

## 한국 성인과 노인의 계절별 혈중 25-hydroxyvitamin D 농도와 비타민 D 급원식품 섭취빈도와의 관계

유아름 · 김지혜 · 권오란<sup>1)</sup> · 오세영<sup>2)</sup> · 김정현<sup>3)</sup> · 양윤정<sup>4)†</sup>

동덕여자대학교 임상영양학과, <sup>1)</sup>이화여자대학교 식품영양학과, <sup>2)</sup>경희대학교 식품영양학과,  
<sup>3)</sup>배재대학교 가정교육과, <sup>4)</sup>동덕여자대학교 식품영양학과

### Associations between Serum 25-hydroxyvitamin D and Consumption Frequencies of Vitamin D Rich Foods in Korean Adults and Older Adults

Areum Yu, Jihye Kim, Oran Kwon<sup>1)</sup>, Se-young Oh<sup>2)</sup>, Junghyun Kim<sup>3)</sup>, Yoon Jung Yang<sup>4)†</sup>

Department of Clinical Nutrition, Dongduk Women's University, Seoul 136-714, Korea

<sup>1)</sup>Department of Food and Nutrition, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea

<sup>2)</sup>Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

<sup>3)</sup>Department of Home Economics Education, Pai Chai University, Daejeon 302-735, Korea

<sup>4)</sup>Department of Food and Nutrition, Dongduk Women's University, Seoul 136-714, Korea

#### †Corresponding author

Yoon Jung Yang  
Department of Food and  
Nutrition, Dongduk Women's  
University, 13 Hwarang-ro,  
Seongbuk-gu, Seoul 136-714,  
Korea

Tel: (02) 940-4465  
Fax: (02) 940-4193  
E-mail: yjyang@dongduk.ac.kr

The research was supported by a  
grant (12162KFDA155) from  
Korea Food & Drug  
Administration in 2012.

Received: November 25, 2013  
Revised: January 13, 2014  
Accepted: March 30, 2014

#### ABSTRACT

**Objectives:** This study was conducted to investigate the vitamin D status and to determine the association between serum 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D] concentrations and consumption frequencies of vitamin D rich foods in Korean adults and older adults.

**Methods:** Subjects were 10,374 adults and 2,792 older adults participating in the 2008-2009 Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). Consumption frequencies of vitamin D rich foods were estimated by using a qualitative food frequency questionnaire (FFQ). Eleven food items such as beef, egg, mackerel, tuna, yellow corvina, pollack, anchovy, mushroom, milk, yogurt, and ice cream were selected as vitamin D rich foods based on previous research.

**Results:** The proportions of deficiency (< 12 ng/mL), inadequacy (12-20 ng/mL) and sufficiency (≥ 20 ng/mL) of serum 25(OH)D concentrations from June to November and December to May in adults were 8.8%, 42.3%, 48.8%, and 28.2%, 52.8%, 19.1%, respectively. The proportions of deficiency, inadequacy and sufficiency of serum 25(OH)D concentrations from June to November and December to May in older adults were 10.1%, 32.4%, 57.5%, and 24.1%, 45.4%, 30.5%, respectively. The mean serum 25(OH)D concentrations in adults were positively related to the consumption frequencies of mackerel, anchovy, all fish, milk and milk · dairy products. The mean serum 25(OH)D concentrations in older adults were positively related to the consumption frequencies of yellow corvina and negatively related to the consumption frequencies of ice cream.

**Conclusions:** Our results suggest that Korean adults were more deficient in serum 25(OH)D concentrations than older adults. The consumption of vitamin D rich foods may affect vitamin D status in Korean adults. Further studies are required to confirm these findings.

*Korean J Community Nutr* 19(2): 122~132, 2014

**KEY WORDS** Serum 25-hydroxyvitamin D, Vitamin D Rich Foods, Adults, Older Adults, KNHANES

## 서론

비타민 D는 대표적으로 골격 건강과 관련이 있다고 알려져 왔으며 대사증후군, 우울증, 당뇨병, 심혈관계 질환, 비만 등과 같은 질환에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다 (Gropper 등 2009; Bertone-Johnson 등 2011; Chacko 등 2011; Choi 등 2011; Park & Lee 2012; Rhee 등 2012; Seo 등 2012). 그러나 비타민 D의 중요성에도 불구하고 한국인의 혈중 25(OH)D 농도에 따른 비타민 D 상태를 조사한 연구에 따르면 청소년, 성인, 노인의 비타민 D 결핍 비율과 불충분 비율이 모두 높은 것으로 보고되었다 (Choi 등 2011; Lee 등 2011; Kim 등 2012; Lim 등 2012; Nam 등 2012; Rhee 등 2012; Seo 등 2012; Hwang 등 2013; Yu 등 2013).

비타민 D는 햇빛의 영향을 가장 크게 받으며 이외에도 계절, 생활 양식, 식품, 보충제 등의 영향을 받는다 (Jacques 등 1997). 피부가 햇빛에 노출되면 피부에 존재하는 7-dehydrocholesterol이 햇빛에 있는 ultraviolet B(UVB) 285–320 nm를 흡수하여 여러 과정을 거쳐 25(OH)D로 합성된다 (Gropper 등 2009). 오존은 UVB를 흡수하며 계절에 따라 오존의 영향력이 변화하여 혈중 25(OH)D 농도에 영향을 준다 (Webb 2006). 특히 겨울은 여름에 비해 오존층에서 흡수되는 UVB의 양이 높아 지상에 닿는 UVB의 양이 적다 (Webb 2006). 또한 여가 시간과 신체 활동 시간이 높을수록 혈중 25(OH)D 농도가 높은 것으로 나타났으며 식품과 보충제로부터 얻는 비타민 D도 혈중 25(OH)D 농도에 영향을 주는 것으로 보고되었다 (Scragg 2004; Kühn 등 2013).

비타민 D의 급원식품은 생선, 쇠고기, 달걀, 버섯, 우유 및 유제품, 간, 버섯 등이 알려져 있다 (Mau 등 1998; Mattila 등 2002; Jasinghe & Perera 2006; Ko 등 2008; Gropper 등 2009; Koyyalamudi 등 2009; Phillips 등 2011; Kalaras 등 2012). 한국의 비타민 D 급원식품과 관련된 선행 연구로 한국 청소년의 혈중 25(OH)D 농도에 따른 비타민 D 주요 급원식품의 일일 섭취빈도를 보고한 연구가 있었지만 (Yu 등 2013) 한국 성인과 노인을 대상으로 비타민 D 섭취량 또는 주요 급원식품과 관련된 연구 보고는 거의 없었다. 따라서 한국 성인과 노인의 혈중 25(OH)D 농도와 비타민 D 주요 급원식품의 일일 섭취빈도와의 상관성을 분석하는 연구가 필요하였다. 본 연구는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 한국 성인과 노인의 계절별 비타민 D 상태를 확인하고 계절별 혈중 25(OH)D 농도와 비타민 D 주요

급원식품의 관계를 파악하기 위해 수행되었다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

질병관리본부에서 조사한 국민건강영양조사 제4기 (2007–2009) 원시자료 중 2, 3차년도 (2008–2009)를 이용하여 수행되었다. 본 연구 대상자는 국민건강영양조사 2, 3차년도 (2008–2009) 원시자료에서 비타민 D 혈액 검사와 식품섭취빈도 조사 모두 참여한 대상자 중 만 19–64세 성인 10,374명 (남자 4,534명, 여자 5,840명)과 65세 이상 노인 2,792명 (남자 1,142명, 여자 1,650명)을 대상으로 하였다.

### 2. 분석내용

국민건강영양조사는 조사 부문에 따라 건강설문조사, 영양조사, 검진조사로 구분되어 있다. 건강설문조사를 통해 나이, 성, 거주 지역, 교육수준, 흡연 여부, 음주빈도, 운동에 대한 정보를 수집하였으며 거주 지역은 동/읍·면으로 분류하여 조사하였고 운동은 최근 1주일 동안 평소보다 몸이 조금 힘들거나 숨이 약간 가쁜 중등도 신체활동을 10분 이상 한 날의 일수로 조사하였다. 영양조사 설문을 통해 식이보충제 복용경험에 대한 정보를 수집하였으며 최근 1년 동안 2주 이상의 지속적인 비타민 또는 무기질제 복용 여부로 조사하였다. 검진조사를 통해 하루 중 햇볕노출시간이 5시간 이상 되는지에 대한 정보를 수집하였으며 체질량지수 (Body mass index, BMI)는 체중 (kg)을 신장 (m<sup>2</sup>)으로 나누어 계산하였다.

