

폐경 여성의 비타민 D 섭취량, 옥외활동시간, 혈청 25-OH 비타민 D 수준과 계절 및 연령과의 관련성

윤진숙[†] · 송민경

계명대학교 식품영양학과

Vitamin D intake, Outdoor Activity Time and Serum 25-OH Vitamin D Concentrations of Korean Postmenopausal Women by Season and by Age

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 704-701, Korea

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

Acknowledgments

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: March 24, 2015
Revised: April 24, 2015
Accepted: April 28, 2015

ABSTRACT

Objectives: The purpose of this study was to examine the relative impact of seasonal differences and age on dietary vitamin D intakes, outdoor activity time and serum vitamin D status among Korean postmenopausal women.

Methods: A cross-sectional study was conducted with 164 free-living postmenopausal women (mean age=55.4 years) in Daegu, Korea. Dietary intake, daily physical activity patterns and fasting blood samples were collected during summer and winter. We compared the results from 75 women during summer and 89 women during winter. Dietary intake of vitamin D was assessed by 24-hour recall method. Daily outdoor activity time was derived from physical activity diary.

Results: The average dietary intake of vitamin D of the participants was 3.7 µg during summer, 3.3 µg during winter, showing no significant difference between the two seasons. The average time spent on outdoor activities was not significantly different between summer ($=35.1 \pm 75.0$ min/d) and winter ($=48.5 \pm 76.8$ min/d). The average serum 25-(OH) vitamin D concentrations of participants was 17.5 ± 7.5 ng/mL in the summer and 13.4 ± 4.3 ng/mL in the winter, showing no significant differences by season. Dietary intake of vitamin D was not related to age. When total subjects were divided into two groups by age, the average serum 25-(OH) vitamin D concentration was significantly higher in older group ($p=0.047$) and time spent on outdoor activities was also ($p=0.018$) significantly higher in the older group.

Conclusions: In order to improve the current vitamin D status of Korean postmenopausal women, nutrition education programs should focus more on adequate intake of vitamin D, while maintaining enough outdoor activities over the season.

Korean J Community Nutr 20(2): 120~128, 2015

KEY WORDS postmenopausal women, vitamin D intake, 25-OH-vitamin D, outdoor activities

서론

비타민 D가 골격 건강 유지 측면에서 매우 중요한 역할을 한다는 것은 주지의 사실이다. 최근에는 비타민 D 부족이 암, 자가면역질환 등의 여러 만성질환의 위험요인이라고 보고되면서 건강유지차원에서 이 영양소에 대한 관심이 더욱 높아지고 있다(Lips 등 1999; Binkley 등 2007; Holick 2007). 비타민 D는 다른 영양소와 달리 인체가 필요로 하는 양을 식사 섭취에만 의존하지 않고 피부에서 합성하여 공급할 수 있다. 따라서 비타민 D 체내상태를 양호하게 유지하려면 식사섭취 뿐만 아니라 피부에서 비타민 D 합성에 영향을 미치는 일광 노출 정도의 계절적 또는 지리적 차이, 체격, 칼슘상태 등에 이르기까지 다양한 측면을 고려하는 것이 필요하다(Dawson-Hughes 2004).

생활양식의 변화와 더불어 실내에서 생활하는 시간이 많아지면서 현대인들은 비타민 D의 피부 합성기회가 점차로 감소되어 비타민 D 부족이 우려되고 있다(Holick 1994; Thuesen 등 2012; Cinar 등 2014; Darling 등 2014). 비타민 D의 체내 합성에 영향을 주는 자외선은 그 지역의 위도, 하루 중의 시간, 계절(Webb 등 1988) 등에 따라 달라지며 자외선 차단제(Matsuoka 등 1990), 의복의 착용(Matsuoka 등 1992), 건물의 유리(Holick 1994), 공해(Kim & Park 1987)등의 영향을 받는다고 한다. 따라서 비타민 D의 영양상태를 평가하려면 식사섭취량과 자외선 노출 시간을 함께 고려하는 것이 필요한데, 혈액으로 유입되는 이 두 가지 급원의 비타민 D는 모두 간에서 25-OH-비타민 D로 전환되므로 혈액의 25-OH-비타민 D는 인체의 비타민 D 영양상태 변화를 민감하게 반영하는 것으로 알려져 있다(Holick 1994).

