

젊은 여성의 계절별 야외활동시간과 혈청 25-(OH) 비타민 D 영양상태

윤진숙[†] · 송민경

계명대학교 식품영양학과

Seasonal Differences in Outdoor Activity Time and Serum 25-(OH) Vitamin D Status of Korean Young Women

Jin-Sook Yoon[†], Min-Kyoung Song

Department of Food and Nutrition, Keimyung University, Daegu, Korea

†Corresponding author

Jin-Sook Yoon
Department of Food and
Nutrition, Keimyung University,
1000 Shindang-dong, Dalseo-gu,
Daegu, Korea

Tel: (053) 580-5873
Fax: (053) 580-5885
E-mail: jsook@kmu.ac.kr

This work was supported by
Basic Science Research Program
through the National Research
Foundation of Korea (NRF)
funded by the Ministry of
Education, Science and
Technology (MEST 2010-0241)

Received: February 25, 2014
Revised: June 1, 2014
Accepted: June 16, 2014

ABSTRACT

Objectives: This study was intended to examine the seasonal differences in outdoor activity times and dietary vitamin D intakes, and explicates their relative impact on improving serum 25-(OH) vitamin D status among Korean young women.

Methods: A cross-sectional study was conducted with 135 free-living women aged 19-39 years in Daegu-Kyungbook, Korea. We compared the results from 52 women for the summer and 83 women for the winter. Dietary intake of vitamin D was assessed by 24 hour recall method for non-consecutive three days as well as by food frequency method. Daily outdoor activity times were derived from 24 hour physical activity diary.

Results: The average dietary intake of vitamin D of the participants by 24 hour recall method was 3.1 µg during the summer, 3.3 µg during the winter, showing no significant difference between the two seasons. Times spent on outdoor activities ($p < 0.01$) in the summer ($= 23.8 \pm 23.6$ min) were much longer than that in the winter ($= 10.8 \pm 13.4$ min). The serum 25-(OH) vitamin D levels of participants were 17.5 ± 7.5 ng/mL in the summer and 13.4 ± 4.3 ng/mL in the winter, showing that the latter was significantly lower than that of the former ($p < 0.001$). The serum 25-(OH) vitamin D levels of subjects were positively related to outdoor activities ($r = 0.315$, $p < 0.05$) during the summer, while related to dietary intake ($r = 0.252$, $p < 0.05$) during the winter.

Conclusions: In order to improve the current vitamin D status of Korean young women, nutrition education programs should focus on increasing more dietary intake especially during the winter, and performing more outdoor activities in other seasons.

Korean J Community Nutr 19(3): 231~240, 2014

KEY WORDS Young women, outdoor activity, serum 25-(OH)-vitamin D, vitamin D intake

서론

젊은 시절에 도달한 골질량이 클수록 골절을 일으키는 역치에 도달하는 시기는 늦어지게 되므로 (Barnard 등 2000), 20대를 전후한 젊은 연령층의 골격건강 관리는 골다공증 예방차원에서 우선적으로 필요한 대책이라 할 수 있다 (Choi & Kim 2008). 그러나 최근 연구에서 젊은 여성의 골밀도 수준을 측정했을 때 골감소증이 50세 이상 대상자의 골감소증 발현빈도와 거의 같은 경향을 보였으며 (Lee 2003), 20대의 골감소증의 비율이 30대에 비해 높음을 보고하였다 (Koo 등 2008).

성인기 초반에 도달하는 골질량은 성장기간 동안 획득한 골질량을 반영하지만 그 이후의 골질량의 증가는 20~30대 젊은 성인기 동안의 식습관과 생활습관 등 여러 가지 인자에 의해 영향을 받는다고 한다 (Metz 등 1993).

비타민 D는 장에서의 인과 칼슘 흡수 및 신장에서의 칼슘 재흡수에 대한 조절 인자로서, 체내의 칼슘 균형과 골격 건강에 밀접한 관련이 있다 (Lips 등 1999; Holick 2007). 또한 다른 영양소와는 달리 식사를 통해서 뿐만 아니라 자외선에 의한 피부합성으로도 요구량이 충족될 수 있는 특성이 있다. 그러나 최근 생활환경의 변화로 현대인들은 실내에서 생활하는 시간이 많아지면서 비타민 D가 피부에서 합성되는 비중이 점차로 감소되고 있음이 보고되었다 (Holick 1994). 자외선에 의한 비타민 D 합성은 그 지역의 위도, 하루 중의 시간, 계절 (Webb 등 1988), 지형 (Kim & Park 1987)에 따라 달라지며 자외선 차단제 (Matsuoka 등 1990), 의복의 착용 (Matsuoka 등 1992), 건물의 유리 (Holick 1994)나 공해 (Kim & Park 1987)에 의해서 방해 받는 것으로 알려져 있다.

최근에는 여러 나라에서 지역민들의 골건강과 관련하여 비타민 D 영양상태가 우려됨을 보고하고 있다 (Chapuy 등 1997; Thuesen 등 2012; Cinar 등 2014; Darling 등 2014). Turkey에서 20~50대 성인을 대상으로 연구한 바에 의하면 실내에서 하루 종일 활동하는 사무직 근로자의 비타민 D 영양상태가 계절과 무관하게 가장 취약한 것으로 나타나 이들을 위한 식품의 비타민 D 강화를 고려해 볼 것을 제안하였다 (Cinar 등 2014). 한편 Darling 등 (2014)은 계절별로 혈중 비타민 D 수준에 큰 변화가 있는 지역이 많으며 이러한 경우에 부갑상선호르몬의 변화를 동반하므로 골 건강 유지에 불리하게 작용할 것이라고 하였다.

우리나라는 태양광선에 의한 비타민 D 합성이 풍부할 것으로 예상되어 비타민 D 영양상태에 대한 우려가 낮은 편이었지만 최근 우리나라 폐경여성을 대상으로 혈청 비타민 D

영양상태를 측정한 연구에 의하면 폐경 여성의 대다수가 비타민 D 결핍에 속하는 것으로 밝혀졌다 (Park 등 2003). 또한 대상자의 혈청 25-(OH) 비타민 D 평균값이 겨울 15.5 ± 6.7, 봄·가을 17.3 ± 8.2, 여름 20 ± 7.6 ng/mL로 여름철이 겨울철보다 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준이 높은 것을 알 수 있었다 ($p < 0.01$).

이러한 계절적 차이는 겨울철의 경우 일광노출이 타 계절에 비해 적어 피부에서의 비타민 D 합성이 감소되는 것과 관련이 있을 것으로 예상되지만 (Webb 등 1988), 식사를 통한 비타민 D 섭취량은 보고되지 않아 비타민 D 영양상태의 계절적 차이와 관련하여 명확한 설명을 하기는 어려운 상태이다.

