전무하며, 유아 환아를 대상으로 비타민 D 섭취 [1], 혈청 비타민 D와 하기도 감염 [23], 혈청 비타민 D와 아토피 피부염과의 관계 [24, 25]에 대한 연구들만이 제한적으로 진행된 실정이고, 이들 연구에서 혈청 25-(OH) D₃는 상대적 결핍 또는 결핍수준으로 나타나 유아의 비타민 D 영양 상태는 불량한 것으로 생각된다.

이에 본 연구는 유아 환아를 대상으로 혈청 25-(OH) D₃ 농도별로 세 군으로 나누어 비타민 D 주된 급원요인들(피부합성, 급원식품 섭취, 보충제 복용)을 비교하고, 이들 급원요인들 중 혈청 25-(OH) D₃ 농도와 관련된 주된 급원을 밝히며, 혈청 25-(OH) D₃ 농도와 유아의 신체적 성장과의 관련성을 알아봄으로써 유아의 비타민 D 영양 상태 개선을 위한 방법 모색과 영양섭취기준 설정의 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 병원기록과 설문조사로 수행하였다. 혈청 25-(OH) D₃ 농도와 신체적 성장특성인 현재신장과 체중은 병원기록을 이용하였다. 설문조사를 위해 우선 연구목적에 맞게 작성한 설문지를 혈청 25-(OH) D₃ 검사결과가 있는 유아 환아 부모 29명을 대상으로 예비조사를 실시한 후 미비점을 수정, 완성하였다. 본 조사는 창원시 소재 S 병원에서 질병 치료를 목적으로 혈액 비타민 D 검사를 시행한 만 1~5세 유아 환아 부모를 대상으로 2014년 10월 11일부터 2015년 01월 15일 까지 행하였다. 설문조사방법은 직접면담법으로 하였고, 비타민 D 검사 결과 설명 시 본 연구의 취지를 설명하고, 자발적인 동의서를 받은 후 실시하였다. 설문지는 총 296부를 회수하였고, 이를 결과처리에 이용하였다. 본 연구의 진행은 창원대학교 생명윤리심의위원회(IRB)의 심의를 거쳐 진행되었다(104271-201501-HR-022).

2. 연구내용 및 방법

1) 일반사항

유아의 출생방법, 분만 주, 연령, 성별, 출생 시 체중을 명목척도와 비율척도로 조사하였다.

2) 혈청 비타민 D 농도

혈청 25-(OH) D₃ 농도는 병원기록을 이용하였다. 검체 혈액 샘플 채취한 후 즉시 혈청 분리되어 냉장 보관되었

다가 랩지노믹스 검사센터로 전달하여 민감도가 우수한 것으로 알려져 있는 CLIA (Chemiluminescence Immunoassay; 화학발광면역측정법)으로 검사하였다 [26,27].

3) 일조시간과 자외선 차단방법

일조시간조사는 기존 연구 [22]에서 이용한 것을 참고하여 평일(월요일~금요일)과 토요일, 일요일로 구분하여 실외놀이 및 활동시간 조사를 조사한 후 1일 평균 일조시간을 계산하였다. 그리고 자외선 조사량에 영향을 미치는 요인인 자외선 차단유무와 차단방법에 대해 알아보았다.

4) 비타민 D 급원식품 섭취빈도

비타민 D 급원식품 조사는 선행연구들 [22,28]과 농촌자원개발연구소의 식품성분표 [29], 식품의약품안전처의 식품성분 database [30]를 참고하여 작성한 빈도조사지를 이용하였다. 조사지는 고기·생선·계란류(8항목), 버섯류(5개 항목), 우유·유제품류(4개 항목)의 총 17항목으로 되어있고, 9점 빈도법(1: 거의 안 먹음, 2: 한 달 1회, 3: 한 달 2~3회, 4: 1주 1회 섭취, 5: 1주 2~3회, 6: 1주 4~6회, 7: 1일 1회, 8: 1일 2회, 9: 1일 3회 이상)으로 하였다. 비타민 D 급원식품 섭취빈도 설문에 대한 신뢰도 분석을 수행한 결과 Cronbach's α 값이 0.652로 나타났다.

5) 비타민 D 보충제 복용

비타민 D 보충제 복용상태를 알아보기 위하여 비타민 D 보충제 복용 유무, 제품명, 1일 복용량을 조사하였다. 그리고 제품명과 1일 복용량을 토대로 보충제로 섭취하는 1일 비타민 D 복용량을 계산하였다. 그리고 비타민 D 복용량 단위가 IU(International Units)의 경우는 40으로 나누어 μg 으로 환산하여 단위를 통일하였다.

6) 신체적 성장특성

비타민 D와 성장과의 관계를 알아보기 위해 병원기록의 현재신장과 체중을 이용하였다. 병원에서 현재신장과 체중 측정은 3세 미만은 JENIX 유아용 신장·체중·카우프지수 자동측정기(MODEL: DS-B02)로, 3세 이상은 JENIX 신

장·체중 자동측정기(MODEL: DS-103)로 측정하였다.

3. 자료 분석

본 연구의 수집된 자료들은 SPSS 18.0 program을 사용하여 통계처리 하였다. 조사자료 중 명목척도들은 빈도와 백분율로, 등간 및 비율척도는 평균과 표준편차로 나타내었다. 그리고 혈청 25-(OH) D_3 농도에 따라 세 그룹으로 나누어 독립변수로 하였다. 명목척도는 χ^2 -test로 관련성 분석을 행하고, 등간 및 비율척도는 Oneway ANOVA를 사용하여 평균의 차를 비교한 후 Duncan법으로 사후 검정하였다. 혈청 25-(OH) D_3 농도에 영향을 미치는 급원요인들의 영향력을 밝히고, 혈청 25-(OH) D_3 농도와 신체적 성장과의 관련성을 알아보기 위하여 stepwise방식으로 선형회귀분석을 하였다. 측정도구의 신뢰성 검증은 내적 일관성을 나타내는 Cronbach's α 를 산출하였다. 그리고 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 표시하였다.