연구 대상자의 혈액 생화학적 자료는 검진조사 결과로부터 얻었다. 비타민 D 혈액 검사는 8–12시간 동안 금식한 후 혈액을 채취하여 혈중 25(OH)D 농도를 측정하였는데 2007년 7월–2008년 2월 15일까지는 25-Hydroxyvitamin D<sub>3</sub> RIA CT (Biosource, Belgium)을 이용하여 Radioimmunoassay (RIA)로 측정하였고, 2008년 2월 20일–2009년 기간 동안은 25(OH)D<sup>125</sup>I RIA kit (DiaSorin, USA)를 이용하여 RIA로 측정하였다. 비타민 D 상태는 미국국립의학연구소 (Institute of Medicine, IOM)에서 제시한 기준을 참고하여 혈중 25(OH)D 농도를 분류하였는데 12 ng/mL 미만이면 결핍, 12 ng/mL 이상 20 ng/mL 미만이면 불충분, 20 ng/mL 이상이면 충분으로 분류하였다 (Ross 등 2011).

본 연구에서 이용한 일일 식품섭취빈도 자료는 영양조사를 통해 수집하였으며 총 63개의 식품으로 이루어진 식품섭취빈도 설문지를 사용하여 대상자들의 식사 내용을 조사하

였다. 식품섭취빈도는 지난 1년간 평균 식품섭취빈도를 조사하였으며 거의 안 먹음, 월 1회, 월 2-3회, 주 1-2회, 주 3-4회, 주 5-6회, 일 1회, 일 2회, 일 3회로 분류되었다. 일일 식품섭취빈도는 영양조사 항목 중 만 12세 이상을 대상으로 조사된 식품섭취빈도조사 자료를 토대로 하여 총 63개 식품 중 비타민 D 주요 급원식품으로 알려진 11개 식품을 선정하였다(Mau 등 1998; Mattila 등 2002; Jasinghe & Perera 2006; Ko 등 2008; Gropper 등 2009; Koyyalamudi 등 2009; Phillips 등 2011; Kalaras 등 2012). 11개 식품은 쇠고기(국, 탕, 찌개, 편육, 장조림, 구이, 볶음, 비프까스, 튀김, 찜 포함), 달걀, 고등어, 참치, 조기(굴비 포함), 명태(북어, 동태, 생태, 코다리 포함), 멸치, 버섯(볶음, 무침, 찌개, 전 포함), 우유(저지방우유, 탈지우유, 가공우유 포함), 요구르트(액상, 반고형 포함), 아이스크림으로 이루어졌으며 고등어, 참치, 조기, 명태, 멸치의 일일 섭취빈도를 모두 합한 총 생선류와 우유, 요구르트, 아이스크림의 일일 섭취빈도를 모두 합한 우유 및 유제품을 추가하여 총 13개 식품의 개인별 식품섭취빈도조사 자료를 활용하였다. 식품섭취빈도 총 63개 항목 중 생선은 고등어, 참치, 조기, 명태, 멸치 항목이 있으며 각각의 생선섭취도 중요하지만 비타민 D 급원식품을 특정 생선 종류라기 보다는 생선류(Gropper 등 2009)로 보므로 각 생선의 섭취빈도를 모두 합하여 분석을 하였고 혈중 25(OH)D 농도와 일일 식품섭취빈도간의 관계를 알아보기 위하여 각 식품의 섭취빈도는 일일 섭취빈도 기준으로 계산하여 분석에 이용하였다.

### 3. 통계처리

모든 자료의 통계 처리 및 분석에는 SAS version 9.3 프로그램(SAS Institute Inc. Cary, NC, USA)을 사용하였다. 국민건강영양조사 복합표본설계 자료 분석을 위하여 통합가중치, 층화변수, 집락변수(1차 추출단위)를 고려하여 분석하였다.

국민건강영양조사는 2008년 자료와 2009년 자료를 통합한 자료에 대한 통합가중치 변수를 제공하고 있지 않으므로 본 연구에서는 해당연도의 통합비율을 반영한 새로운 통합가중치를 산출하여 분석에 활용하였다. 각 연도별 자료가 각 연도를 대표하므로 연도별자료의 통합비율을 1로 적용하여 2008년 1/2과 2009년 1/2의 통합가중치를 산출하였고, 계산식은 다음과 같다.

통합가중치 = 해당년도 통합비율 / 전체 통합자료의 통합비율 합

혈중 25(OH)D 농도는 일조량의 영향을 받기 때문에 월별 혈중 25(OH)D 농도 추이를 살펴보기 위해 연평균 혈중 25(OH)D 농도(18.1 ng/mL)보다 높은 계절(6-11월)과 낮은 계절(12-5월)로 구분하여 모든 통계 분석을 수행하였다. 조사된 대상자의 일반사항은 평균과 빈도로 제시하였고 대상자를 계절별로 혈중 25(OH)D 농도에 따라 각각 5분위로 나누어 각 군의 일반사항을 비교하였다. 각 군간의 유의성을 검증하기 위하여 연속형변수는 공분산분석(Analysis of variance)을 실시하였으며, 범주형변수는 Chi-square test를 실시하였다. 성, 나이, 햇별노출시간, 보충제를 보정한 다중선형회귀모형을 이용하여 계절별 혈중 25(OH)D 농도와 비타민 D 주요 급원식품의 일일 섭취빈도의 상관관계를 확인하였다. 모든 분석의 유의수준은  $P < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

### 1. 일반사항

만 19-64세 성인의 혈중 25(OH)D 농도에 따른 일반사항은 Table 1과 같다. 6-11월 대상자의 경우 혈중 25(OH)D 농도에 따라 나이, 성, BMI, 거주 지역, 교육수준, 흡연 여부, 음주빈도, 운동, 햇별노출시간에서 유의적인 차이가 있었다. 이 중 혈중 25(OH)D 농도가 가장 높은 군은 가장 낮은 군에 비해 나이, 남성 비율, BMI, 시골거주비율, 흡연 비율, 음주빈도, 운동일수, 햇별노출시간이 높았으며 교육수준은 낮았다. 12-5월 대상자의 경우 혈중 25(OH)D 농도에 따라 나이, 성, BMI, 거주 지역, 교육수준, 음주빈도, 운동, 햇별노출시간, 식이보충제 복용경험에서 유의적인 차이가 있었다. 이 중 혈중 25(OH)D 농도가 가장 높은 군은 가장 낮은 군에 비해 나이, 남성 비율, BMI, 시골거주비율, 음주빈도, 운동일수, 햇별노출시간, 식이보충제 복용 비율이 높았으며 교육수준은 낮았다. 만 65세 이상 노인의 혈중 25(OH)D 농도에 따른 일반사항은 Table 2와 같다. 6-11월 대상자의 경우 혈중 25(OH)D 농도에 따라 나이, 성, BMI, 거주 지역, 음주빈도, 운동, 햇별노출시간에서 유의적인 차이가 있었다. 이 중 혈중 25(OH)D 농도가 가장 높은 군은 가장 낮은 군에 비해 남성 비율, 시골거주비율, 음주빈도, 운동일수, 햇별노출시간이 높았으며 나이, BMI는 낮았다. 12-5월 대상자의 경우 혈중 25(OH)D 농도에 따라 성, BMI, 거주 지역, 음주빈도, 햇별노출시간, 식이보충제 복용경험에서 유의적인 차이가 있었다. 이 중 혈중 25(OH)D 농도가 가장 높은 군은 가장 낮은 군에 비해 남성 비율, 시골거주비율, 음주빈도, 햇별노출시간, 식이보충제 복용 비율이 높았으며 BMI는 낮았다.