한국인의 특성에 부합하는 비타민 D 영양섭취기준을 마련하려면 일조량의 계절적 차이가 큰 점을 감안하여 성별, 연령별, 다양한 집단을 대상으로 각 계절별 비타민 D 영양 상태에 관한 기초자료가 마련되어야 할 것이다 (Lim & Kim 2006).

따라서 본 연구는 최대 골질량 시기인 20~30대 젊은 여성들의 골밀도를 측정하고, 자외선 강도가 상이한 두 계절의 비타민 D 섭취량, 옥외활동시간과 혈중 25-(OH) 비타민 D 수준을 측정하여 20~30대 젊은 여성의 비타민 D 영양상태 개선을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 계명대학교 의과대학 의학연구윤리심의위원회 (IRB)의 사전 심의를 통과하였다 (IRB10-148). 계절별 비타민 D 영양상태의 차이를 횡적조사방법으로 파악하고자 1차년도에는 겨울철을 2차년도에는 여름철을 조사기간으로 설정하였다. 조사대상은 대구·경북지역에 거주하고 있는 만 19세 이상 39세 미만 성인 여성이었으며 연구 참여에 동의한 사람은 여름철 조사에 60명, 겨울철 조사에 92명으로 총 152명이었다. 최종 연구대상자는 연구 참여자 중에서 식이섭취 조사와 골밀도 측정, 혈액, 소변 수집이 완전하지 못한 17명을 제외한 135명이었다. 여름철과 겨울철의 분류기준은 선행연구 (Chapuy 등 1997)에서 겨울기간을 11월-3월로 간주한 것을 참고로 겨울철 조사는 2011년 1월 말부터 2011년 3월 초까지, 여름철 조사는 2012년 9월 초부터 2012년 10월 초까지 시행하였다.

2. 연구내용 및 방법

1) 대상자의 일반사항

설문은 면접 조사로 진행되었으며 연령, 직업, 최종학력, 생활습관, 식이보충제 사용 등에 대해 조사하였다.

2) 신체계측

신장과 체중은 가벼운 옷차림 상태에서 직립자세를 취하게 하고, 신장 자동측정기 (GL-150P, G-Tech international Co. Ltd., Incheon, Korea)를 사용하여 측정하였으며, 측정된 신장과 체중을 이용하여 체질량지수 (body mass index, BMI)를 계산하였다.

3) 골밀도 측정

골밀도 측정은 방사선 골밀도 측정기 (Lunar prodigy, General Electric Co., Madison, WI, USA)를 이용하여 요추 L1~L4 골밀도를 측정하였다. 세계보건기구 (WHO) 기준에 따라 요추 T-score -1.0 이상을 정상, -1.0 미만 (-1.0~-2.5는 골감소증, -2.5 미만을 골다공증)을 부족군으로 분류하였다.

4) 식사섭취량 조사

영양소섭취량은 24시간 회상법을 이용하여 비연속 3일의 식사섭취상태를 조사하여 산출하였다. 훈련된 조사원이 개인 면접을 통해 섭취 식품의 종류와 부피 추정에 도움이 되는 모형자료인 2차원 모델 자료집과 계량컵, 계량스푼 등의 3차원 조사 보조도구를 이용하여 평일 2일, 주말 1일간의 식이섭취를 조사하였다. 대상자들이 조사일 하루 전에 섭취한 모든 음식 및 식품의 종류와 그 양을 파악하기 위해서 식사구분, 식사시간, 식사장소 등과 더불어 음식명, 섭취 음식의 총량을 파악하였다. 조사된 식품섭취량은 실제 증량으로 환산하기 위해 부피·중량 환산자료집을 이용하였으며, 영양소 섭취량은 CAN-Pro 4.0을 이용하여 분석하였다.

5) 식사섭취빈도 조사

Vitamin D 섭취빈도조사 식품 목록은 비타민 함량이 보고된 식품 53항목 중에서 (National Rural Development Institute 2007; Korean Nutrition Society 2009) 1인 1회 섭취분량을 기준으로 비타민 D 함량이 높은 순위 식품들을 나열한 후 한국인 상용식품에 해당되는 식품 12가지 (달걀, 고등어, 삼치, 연어, 장어, 참치통조림, 표고버섯, 느타리버섯, 팽이버섯, 송이버섯, 목이버섯, 우유)로 구성하였다.

식품의 1인 1회 기준 분량은 농촌진흥청의 “1회 분량으로 보는 소비자가 알기 쉬운 영양가표-국민 1인 1회 섭취량기준”(National Rural Development Institute 2013)을 참고하였다. 1회 섭취 분량은 제시된 기준분량 보다 많이 먹음, 기준분량 보다 적게 먹음, 기준분량만큼 먹음으로 제시하였고, 식품섭취빈도는 1일 3회 이상, 1일 2회, 1일 1회, 일주일 5~6회, 일주일 3~4회, 일주일 1~2회, 한 달에 2~3

회, 한 달에 1회, 거의 안 먹음의 9단계로 분류하였으며, 한 달을 30일로 간주하여 식품의 섭취빈도를 환산하였다.

6) 옥외활동량 조사

조사대상자의 평상시 옥외활동량 조사는 24시간 생활시간표 설문지를 이용하여 1 : 1 면담 방식으로 실시하였다. 조사기간 중의 대표적인 하루에 해당되는 날의 활동상태를 시간대별로 조사하였으며 옥외 활동여부를 확인하고 각 활동에 대한 소요시간 (단위: 분)을 조사하였다. 옥외활동시간의 분류기준은 선행연구 (Moon & Kim 1998)에서 사용한 방법에 따라 오전 8시 - 오후 6시 사이에 옥외에서 이루어진 활동을 옥외활동으로 정하였다. 자외선이 가장 많이 조사되는 시간으로 보고한 12시~14시 (Kim & Park 1987) 사이에 이루어진 옥외활동 시간은 outdoor activity during peak time으로, 그 외의 시간대에 이루어진 옥외활동은 Other outdoor activity로 구분하였으며, 오전 8시에서 오후 6시 사이에 해당되는 모든 옥외활동은 1일 총 옥외활동 시간 (Time spent on outdoor activities)으로 제시하였다.

7) 채혈 및 혈액성분 분석

혈액 채취는 8시간 이상 공복 상태에서 실시하였으며, 혈액을 채취한 후 즉시 혈청을 분리하고 -75°C 초저온 냉동고에 보관하였다. 혈중의 25-(OH) 비타민 D는 DIA source 25 OH-Vit.D3-Ria-CT Kit (DIA source ImmunoAssays Co., Nivelles, Belgium)를 이용하여 방사선면역측정법 (radioimmunoassay, RIA)으로 측정하였다.