결 과

1. 독립변수의 분포특성

본 연구에서 혈청 25-(OH) D_3 농도가 20 ng/mL 미만을 결핍군, 20~30 ng/mL를 상대적 결핍군, 30 ng/mL 이상을 충분군의 세 군으로 나누어 [21, 22] 독립변수로 이용하였다(Table 1). 그 분포를 보면 결핍군이 48.3%로 가장 많았고, 상대적 결핍군이 44.3%로 결핍군과 비슷한 수준을 보였다. 반면 충분군은 7.4%로 낮게 나타났다.

전체 대상자의 혈청 25-(OH) D_3 평균농도는 20.41 ± 6.55 ng/mL로 결핍에 가까운 상대적 결핍수준이었고, 최소치 6.10 ng/mL, 최대치 45.18 ng/mL이었다. 혈청 25-(OH) D_3 농도군에 따른 각각의 평균값을 비교해 보면 결핍군은 15.19 ± 3.80 ng/mL, 상대적 결핍군은 23.92 ± 2.81 ng/mL, 충분군은 33.49 ± 3.77 ng/mL이었다.

2. 독립변수에 따른 일반사항

대상자의 일반사항은 Table 2와 같다. 성별은 남환아가 50.3%로, 여환아(49.7%)와 비슷한 비율을 보였다. 혈청

Table 1. Distribution of independent variables

Variables	Items	N (%)	Mean \pm SD (ng/mL)
Serum 25-(OH) D_3 levels	Deficiency	143 (48.3)	15.19 \pm 3.80 (6.10~19.99) ¹⁾
	Relative insufficiency	131 (44.3)	23.92 \pm 2.81 (20.01~29.96)
	Sufficiency	22 (7.4)	33.49 \pm 3.77 (30.10~45.18)
	Total	296 (100.0)	20.41 \pm 6.55 (6.10~45.18)

1) Range

Table 2. The general characteristics of the subjects by serum 25-(OH) D₃ levels

Variables	Items	Serum 25-(OH) D ₃ levels			χ^2 or F value	Total
		Deficiency	Relative insufficiency	Sufficiency		
Gender	Boys	67 (46.9) ¹⁾	72 (55.0)	10 (45.5)	2.025	149 (50.3)
	Girls	76 (53.1)	59 (45.0)	12 (54.5)		147 (49.7)
Age (years)		2.79 ± 1.36 ²⁾	2.14 ± 1.20 ^a	2.15 ± 1.15 ^a	9.544***	2.45 ± 1.31
Distribution of age (years)	1	27 (18.9)	50 (38.2)	9 (40.9)	23.584*	86 (29.1)
	2	46 (32.2)	45 (34.4)	5 (22.7)		96 (32.4)
	3	31 (21.7)	22 (16.8)	6 (27.4)		59 (19.9)
	4	22 (15.3)	7 (5.3)	1 (4.5)		30 (10.1)
	5	17 (11.9)	7 (5.3)	1 (4.5)		25 (8.5)
Birth weight (kg)		3.18 ± 0.41	3.07 ± 0.49	3.06 ± 0.46	2.066	3.12 ± 0.45
Total		143 (100.0)	131 (100.0)	22 (100.0)		296 (100.0)

1) N (%)

2) Mean ± SD

ab: Means with different letters are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.*: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

25-(OH) D₃ 농도에 따라 보면 여환아에서 결핍군과 충분군의 비율이 남환아에 비해 상대적으로 더 높기는 하였으나 유의적인 관련성은 없었다. 평균연령은 2.45 ± 1.31 세로, 1~3세의 유아전기에 해당하였으며, 결핍군이 상대적 결핍군과 충분군에 비해 연령이 유의적으로 높았다($p < 0.001$). 그리고 연령분포에서도 결핍군이 다른 군에 비해 1세의 비율이 낮은 반면 4, 5세의 비율은 더 높게 나타났고, 연령과 혈청 25-(OH) D₃ 농도 간에 유의적인 관련성을 보였다($p < 0.05$). 대상자의 출생 시 체중은 3.12 ± 0.45 kg이었고, 결핍군이 상대적 결핍군과 충분군에 비해 체중이 높은 경향은 있었으나 유의적인 차이는 아니었다.

3. 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 따른 비타민 D 급원요인들의 비교

1) 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 따른 일조시간, 자외선 차단방법 간의 비교

대상자의 1일 평균 일조시간은 58.86 ± 49.18 분으로, 약 1시간 정도이었다(Table 3). 혈청 25-(OH) D₃ 농도군에 따라서 유의한 차이가 있었는데, 결핍군이 49.06 ± 45.47 분이었고, 상대적 결핍군이 65.45 ± 48.83 분, 충분군이 83.34 ± 60.72 분으로, 결핍군에 비해 충분군의 일조시간이 유의적으로 더 길었다($p < 0.01$).

자외선차단 여부에서 전체의 45.9%가 자외선차단을 한다고 하였고, 자외선 차단을 하는 비율이 결핍군은 49.7%, 상대적 결핍군은 43.5%, 충분군은 36.4%로 점차 감소하였으나 유의적인 관련성을 보이지는 않았다. 자외선 차단방법을 살펴보면 모자(35.6%)와 차단크림(35.1%)이 비슷한

비율을 보였고, 마스크도 29.3%의 비율을 보였다. 그리고 결핍군과 상대적 결핍군은 차단크림을 이용하는 비율이 상대적으로 높았고, 모자는 상대적 결핍군의 비율이 더 높았던 반면 마스크에서는 충분군의 비율이 가장 높게 나타났다. 그러나 혈청 25-(OH) D₃ 농도와 유의적인 관련성은 없었다.