**Table 1.** Characteristics of the subjects according to the quintiles of serum 25-hydroxyvitamin D concentrations by season in Korean adults aged 19 to 64 years

	25(OH)D, ng/mL											
	June-November					p <sup>2)</sup>	December-May					
	Q1 <sup>1)</sup> (n = 1087)	Q2 (n = 1088)	Q3 (n = 1089)	Q4 (n = 1089)	Q5 (n = 1085)		Q1 <sup>3)</sup> (n = 988)	Q2 (n = 986)	Q3 (n = 987)	Q4 (n = 989)	Q5 (n = 986)	p
Age (year)	37.5 ± 0.4 <sup>4)</sup>	38.7 ± 0.4	40.4 ± 0.5	41.8 ± 0.4	44.3 ± 0.5	< 0.0001	36.8 ± 0.5	37.8 ± 0.5	39.0 ± 0.5	41.3 ± 0.5	44.9 ± 0.5	< 0.0001
Sex						< 0.0001						< 0.0001
Male	293 (34.1) <sup>5)</sup>	370 (41.6)	454 (51.3)	572 (61.2)	659 (68.3)		302 (40.5)	358 (44.8)	446 (54.4)	509 (59.1)	571 (63.6)	
Female	794 (65.9)	718 (58.4)	635 (48.7)	517 (38.8)	426 (31.7)		686 (59.5)	628 (55.2)	541 (45.6)	480 (40.9)	415 (36.4)	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.9 ± 0.1	23.5 ± 0.1	23.6 ± 0.1	24.0 ± 0.1	23.7 ± 0.1	< 0.0001	22.9 ± 0.1	23.5 ± 0.1	23.8 ± 0.1	24.1 ± 0.1	23.9 ± 0.1	< 0.0001
Region						< 0.0001						< 0.0001
Rural	140 (11.4)	174 (14.1)	233 (17.1)	290 (21.5)	347 (25.7)		121 ( 8.0)	132 (10.6)	181 (13.8)	225 (17.7)	267 (20.1)	
Urban	947 (88.6)	914 (85.9)	856 (82.9)	799 (78.5)	738 (74.3)		867 (92.0)	854 (89.4)	806 (86.2)	764 (82.3)	719 (79.9)	
Education						< 0.0001						< 0.0001
Below elementary school	120 ( 9.4)	136 ( 9.9)	165 (11.1)	186 (13.7)	255 (18.9)		118 ( 8.5)	103 ( 8.1)	126 ( 9.2)	150 (11.8)	187 (16.5)	
Middle school	88 ( 7.0)	108 ( 9.2)	135 (10.7)	138 (11.5)	163 (13.0)		92 ( 7.7)	79 ( 7.5)	122 (11.3)	117 (10.4)	141 (13.2)	
High school	475 (47.0)	459 (44.2)	455 (47.1)	403 (39.3)	410 (42.8)		431 (46.3)	484 (50.5)	397 (42.2)	418 (46.7)	391 (40.9)	
College or higher	403 (36.6)	380 (36.8)	331 (31.1)	354 (35.5)	252 (25.4)		341 (37.5)	316 (33.9)	338 (37.3)	298 (31.0)	261 (29.4)	
Smoking status						0.0002						0.8703
Current smoker	230 (25.8)	249 (27.5)	255 (28.9)	304 (33.3)	329 (34.0)		232 (29.1)	232 (28.1)	250 (30.8)	251 (29.4)	266 (29.8)	
Former smoker or Nonsmoker	856 (74.2)	835 (72.5)	834 (71.1)	783 (66.7)	751 (66.0)		752 (70.9)	751 (71.9)	733 (69.2)	733 (70.6)	715 (70.2)	
Alcohol intake						< 0.0001						< 0.0001
Nondrinker	301 (24.0)	245 (19.4)	250 (20.1)	222 (16.4)	193 (16.3)		253 (22.2)	228 (21.0)	208 (18.5)	176 (15.5)	209 (18.1)	
≤ 4 times/mon	626 (59.2)	641 (60.1)	585 (54.1)	586 (55.4)	533 (48.8)		577 (59.3)	558 (56.7)	531 (53.4)	560 (57.1)	469 (49.7)	
2 – 3 times/wk	112 (11.5)	148 (15.5)	190 (19.7)	199 (20.6)	222 (23.0)		114 (13.3)	148 (16.7)	177 (20.8)	170 (19.2)	204 (21.7)	
≥ 4 times/wk	46 ( 5.4)	50 ( 5.0)	64 ( 6.1)	80 ( 7.7)	131 (12.0)		39 ( 5.1)	49 ( 5.6)	67 ( 7.3)	78 ( 8.2)	99 (10.5)	
Exercise						< 0.0001						0.004
None	610 (55.4)	542 (49.4)	544 (48.4)	526 (47.4)	450 (39.2)		565 (56.6)	544 (54.2)	523 (52.5)	476 (47.6)	461 (46.6)	
1 – 2 days/wk	215 (20.0)	232 (23.1)	223 (22.1)	219 (22.9)	222 (22.5)		189 (20.5)	183 (20.1)	198 (21.4)	197 (21.2)	196 (21.5)	
3 – 4 days/wk	120 (12.0)	136 (12.1)	111 (10.8)	143 (13.7)	165 (16.0)		106 (10.9)	106 (12.0)	119 (12.6)	130 (14.0)	136 (14.0)	
5 – 7 days/wk	140 (12.6)	172 (15.3)	209 (18.6)	194 (16.0)	241 (22.2)		122 (12.0)	150 (13.6)	143 (13.4)	179 (17.1)	188 (17.8)	
Sunlight exposure time						< 0.0001						< 0.0001
< 5 hours/day	809 (85.0)	794 (83.5)	759 (78.4)	704 (72.3)	553 (58.2)		533 (81.0)	556 (80.9)	544 (77.8)	506 (69.7)	420 (64.8)	
≥ 5 hours/day	125 (15.0)	162 (16.5)	215 (21.6)	290 (27.7)	441 (41.8)		126 (19.0)	133 (19.1)	168 (22.2)	211 (30.3)	237 (35.2)	
Supplement use						0.7693						0.0345
Yes	187 (19.8)	176 (18.4)	195 (20.2)	195 (21.5)	182 (20.1)		144 (16.8)	159 (16.9)	164 (19.2)	161 (20.1)	201 (22.9)	
No	738 (80.2)	722 (81.6)	712 (79.8)	725 (78.5)	740 (79.9)		684 (83.2)	679 (83.1)	653 (80.8)	667 (79.9)	628 (77.1)	

1) Mean ± SD for each quartile: 12.05 ± 0.07, 16.53 ± 0.04, 20.02 ± 0.03, 24.12 ± 0.05, 31.33 ± 0.16

2) Analysis of variance for continuous variables and chi-square test for categorical variables

3) Mean ± SD for each quartile: 9.15 ± 0.07, 12.41 ± 0.03, 14.99 ± 0.03, 18.06 ± 0.04, 24.63 ± 0.16

4) Mean ± SD

5) N (%)

**Table 2.** Characteristics of the subjects according to the quintiles of serum 25-hydroxyvitamin D concentrations by season in Korean older adults aged 65 and older years