혈중 25-(OH) 비타민 D 상태를 계절별로 비교한 기존의 국내외 선행연구들에 의하면, 자외선 강도가 약한 겨울철에 비해 여름철에 혈중 25-(OH) 비타민 D 상태가 더 양호한 편이었다고 한다(Devgun 등 1981; Dattani 등 1984; Lamberg-Allardt 1984; Park 등 2008; Choi 등 2011; Yoon & Song 2014). 반면 최근의 연구에서 Cinar 등(2014)은 실내에서 주로 생활하는 사무직 근로자의 비타민 D 영양상태는 계절적 차이가 없었음을 보고하였다. 여러 선행연구에서 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준은 연령증가와 더불어 감소한다고 제시한 바 있다(Lund & Sørensen 1979; Baker 등 1980; MacLaughlin & Holick 1985; Lee 등 2011). 폐경기 이후에는 골질량의 소실이 급격하게 진행되는 데 이는 에스트로젠 호르몬의 감소로 인한 1,25

(OH)₂ 비타민 D의 감소와 밀접한 관련이 있다고 한다(Buchanan 등 1986).

우리나라는 태양광선에 의한 비타민 D 합성이 풍부할 것으로 예상되어 비타민 D 영양상태에 대한 우려가 낮은 편이었지만 한국인의 비타민 D 영양상태는 적절치 못한 수준으로 보고되고 있다(Park 등 2003; Lim & Kim 2006; Park 등 2008; Choi 등 2011). 최근 전국규모조사인 국민건강영양조사를 토대로 우리나라 성인의 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준을 보고한 바에 의하면 남성의 49.9%, 여성의 67.4%가 부족한 상태로 평가되었다(Choi 2012). 그러나 국민건강영양조사에서는 혈청 25-(OH) 비타민 D는 측정하였지만 비타민 D 섭취량과 자외선 노출시간이나 옥외활동량 등에 관한 구체적인 정보가 수집되지 않았기 때문에 비타민 D의 생화학적 영양상태를 적정수준으로 유지하는데 필요한 식사섭취량이나 옥외활동량 등에 대한 개선방향을 제시하기에는 제약이 따르고 있다.

혈청 25-OH-비타민 D에 비해 비타민 D 섭취량에 관한 연구결과는 상대적으로 매우 부족한 편이다. Moon과 Kim (1998)이 21~49세 성인을 대상으로 한 연구에서 성인 여성의 비타민 D 섭취량은 3.89 μg 이었으며, Lim(2005)이 폐경 전 성인직장여성을 대상으로 조사한 비타민 D 섭취량은 3.12 μg 이었다. 그러나 우리나라 폐경 여성만을 대상으로 비타민 D 섭취량을 파악한 자료는 현재 공식적으로 보고되지 않은 상태이다. 한국인의 특성에 부합하는 비타민 D 영양섭취기준을 설정하려면 식사섭취량과 더불어 비타민 D 체내합성에 영향을 미치는 계절별 옥외활동시간의 차이와 혈청 25-OH-Vit D와의 관련성이 파악되어야 하며, 골격건강상태와 칼슘섭취량, 자외선 차단습관 등에 관한 측면도 함께 고려하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 골다공증의 위험이 높아지는 폐경 여성을 대상으로 횡적조사방법을 이용하여 일조량이 높은 계절과 낮은 계절에 비타민 D 섭취량을 비연속 3일간 조사하고, 일상적인 옥외활동시간과 혈중 25-(OH) 비타민 D 수준을 파악으로써 비타민 D 섭취기준 설정에 필요한 기초자료들을 제시하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 계명대학교 의과대학 의학연구윤리심의위원회(IRB)의 사전 심의를 통과하였다(IRB10-148). 연구 설계는 횡적조사방법을 이용하였고 대상자는 연구에 자발적으로 참여의사를 밝힌 사람들로 구성하였다. 조사대상은 대구·경북지역에 거주하고 있는 만 49~69세의 폐경 여성이었으