2) 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 따른 비타민 D 급원식품섭취빈도 간의 비교

비타민 D 섭취량에 기여하는 주요 급원식품을 고기·생선·계란류, 버섯류, 비타민 D가 강화된 우유·유제품류로 나누어 비교한 결과는 Table 4에 제시하였다. 전체 섭취빈도 점수를 보면 46.71점/153점으로 낮았고, 각 식품류의 점수는 우유·유제품류(4.75점/9점) > 버섯류(2.32점) > 고기·생선·계란류(2.02점) 순으로 나타났다. 혈청 25-(OH) D₃ 농도군에 따라서는 전체평균($p < 0.01$)과 버섯류($p < 0.01$)에서 충분군이 결핍군보다 섭취빈도 점수가 유의적으로 더 높았다. 각 식품류별로 섭취빈도점수를 살펴보면 가장 높은 점수를 보인 우유·유제품류의 경우 우유(6.72점/9점)의 점수가 가장 높았고, 호상요구르트(3.93점)의 점수가 가장 낮았다. 혈청 25-(OH) D₃ 농도군에 따라서는 치즈에서만 유의적인 차이를 보였는데($p < 0.01$) 충분군이 결핍군과 상대적 결핍군보다 점수가 더 높았다. 버섯류에서는 표고버섯(2.97점/9점)의 점수가 가장 높았고, 송이버섯(2.69점)과 느타리버섯(2.60점)은 비슷한 점수를 보였다. 그리고 표고버섯($p < 0.01$), 팽이버섯($p < 0.01$)에서 결핍군에 비해 충분군에서 섭취빈도가 더 높았다. 고기·생선·계란류에서는 계란(5.50점/9점)의 점수가 가장 높았고, 비

Table 3. Comparison of the duration of exposure to sunlight and methods of ultraviolet block by the serum 25-(OH) D₃ levels

Variables	Items	Serum 25- (OH) D ₃ levels			χ ² value	Total
		Deficiency	Relative insufficiency	Sufficiency		
Duration of exposure to sunlight (minutes)		49.06 ± 45.47 ^{1a)}	65.45 ± 48.83 ^{ab)}	83.34 ± 60.72 ^{b)}	7.017**	58.86 ± 49.18
Ultraviolet block	Yes	71 (49.7 ²⁾	57 (43.5)	8 (36.4)	1.916	136 (45.9)
	No	72 (50.3)	74 (56.5)	14 (63.6)		160 (54.1)
	Total	143 (100.0)	131 (100.0)	22 (100.0)		296 (100.0)
Method of ultraviolet block ³⁾	Hat	33 (32.7)	30 (39.5)	4 (36.4)	1.327	67 (35.6)
	Sunblockcream	37 (36.6)	26 (34.2)	3 (27.2)		66 (35.1)
	Mask	31 (30.7)	20 (26.3)	4 (36.4)		55 (29.3)
	Total	101 (100.0)	76 (100.0)	11 (100.0)		188 (100.0)

1) Mean ± SD

2) N (%)

3) Multiple responses

ab: Means with different letters are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.**: $p < 0.01$ **Table 4.** Intake frequency scores of vitamin D food sources by serum 25-(OH) D₃ levels

Food group	Items	Serum 25-(OH) D ₃ levels			F value	Total
		Deficiency	Relative insufficiency	Sufficiency		
Milk· Milk products	Milk	6.62 ± 1.83 ¹⁾	6.72 ± 2.20	7.45 ± 1.60	1.694	6.72 ± 2.00
	Cheese	3.84 ± 2.71 ^a	4.51 ± 2.53 ^a	6.00 ± 2.20 ^b	7.414**	4.30 ± 2.65
	Liquid type yogurt	4.14 ± 2.37	4.03 ± 2.45	3.50 ± 2.58	0.670	4.04 ± 2.49
	Curd type yogurt	3.75 ± 2.49	4.15 ± 2.44	3.82 ± 2.74	0.932	3.93 ± 2.48
	Subtotal	4.59 ± 1.52	4.85 ± 1.48	5.19 ± 1.48	2.142	4.75 ± 1.50
Mush rooms	Shiitake Mushroom	2.60 ± 1.78 ^a	3.28 ± 2.07 ^{ab}	3.50 ± 2.20 ^b	5.085**	2.97 ± 1.97
	Pine mushroom	2.41 ± 1.53	2.97 ± 1.87	2.86 ± 1.96	3.708	2.69 ± 1.73
	Oyster mushroom	2.38 ± 1.75	2.73 ± 1.80	3.27 ± 1.86	3.041	2.60 ± 1.80
	Enoki mushroom	2.03 ± 1.47 ^a	2.58 ± 1.74 ^{ab}	2.77 ± 1.74 ^b	4.782**	2.33 ± 1.64
	Black mushroom	1.06 ± 0.52	1.02 ± 0.26	1.00 ± 0.00	0.343	1.04 ± 0.40
	Subtotal	2.08 ± 1.04 ^a	2.52 ± 1.17 ^{ab}	2.68 ± 1.33 ^b	6.327**	2.32 ± 1.14
Meat·Fish· Egg	Egg	5.15 ± 2.03 ^a	5.79 ± 1.52 ^{ab}	6.00 ± 1.93 ^b	5.181**	5.50 ± 1.84
	Pork	3.99 ± 1.42	4.02 ± 1.59	3.45 ± 1.90	1.339	3.97 ± 1.53
	Anchovy	3.59 ± 2.17	3.71 ± 2.19	4.27 ± 2.12	0.953	3.69 ± 2.18
	Mackerel	2.77 ± 1.63	2.91 ± 1.63	3.50 ± 1.34	1.983	2.89 ± 1.62
	Canned tuna	1.78 ± 1.26	1.95 ± 1.36	1.73 ± 1.03	0.700	1.85 ± 1.29
	Salmon	1.31 ± 0.80	1.37 ± 0.82	1.50 ± 1.06	0.541	1.35 ± 0.83
	Spanish mackerel	1.29 ± 0.92	1.26 ± 0.84	1.77 ± 1.38	2.967	1.31 ± 0.93
	Eel	1.05 ± 0.25	1.05 ± 0.30	1.05 ± 0.21	0.005	1.05 ± 0.27
	Subtotal	1.98 ± 0.53	2.04 ± 0.55	2.17 ± 0.61	1.359	2.02 ± 0.54
Total		44.51 ± 10.27 ^a	48.28 ± 11.35 ^{ab}	51.55 ± 11.10 ^b	6.521**	46.71 ± 11.02

1) Mean ± SD

ab: Means with different letters are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.**: $p < 0.01$

타민 D의 좋은 급원식품인 생선류의 점수는 멸치(3.69점)를 제외하고는 대부분 저조하였다. 혈청 25-(OH) D₃ 농도 군에 따라서는 계란에서만 충분군의 점수가 결핍군 보다 유의적으로 더 높았다($p < 0.01$).