	25(OH)D, ng/mL											
	June-November					p <sup>2)</sup>	December-May					p
	Q1 <sup>1)</sup> (n = 303)	Q2 (n = 304)	Q3 (n = 304)	Q4 (n = 302)	Q5 (n = 304)		Q1 <sup>3)</sup> (n = 255)	Q2 (n = 255)	Q3 (n = 255)	Q4 (n = 256)	Q5 (n = 254)	
Age (year)	73.9 ± 0.4 <sup>4)</sup>	71.7 ± 0.3	72.1 ± 0.4	72.2 ± 0.5	72.0 ± 0.4	0.0001	72.9 ± 0.4	72.2 ± 0.4	72.2 ± 0.4	71.8 ± 0.4	72.1 ± 0.4	0.4142
Sex						< 0.0001						< 0.0001
Male	64 (22.5) <sup>5)</sup>	101 (34.7)	131 (43.2)	140 (47.8)	169 (58.3)		70 (27.5)	89 (37.1)	109 (45.3)	132 (54.2)	137 (55.8)	
Female	239 (77.5)	203 (65.3)	173 (56.8)	162 (52.2)	135 (41.7)		185 (72.5)	166 (62.9)	146 (54.7)	124 (45.8)	117 (44.2)	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.80 ± 0.22	23.83 ± 0.21	23.91 ± 0.18	23.45 ± 0.23	22.83 ± 0.23	0.0015	24.35 ± 0.30	24.34 ± 0.24	23.52 ± 0.24	23.37 ± 0.24	23.50 ± 0.22	0.004
Region						< 0.0001						< 0.0001
Rural	70 (19.2)	117 (30.2)	128 (35.9)	162 (45.2)	176 (48.7)		81 (21.5)	96 (27.2)	126 (38.1)	131 (41.7)	149 (47.0)	
Urban	233 (80.8)	187 (69.8)	176 (64.1)	140 (54.8)	128 (51.3)		174 (78.5)	159 (72.8)	129 (61.9)	125 (58.3)	105 (53.0)	
Education						0.8443						0.4632
Below elementary school	227 (74.2)	223 (74.5)	228 (75.3)	233 (75.8)	228 (73.9)		188 (70.6)	199 (74.1)	196 (74.6)	173 (63.2)	173 (67.2)	
Middle school	34 (11.6)	35 (11.0)	22 ( 7.4)	26 ( 9.9)	35 (12.7)		25 (12.9)	22 (10.9)	23 ( 9.8)	31 (13.8)	34 (12.6)	
High school	29 ( 9.4)	20 ( 7.9)	38 (11.8)	24 ( 7.9)	23 ( 7.9)		25 (11.1)	21 ( 9.7)	20 ( 8.3)	26 (12.3)	34 (14.0)	
College or higher	10 ( 4.9)	19 ( 6.5)	15 ( 5.5)	17 ( 6.4)	14 ( 5.6)		15 ( 5.4)	13 ( 5.2)	14 ( 7.3)	24 (10.7)	12 ( 6.2)	
Smoking status						0.1305						0.6524
Current smoker	39 (14.1)	37 (14.2)	36 (13.7)	37 (15.3)	66 (22.4)		37 (14.9)	31 (13.1)	41 (16.3)	39 (18.5)	36 (14.5)	
Former smoker or Nonsmoker	263 (85.9)	265 (85.8)	267 (86.3)	265 (84.7)	237 (77.6)		216 (85.1)	224 (86.9)	212 (83.7)	215 (81.5)	218 (85.5)	
Alcohol intake						< 0.0001						< 0.0001
Nondrinker	199 (65.1)	178 (59.8)	155 (49.0)	152 (47.0)	139 (44.5)		168 (65.6)	149 (57.0)	141 (55.9)	123 (43.3)	122 (44.9)	
≤ 4 times/mon	78 (25.8)	93 (29.0)	83 (26.3)	94 (33.9)	76 (26.9)		65 (27.9)	70 (30.2)	64 (24.7)	73 (30.6)	60 (24.5)	
2 – 3 times/wk	11 ( 3.2)	15 ( 5.8)	33 (14.7)	20 ( 6.9)	26 ( 8.8)		10 ( 3.4)	16 ( 4.9)	18 ( 6.0)	29 (14.4)	24 ( 9.6)	
≥ 4 times/wk	14 ( 5.8)	16 ( 5.5)	31 (10.0)	36 (12.2)	62 (19.9)		10 ( 3.2)	20 ( 7.9)	30 (13.4)	29 (11.7)	48 (21.0)	
Exercise						0.0022						0.1836
None	218 (75.3)	196 (68.0)	192 (67.4)	173 (60.0)	171 (61.7)		174 (69.8)	173 (66.8)	166 (66.9)	166 (67.0)	161 (66.3)	
1 – 2 days/wk	33 (11.5)	28 (10.0)	30 ( 8.7)	30 (11.7)	31 ( 8.5)		23 ( 9.4)	28 (10.7)	22 ( 6.5)	22 ( 8.0)	28 (12.8)	
3 – 4 days/wk	14 ( 3.7)	18 ( 4.7)	30 ( 8.5)	30 ( 9.1)	35 (11.4)		24 ( 8.2)	24 (11.4)	22 ( 6.5)	21 ( 7.7)	27 ( 8.6)	
5 – 7 days/wk	35 ( 9.6)	57 (17.2)	49 (15.4)	69 (19.2)	64 (18.5)		30 (12.6)	30 (11.1)	43 (20.1)	45 (17.4)	38 (12.3)	
Sunlight exposure time						< 0.0001						< 0.0001
< 5 hours/day	215 (88.7)	179 (68.5)	142 (54.6)	109 (42.4)	115 (44.8)		102 (78.5)	119 (70.9)	92 (58.3)	92 (55.1)	75 (42.0)	
≥ 5 hours/day	38 (11.3)	88 (31.5)	130 (45.4)	169 (57.6)	172 (55.2)		41 (21.5)	70 (29.1)	85 (41.7)	92 (44.9)	112 (58.0)	
Supplement use						0.8703						0.002
Yes	50 (20.6)	56 (18.9)	51 (16.8)	52 (19.5)	54 (19.8)		27 (10.7)	35 (15.5)	37 (19.4)	41 (18.9)	55 (27.5)	
No	227 (79.4)	230 (81.1)	233 (83.2)	228 (80.5)	227 (80.2)		211 (89.3)	199 (84.5)	192 (80.6)	193 (81.1)	181 (72.5)	

1) Mean ± SD for each quartile: 11.91 ± 0.23, 17.89 ± 0.09, 22.12 ± 0.08, 26.77 ± 0.09, 33.90 ± 0.27 ng/mL

2) Analysis of variance for continuous variables and chi-square test for categorical variables

3) Mean ± SD for each quartile: 9.28 ± 0.18, 13.50 ± 0.06, 16.73 ± 0.08, 20.58 ± 0.10, 27.70 ± 0.30 ng/mL

4) Mean ± SD

5) N (%)

## 2. 월별 혈중 25(OH)D 평균 농도

월별 혈중 25(OH)D 평균 농도는 Fig. 1과 같다. 만 19-64세 성인의 월별 혈중 25(OH)D 평균 농도는 5-8월의 경우 각각 16.7 ng/mL, 18.9 ng/mL, 21.1 ng/mL, 22.8 ng/mL로 증가했으며 9-12월의 경우 각각 22.1 ng/mL, 20.1 ng/mL, 18.4 ng/mL, 15.9 ng/mL로 감소했다. 또한 8월은 22.8 ng/mL로 가장 높았으며 3월은 14.9 ng/mL로 가장 낮았다. 6-11월의 혈중 25(OH)D 평균 농도는 20.6 ng/mL로 12-5월 15.6 ng/mL보다 높았다. 만 65세 이상 노인의 월별 혈중 25(OH)D 평균 농도는 5-8월의 경우 각각 18.1 ng/mL, 19.0 ng/mL, 22.5 ng/mL, 24.9 ng/mL로 증가했으며 9-12월의 경우 각각 23.1 ng/mL, 21.9 ng/mL, 20.9 ng/mL, 18.0 ng/mL로 감소했다. 또한 8월은 24.9 ng/mL로 가장 높았으며 4월은 15.8 ng/mL로 가장 낮았다. 6-11월의 혈중 25(OH)D 평균 농도는 22.1 ng/mL로 12-5월 17.2 ng/mL보다 높았다. 만 19-64세

성인과 만 65세 이상 노인을 비교했을 때 두 집단 모두 8월의 혈중 25(OH)D 농도가 성인 22.8 ng/mL, 노인 24.9 ng/mL로 일년 중 가장 높았고 성인은 3월 14.9 ng/mL, 노인은 4월 15.8 ng/mL의 혈중 25(OH)D 농도가 일년 중 가장 낮았다. 또한 6-11월, 12-5월의 혈중 25(OH)D 평균 농도의 경우 각각 성인은 20.6 ng/mL, 15.6 ng/mL, 노인은 22.1 ng/mL, 17.2 ng/mL로 6-11월, 12-5월 모두 노인이 성인보다 높았으며, 연평균 혈중 25(OH)D 농도의 경우 성인 18.2 ng/mL, 노인 19.9 ng/mL로 노인이 성인보다 연평균 혈중 25(OH)D 농도가 높았다.