3. 자료분석

본 연구의 모든 자료 분석은 SPSS (statistical package for social science version) 21.0 PC version 프로그램을 이용하여 처리하였다. 대상자의 신체 계측치, 영양소 섭취량, 생화학적 지표 분석치에 대해서는 평균과 표준편차를 구하였으며, 여름군과 겨울군 간의 차이는 independent sample t-test를 실시하였다. 일반사항과 골밀도 정상군, 부족군은 빈도와 백분율을 산출하였다. 혈청 25-(OH) vitamin D와 다른 변수들간의 상관관계는 Pearson's rank correlation coefficient를 이용하였다.

결 과

1. 대상자의 일반사항

연구 대상자의 나이와 신체측정 결과는 Table 1에 제시하였다. 연령은 여름군이 25.8세, 겨울군이 23.8세이었던

며, 신장은 여름군이 161.1 ± 5.1 cm, 겨울군이 160.2 ± 5.1 cm로 두 군간에 유의한 차이는 나타나지 않았다. 몸무게는 여름군이 55.9 ± 7.2 kg, 겨울군이 55.1 ± 8.9 kg 이었으며, BMI는 여름군 21.5 ± 2.6 kg/m², 겨울군 21.4 ± 3.0 kg/m²으로 몸무게, BMI 모두 두 군 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 전체 대상자의 오추 골밀도(bone mineral density, BMD)는 1.16 ± 0.13으로 나타났으며, 계절별로 비교하면 여름군 1.14 ± 0.12 g/cm², 겨울군 1.16 ± 0.13 g/cm²으로 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 1. Physical characteristics of the study subjects by season

Variables	Summer (n = 52)	Winter (n = 83)	p-value ¹⁾
Age (yrs)	25.8 ± 6.6 ²⁾ (19~39) ³⁾	23.8 ± 5.1 (19~39)	0.057
Height (cm)	161.1 ± 5.1	160.2 ± 5.1	0.294
Weight (kg)	55.9 ± 7.2	55.1 ± 8.9	0.591
BMI (kg/m ²) ⁴⁾	21.5 ± 2.6	21.4 ± 3.0	0.853
BMD (g/m ²) ⁵⁾	1.14 ± 0.12 ³⁾	1.16 ± 0.13	0.379

- 1) Independent sample t-test
- 2) Mean ± SD
- 3) Range of values (minimum~maximum)
- 4) Body mass index
- 5) Bone mineral density

2. 대상자의 골밀도 상태 평가

WHO에서 제시한 골다공증 기준에 따라 조사대상자를 분류한 결과는 Table 2에 제시하였다. 대상자 전체의 골격 상태는 정상군 124명(91.9%), 부족군 11명(8.1%, 골감소증 10명, 골다공증 1명)으로 나타났다. 계절에 따른 차이는 여름군 정상 46명(88.5%), 부족 6명(11.5%, 골감소증 6명)이고, 겨울군 정상 78명(94.0%), 부족 5명(6.0%, 골감소증 4명, 골다공증 1명)으로 나타났다.

3. 대상자의 영양소 섭취 상태

1) 24시간 회상법을 통한 영양소 및 비타민 D 섭취량

대상자의 계절에 따른 1일 평균 주요 영양소 및 비타민 D 섭취량은 Table 3에 제시하였다. 일일 에너지 섭취량은 여름군이 1,695.7 ± 351.8 kcal, 겨울군이 1,755.4 ± 480.6 kcal로 계절간에 유의한 차이는 나타나지 않았다. 에

Table 2. Bone health status of the study subjects by season

Variables	Summer (n = 52)	Winter (n = 83)	Total (n = 135)
Good ¹⁾	46 (88.5) ²⁾	78 (94.0)	124 (91.9)
Poor ³⁾	6 (11.5)	5 (6.0)	11 (8.1)

- 1) T-score ≥ -1.0
- 2) n (%)
- 3) T-score < -1.0

Table 3. Daily energy and nutrient intake of the study subjects by season

Variables	Summer (n = 52)		Winter (n = 83)		p-value ²⁾
	Intake	% KDRI ¹⁾	Intake	% KDRI	
Energy (kcal)	1,695.7 ± 351.8 ³⁾ (1,078.6~2,475.2) ⁴⁾	83.0 ± 18.1	1,755.4 ± 480.6 (1,114.1~ 4,098.0)	84.6 ± 22.6	0.440
Carbohydrate (g)	249.8 ± 65.2 (93.1~ 401.6)	-	238.3 ± 63.1 (133.9~ 433.4)	-	0.311
Protein (g)	62.4 ± 16.4 (33.0~ 102.6)	128.3 ± 34.3	66.7 ± 20.3 (30.3~ 138.9)	135.3 ± 41.1	0.194
Fat (g)	50.2 ± 17.1 (24.2~ 97.6)	-	57.4 ± 24.8 (22.6~ 158.1)	-	0.068
Ca (mg)	407.6 ± 126.2 (156.1~ 659.1)	62.7 ± 19.4	437.2 ± 163.2 (165.2~ 979.5)	67.3 ± 25.1	0.267
P (mg)	879.8 ± 199.5 (502.9~1,349.5)	125.7 ± 28.5	922.3 ± 274.2 (485.9~ 1,864.0)	131.8 ± 39.2	0.334
Na (mg)	3,389.8 ± 1,149.1 (1,271.8~6,332.5)	226.0 ± 76.6	3,737.5 ± 1,393.3 (1,488.1~10,244.8)	249.2 ± 92.9	0.134
K (mg)	2,003.8 ± 551.8 (950.5~3,335.8)	57.3 ± 15.8	2,080.2 ± 619.2 (592.7~ 4,268.9)	59.4 ± 17.7	0.468
Vitamin D (µg)	3.1 ± 2.9 (0.04~ 16.3)	62.0 ± 57.9	3.3 ± 4.0 (0.0~ 30.7)	67.0 ± 80.5	0.699

- 1) %KDRIs mean % EER (Estimated energy requirement) for energy; %AI(Adequate intake) for Na, K, vitamin D, % RNI (Recommended nutrient intake) for other nutrients
- 2) Independent sample t-test
- 3) Mean ± SD
- 4) Range of values (minimum~maximum)

너지 섭취량을 2010년 한국인 영양섭취기준(Korean Nutrition Society 2010)의 에너지 필요 추정량과 비교하였을때 여름군은 83.0%, 겨울군은 84.6%에 해당되는 수준이었다. 탄수화물은 여름군이, 단백질, 지방은 겨울군이 높은 섭취율을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