3) 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 따른 비타민 D 보충제 복용 간의 비교

Table 5를 보면 비타민 D 보충제를 복용하는 비율은 전체의 34.1%로 비교적 높게 나타났다. 그리고 결핍군에서는 복용비율이 22.4%이었던 반면 상대적 결핍군(40.5%)과

Table 5. Comparison of intake of vitamin D supplements and their daily dose by serum 25-(OH) D₃ levels

Variables	Items	Serum 25- (OH) D ₃ levels			χ^2 or F value	Total
		Deficiency	Relative insufficiency	Sufficiency		
Intake of Vitamin D supplements	Yes	32 (22.4) ¹⁾	53 (40.5)	16 (72.7)	25.700***	101 (34.1)
	No	111 (77.6)	78 (59.5)	6 (27.3)		195 (65.9)
	Total	143 (48.3)	131 (44.3)	22 (7.4)		296 (100.0)
Daily dose of vitamin D supplements (μ g/day)		6.31 \pm 8.77 ^{2)a} (3.19~9.80) ³⁾	10.62 \pm 11.60 ^a (7.95~14.56)	27.36 \pm 21.03 ^b (16.15~38.56)	14.845***	11.96 \pm 14.50 (9.49~15.41)

1) N (%)

2) Mean \pm SD

3) Range

ab: Means with different letters are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.***: $p < 0.001$ **Table 6.** Regression analysis of the influence of vitamin D sources on serum 25-(OH) D₃ concentrations

Dependent variable	Independent variables	B	SE ¹⁾	β	t	Tolerance	VIF	Durbin-Watson	R ²	F value
Serum 25-(OH) D ₃ concentrations	Constant	20.626	0.770		26.801***					
	Daily dose of vitamin D supplement (μ g)	0.007	0.001	0.543	6.368***	1.000	1.000	1.992	0.288	40.550***
	Constant	12.969	1.844		6.977***					
	Intake frequency score of vitamin D foods	0.086	0.024	0.205	3.532***	0.951	1.052	2.107	0.068	11.714***
	Duration of exposure to sunlight	0.019	0.008	0.142	2.445*	0.951	1.052			

1) Standard error

*: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

충분군(72.7%)으로 갈수록 복용비율이 증가하여 유의적인 관련성을 보였다($p < 0.001$). 비타민 D 보충제 1일 복용량은 평균 $11.96 \pm 14.50 \mu\text{g}$ 이었고, 결핍군은 $6.31 \pm 8.77 \mu\text{g}$, 상대적 결핍군은 $10.62 \pm 11.60 \mu\text{g}$, 충분군은 $27.36 \pm 21.03 \mu\text{g}$ 로 복용량이 증가하였고, 결핍군과 충분군 간에는 유의적인 평균의 차이가 있었다($p < 0.001$).

4. 비타민 D 급원요인들이 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 미치는 영향

비타민 D 급원요인들이 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 미치는 상대적인 영향력을 알아보기 위하여 일조시간, 비타민 D 급원식품섭취, 비타민 D 보충제 복용량을 독립변수로 하였고, 혈청 25-(OH) D₃ 농도를 종속변수로 하는 다중회귀분석을 실시하였다(Table 6). 그 결과를 보면 투입된 독립변수들 중 비타민 D 보충제 복용량만이 채택되었고, 베타계수(β)를 보면 비타민 D 보충제 복용량이 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 양(+)의 영향을 미치고 있었으며($p < 0.001$), 그 설명력은 $R^2=0.288$ ($F=40.550$, $p < 0.001$)이었다.

일조시간과 비타민 D 급원식품섭취가 비타민 D의 주요급원임에도 불구하고 앞의 다중회귀분석에서 기각됨에 따라 비

타민 D 보충제 복용량을 제외하고 일조시간과 비타민 D 급원식품섭취를 독립변수로 하고, 혈청 25-(OH) D₃ 농도를 종속변수로 하는 회귀모형을 구성하였다. 그리고 독립변수들 간에 다중공선성의 존재여부를 확인한 결과 공차(Tolerance)가 모두 0.1 이상이고, 분산확대인자(Variance Inflation Factor: VIF)가 1.052로, 10이하로 산출되어 독립변수들 간에 상관관계가 없는 것을 확인하였다. 그리고 Durbin Watson 계수(D.W.) 역시 2.107로 2에 근접하여 잔차의 독립성 가정을 만족하였다. 회귀분석 결과를 보면 투입된 독립변수들 모두 채택되었으나 그 설명력이 $R^2=0.068$ ($F=11.714$, $p < 0.001$)로 낮아 회귀분석 모델이 적합하지 않았던 것으로 보인다. 베타계수(β)를 보면 두 요인 모두 혈청 비타민 D₃ 농도에 양(+)의 영향을 미치고 있었고, 급원식품섭취가 일조량 보다 더 높은 β 값을 보여서 더 큰 관련성이 있음을 알 수 있었다.

5. 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 따른 신체적 성장특성들의 비교

신체적 성장특성인 신장과 체중을 혈청 25-(OH) D₃ 농도군에 따라 비교한 결과(Table 7), 신장의 경우 전체 평균은 $92.85 \pm 10.52 \text{ cm}$ 이었고, 결핍군이 상대적 결핍군과

Table 7. Comparison of physical growth characteristics by serum 25-(OH) D₃ levels

Items	Serum 25-(OH) D ₃ levels			F value	Total
	Deficiency	Relative insufficiency	Sufficiency		
Height (cm)	95.56 ± 10.80 ^{1b}	90.17 ± 9.58 ^a	91.18 ± 9.99 ^a	9.821***	92.85 ± 10.52
Body weight (kg)	15.03 ± 3.85 ^b	13.29 ± 2.88 ^a	14.01 ± 3.96 ^{ab}	8.676***	14.18 ± 3.55

1) Mean ± SD

ab: Means with different letters are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.***: $p < 0.001$ **Table 8.** Regression analysis of influence of the serum 25-(OH) D₃ concentration on height and body weight