## 3. IOM 기준에 따른 계절별 혈중 25(OH)D 상태

IOM 기준에 따른 계절별 혈중 25(OH)D 상태는 Fig. 2와 같다. 만 19-64세 성인의 계절별 비타민 D의 결핍(< 12 ng/mL) 비율, 불충분(12-20 ng/mL) 비율, 충분( $\geq 20$  ng/mL) 비율은 6-11월의 경우 각각 8.8%, 42.3%,

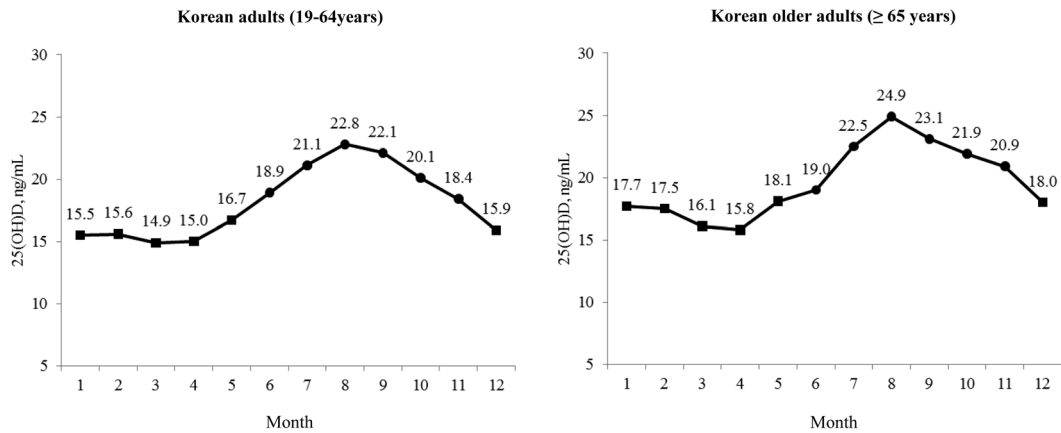


Fig. 1. Means of serum 25-hydroxyvitamin D concentrations by month.

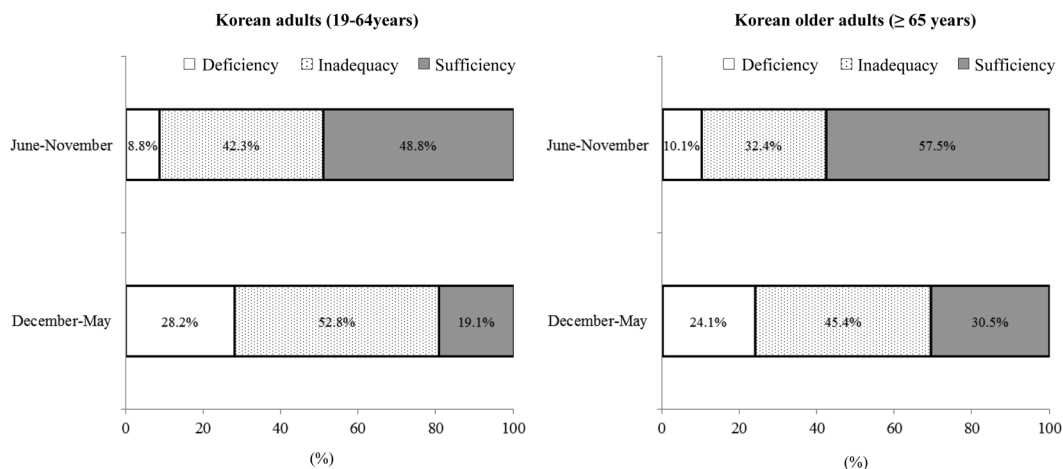


Fig. 2. Serum 25-hydroxyvitamin D status by season.

48.8%였고 12-5월의 경우 각각 28.2%, 52.8%, 19.1%로 나타났다. 65세 이상 노인의 계절별 비타민 D의 결핍 비율, 불충분 비율, 충분 비율은 6-11월의 경우 각각 10.1%, 32.4%, 57.5%였고 12-5월의 경우 각각 24.1%, 45.4%, 30.5%로 나타났다.

#### 4. 계절별 혈중 25(OH)D 농도와 비타민 D 급원식품

만 19-64세 성인의 비타민 D 주요 급원식품의 일일 섭취빈도가 혈중 25(OH)D 농도에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 6-11월에는 혈중 25(OH)D 농도와 고등어, 멸치, 총 생선류, 우유의 일일 섭취빈도가 양의 상관관계를 나타냈다.

12-5월에는 혈중 25(OH)D 농도와 멸치, 총 생선류, 우유, 우유 및 유제품의 일일 섭취빈도가 양의 상관관계를 나타냈다. 65세 이상 노인의 비타민 D 주요 급원식품의 일일 섭취빈도가 혈중 25(OH)D 농도에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 6-11월에는 혈중 25(OH)D 농도와 조기의 일일 섭취빈도가 양의 상관관계를 나타냈다. 12-5월에는 혈중 25(OH)D 농도와 아이스크림의 일일 섭취빈도가 음의 상관관계를 나타냈다. 성인과 노인 모두 계절별 혈중 25(OH)D 농도와 다른 비타민 D 주요 급원식품의 일일 섭취빈도와의 유의적인 상관관계가 나타나지 않았다.

**Table 3.** Regression coefficient (95% CI) for association between serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and daily consumption frequencies of vitamin D rich foods by season in Korean adults aged 19 to 64 years

	June-November		December-May	
	$\beta$ (95% CI)	p	$\beta$ (95% CI)	p
Beef	-0.48 (-2.04, 1.07)	0.542	-0.68 (-1.85, 0.50)	0.257
Egg	-0.13 (-0.93, 0.67)	0.746	0.53 (-0.30, 1.35)	0.208
Mackerel	2.70 ( 0.86, 4.54)	0.004	1.10 (-0.52, 2.72)	0.182
Tuna	-0.12 (-1.96, 1.71)	0.896	-1.06 (-2.97, 0.85)	0.275
Yellow corvina	1.70 (-0.37, 3.77)	0.107	1.26 (-0.56, 3.07)	0.173
Pollack	0.78 (-2.26, 3.82)	0.613	-0.68 (-2.88, 1.51)	0.540
Anchovy	1.24 ( 0.48, 1.99)	0.002	0.66 ( 0.04, 1.28)	0.037
All fish	0.82 ( 0.32, 1.33)	0.002	0.38 ( 0.01, 0.75)	0.044
Mushroom	-0.51 (-1.67, 0.65)	0.389	-0.70 (-1.80, 0.40)	0.210
Milk	0.70 ( 0.11, 1.28)	0.020	0.69 ( 0.18, 1.20)	0.008
Yogurt	0.14 (-0.85, 1.12)	0.781	0.41 (-0.34, 1.16)	0.285
Ice cream	0.72 (-0.69, 2.13)	0.316	-0.25 (-1.63, 1.12)	0.716
Milk and dairy products	0.42 (-0.02, 0.86)	0.061	0.42 ( 0.04, 0.79)	0.031

Adjusted for age, sex, sunlight exposure time, supplement use

**Table 4.** Regression coefficient (95% CI) for association between serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and daily consumption frequencies of vitamin D rich foods by season in Korean older adults aged 65 and older years

	June-November		December-May	
	$\beta$ (95% CI)	p	$\beta$ (95% CI)	p
Beef	-2.20 (-6.42, 2.01)	0.304	-1.44 (-6.00, 3.12)	0.534
Egg	-0.03 (-1.65, 1.58)	0.967	0.13 (-2.02, 2.28)	0.907
Mackerel	-1.77 (-5.13, 1.59)	0.300	-1.80 (-5.19, 1.59)	0.296
Tuna	3.05 (-8.59, 14.68)	0.606	-6.45 (-16.22, 3.32)	0.195
Yellow corvina	4.40 ( 0.26, 8.54)	0.037	-0.81 (-3.79, 2.16)	0.589
Pollack	-2.40 (-7.74, 2.95)	0.377	-3.82 (-9.19, 1.55)	0.162
Anchovy	-0.13 (-0.98, 0.72)	0.765	-0.14 (-1.33, 1.05)	0.817
All fish	-0.04 (-0.76, 0.67)	0.906	-0.40 (-1.34, 0.53)	0.392
Mushroom	-1.96 (-5.20, 1.28)	0.235	-1.14 (-3.94, 1.66)	0.423
Milk	0.50 (-0.67, 1.67)	0.402	0.11 (-2.16, 1.95)	0.917
Yogurt	0.28 (-1.47, 2.03)	0.753	0.40 (-1.73, 2.53)	0.710
Ice cream	0.51 (-6.23, 7.26)	0.881	-6.08 (-11.85, -0.31)	0.039
Milk and dairy products	0.41 (-0.59, 1.41)	0.422	-0.28 (-1.64, 1.08)	0.687

Adjusted for age, sex, sunlight exposure time, supplement use

## 고 찰

본 연구는 만 19-64세 성인과 만 65세 이상 노인을 대상으로 계절별 혈중 25(OH)D 농도와 비타민 D 주요 급원식품의 일일 섭취빈도와와의 관계를 분석하였다. 계절에 따른 차이가 있지만 성인은 혈중 25(OH)D 농도와 비타민 D 주요 급원식품으로 알려진 고등어, 멸치, 총 생선류, 우유, 우유 및 유제품의 일일 섭취빈도가 양의 상관관계를 보였고, 노인은 혈중 25(OH)D 농도와 조기의 일일 섭취빈도가 양의 상관관계를 보였으며 아이스크림의 일일 섭취빈도는 음의 상관관계를 보였다.