대상자들의 칼슘 섭취량 평균치는 겨울군이 437.2 ± 163.2 mg, 여름군이 407.6 ± 126.2 mg으로 여름군에 비해 겨울군의 칼슘 섭취량이 더 높았다. 인의 평균 섭취량은 겨울군이 922.3 ± 274.2 mg, 여름군이 879.8 ± 199.5 mg으로 두 군간에 유의한 차이는 없었으며, 두 군 모두 2010년 한국인 영양섭취기준에서(Korean Nutrition Society 2010) 제시한 인 권장 섭취량 700 mg보다 높았다. 대상자의 나트륨 평균 섭취량은 겨울군이 3,737.5 ± 1,393.3 mg, 여름군이 3,389.8 ± 1,149.1 mg으로 겨울군이 여름군에 비해 높게 섭취하였으며, 두 집단 모두 각각 나트륨 목표 섭취량의 249.2%, 226.0%로 섭취하여 과다 섭취상태를 보였다. 평균 칼륨 섭취량은 겨울군이 2,080.2 ± 619.2 mg, 여름군이 2,003.8 ± 551.8 mg으로 두 군간에 유의한 차이는 나타나지 않았다.

계절별 비타민 D 섭취량은 여름군이 3.1 ± 2.9 µg, 겨울군이 3.3 ± 4.0 µg로 두 군 간에 유의한 차이는 없었으며, 한국인 영양섭취기준에서(Korean Nutrition Society 2010) 제시한 비타민 D 충분 섭취량과 비교하면 여름군

62.0%, 겨울군 67.0% 수준이었다. 대상자들의 비타민 D 섭취량을 충분 섭취량의 75% 미만, 75~125%, 125% 이상 섭취한 경우로 분류하여 비타민 D 섭취상태를 비교하면 Table 4와 같다. 전체 대상자의 충분섭취량의 75% 미만을 섭취에 해당하는 대상자의 비율은 72.6%이었으며, 75~125% 섭취율에 해당하는 대상자는 14.8%, 125%이상 섭취한 대상자는 12.6%로 나타났다. 계절별로 비타민 D 섭취량은 충분섭취량의 75% 미만을 섭취에 해당하는 대상자의 비율이 여름군 71.2%, 겨울군 73.5%이며, 75~125% 섭취율에 해당하는 대상자는 여름군 17.3%, 겨울군 13.3%, 125%이상 섭취한 대상자는 여름군이 11.5%, 겨울군 13.3%이었다.

2) 식사섭취빈도를 통한 비타민 D 섭취량

식사섭취빈도를 통한 비타민 D 일일 섭취량 결과는 Table 5에 제시하였다. 전체 비타민 D 섭취량은 여름군이 2.69 µg,

Table 4. Distribution of the level of vitamin D intake of the study subjects by 24hr recall method

Variables	Summer (n = 52)	Winter (n = 83)	Total (n = 135)
Intake < 75% AI	37 (71.2) ¹⁾	61 (73.5)	98 (72.6)
75% AI ≤ Intake < 125% AI	9 (17.3)	11 (13.3)	20 (14.8)
125% AI ≤ Intake	6 (11.5)	11 (13.3)	17 (12.6)

1) n (%)

Table 5. The intakes of vitamin D estimated from the food frequency method

Variables	Summer (n = 52)	Winter (n = 83)	p-value ¹⁾
Fish & Egg			
Egg	0.69 ± 0.59 ²⁾³⁾	0.73 ± 0.96	0.807
Mackerel	0.37 ± 0.40	0.47 ± 0.56	0.279
Spanish mackerel	0.00 ± 0.00	0.04 ± 0.15	0.009
Chum salmon	0.09 ± 0.41	0.14 ± 0.50	0.529
Eel	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.12	0.103
Bluefin tuna (canned in oil)	0.26 ± 0.32	0.47 ± 0.76	0.029
Vegetables			
Oak mushroom	0.03 ± 0.05	0.04 ± 0.07	0.409
Oyster mushroom	0.02 ± 0.04	0.01 ± 0.02	0.266
Winter fungus, Flamm velutipes	0.03 ± 0.05	0.03 ± 0.05	0.966
Pine mushroom	0.10 ± 0.26	0.12 ± 0.29	0.633
Juda's ear	0.03 ± 0.18	0.20 ± 0.57	0.016
Milk			
Whole milk	1.05 ± 0.89	1.03 ± 1.39	0.908
Total	2.69 ± 1.44 (0.00~7.65) ⁴⁾	3.31 ± 2.80 (0.08~16.51)	0.092

1) Independent Sample t-test

2) Unit: µg/day

3) Mean ± SD

4) Range of values (minimum~maximum)

Table 6. Time spent on outdoor activities by season

Variables	Summer (n = 52)	Winter (n = 83)	p-value ¹⁾
Outdoor activity during peak time	0.0 ± 0.0 ²⁾³⁾	0.9 ± 6.7	0.332
Other outdoor activity	23.8 ± 23.6	9.9 ± 12.4	0.000
Time spent on outdoor activities	23.8 ± 23.6 (0.0~120.0) ⁴⁾	10.8 ± 13.4 (0.0~60.0)	0.001

- 1) Independent sample t-test
- 2) Unit: minutes
- 3) Mean ± SD
- 4) Range of values (minimum~maximum)

겨울군이 3.31 μg으로 두 군간에 유의한 차이는 나타나지 않았다. 비타민 D의 급원식품을 식품군별로 나누어 조사한 결과 삼치 ($p < 0.01$)와 참치통조림 ($p < 0.05$)에서 겨울군이 여름군에 비해 비타민 D 섭취가 유의하게 높았으며, 그 외 달걀, 고등어, 연어, 장어에서는 여름군과 겨울군 간에 차이가 나타나지 않았다. 참치 통조림과 고등어의 경우 어육류군 중 다른 식품과 비교하여 여름군, 겨울군 모두 높은 섭취량을 보였으며, 장어는 가장 낮은 섭취를 보였다.

채소군을 통한 비타민 D 섭취는 겨울군이 여름군에 비해 목이버섯 섭취가 유의하게 높았다 ($p < 0.05$). 그 외 표고버섯, 느타리버섯, 팽이버섯, 송이버섯에서는 여름군과 겨울군 간의 차이가 나타나지 않았다. 유제품군에서 우유는 여름군과 겨울군에서 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 다른 비타민 D 급원 식품과 비교하였을 때 가장 많은 섭취량을 보였다.