Dependent variable	Independent variables	B	SE ¹⁾	β	t	R ²	F value
Height (cm)	Constant	101.887	1.931		52.777***	0.073	24.177***
	Serum 25-(OH) D ₃ concentrations	-0.443	0.090	-0.276	-4.917***		
Body weight (kg)	Constant	16.949	0.656		25.839***	0.059	19.606***
	Serum 25-(OH) D ₃ concentrations	-0.135	0.031	-0.250	-4.428***		

1) Standard error

***: $p < 0.001$ **Table 9.** Regression analysis of the influence of age on height, body weight and serum 25-(OH) D₃ concentrations

Dependent variable	Independent variable	B	SE ¹⁾	β	t	R ²	F value
Height (cm)	Constant	75.105	0.557		134.756***	0.816	1302.957***
	Age (years)	7.227	0.200	0.903	26.097***		
Body weight (cm)	Constant	8.784	0.254		34.583***	0.663	580.964***
	Age (years)	2.199	0.091	0.815	24.103***		
Serum 25-(OH) D ₃ concentrations	Constant	23.805	0.777		30.640***	0.074	24.475***
	Age (years)	-1.381	0.279	-0.277	-4.947***		

1) Standard error

***: $p < 0.001$

충분군 보다 더 크게 나타났다($p < 0.001$). 현재체중은 전체평균이 14.18 ± 3.55 kg이었고, 결핍군이 상대적 결핍군에 비해 더 많았다($p < 0.001$).

6. 혈청 25-(OH) D₃ 농도가 신체적 성장에 미치는 영향

혈청 25-(OH) D₃ 농도(독립변수)가 신장(종속변수)에 미치는 상대적인 영향력을 알아보기 위하여 단순회귀분석을 하였다(Table 8). 우선 베타계수(β)를 보면 -0.276으로, 혈청 25-(OH) D₃ 농도가 신장의 성장에 음(-)의 영향을 미치고 있었고, 그 영향력은 7.3% ($F=24.177$, $p < 0.001$)로 높지 않았다. 혈청 25-(OH) D₃ 농도가 체중에 미치는 영향을 알아보기 위한 분석에서 베타계수(β)는 -0.250으로, 음(-)의 영향을 미치고 있었고, 설명력(R^2)은 0.059 ($F=19.606$, $p < 0.001$)로 신장에서 보다 더 낮게 나타나 이 부분은 회귀식으로 적합하지 않은 것으로 보인다.

신장, 체중이 증가할수록 혈청 25-(OH) D₃ 농도가 낮아지는 음의 관련성에 대한 원인탐색을 위하여 Table 9와 같

이 연령이 신장과 체중, 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 미치는 영향력을 분석하였다. 그 결과 연령이 증가할수록 신장과 체중은 함께 증가하는 양의 관련성을 보였고, 그 설명력도 각각 81.6%와 66.3%로 높게 나타났다. 그러나 연령에 증가할수록 혈청 25-(OH) D₃ 농도는 낮게 나타나 음의 관련성을 보였고, 설명력은 7.4%이었다.

고 찰

본 연구는 가을과 겨울에 걸쳐서 진행되었고, 대상자의 평균연령은 2.45세이었으며, 혈청 25-(OH) D₃ 농도는 20.41 ± 6.55 ng/mL이었다. 이 농도는 2세 이하 환아들에서 보인 가을 19.17 ng/mL, 겨울 18.02 ng/mL보다 높은 수치이었고 [24], Shin 등 [25]의 평균연령 4.72세인 환아들에서 보인 가을(27.27 ± 9.56 ng/mL), 겨울농도(25.28 ± 12.11 ng/mL)와 Kim & Lee [23]의 5세 미만 폐렴과 세기관지염 입원 환아의 가을에서 겨울 수치인

28.7 ± 8.2 ng/mL 농도보다는 낮았다. 본 연구대상자의 체내 비타민 D 상태는 결핍군(48.3%)과 상대적 결핍군(44.3%)이 대부분이었고, 충분군은 7.4%에 그치고 있어서 비타민 D 부족이 매우 심각함을 알 수 있었다. Baek 등 [24]의 2세 이하 환아 연구에서도 결핍군이 53.8%, 상대적 결핍군이 28.8%, 충분군이 17.4% 순으로 나타나 본 연구와 비율 면에서는 차이를 보였으나 대부분이 비타민 D 결핍상태를 보였다. 지속적인 골격 형성이 이루어지는 유아들에서 비타민 D 결핍은 골격성장 저해, 골격변형 등의 문제를 일으키므로, 매우 심각한 영양문제라고 할 수 있겠다.

본 연구에서 피부를 통한 비타민 D 합성에 필요한 자외선에 노출되는 일조시간을 조사한 결과 충분군(83.34 ± 60.72 분)이 결핍군(49.06 ± 45.47분)에 비해 일조시간이 유의적으로 더 길었다($p < 0.01$). Kwak & Kim [31]의 연구에서 하루 동안 필요한 비타민 D를 인체가 스스로 합성하기 위한 자외선 노출시간은 신체 면적의 6~10% 노출(얼굴, 손, 팔, 다리) 시 청정지역에서는 가을에는 18분, 겨울에 37분으로 나타났고, 오염지역에 대해서는 각각 24분, 37분으로 나타났다. 한편 위도 약 33도의 이상에서는 겨울동안 피부의 비타민 D 합성이 매우 낮거나 존재하지 않는다는 보고 [12]도 있어서, 본 연구의 세 군 모두 이 시간을 초과하기는 하였지만 본 연구가 진행된 겨울이란 계절적 요인으로 피부를 통한 충분한 비타민 D 합성은 미비했을 것으로 생각된다. 피부가 자외선에 장시간 노출되었을 시 홍반이나 염증, 색소침착 뿐만 아니라 피부암이나 백내장이 발생되기도 한다 [32, 33]. 이런 부정적인 자외선의 효과가 알려지면서 자외선 차단제를 바르거나 모자나 마스크 등을 통하여 햇빛을 차단하려는 행동이 늘어나고 있다. 자외선 차단제는 피부로 투과되는 자외선의 양을 감소시켜 SPF 15 정도 시 비타민 D 생성을 99%이상 떨어뜨리고, 모자는 95~100% 자외선을 차단한다 [34]. 본 연구시기가 계절적으로 가을과 겨울이었음에도 불구하고 전체의 45.9%가 자외선차단을 하고 있었고, 자외선 차단방법으로 모자(35.6%)와 차단크림(35.1%)이 비슷한 비율을 보였다. 한편 유치원과 어린이집 실외활동 운영 실태에 대한 Shin 등 [35]의 연구에서 보면 과열된 학습열과 놀이 시간의 감소, 통제 및 안전문제에 대한 우려 등의 이유로 유아들의 실외활동은 평균 주 1~2회, 1회 소요시간은 20~30분 정도로 미비하였다. 이는 유아들의 피부를 통한 비타민 D 합성 기회를 잃는 것으로, 혈청 25-(OH) D₃ 농도 감소에 한 요인일 것으로 생각된다.