며 연구 참여에 동의한 사람은 겨울철 조사에 116명, 여름철 조사에 84명으로 총 200명이었다. 연구 참여자 중에서식이섭취 조사와 골밀도 측정, 혈액, 소변 수집이 완전하지 못한 36명을 제외한 164명을 최종 대상으로 하였다. 대상자 선정기준은 건강검진을 실시하여 임상지표가 정상 범위인 사람이었으며, 제외기준은 약물 복용자, 간, 신장 기능 이상, 난소절제, 폐경기 호르몬 치료를 받는 사람 등이었다. 여름철과 겨울철의 분류기준은 선행연구(Chapuy 등 1997)를 참고로 하였으며, 겨울철 조사는 2011년 1월 말부터 2011년 3월 초까지, 여름철 조사는 2012년 9월 초부터 2012년 10월 초까지 시행하였다.

2. 연구내용 및 방법

1) 대상자의 일반사항

연령, 직업, 최종학력, 생활습관, 자외선 노출 시간 등에 대해 면접 조사를 실시하였다. 자외선 노출 시간은 하루의 시간대 별로 옥외 활동 시간을 분 단위로 조사하였다.

2) 신체계측

신장과 체중은 신장 자동측정기(GL-150P, G-Tech international Co. Ltd., Incheon, Korea)를 사용하여 측정하였으며, 신장과 체중 측정치로부터 체질량지수(body mass index, BMI)를 구하였다.

3) 골밀도 측정

골밀도는 방사선 골밀도 측정기(Lunar prodigy, General Electric Co., Madison, WI, USA)를 이용하여 요추 L1~L4 골밀도를 측정하였으며, 골 건강상태의 평가는 세계보건기구(WHO) 기준에 따라 요추 T-score가 -1.0 이상이면 정상, -1.0 미만인 경우에는 부족으로 분류하였다(World Health Organization 1994).

4) 식사섭취량 조사

대상자들의 식사섭취량 조사는 비연속 3일 간 실시하였으며 24시간 회상법을 이용하였다. 훈련된 조사원이 2차원 모델 자료집과 계량컵, 계량스푼 등의 보조도구를 이용하여 평일 2일, 주말 1일간의 식사섭취를 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 부피·중량 환산자료집을 이용하여 실제 중량으로 환산하였으며, CAN-Pro 4.0(Korean Nutrition Society 2011)을 이용하여 영양소 섭취량을 산출하고 한국인 영양

섭취기준(Korean Nutrition Society 2010)에 대한 섭취비율을 구하였다.

5) 채혈 및 25-(OH) 비타민 D 분석

채혈은 8시간 이상 공복 상태에서 이루어졌으며, 상완정맥에서 일회용 주사기를 사용하여 약 10 mL의 정맥혈을 채취하여 혈청을 분리한 후 -75°C 냉동고에 보관하여 사용하였다. 혈청 25-(OH) 비타민 D는 25 OH-Vit.D3-Ria-CT Kit(DIAsource ImmunoAssays Co., Nivelles, Belgium)를 이용하여 방사선면역측정법(radioimmunoassay, RIA)으로 측정하였다. 비타민 D 영양상태는 Holick (2007)이 제시한 기준에 따라 혈청 25-(OH) 비타민 D 농도가 30 ng/mL 이상이면 충분(sufficiency), 21~29 ng/mL인 경우에는 부족(insufficiency), 20 ng/mL 이하는 결핍(deficiency)으로 분류하였다.