계절별 혈중 25(OH)D 농도가 가장 높은 군과 가장 낮은 군의 햇빛노출시간과 시골거주비율을 비교했을 때 성인, 노인 모두에서 혈중 25(OH)D 농도가 높은 군이 낮은 군에 비해 5시간 이상 햇빛노출시간과 시골거주비율이 높았다. 비타민 D는 식품을 통해서 섭취할 수 있으며 햇빛에 노출되는 동안 UVB가 피부에 침투하여 비타민 D가 합성된다(Gropper 등 2009). 캐나다의 Canadian Health Measures Survey (CHMS) 자료를 이용하여 6-79세를 대상으로 UVB와 혈중 25(OH)D 농도와의 관계를 연구한 결과 햇빛노출시간과 혈중 25(OH)D 농도간에 양의 상관관계를 보였다(Greenfield 등 2012). 따라서 본 연구는 혈중 25(OH)D 농도가 햇빛노출시간과 관련 있음을 보여줌으로 혈중 비타민 D 증가를 위해 야외운동 등을 통한 햇빛노출의 필요성을 확인하였다.

본 연구에서 계절별 혈중 25(OH)D 평균 농도를 분석한 결과 성인과 노인 모두 6-11월의 혈중 25(OH)D 평균 농도가 12-5월의 혈중 25(OH)D 평균 농도보다 높았고 성인과 노인 모두 8월에 혈중 25(OH)D 농도가 가장 높았으며 성인은 3월, 노인은 4월에 혈중 25(OH)D 농도가 가장 낮았다. 햇빛을 통해 피부에서 합성되는 비타민 D는 일조량의 영향을 받으며 겨울에 많은 양의 UVB가 오존층에 흡수되어 피부에서 합성되는 비타민 D의 양이 감소한다(Holick 2004a; Holick 2004b; Gropper 등 2009). 미국의 Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III) 자료를 이용하여 12세 이상 대상자의 혈중 25(OH)D 평균 농도를 계절별로 비교했을 때 20-39세, 40-59세, 60-79세, 80세 이상 남성의 혈중 25(OH)D 평균 농도는 4-10월의 경우 각각 34.1 ng/mL, 31.5 ng/mL, 30.7 ng/mL, 27.8 ng/mL이며 11-3월의 경우 각각 27.6 ng/mL, 28.2 ng/mL, 29.0 ng/mL, 27.5 ng/mL로 나타났으며 20-39세, 40-59세, 60-79세, 80

세 이상 여성의 혈중 25(OH)D 평균 농도는 4-10월의 경우 각각 32.6 ng/mL, 27.4 ng/mL, 26.2 ng/mL, 24.7 ng/mL이며 11-3월의 경우 각각 25.1 ng/mL, 24.6 ng/mL, 25.4 ng/mL, 23.8 ng/mL로 나타났다(Looker 등 2002). 일본의 21-67세 대상자의 혈중 25(OH)D 평균 농도를 계절별로 비교한 연구를 살펴본 결과 7월의 경우 남성 28.0 ng/mL, 여성 26.3 ng/mL였고 11월의 경우 남성 22.9 ng/mL, 여성 19.4 ng/mL로 나타나(Nanri 등 2011) 성인과 노인 모두 계절별 일조량의 차이가 혈중 25(OH)D 농도에 영향을 미치는 것을 확인하였다.

한국은 혈중 25(OH)D 농도의 판정 기준이 정해져 있지 않아 본 연구는 IOM 기준에 따라 계절별 체내 비타민 D 상태를 평가하였다(Ross 등 2011). 계절별 비타민 D 상태를 살펴보면 만 19-64세, 만 65세 이상에서 결핍 비율과 불충분 비율을 모두 합하여 고려한 비율은 6-11월(여름)의 경우 각각 51.1%, 42.5%, 12-5월(겨울)의 경우 각각 81.0%, 69.5%로 나타났다. 하지만 전체 대상자들의 혈중 25(OH)D 농도의 평균은 성인이 18.1 ng/mL, 노인이 19.6 ng/mL로 IOM 충분 기준인 20 ng/mL에 가까웠다. 독일의 German National Health Interview and Examination Survey (GNHIES) 자료를 이용하여 18-79세를 대상으로 계절별 비타민 D 상태를 조사한 자료를 살펴본 결과 18-34세, 35-64세, 65-79세에서 비타민 D 결핍 비율과 불충분 비율을 모두 합하여 고려한 비율은 5-10월(여름)의 경우 각각 43.9%, 48.3%, 63.3%로 나타났으며 11-4월(겨울)의 경우 각각 60.7%, 65.4%, 67.0%로 나타났다(Hintzpeter 등 2008). 미국의 NHANES III 자료를 이용하여 12세 이상을 대상으로 계절별 비타민 D 상태를 조사한 자료를 살펴본 결과 20-39세, 40-59세, 60-79세, 80세 이상에서 비타민 D 결핍 비율과 불충분 비율을 모두 합하여 고려한 비율은 4-10월(여름)의 경우 각각 27.0%, 37.0%, 40.5%, 47.5%로 나타났으며 11-3월(겨울)의 경우 각각 49.0%, 48.0%, 45.0%, 51.5%로 나타났다(Looker 등 2002). 한국, 독일, 미국의 비타민 D 결핍 · 불충분 기준은 각각 한국 < 20.0 ng/mL, 독일 < 20.0 ng/mL, 미국 < 25.0 ng/mL이었다. 혈중 25(OH)D 농도에 따른 계절별 비타민 D 상태를 비교했을 때 미국의 비타민 D 결핍 · 불충분 기준이 한국, 독일보다 높았지만 비타민 D 결핍 비율과 불충분 비율을 모두 합한 비율은 미국이 가장 낮고 한국과 독일은 비슷한 수준이었다. 독일은 노인의 비타민 D 결핍 · 불충분 비율이 성인보다 높았으나 한국은 성인의 비타민 D 결핍 · 불충분 비율이 노인보다 높은 것이 특징이었다.