아직 국내 유아를 대상으로 주된 비타민 D 급원식품을 밝힌 연구는 없고, Ahn & Um [1]의 영유아를 대상으로 한 비타민 D 섭취량 조사결과도 1일 0.22 µg으로 매우 낮았

다. 본 연구에서 비타민 D 급원식품섭취빈도는 충분군이 결핍군 보다 유의적으로 더 높았으나($p < 0.01$), 전체적으로 주된 급원식품인 우유는 1일 1회, 계란은 1주일에 4~6회, 치즈는 1주일에 2~3회 정도 섭취하고 있어서 급원식품을 통한 비타민 D 섭취량이 저조하였다. 미국과 캐나다에서는 가공식품 중 일부의 빵, 시리얼, 우유 및 유제품, 주스 등에 비타민 D를 강화하고 있고 [36] 많은 유럽 국가들에서도 곡물, 빵, 마가린에 강화하는 추세이다 [12]. 국내의 경우 유아를 위한 상용 식품 중 우유와 유제품, 시리얼, 과자, 두유 등에 비타민 D가 강화되어 있는데, 이들 강화식품들의 섭취를 높이고 다양화할 수 있는 방안이 필요하다. 그리고 우유 섭취량을 1일 2회로 늘리고, 이 때 비타민 D 강화우유섭취를 권장하며, 계란섭취도 1일 1개로 증가시킬 필요가 있다.

본 연구의 환아에서 비타민 D 보충제를 복용하는 비율은 전체의 34.1%이었는데, 이 비율은 비타민 D 단독 보충제뿐만 아니라 종합영양제나 무기질제 속에 비타민 D가 함유되어 있는 경우도 복용하는 것으로 간주한 비율이다. 한편 2013 국민건강통계 [28]에서 보고한 1~2세의 식이보충제 복용 경험률은 44.9%, 3~5세는 58.4%이었다. 본 연구 결과를 보면 혈청 25-(OH) D₃의 농도에 따라서는 결핍군(22.4%), 상대적 결핍군(40.5%), 충분군(72.7%) 순으로 비타민 D 보충제 복용비율이 높아져서 보충제 복용이 혈청 비타민 D 농도에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 비타민 D 보충제의 경우 6주~8주 복용하도록 하고, 치료목적일 때는 1일 50 µg, 치료 후 유지목적에는 15~25 µg, 일반적으로 권장할 때는 15 µg으로 처방되어진다 [12]. Holick 등 [12]의 연구에서는 지속적으로 혈청 25-(OH) D₃ 수치를 30 ng/mL를 유지하기 위해서는 비타민 D가 최소 1일 25 µg 필요하다는 하였는데, 본 연구의 결핍군과 상대적 결핍군의 비타민 D 보충제 복용량은 이 양에 미치지 못하고 있었고, 충분군만이 이 양을 충족하였다. 따라서 비타민 D 보충제의 효과를 얻기 위해서는 복용량을 1일 25 µg 이상으로 할 필요가 있겠다.

비타민 D 급원요인들이 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 미치는 영향력을 분석한 결과 비타민 D 보충제 복용량이 환아의 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 가장 기여하는 급원이었다(설명력=28.8%). 그리고 비타민 D 보충제 복용량을 제외한 급원식품섭취와 일조량의 영향력을 분석한 결과 두 요인 모두 양(+)의 영향을 미치고 있었고, 급원식품섭취가 일조량보다 더 높은 베타(β)계수를 보였으며, 6.8%의 설명력을 보였다. 이는 본 연구의 계절적인 특성상 피부를 통한 비타민 D의 충분한 합성을 기대하기 힘들고, 급원식품 섭취빈도도 높지 않았기 때문으로 보인다. Yoon & Song [22]의 연구에

서도 겨울철에는 피부합성보다는 비타민 D 급원식품 섭취량과 비타민 D 영양 상태가 밀접한 관련성을 보인다고 하였다.

본 연구에서 신장의 경우 상대적 결핍군과 충분군에 비해 결핍군의 신장이 더 크게 나타났고, 체중은 상대적 결핍군에 비해 결핍군의 체중이 더 많았다. 신체적 성장에는 많은 요인들이 영향을 미치는데, 연령은 성장기에서 주된 영향요인으로 작용한다. 본 연구에서 혈청 25-(OH) D₃ 농도가 신체적 성장에 미치는 영향을 분석한 결과 신장은 7.3%, 체중은 5.9%의 설명력을 보였고, 모두 음의 영향을 미치고 있었는데, 이는 연령증가에 따라 일조량이 줄어드는 등 여러 요인에 의해 혈청 25-(OH) D₃ 농도가 낮아진 것과 관련이 있다고 생각되고 혈청 25-(OH) D₃ 농도가 적절했다면 신장과 체중 성장에 긍정적인 영향을 미쳤을 것이라 생각되어진다. 따라서 같은 연령의 유아를 대상으로 혈청 25-(OH) D₃ 농도와 성장과의 관계를 알아볼 필요가 있겠다.