6) 옥외활동량 조사

연구대상자들의 옥외활동량은 24시간 생활시간표 설문지를 이용하여 1:1 면담 방식으로 조사하였다. 대표적인 하루의 시간대별 활동상태를 조사하였으며 옥외 활동여부를 구분하고 각 활동에 대한 소요시간(단위: 분)을 조사하였다. 옥외활동시간의 분류기준은 선행연구(Moon & Kim 1998)와 같이 오전 8시 - 오후 6시 사이에 옥외에서 행한 활동을 옥외활동으로 정하였다. 또한 자외선 조사가 가장 많다고 보고한 12시~14시(Kim & Park 1987)에 이루어진 옥외활동 시간은 outdoor activity during peak time으로, 그 밖의 시간대에 이루어진 옥외활동은 other outdoor activity로 구분하였으며, 8시 - 18시 사이의 모든 옥외활동은 1일 총 옥외활동 시간(Time spent on outdoor activities)으로 제시하였다.

3. 자료분석

본 연구의 모든 자료 분석은 SPSS(statistical package for social science version) 21.0 PC version 프로그램을 이용하였다. 대상자들의 신체 계측치, 영양소 섭취량, 생화학적 지표 분석치는 평균과 표준편차를 구하였다. 계절에 따른 골밀도 정상군과 부족군의 비교, 혈청 25-OH-비타민 D 수준에 따른 정상군과 부족군의 비교는 빈도와 백분율을 산출하고 카이 검증을 실시하였다. 여름군과 겨울군 간의 비타민 D 영양상태 차이는 독립표본 t-test를 실시하였으며 연령에 따른 차이는 대상자들을 평균연령 55세를 기준으로 두 집단으로 나눈 후 독립표본 t-test로 유의성을 검증하였다.

결 과

1. 일반사항

연구 대상자의 나이와 신체측정 결과는 Table 1에 제시하였다. 연령은 겨울군이 55.6세, 여름군이 54.5세이었으며, 신장은 겨울군 156.1 ± 5.0 cm, 여름군 154.6 ± 5.0 cm로 두 군간에 유의한 차이는 없었다. 몸무게는 겨울군 58.4 ± 7.8 kg, 여름군 57.3 ± 6.5 kg이었으며, BMI는 겨울군 24.0 ± 3.0 kg/m², 여름군 24.0 ± 2.6 kg/m²으로 역시 두 군 간에 유의한 차이는 없었다. 요추 골밀도(bone mineral density, BMD)는 겨울군 1.045 ± 0.167 g/cm², 여름군 1.051 ± 0.171 g/cm²으로 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

WHO(1994)에서 제시한 골다공증 판단 근거인 T-score의 기준에 따라 조사대상자를 분류한 결과는 Table 2에 제시하였다. 대상자 전체의 골격 상태는 정상군 59.1%, 부족군 40.9%로 나타났다. 시기별 조사결과를 비교하면 겨울군은 정상 57.3%, 부족 42.7% 이었고, 여름군은 정상 61.3%, 부족 38.7%로 나타났으며 조사 참여자의 골격상태는 계절에 따른 집단 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 1. Physical characteristics of subjects by season

Variables	Summer (n=75)	Winter (n=89)	p-value ¹⁾
Age (years)	54.5 ± 4.6 ²⁾ (48~67) ³⁾	55.6 ± 5.1 (48~69)	0.135
Height (cm)	154.6 ± 5.0	156.1 ± 5.0	0.055
Weight (kg)	57.3 ± 6.5	58.4 ± 7.8	0.329
BMI (kg/m ²) ⁴⁾	24.0 ± 2.6	24.0 ± 3.0	0.964
BMD (g/m ²) ⁵⁾	1.051 ± 0.171	1.045 ± 0.167	0.828

1) p-value: Independent sample t-test

2) Mean ± SD

3) Range of values indicates (minimum~maximum).