4. 옥외활동시간

대상자들의 계절에 따른 옥외활동 시간은 Table 6에 제시하였다. 대상자의 옥외활동시간은 전반적으로 낮은 편이었으며, 특히 자외선 강도가 가장 높다고 알려진 12시~14시(Outdoor activity during peak time) 사이에는 여름의 경우 활동을 거의 하지 않았고 겨울군 역시 활동은 있었

Table 7. Serum levels of 25-(OH) vitamin D by season

Variables	Summer (n = 52)	Winter (n = 83)	p-value ¹⁾
25-(OH) Vitamin D (ng/mL)	17.5 ± 7.5 ²⁾ (6.2~36.8) ³⁾	13.4 ± 4.3 (6.2~27.9)	0.000

- 1) Independent sample t-test
- 2) Mean ± SD
- 3) Range of values (minimum~maximum)

으나 매우 낮은 것으로 나타났다. 계절별로 총 옥외활동시간 Time spent on outdoor activities을 비교하면 여름 23.8분, 겨울 10.8분으로 겨울에 비해 여름에 1일 총 옥외활동시간이 유의하게 높은 것으로 나타났다 ($p < 0.01$).

5. 대상자의 비타민 D 생화학적 영양상태

1) 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준에 의한 비타민 D 영양상태

Table 7은 대상자들의 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준을 계절별로 비교한 것이다. 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준은 전체 대상자의 경우 평균 15.0 ± 6.0 ng/mL였으며, 최소치는 6.2 ng/mL, 최대치는 36.8 ng/mL의 분포를 보였다. 계절별로 비교해 보면 여름군이 17.5 ± 7.5 ng/mL, 겨울군이 13.4 ± 4.3 ng/mL으로 여름군이 겨울군에 비해 통계적으로 유의하게 높았다 ($p < 0.001$).

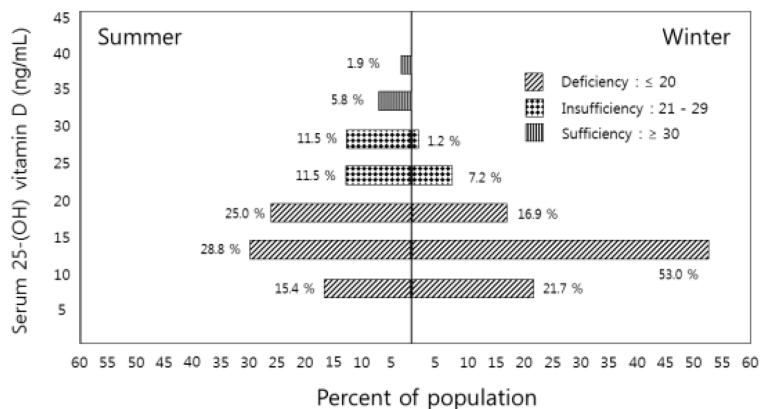


Fig. 1. Distribution of circulating levels of 25-(OH) vitamin D for summer and winter.

Table 8. Distribution of serum 25-(OH) vitamin D level

Variables	Serum 25-OH vitamin D (ng/mL)	Summer (n = 52)	Winter (n = 83)	Total (n = 135)
Deficiency	≤ 20	36 (69.2) ¹⁾	76 (91.6)	112 (83.0)
Insufficiency	21 - 29	12 (23.1)	7 (8.4)	19 (14.1)
Sufficiency	≥ 30	4 (7.7)	0 (0.0)	4 (3.0)

1) n (%)

Fig. 1은 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준의 분포상태를 나타낸 것이다. 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준은 여름의 경우 10~20 ng/mL 사이에 53.8%, 겨울의 경우 5~15 ng/mL 사이에 74.7%로 집중되어 있는 양상을 보였고, 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준이 충분으로 간주되는 30 ng/mL 이상의 측정치를 나타낸 사람은 여름군 7.7%, 겨울에는 없는 것으로 나타났다

연구 대상자들의 비타민 D 영양상태를 혈청 25-(OH) 비타민 D 판정기준치에 의해 상세히 평가한 결과는 Table 8에 제시하였다. Holick (2007)이 제시한 기준에 따라 혈중 25-(OH) 비타민 D 농도가 30 ng/mL 이상을 충분(sufficiency), 30 ng/mL 미만을 부적합(inadequacy)으로 정의하고, 부적합 상태는 다시 혈중 25-(OH) 비타민 D 농도가 21~29 ng/mL인 경우 부족(insufficiency), 20 ng/mL 이하를 결핍(deficiency)으로 정의하였다. 여름군은 ‘deficiency’는 69.2%, ‘insufficiency’는 23.1%, ‘sufficiency’는 7.7%로 나타났으며, 겨울군은 ‘deficiency’는 91.6%, ‘insufficiency’는 8.4%, ‘sufficiency’에 해당되는 사람은 없는 것으로 나타났다.

전체 대상자들의 평균 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준은 15.0 ng/mL으로 ‘Deficiency’ 수준상태였다. 계절별 혈중 25-(OH) 비타민 D 수준 역시 여름군이 17.5 ng/mL, 겨울군은 13.4 ng/mL으로 두 계절 모두 ‘Deficiency’ 수준 상태로 나타났다. 따라서 우리나라 20~30대 여성의 비타민 D 영양상태가 매우 우려됨을 알 수 있었다.

6. 혈중 25-(OH) 비타민 D 수준에 영향을 미친 인자분석

Table 9는 조사대상자들의 계절별 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준에 영향을 미친 결정인자들을 분석하기 위해 신체 측정치, 골밀도, 옥외활동 시간, 비타민 D 섭취량 등의 각 인자와의 상관분석한 결과이다. 여름의 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준에 영향을 미치는 인자로는 옥외활동 시간이(r = 0.315) 유의하게 양의 상관관계를 나타내었고(p < 0.05), 겨울의 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준에 영향을 미치는 인자로는 요추 골밀도(r = 0.239)와 비타민 D 섭취가(r = 0.252) 유의하게 양의 상관관계를 나타내었다(p < 0.05).