요약 및 결론

본 연구는 2014년 10월 11일부터 2015년 01월 15일까지 창원시 소재 S병원 입원 유아 환자 296명을 대상으로 혈청 25-(OH) D₃ 농도별로 세군으로 나누어 급원인들을 비교하고, 혈청 25-(OH) D₃ 농도와 관련된 주된 급원을 밝히며, 혈청 25-(OH) D₃ 농도와 유아의 신체적 성장과의 관련성을 알아보기 위하여 실시되었고, 그 결과는 다음과 같다.

1. 대상자의 혈청 25-(OH) D₃ 농도는 20.41 ± 6.55 ng/mL이었고, 결핍군이 48.3%, 상대적 결핍군이 44.3%, 충분군이 7.4% 순으로 나타났다.

2. 일조시간은 58.86 ± 49.18 분/1일이었고, 결핍군에서 충분군으로 갈수록 일조시간이 길어졌으며, 결핍군과 충분군 사이에 유의적인 차이를 보였다($p < 0.01$). 전체의 45.9%가 자외선차단을 하였고, 자외선 차단방법으로는 모자(35.6%)와 차단크림(35.1%), 마스크(29.3%) 순이었다.

3. 비타민 D 급원식품섭취빈도 조사 결과 전체 점수는 46.71점/153점으로 낮았다. 식품류별로는 우유·유제품류(4.75점/9점)의 점수가 가장 높았고, 개별식품에서는 우유(6.72점/9점), 계란(5.50점), 치즈(4.30점)가 주된 급원식품이었다. 그리고 전체점수($p < 0.01$)와 버섯류($p < 0.01$), 치즈($p < 0.01$), 표고버섯($p < 0.01$), 팽이버섯($p < 0.01$), 계란($p < 0.01$)에서 충분군이 결핍군보다 유의적으로 더 높은 섭취빈도를 보였다.

4. 비타민 D 보충제를 복용하는 비율은 전체의 34.1%였으며, 결핍군에서 충분군으로 갈수록 복용비율이 높아져서 관련성을 보였다($p < 0.001$). 비타민 D 보충제 복용량은 평

균 11.96 µg/day이었고, 결핍군(6.31 µg/day), 상대적 결핍군(10.62 µg/day)과 충분군(27.36 µg/day) 간에 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$).

5. 비타민 D 보충제 복용량이 혈청 25-(OH) D₃ 농도에 대해 28.8%의 설명력($F=40.550$, $p < 0.001$)을 가졌고, 비타민 D 급원식품섭취와 일조량은 6.8%의 설명력을 보였다($F=11.714$, $p < 0.001$).

6. 혈청 25-(OH) D₃ 농도와 신체적 성장특성인 신장, 체중은 음(-)의 관련성을 가졌고, 설명력은 각각 7.3%($p < 0.001$)와 5.9%($p < 0.001$)로 낮았다.

이상의 연구결과에 따른 본 연구의 시사점 및 제언점은 다음과 같다. 먼저, 본 연구가 일반유아가 아닌 환아를 대상으로 하여서 본 결과를 일반화하기에는 문제가 있다. 그리고 피부를 통한 비타민 D의 합성은 계절의 영향을 받는다고 생각되는데, 본 연구가 가을과 겨울에 국한 적으로 수행된 만큼 봄과 여름에 추가적인 연구를 수행할 필요가 있겠다. 또한 본 연구는 비타민 D 급원식품의 섭취빈도를 조사하여 혈청 25-(OH) D₃ 농도와와의 관련성을 보았는데, 추후 연구 시 정확한 비타민 D 섭취량 조사를 통해 관련성을 알아볼 필요가 있겠다. 본 연구에서 살펴 본 혈청 25-(OH) D₃ 농도와 성장과의 관계는 모두 음(-)의 상관관계를 보였는데, 연령이 증가할수록 혈청 25-(OH) D₃ 농도가 낮은 결과로 인한 것이라 생각된다. 따라서 환아가 아닌 같은 연령의 건강한 유아를 대상으로 혈청 25-(OH) D₃ 농도와 성장과의 관계를 알아볼 필요가 있겠다.

본 연구에서 성장기 유아의 비타민 D 급원 모두 차이검증에서는 충분군이 가장 높은 수치를 보였으나 관련성에서는 보충제 복용이 가장 큰 영향요인으로 나타났다. 그리고 보충제의 경우 1일 25 µg 정도 복용해야 충분한 혈청 25-(OH) D₃ 수준을 유지할 수 있다는 결과를 얻었다. 그렇다고 하나 비타민 D 영양 상태 개선을 위해 보충제 복용을 가장 우선시 생각하기 보다는 비타민 D 급원식품 섭취의 중요성, 비타민 D 급원식품 조리법, 비타민 D 강화식품 선택과 같은 주제로 유아부모와 유치원, 어린이집 원장 대상의 식생활교육을 통하여 비타민 D 급원식품 섭취량을 늘릴 필요가 있겠다. 그리고 비타민 D 영양 상태 개선을 위해서 보다 폭넓은 유아 상용 가공식품에 비타민 D를 강화하는 정책마련도 필요하다. 또한 매일 1시간 정도의 실외활동을 통해 피부를 통한 비타민 D 형성기회를 주어야 하겠다. 현재 유아의 비타민 D 영양 상태에 대한 충분한 이해 없이 비타민 D 결핍 우려만 하고 있는 상황에서 본 연구결과는 향후 유아에서 비타민 D 영양 상태 개선을 위한 방법 모색과 유아의 비타민 D 영양섭취 기준 설정과 관련된 연구에 중요한 근거가 될 것으로 기대한다.