비타민 D의 주요 급원식품은 생선, 쇠고기, 달걀, 우유 및



유제품, 간, 버섯 등으로 알려졌으며 버섯에 함유된 ergosterol은 UVB에 의해 erocalciferol로 합성된다(Mau 등 1998; Mattila 등 2002; Jasinghe & Perera 2006; Ko 등 2008; Gropper 등 2009; Koyyalamudi 등 2009; Phillips 등 2011; Kalaras 등 2012). 본 연구에서 혈중 25(OH)D 농도와 비타민 D 주요 급원식품의 일일 섭취빈도와와의 관계를 분석한 결과 만 19-64세 성인의 경우 혈중 25(OH)D 농도와 고등어, 멸치, 총 생선류, 우유, 우유 및 유제품의 일일 섭취빈도가 양의 상관관계를 보였다. 만 65세 이상 노인의 경우 혈중 25(OH)D 농도와 조기의 일일 섭취빈도가 양의 상관관계를 보였으며 아이스크림의 일일 섭취빈도는 음의 상관관계를 보였다. 타이완, 스페인, 미국의 비타민 D 주요 급원식품을 조사한 선행 연구를 보면 타이완의 경우 1993-2002년 Nutrition and Health Surveys in Taiwan(NHASIT)에서 13세 이상을 대상으로 24시간 섭취 기록 자료와 식품섭취빈도 자료를 이용하여 비타민 D 주요 급원식품을 분석한 결과 생선, 유제품, 육류, 난류, 버섯, 그 외의 식품, 보충제가 비타민 D의 주요 급원식품이었다(Lee 등 2008). 스페인의 18-60세 성인을 대상으로 24시간 회상법 자료와 식품 구성표를 이용하여 비타민 D의 주요 급원식품을 분석하였을 때 생선, 난류, 유제품, 시리얼, 유류, 육류, 인스턴트 식품, 채소, 당류, 소스로부터 비타민 D를 섭취하는 것으로 나타났다(González-Rodríguez 등 2013). 미국의 경우 2003-2006년 NHANES에서 19세 이상을 대상으로 24시간 회상법 자료를 이용하여 비타민 D의 주요 급원식품을 분석하였을 때 우유, 생선 및 조개류, 시리얼, 달걀로부터 비타민 D를 섭취하는 것으로 나타났다(O'Neil 등 2012). 타이완, 스페인, 미국의 비타민 D 주요 급원식품은 생선, 난류, 유제품이 같았으며 특히 스페인과 미국은 비타민 D를 강화한 시리얼 제품이 있어서 비타민 D의 주요 급원식품 연구 결과에 시리얼이 나타난 것으로 사료된다(Calvo 등 2004; González-Rodríguez 등 2013). 현행 연구 결과 65세 이상 노인에서 혈중 25(OH)D 농도가 아이스크림 섭취빈도와 음의 상관관계를 보였으나 노인 대상자 중 95%의 노인이 한 달에 2-3회 이하로 아이스크림을 섭취했고 일주일에 1회 이상 섭취한 노인은 전체의 5%였기 때문에 소수의 대상자들의 값으로 인해 생긴 유의적 상관성 이므로 추후 아이스크림의 비타민 D 함량과 이에 따른 혈중 25(OH)D 농도에 관한 연구가 필요하며 향후 한국의 식품 데이터베이스를 이용하여 각 식품과 보충제로부터 비타민 D 섭취량을 추정하는 후속연구가 필요하다.

여성호르몬제는 25(OH)D를 1,25(OH)<sub>2</sub>D로 전환하는 것을 증가시키는 역할을 하며 대부분의 골다공증 치료제는

비타민 D를 포함하고 있다(Gallagher JC 등 1980; Riggs 2000; Delmas 2002). 본 연구는 폐경기 여성의 여성호르몬제 복용여부를 고려하여 분석하지 않았으며, 국민건강영양조사에 골다공증 치료제와 비타민 D 보충제 섭취에 대한 질문이 없어서 이를 분석할 때 고려하지 못한 제한점이 있다.

노인은 피부를 통한 비타민 D 합성 능력이 감소하며 나이가 많을수록 7-dehydrocholesterol, precalciferol 농도가 낮아지고 신장의 비타민 D 전환 효율이 감소하는 것으로 보고되었다(MacLaughlin & Holick 1985; Gropper 등 2009). 그러나 본 연구에서 노인은 성인보다 햇볕노출시간이 많고 시골거주비율이 높았으며 혈중 25(OH)D 농도가 높았으나 혈중 25(OH)D 농도와 유의적인 상관관계를 보이는 비타민 D 주요 급원식품이 적게 나타났다. 독일의 European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Germany (EPIC-Germany)를 이용하여 1994년과 1998년 35-60세를 대상으로 혈중 25(OH)D 농도에 영향을 주는 요인을 조사한 연구에 따르면 혈중 25(OH)D 농도는 햇빛 노출의 영향을 가장 크게 받으며 비타민 D 보충제, 허리둘레, 비타민 D 결핍단백질, 성별, 호르몬 사용, 7-dehydrocholesterol reductase, 스포츠, 흡연, 정원 손질, 신체 활동, 달걀 섭취량, 음주, 생선 섭취량, 간에 있는 25-hydroxylase순으로 영향을 받는 것으로 보고되었다(Kühn 등 2013). 오스트레일리아의 18-61세를 대상으로 혈중 25(OH)D 농도에 영향을 주는 요인을 조사한 연구에 따르면 혈중 25(OH)D 농도는 ultraviolet radiation(UVR)의 영향을 가장 크게 받으며 햇빛 노출 시간, 성별, 온도, 의복 양식, 위도, 왼쪽 어깨 뒤의 멜라닌 밀도, 엉덩이 둘레, 신체 활동, 키, 엉덩이의 멜라닌 밀도, 상부 팔의 멜라닌 밀도순으로 영향을 받는 것으로 보고되었다(Lucas 등 2013). 본 연구에서 노인의 경우 성인보다 햇빛노출시간이 많고 시골거주비율이 높았다. 또한 노인은 장에서의 칼슘흡수 감소와 피부에서의 비타민 D 합성능력 감소, 신장에서의 활성형 비타민 D 전환 효율 감소 등으로 인하여 성인들과는 비타민 D 대사에 차이를 보이기 때문에 (Ireland & Fordtran 1973; MacLaughlin & Holick 1985; Gropper 등 2009) 성인에 비해 혈중 25(OH)D 농도와 비타민 D 주요 급원식품의 일일 섭취빈도 사이의 유의적인 양의 상관관계가 적게 나타난 것으로 사료된다. 하지만 본 연구에서는 식품과 보충제로부터의 비타민 D 섭취량이 조사되지 않았고 정확한 햇빛노출시간이 측정된 것이 아니므로 추후에 식품과 보충제로부터의 비타민 D 섭취량과 세부적으로 정확하게 조사된 햇빛노출이 혈중 25(OH)D 농도에 미치는 영향에 대한 후속연구가 필요하다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 계절별 일조량의 차이가 혈중 25(OH)D 농도에 영향을 미치는 것을 확인하였고 성인과 노인의 비타민 D 결핍 비율과 불충분 비율이 높았으며 특히 노인보다 성인의 결핍 비율과 불충분 비율이 높은 것을 확인하였다. 또한 성인은 혈중 25(OH)D 농도와 비타민 D 주요 급원식품으로 알려진 고등어, 멸치, 참 생선류, 우유, 우유 및 유제품의 일일 섭취빈도가 양의 상관관계를 보였으며 노인은 혈중 25(OH)D 농도와 조기의 일일 섭취빈도가 양의 상관관계를 보였으며 아이스크림의 일일 섭취빈도는 음의 상관관계를 보였다. 향후 한국인의 비타민 D 섭취량과 햇볕 노출시간을 정확히 추정하여 비타민 D 섭취와 햇볕 노출이 비타민 D 영양 상태 및 건강에 미치는 영향에 관한 후속 연구가 요구되었다.