Table 9. Correlation coefficients between serum 25-(OH) vitamin D and the results of physiological characteristics, BMD, hours of outdoor activity, vitamin D intake

Variables	Summer	Winter	Total
Age (yrs)	0.076	-0.065	0.074
Height (cm)	0.023	0.104	0.087
Weight (kg)	0.055	0.156	0.110
BMI (kg/m ²)	0.033	0.122	0.075
BMD (g/m ²)	0.084	0.239*	0.119
Vitamin D intake	-0.134	0.252*	0.017
Time spent outdoors sum total	0.315*	0.000	0.296**

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

고 찰

본 연구에 참여한 대상자들의 평균 연령은 24.6세였으며, 체질량 지수 평균값은 21.5 ± 2.8 kg/m²으로 2010 국민건강통계에서 보고한 19~29세 여성의 체질량지수 평균값 21.3 ± 0.2 kg/m²과 유사한 수치였다(Ministry of Health, Welfare and Family Affairs & Korea Center for Disease Control and Prevention 2010). 한편 대상자들의 골격 건강상태는 여름군 1.14 ± 0.12 g/cm², 겨울군 1.16 ± 0.13 g/cm²으로 2010 국민건강통계에서(Ministry of Health, Welfare and Family Affairs & Korea Center for Disease Control and Prevention 2010) 보고한 19~29세 여성의 요추 골밀도 0.96 ± 0.00 g/cm²와 비교하였을 때 다소 높은 편이나 연구참여자 135명 중에서 11명이 골질량 감소에 해당되어 20~30대의 연령은 최대 골질량 시기라는 점을 고려할 때 젊은 여성에서 골 건강 개선을 위한 노력이 필요함을 시사하였다.

연구 대상자들의 칼슘섭취량은 426.6 ± 151.3 mg이었으며, 겨울군이 438.6 ± 164.7 mg, 여름군이 407.6 ± 126.2 mg으로, 두 군 모두 2010 한국인 영양섭취기준(Korean Nutrition Society 2010)에서 제시한 칼슘 권장 섭취량의 67.5%, 62.7%에 해당되는 낮은 수준이었다. 이는 2010년 국민건강통계에서(Ministry of Health, Welfare and Family Affairs & Korea Center for

Disease Control and Prevention 2010) 보고한 19~29세 여성의 칼슘 섭취량 468.7 mg에 비해 다소 낮은 편이었다.

비타민 D 섭취량은 24시간 회상법으로 조사하였을 때 여름군이 $3.1 \pm 2.9 \mu\text{g}$, 겨울군이 $3.3 \pm 4.0 \mu\text{g}$ 이었으며, 섭취빈도법에 의하면 여름군이 $2.69 \mu\text{g}$, 겨울군이 $3.31 \mu\text{g}$ 으로 나타나 두 가지 식사섭취조사 방법에 따른 차이는 나타나지 않았다. 두 가지 방법으로 측정된 대상자들의 비타민 D 섭취량은 공통적으로 계절과 무관하게 대상자들의 충분섭취량의 75% 미만에 해당하는 부족한 수준이었다. 대상자들의 비타민 D 섭취수준을 다른 선행연구들과 비교하면 Moon & Kim(1998)이 21~49세 성인여성을 대상으로 보고한 비타민 D 섭취량 $3.89 \mu\text{g}$ 보다는 낮았으나, 비교적 최근에 Lim(2005)의 연구에서 보고한 폐경 전 성인직장여성의 비타민 D 섭취량 $3.12 \mu\text{g}$ 과 유사하였다.

비타민 D 영양상태는 식사 섭취량과 보충제 사용, 자외선 노출과 관련된 인자들인 계절과 위도(Dattani 등 1984), 활동상태와 직업(Devgun 등 1981) 등의 영향을 받는다고 알려져 있으며, 혈중 25-(OH)비타민 D는 체내의 비타민 D 상태를 평가할 수 있는 가장 좋은 지표이다(Holick 1990).

혈청 25-(OH)비타민 D 수준에 대한 식사 섭취량과 자외선 노출의 상대적 중요성은 연령과 성별, 지역 및 계절에 따라 차이가 있는 것으로 보고되고 있다(Devgun 등 1981; Dattani 등 1984; Lamberg-Allardt 1984; Webb 등 1990).

선행연구에서 Park 등(2008)이 우리나라 폐경 여성을 대상으로 계절별로 측정된 혈중 25-(OH)비타민 D 수준은 겨울철에 가장 낮은 편이었다($p < 0.01$). 또 Choi 등(2011)이 평균 52.5세 여성을 대상으로 계절에 따른 혈청 25-(OH)비타민 D 수준과 골밀도와의 연관성을 연구하였을 때 혈중 25-(OH)비타민 D 농도가 봄 $12.9 \pm 7.0 \text{ ng/mL}$, 여름 $19.1 \pm 9.3 \text{ ng/mL}$, 가을 $19.1 \pm 8.3 \text{ ng/mL}$, 겨울 $13.5 \pm 6.5 \text{ ng/mL}$ 로 계절에 따라 유의적으로 차이가 나타났으며($p < 0.05$), 봄, 겨울에 비해 여름, 가을에 혈청 25-(OH)비타민 D 농도가 높았다고 한다.

Lim(2005)은 여름철에 30~49세 폐경전 직장여성들의 혈중 25-(OH)비타민 D 수준을 측정하였을 때 평균 31.0 ng/mL 이었고, $20 \sim 40 \text{ ng/mL}$ 사이에 약 80%가 분포되어 있었다고 하였다. 또한 Lim & Kim(2006)이 12월~2월에 측정된 30~49세 성인직장여성의 혈중 25-(OH)비타민 D 평균치는 25.7 ng/mL 이었고, $20 \sim 30 \text{ ng/mL}$ 사이에 약 46%가 분포되어 있었다. 이에 비교하면 본 연구 대상자들(19~29세)들은 여름철과 겨울철 모두 비타민 D 영양상

태가 저조한 편이었다. 최근 국민건강통계에서 보고한 우리나라 사람들의 혈중 25-(OH)비타민 D 결과에 의하면 19~29세 여성의 25-(OH)비타민 D 평균값은 14.8 ng/mL 로서 남녀를 포함한 모든 연령층 중에서 비타민 D 영양상태가 가장 취약함을 제시하고 있었으며 이 결과는 본 연구에서 참여한 19~29세 여성의 혈청 25-(OH)비타민 D 평균치와 거의 유사한 값이었다.

여러 연구자들이 계절에 따라 측정된 혈중 25-(OH)비타민 D 수준을(Moon 등 1996; Moon & Kim 1998; Lim 2005) Lips 등(1999)의 연구결과를 참고로 하여 해석해 보면 혈중 25-(OH)비타민 D 수준은 조사시기가 여름철일 때 높아지고, 겨울철일 때 낮아지는 경향이 있었음을 알 수 있겠다.