4) Body mass index

5) Bone mineral density

Table 2. Bone health status of subjects by season

Variables	Summer (n=75)	Winter (n=89)	Total (n=164)	Significance
Normal ¹⁾	46 (61.3) ²⁾	51 (57.3)	97 (59.1)	NS ⁴⁾
Osteopenia ³⁾	23 (30.7)	31 (34.8)	54 (32.9)	
Osteoporosis ⁵⁾	6 (8.0)	7 (7.9)	13 (7.9)	

1) T-score ≥ -1.0

2) N (%)

3) -1.0 < T-score < -2.5

4) NS: statistically not significant by chi-square test

5) T-score ≤ -2.5

2. 영양소 섭취 상태

1) 24시간 회상법을 통한 영양소 및 비타민 D 섭취량

Table 3은 대상자들의 1일 영양소 섭취량을 겨울과 여름 계절로 구분하여 제시한 것이다. 일일 에너지 섭취량은 여름군이 1,572.4 ± 362.0 kcal, 겨울군이 1,451.0 ± 308.3 kcal로 여름군의 섭취량이 유의하게 높았으며($p < 0.05$), 한국인 영양섭취기준(Korean Nutrition Society 2010)의 에너지 필요 추정량과 비교하면 여름군은 80.7%, 겨울군은 83.9%에 해당되는 수준이었다. 탄수화물 섭취량은 여름군이 유의하게 많았으나($p < 0.05$), 단백질, 지방 섭취량은 계절 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

대상자들의 칼슘 섭취량 평균치는 여름군이 484.7 ± 218.6 mg, 겨울군이 459.2 ± 171.2 mg으로 여름군의 칼슘 섭취량이 더 높았으나 두 군 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다. 인의 평균 섭취량은 여름군이 1,010.7 ± 289.9 mg, 겨울군이 901.6 ± 215.0 mg으로 여름군이 유의하게 높았다($p < 0.01$). 나트륨 평균 섭취량은 여름군이 3,573.3 ± 1,135.2 mg, 겨울군이 3,665.3 ± 1,099.5 mg으로 군 간에 차이는 없었으며, 나트륨 목표 섭취량의 183.3%, 178.7%에 해당하는 수준이었다.

계절별 비타민 D 섭취량은 여름군이 3.7 ± 4.7 µg, 겨울군이 3.3 ± 3.6 µg로 두 군 간에 유의한 차이는 없었다.

3. 옥외활동시간

대상자들의 계절에 따른 옥외활동 시간은 Table 4에 제시하였다. 대상자의 일일 총 옥외활동시간은 여름 28.1분, 겨울 45.2분으로 겨울에 옥외활동시간이 많은 편이었으나 두 계절 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

4. 혈청 25-OH-비타민 D 수준과 관련 요인

1) 계절에 따른 비교

Table 5는 혈청 25-(OH) 비타민 D를 평가지표로 사용하여 대상자들의 비타민 D 영양상태를 계절별로 나타낸 것이다. 계절별로 혈청 25-(OH) 비타민 D 평균치를 비교해보면 여름군이 19.9 ± 8.0 ng/mL, 겨울군이 22.2 ± 10.9 ng/mL으로 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준은 계절 간에 차이가 없었다. Holick (2007)이 제시한 기준에 따라 혈청 25-(OH) 비타민 D 농도가 30 ng/mL 이상을 충분(sufficiency)으로 분류하고 21~29 ng/mL인 경우에는 부족(insufficiency), 20 ng/mL 이하를 결핍(deficiency)으로 분류하면, 여름군은 '결핍상태' 해당자의 비율이 60.0%, '부족' 해당자는 28.0%인 반면, '충분'한 상태에 해당되는 사람은 12.0%에 불과하였다. 겨울군은 '결핍' 해당자의 비