## References

- Bertone-Johnson ER, Powers SI, Spangler L, Brunner RL, Michael YL, Larson JC, Millen AE, Bueche MN, Salmoirago-Blotcher E, Liu S, Wassertheil-Smoller S, Ockene JK, Ockene I, Manson JE (2011): Vitamin D intake from foods and supplements and depressive symptoms in a diverse population of older women. *Am J Clin Nutr* 94(4): 1104-1112
- Calvo MS, Whiting SJ, Barton CN (2004): Vitamin D fortification in the United States and Canada: current status and data needs. *Am J Clin Nutr* 80(suppl): 1710S-1716S
- Chacko SA, Song Y, Manson JE, Van Horn L, Eaton C, Martin LW, McTiernan A, Curb JD, Wylie-Rosett J, Phillips LS, Plodkowski RA, Liu S (2011): Serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in relation to cardiometabolic risk factors and metabolic syndrome in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 94(1): 209-217
- Choi HS, Kim KA, Lim CY, Rhee SY, Hwang YC, Kim KM, Kim KJ, Rhee Y, Lim SK (2011): Low serum vitamin D is associated with high risk of diabetes in Korean adults. *J Nutr* 141(8): 1524-1528
- Delmas PD (2002): Treatment of postmenopausal osteoporosis. *Lancet* 359(9322): 2018-2026
- Gallagher JC, Riggs BL, Deluca H (1980): Effect of estrogen on calcium absorption and serum vitamin D metabolites in postmenopausal osteoporosis. *J Clin Endocrinol Metab* 51(6): 1359-1364
- González-Rodríguez LG, Estaire P, Peñas-Ruiz C, Ortega RM (2013): Vitamin D intake and dietary sources in a representative sample of Spanish adults. *J Hum Nutr Diet* 26(suppl. 1): 64-72
- Greenfield JA, Park PS, Farahani E, Malik S, Vieth R, McFarlane NA, Shepherd TG, Knight JA (2012): Solar ultraviolet-B radiation and vitamin D: a cross-sectional population-based study using data from the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey. *BMC Public Health* 12(660): 1471-2458
- Gropper SS, Smith JL, Groff JL (2009): Advanced nutrition and human metabolism, 5th ed, Wadsworth/Cengage Learning, Canada, pp.392-401
- Hintzpeter B, Mensink GBM, Thierfelder W, Müller MJ, Scheidt-Nave C (2008): Vitamin D status and health correlates among German adults. *Eur J Clin Nutr* 62(9): 1079-1089
- Holick MF (2004a): Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 80(suppl): 1678S-1688S
- Holick MF (2004b): Vitamin D: importance in the prevention of cancers, type 1 diabetes, heart disease, and osteoporosis. *Am J Clin Nutr* 79(3): 362-371
- Hwang YC, Ahn HY, Jeong IK, Ahn KJ, Chung HY (2013): Optimal serum concentration of 25-hydroxyvitamin D for bone health in older Korean adults. *Calcif Tissue Int* 92(1): 68-74
- Ireland P, Fordtran JS (1973): Effect of dietary calcium and age on jejunal calcium absorption in humans studied by intestinal perfusion. *J Clin Invest* 52(11): 2672-2681
- Jacques PF, Felson DT, Tucker KL, Mahnen B, Wilson PWF, Rosenberg IH, Rush D (1997): Plasma 25-hydroxyvitamin D and its determinants in an elderly population sample. *Am J Clin Nutr* 66(4): 929-936
- Jasinghe VJ, Perera CO (2006): Ultraviolet irradiation: the generator of vitamin D<sub>2</sub> in edible mushrooms. *Food Chem* 95(4): 638-643
- Kalaras MD, Beelman RB, Elias RJ (2012): Effects of postharvest pulsed UV light treatment of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) on vitamin D<sub>2</sub> content and quality attributes. *J Agric Food Chem* 60(1): 220-225
- Kim S, Lim J, Kye S, Joung H (2012): Association between vitamin D status and metabolic syndrome risk among Korean population: based on the Korean National Health and Nutrition Examination Survey IV-2, 2008. *Diabetes Res Clin Pract* 96(2): 230-236
- Ko JA, Lee BH, Lee JS, Park HJ (2008): Effect of UV-B exposure on the concentration of vitamin D<sub>2</sub> in sliced shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) and white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *J Agric Food Chem* 56(10): 3671-3674
- Koyyalamudi SR, Jeong SC, Song CH, Cho KY, Pang G (2009): Vitamin D<sub>2</sub> formation and bioavailability from *Agaricus bisporus* button mushrooms treated with ultraviolet irradiation. *J Agric Food Chem* 57(8): 3351-3355
- Kühn T, Kaaks R, Teucher B, Hirche F, Dierkes J, Weikert C, Katzke V, Boeing H, Stangl GI, Buijsse B (2014): Dietary, lifestyle, and genetic determinants of vitamin D status: a cross-sectional analysis from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Germany study. *Eur J Nutr* 53(3): 731-741
- Lee MK, Yoon BK, Chung HY, Park HM (2011): The serum vitamin D nutritional status and its relationship with skeletal status in Korean postmenopausal women. *Korean J Obstet Gynecol* 54(5): 241-246
- Lee MS, Li HL, Hung TH, Chang HY, Yang FL, Wahlqvist ML (2008): Vitamin D intake and its food sources in Taiwanese. *Asia Pac J Clin Nutr* 17(3): 397-407
- Lim S, Shin H, Kim MJ, Ahn HY, Kang SM, Yoon JW, Choi SH, Kim KW, Song JH, Choi SI, Chun EJ, Shin CS, Park KS, Jang HC (2012): Vitamin D inadequacy is associated with significant

- coronary artery stenosis in a community-based elderly cohort: The Korean Longitudinal Study on Health and Aging. *J Clin Endocrinol Metab* 97(1): 169-178
- Looker AC, Dawson-Hughes B, Calvo MS, Gunter EW, Sahyoun NR (2002): Serum 25-hydroxyvitamin D status of adolescents and adults in two seasonal subpopulations from NHANES III. *Bone* 30(5): 771-777
- Lucas RM, Ponsonby AL, Dear K, Valery PC, Taylor B, van der Mei I, McMichael AJ, Pender MP, Chapman C, Coulthard A, Kilpatrick TJ, Stankovich J, Williams D, Dwyer T (2013): Vitamin D status: multifactorial contribution of environment, genes and other factors in healthy Australian adults across a latitude gradient. *J Steroid Biochem Mol Biol* 136: 300-308
- MacLaughlin J, Holick MF (1985): Aging decreases the capacity of human skin to produce vitamin D<sub>3</sub>. *J Clin Invest* 76(4): 1536-1538
- Mattila P, Lampi AM, Ronkainen RR, Toivo J, Piironen V (2002): Sterol and vitamin D<sub>2</sub> contents in some wild and cultivated mushrooms. *Food Chem* 76(3): 293-298
- Mau JL, Chen PR, Yang JH (1998): Ultraviolet irradiation increased vitamin D<sub>2</sub> content in edible mushrooms. *J Agric Food Chem* 46(12): 5269-5272
- Nam GE, Kim DH, Cho KH, Park, YG, Han KD, Kim SM, Lee SH, Ko BJ, Kim MJ (2014): 25-hydroxyvitamin D insufficiency is associated with cardiometabolic risk in Korean adolescents: the 2008-2009 Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *Public Health Nutr* 17(1): 186-194
- Nanri A, Foo LH, Nakamura K, Hori A, Poudel-Tandukar K, Matsushita Y, Mizoue T (2011): Serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and season-specific correlates in Japanese adults. *JEpidemiol* 21(5): 346-353
- O'Neil CE, Keast DR, Fulgoni III VL, Nicklas TA (2012): Food sources of energy and nutrients among adults in the US: NHANES 2003-2006. *Nutrients* 4(12): 2097-2120
- Park S, Lee BK (2012): Vitamin D deficiency is an independent risk factor for cardiovascular disease in Koreans aged  $\geq 50$  years: result from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Nutr Res Pract* 6(2): 162-168
- Phillips KM, Ruggio DM, Horst RL, Minor B, Simon RR, Feeney MJ, Byrdwell WC, Haytowitz DB (2011): Vitamin D and sterol composition of 10 types of mushrooms from retail suppliers in the United States. *J Agric Food Chem* 59(14): 7841-7853
- Rhee SY, Hwang YC, Chung HY, Woo JT (2012): Vitamin D and diabetes in Koreans: analyses based on the Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES), 2008-2009. *Diabet Med* 29(8): 1003-1010
- Riggs BL (2000): The mechanisms of estrogen regulation of bone resorption. *J Clin Invest* 106(10): 1203-1204
- Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB (eds.) (2011): Dietary reference intakes for Calcium and vitamin D, National Academies Press, Washington D.C, pp.486-488
- Scragg R, Sowers MF, Bell C (2004): Serum 25-hydroxyvitamin D, diabetes, and ethnicity in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes Care* 27(12): 2813-2818
- Seo JA, Cho H, Eun CR, Yoo HJ, Kim SG, Choi KM, Baik SH, Choi DS, Park MH, Han C, Kim NH (2012): Association between visceral obesity and sarcopenia and vitamin D deficiency in older Koreans: The Ansan Geriatric Study. *J Am Geriatr Soc* 60(4): 700-706
- Webb AR (2006): Who, what, where and when-influences on cutaneous vitamin D synthesis. *Prog Biophys Mol Biol* 92(1): 17-25
- Yu A, Kim J, Kwon O, Oh SY, Kim J, Yang YJ (2013): The association between serum 25-hydroxyvitamin D concentration and consumption frequencies of vitamin D food sources in Korean adolescents. *Clin Nutr Res* 2(2): 107-114