이러한 계절적 차이는 겨울철에는 다른 계절에 비해 일광 노출이 적고 자외선 강도가 낮아 피부에서의 비타민 D 합성이 감소되기 때문일 것으로 사료되고 있지만(Webb 1988), 계절별 옥외활동 시간을 비교한 연구는 부족한 상태이다. 따라서 본 연구에서도 비타민 D 영양상태에 영향을 줄 수 있는 요인으로 대상자의 24시간 옥외활동 시간을 조사하였다. 대상자의 옥외활동은 여름 23.8분, 겨울 10.8분으로 두 군간의 유의한 차이가 있었으며($p < 0.01$), 겨울에 비해 여름에 옥외활동량이 더 많은 것으로 나타났으나 다른 연구에서 보고한 옥외활동 시간보다 매우 낮은 수준이었다. 겨울의 경우 12월~2월에 시행한 Lim & Kim(2006)의 연구에서 1일 평균 옥외활동 시간은 43.9분이었으며, 여름의 경우 8월~10월에 시행한 Moon 등(1996)의 연구에서 1일 평균 옥외활동 시간은 74.4분이었고, 9월~11월에 시행한 Moon & Kim(1998)의 연구에서 여성의 1일 총 옥외활동 시간은 75.4분으로 보고하여 본 연구와 많은 차이가 있었다.

비타민 D 급원으로 자외선 노출은 햇빛을 얼굴과 손에 20분씩 3주간 쬐인 정도의 적은 양으로도 충분하다는 연구보고가 있다(Adams 등 1982). 혈중 25-(OH)비타민 D 수준을 옥외활동시간과 관련시켜 보면 조사 대상자들의 겨울철 옥외활동시간은 10분 정도로 겨울철의 옥외활동 시간이 여름에 비해 낮았으며, 본 연구의 여름철 조사는 일조량이 많은 9월을 중심으로 진행되었으므로 자외선 강도가 겨울철에 비해 높고 옥외활동시간이 두배로 많아 조사대상자들의 혈중 25-(OH)비타민 D 수준을 높이는 데 관계가 있었을 것으로 생각된다.

혈중 25-(OH)비타민 D 수준을 비타민 D 섭취량과 관련시켜 보면 조사 대상자들의 1일 평균 비타민 D 섭취량은 매우 낮아 여름철에는 충분섭취량의 62%, 겨울철에는 66% 수준에 불과하였으며 비타민 D 섭취량은 계절 간에는 유의

한 차이가 없었다.

식품의 섭취를 통한 비타민 D의 공급은 자외선에 대한 노출이 거의 없거나 강도가 매우 낮아 피부에서의 합성 효과를 기대하기 어려울 때 중요한 의미를 갖게 되며, 자외선 강도가 높고 옥외 활동이 많은 경우에는 식사를 통한 비타민 D 섭취의 중요성이 희석된다고 한다(Webb 1990). 본 연구에서도 겨울철에는 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준이 옥외활동 시간보다는 비타민 D 섭취량과 밀접한 관련성을 나타내었으나 여름철에는 옥외활동시간과 관련성이 높게 나타났다. 이는 비타민 D 영양상태가 가장 취약한 겨울철의 경우 식사를 통한 비타민 D 섭취량을 증가시키는 노력이 매우 필요하며 여름철을 포함한 타 계절에는 옥외활동시간을 늘리는 것이 필요함을 의미한다.

특히 비타민 D 영양상태가 다른 연령층에 비해 취약한 것으로 알려진 젊은 여성을 대상으로 골격건강 향상을 위한 생활 방안을 제시함에 있어서도 계절별 옥외활동시간의 적정수준을 제시하는 것과 더불어 자외선 강도가 낮은 겨울 계절에는 식사를 통한 비타민 D 섭취량 확보의 중요성과 실천 방법에 대한 구체적인 안내가 필요할 것으로 보인다.

요약 및 결론

본 연구는 계절에 따른 비타민 D 영양상태와 골밀도와의 관련성을 파악함으로써 골격 건강을 위한 비타민 D 영양상태 개선 방안을 제시하고자 2011년 1월부터 2011년 3월, 그리고 2011년 9월부터 10월에 대구 · 경북지역에 거주하고 있는 20~30대 젊은 여성 135명을 대상으로 선정하여 골밀도 및 혈액검사, 신체계측, 식습관, 영양소 및 식품섭취 빈도조사를 조사하였으며 그 결과를 요약하면 아래와 같다.

1) 전체 연구 대상자의 평균 연령은 24.6세이었으며, 골밀도 수준은 $1.16 \pm 0.13 \text{ g/cm}^2$ 으로 계절별 차이는 나타나지 않았다. 전체 대상자의 91.9%가 정상군이었고, 8.1%는 부족군으로 나타났다.

2) 24시간 회상법에 의한 비타민 D의 섭취량은 여름 $3.1 \pm 2.9 \mu\text{g}$, 겨울 $3.3 \pm 4.0 \mu\text{g}$ 로 계절간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 식사섭취빈도법에 의한 1일 비타민 D 섭취량은 여름 $2.69 \mu\text{g}$, 겨울 $3.31 \mu\text{g}$ 으로 계절간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 두 군간에 유의한 차이는 나타나지 않았다.

3) 1일 옥외활동 시간은 여름 23.8분, 겨울 10.8분으로 여름군이 겨울군에 비해 유의하게 높았다($p < 0.01$).

4) 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준은 여름군이 $17.5 \pm 7.5 \text{ ng/mL}$, 겨울군이 $13.4 \pm 4.3 \text{ ng/mL}$ 으로 여름군이 겨울군에 비해 통계적으로 유의하게 높았다($p < 0.001$). 대상자들의 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준은 두 계절 모두 ‘Deficiency’ 수준상태로 나타나 20~30대 젊은 여성의 비타민 D 영양상태는 양호하지 못한 수준에 해당하였다.

5) 여름군의 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준에 영향을 미치는 인자로는 옥외활동 시간이 ($r = 0.315$) 유의하게 양의 상관관계를 나타내었고($p < 0.05$), 겨울군의 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준에 영향을 미치는 인자로는 BMD ($r = 0.239$)와 비타민 D 섭취가($r = 0.252$) 유의하게 양의 상관관계를 나타내었다($p < 0.05$).

본 연구에서 20~30대 젊은 여성의 골 건강상태는 골감소증 10명, 골다공증 1명으로 나타났고, 비타민 D의 영양상태는 식사 섭취량과 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준 모두 부족한 것으로 평가되어 젊은 여성들의 비타민 D 영양상태 개선이 시급함을 제시하였다. 혈청 25-OH 비타민 D 영양상태는 특히 자외선 강도가 낮은 겨울철에 더욱 우려되었으며 따라서 겨울철 식사에서는 비타민 D의 충분한 섭취가 이루어질 수 있도록 각별한 노력을 기울여야 할 것으로 여겨진다. 또한 일조량이 풍부한 계절에는 옥외활동시간을 늘려 피부에서 비타민 D의 합성을 증가시키도록 해야 할 것이다.