References

- Ahn HS, Um SS. Dietary intakes of infants and young children in Seoul area. *J Korean Soc Matern Child Health* 2003; 7(2): 179-191.
- Lee HJ, Kim YA, Lee HS. The estimated dietary fiber intake of Korean by age and sex. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2006; 35(9): 1207-1214.
- Pyo SH, Kang HJ. A study on the actual state of nutrition knowledge, dietary attitude, eating behavior, physical ability and locomotion of children aged 5 years in Siheung-city. *Korean J Food Nutr* 2014; 27(5): 760-770.
- Choi MJ. Bone health and calcium, vitamin D, potassium: shortfall nutrients in Korean. *Korean J Obes* 2013; 22(3): 129-136.
- Yu AR, Yang YJ, Jeong SR, Kim JH, Kim YJ, Kwon OR et al. Calcium intakes in Korean and American populations. *J Korean Diet Assoc* 2013; 19(1): 46-58.
- James LG, Sareen SG. Advanced nutrition and human metabolism. 3rd ed. California: Wadsworth; 1999. p.373.
- Chung YS, Yoo BW, Oh JE, Lee DC, Lee HS, Cho CY. The relationship between vitamin D levels and chronic diseases. *Korean J Clin Geri* 2010; 11(2): 154-169.
- Shin MY, Kwun IS. Vitamin D revolution: Is it a vitamin or a hormone? *J Food Ind Nutr* 2012; 17(2): 1-6.
- Yang HR, Seo JW, Kim YJ, Kim JY, Ryoo E, Sim JG et al. Recent concepts on vitamin D in children and adolescents. *Korean J Pediatr* 2009; 52(10): 1082-1089.
- Na BM, No SJ, Kim MJ, Han HS, Jeong EH, Han YH et al. Nutritional status of vitamin D in Korean mothers and their newborn infants. *Korean J Perinatol* 2007; 18(4): 399-406.
- Park Y. Vitamin D and atopic dermatitis. *Allergy Asthma Respir Dis* 2013; 1(3): 197-202.
- Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96(7): 1911-1930.
- Ross AC, Manson JE, Abrams SA, Aloia JF, Brannon PM, Clinton SK et al. The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the institute of medicine: What clinicians need to know. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96(1): 53-58.
- Yu AR, Kim JH, Kwon OR, Oh SY, Kim JH, Yang YJ. Associations between serum 25-hydroxyvitamin D and consumption frequencies of vitamin D rich foods in Korean adults and older adults. *Korean J Community Nutr* 2014; 19(2): 122-132.
- Kim SN, Kim SH. A survey on use of vitamin, mineral supplements by children in Daejeon city and Chungcheong province in Korea. *Korean J Food Culture* 2010; 25(2): 117-125.
- Lee HS, Han JH, Kim SH. A survey on the consumption of vitamin and mineral supplements as health functional foods and related factors by Korean adolescents. *Korean J Food Culture* 2013; 28(4): 415-423.
- Ministry of food and drug safety. Food and nutrient data system [Internet]. 2015 [cited 2015 Mar 23]. Available from: <http://www.foodnara.go.kr/kisna/index.do/>.
- The Korean Nutrition Society. Dietary reference intake for Korean. 2nd ed. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010. p. 165-178.
- Kim YJ, Moon MS, Yang YJ, Kwon OR. Relationship between serum 25-hydroxyvitamin D concentration and the risks of metabolic syndrome in premenopausal and postmenopausal women. *Korean J Nutr* 2012; 45(1): 20-29.
- Ronni C. Geriatric nutrition : A health professional's handbook. 4th ed. America: Jones & Bartlett Publishers; 2013. p. 39-43.
- Yoo HN. Related factors of vitamin D deficiency and metabolic syndrome in children and adolescents - based on Korea National Health And Nutrition Examination Survey V, (KNHANES) - [master's thesis]. Hanyang University; 2013.
- Yoon JS, Song MK. Seasonal differences in outdoor activity time and serum 25-(OH) vitamin D status of Korean young women. *Korean J Community Nutr* 2014; 19(3): 231-240.
- Kim YJ, Lee JS. Association of vitamin D status with acute lower respiratory infection in children. *Pediatr Allergy Respir Dis* 2010; 20(3): 173-178.
- Baek JU, Hwangbo JW, Lee HR, Lee SY. Vitamin D insufficiency is associated with food sensitization in children under 2 years with atopic dermatitis. *Allergy Asthma Respir Dis* 2013; 1(3): 211-215.
- Shin YH, Park JH, Sung MS, Kim SW. Correlation between serum 25-hydroxyvitamin D levels and severity of atopic dermatitis in children. *Allergy Asthma Respir Dis* 2014; 2(2): 114-121.
- Bedner M, Lippa KA, Tai SSC. An assessment of 25-hydroxyvitamin D measurements in comparability studies conducted by the Vitamin D Metabolites Quality Assurance Program. *Clinica Chimica Acta* 2013; 426(15): 6-11.
- Kim HJ, Kim EH. Comparison of chemiluminescence immunoassay (CIA) and immunochromatography assay (ICA) for Detecting HBsAg and Anti-HBs. *J Korea Academia-Industrial coop Soc* 2013; 14(7): 3419-3424.
- Ministry of Health and Welfare, Korea Center for Disease Control and Prevention. Korea National Health And Nutrition Examination Survey(KNHANES -1) [Internet]. 2014 [cited 2015 Mar 19]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do/>.
- National Academy of Agricultural Science. Functional ingredient list of food-Vitamin D [Internet]. 2015 [cited 2015 Mar 23]. Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr/>.
- Ministry of food and drug safety. Functional food-Vitamin D standard [Internet]. 2015 [cited 2015 Mar 20]. Available from: <http://www.foodnara.go.kr/hfoodi/industry/>.
- Kwak MK, Kim JH. The radiative characteristics of EUV-B over the Korean peninsula and exposure time for synthesizing adequate vitamin D. *Atmos. Korean Meteorol Soc* 2011; 21(1): 123-130.
- Hyun HJ, Kim JH, Ko GY, Park BS, Choi EY, Ahn MH. The relationship among sun-screening agent use, bone health

- promotion behavior and bone mineral density of female college students. J Korean Soc Biol Nurs Sci 2013; 15(4): 202-209.
33. Kim MY, Yoon CS. The research on the ultraviolet protector recognition of the adult and propensity to consume. Korean Soc Beauty Ind 2014; 8(1): 63-84.
34. Kang JH. The relationship between vitamin D levels and extraskeletal disease [master's thesis]. Seoul National University; 2013.
35. Shin ES, Kim EJ, You YE. A study on the spatial configuration and uses of kindergartens outdoor playground. J Soonchunhyang Hum Study 2012; 31(2): 200-228.
36. Choi HJ. New insight into the action of vitamin D. Korean J Fam Med 2011; 32(2): 89-96.