References

Adams JS, Clemens TL, Parrish JA, Holick MF (1982): Vitamin-D synthesis and metabolism after ultraviolet irradiation of normal and vitamin-D-deficient subjects. *N Engl J Med* 306(12): 722-725

Barnard ND, Scialli AR, Hurlock D, Bertron P (2000): Diet and sex-hormone binding globulin, dysmenorrhea, and premenstrual symptoms. *Obstet Gynecol* 95(2): 245-250

Chapuy MC, Preziosi P, Maamer M, Arnaud S, Galan P, Hercberg S, Meunier PJ (1997): Prevalence of vitamin D insufficiency in an adult normal population. *Osteoporos Int* 7(5): 439-443

Choi JH, Kim SK (2008): Comparison of the dietary factors between normal and osteopenia groups by bone mineral density in Korean female college students. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(7): 869-878

Choi SH, Lee DJ, Kim KM, Kim BT (2011): Association between seasonal changes in vitamin D and Bone mineral Density. *J Korean Soc Menopause* 17(2): 88-93

Cinar N, Harmanci A, Yildiz BO, Bayraktar M (2014): Vitamin D status and seasonal changes in plasma concentrations of 25-hydroxyvitamin D in office workers in Ankara, Turkey. *Eur J Intern Med* 25(2): 197-201

Darling AL, Hart KH, Gibbs MA, Gossiel F, Kantermann T, Horton K, Johnsen S, Berry JL, Skene DJ, Eastell R, Vieth R, Lanham-New SA (2014): Greater seasonal cycling of 25-hydroxyvitamin D is associated with increased parathyroid hormone and bone resorption. *Osteoporos Int* 25(3): 933-941

Dattani JT, Exton-Smith AN, Stephen JM (1984): Vitamin D status

- of the elderly in relation to age and exposure to sunlight. *Hum Nutr Clin Nutr* 38(2): 131-137
- Devgun MS, Paterson CR, Johnson BE, Cohen C (1981): Vitamin D nutrition in relation to season and occupation. *Am J Clin Nutr* 34(8): 1501-1504
- Holick MF (1990): The use and interpretation of assays for vitamin D and its metabolites. *J Nutr* 120(suppl 11): 1464-1469
- Holick MF (1994): Mccollum award lecture, 1994: Vitamin D-new horizons for the 21st century. *Am J Clin Nutr* 60(4): 619-630
- Holick MF (2007): Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 357(3): 266-281
- Kim HB, Park JG (1987): A study on the solar UVA and UVB doses at kongju. *Korean J Dermatol* 25(1): 16-24
- Koo JO, Ahn HS, Yoo SY (2008): Study of bone mineral density, body composition and dietary habits of 20~30 years women. *Korean J Community Nutr* 13(4): 489-498
- Korean Nutrition Society (2009): Korea Food Value, Seoul, Korea, pp. 2-503
- Korean Nutrition Society (2010): Dietary reference intakes for Koreans, Seoul, Korea, pp. xxv-xxix
- Lamberg-Allardt C (1984): Vitamin D intake, sunlight exposure and 25-hydroxyvitamin D levels in the elderly during one year. *Ann Nutr Metab* 28(3): 144-150
- Lee WS (2003): Prevalence of osteoporosis in Korean women. MS Thesis, Chung-Ang University, pp. 9-10
- Lim HJ (2005): Serum 25-hydroxyvitamin D status and associated factors in premenopausal working women. *Korean J Community Nutr* 10(1): 79-90
- Lim HJ, Kim JI (2006): Serum 25-hydroxyvitamin D status in winter time in premenopausal working women. *Korean J Nutr* 39(7): 649-660
- Lips P, Chapuy MC, Dawson-Hughes B, Pols HA, Holick MF (1999): An international comparison of serum 25-hydroxyvitamin D measurements. *Osteoporos Int* 9(5): 394-397
- Matsuoka LY, Wortsman J, Dannenberg MJ, Hollis BW, Lu Z, Holick MF (1992): Clothing prevents ultraviolet-B radiation-dependent photosynthesis of vitamin D₃. *J Clin Endocrinol Metab* 75(4): 1099-1103
- Matsuoka LY, Wortsman J, Hollis BW (1990): Use of topical sunscreen for the evaluation of regional synthesis of vitamin D₃. *J Am Acad Dermatol* 22(5 Pt 1): 772-775
- Metz JA, Anderson JJ, Gallagher PN (1993): Intakes of calcium, phosphorus, and protein, and physical-activity level are related to radial bone mass in young adult women. *Am J Clin Nutr* 58(4): 537-542
- Ministry of Health, Welfare and Family Affairs & Korea Center for Disease Control and Prevention (2010): Korea health statistics 2009: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-3). Korea Center for Disease Control and Prevention, Seoul, Korea
- Moon SJ, Kim JH (1998): The effect of vitamin D status on bone mineral density of Korean adults. *Korean J Nutr* 31(1): 46-61
- Moon SJ, Kim SW, Kim JH, Lim SK, Kim JH (1996): A study on vitamin D status and factors affecting it in young adults. *Korean J Nutr* 29(7): 747-757
- National Rural Development Institute (2007): Food composition table, Suwon, Korea, pp. 16-95
- National Rural Development Institute (2013): One portion size food composition table for consumer, Suwon, Korea
- Park HM, Kim JG, Choi WH, Lim SK, Kim GS (2003): The vitamin D nutritional status of postmenopausal women in Korea. *Korean J Bone Metab* 10(1): 47-55
- Park SY, Yim CH, Kim SH, Han KO, Yoon HK (2008): Changes of serum parathyroid hormone and bone turnover status according to serum vitamin D levels in Korean postmenopausal women. *Korean J Bone Metab* 15(1): 17-24
- Thuesen B, Husemoen L, Fenger M, Jakobsen J, Schwarz P, Toft U, Ovesen L, Jørgensen T, Linneberg A (2012): Determinants of vitamin D status in a general population of Danish adults. *Bone* 50(3): 605-610
- Webb AR, Kline L, Holick MF (1988): Influence of season and latitude on the cutaneous synthesis of vitamin D₃: Exposure to winter sunlight in Boston and Edmonton will not promote vitamin D₃ synthesis in human skin. *J Clin Endocrinol Metab* 67(2): 373-378
- Webb AR, Pilbeam C, Hanafin N, Holick MF (1990): An evaluation of the relative contributions of exposure to sunlight and of diet to the circulating concentrations of 25-hydroxyvitamin D in an elderly nursing home population in Boston. *Am J Clin Nutr* 51(6): 1075-1081