Table 3. Daily energy and nutrients intake of subjects by season

Variables	Summer (n=75)		Winter (n=89)		p-value ²⁾
	Intake	% KDRI ¹⁾	Intake	% KDRI	
Energy (kcal)	1,572.4 ± 362.0 ³⁾ (940.1~2,697.3) ⁴⁾	85.7 ± 19.3	1,451.0 ± 308.3 (945.4~2,280.8)	82.3 ± 18.7	0.022
Carbohydrate (g)	246.6 ± 61.6 (137.8~ 500.2)	—	226.6 ± 50.4 (116.9~ 365.3)	—	0.023
Protein (g)	63.9 ± 19.5 (30.5~ 120.4)	142.0 ± 43.3	59.6 ± 17.6 (26.6~ 122.3)	132.4 ± 39.1	0.140
Fat (g)	37.9 ± 16.4 (11.7~ 90.5)	—	36.0 ± 18.3 (7.9~ 105.8)	—	0.493
Ca (mg)	484.7 ± 218.6 (217.5~1,323.8)	67.8 ± 30.0	459.2 ± 171.2 (166.0~1,133.8)	67.6 ± 26.3	0.404
P (mg)	1,010.7 ± 289.9 (530.6~1,863.7)	139.0 ± 38.3	901.6 ± 215.0 (484.8~1,433.6)	133.3 ± 35.3	0.008
Na (mg)	3,573.3 ± 1,135.2 (1,284.1~6,517.5)	258.4 ± 80.9	3,665.3 ± 1,099.5 (1,611.8~7,504.4)	260.1 ± 78.9	0.600
Vitamin D (μg)	3.7 ± 4.7 (0.0~ 33.1)	36.8 ± 48.3	3.3 ± 3.6 (0.0~ 21.0)	38.7 ± 40.3	0.578

1) %KDRI: mean % EER (Estimated energy requirement) for energy; %AI (Adequate intake) for Na, vitamin D, % RNI (Recommended nutrient intake) for other nutrients.

2) p-value: Independent sample t-test

3) Mean ± SD

4) Range of values indicates (minimum~maximum).

Table 4. Time spent on outdoor activities by season

Variables	Summer (n=75)	Winter (n=89)	p-value ¹⁾
Time spent outdoors between 12:00~14:00 (min/d)	2.2 ± 10.9 ²⁾	4.0 ± 17.0	0.420
Time spent outdoors except 12:00~14:00 (min/d)	25.9 ± 63.6	41.2 ± 67.7	0.142
Time spent outdoors sum total (min/d)	28.1 ± 70.6	45.2 ± 78.2	0.147

1) p-value: Independent sample t-test.

2) Mean ± SD

Table 5. Serum 25-(OH) vitamin D concentrations by season

Variables	Summer (n=75)	Winter (n=89)	p-value
Serum 25-(OH) Vitamin D (ng/mL)	19.9 ± 8.0 ¹⁾	22.2 ± 10.9	0.122 ²⁾
25-(OH) Vitamin D status ³⁾			
Deficiency ≤ 20 ng/mL	45 (60.0) ⁴⁾	51 (57.3)	0.557 ⁵⁾
Insufficiency 20 – 30 ng/mL	21 (28.0)	22 (24.7)	
Sufficiency ≥ 30 ng/mL	9 (12.0)	16 (18.0)	

1) Mean ± SD

2) p-value: Independent sample t-test

3) Vitamin D status: classified by Holick (2007)

4) N (%)

5) p-value: chi-square test

율은 57.3%, ‘부족’ 해당자는 24.7%이었고, ‘충분’한 상태에 해당되는 사람은 18.0%이었다.

2) 연령에 따른 비교

Table 6은 전체 대상자들의 평균연령(=55세)를 기준으로 두 그룹으로 나누고 연령에 따른 골밀도, BMI, 비타민 D

섭취량, 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준과 옥외활동시간을 비교한 것이다. 연령이 높은 집단의 골밀도 평균치(=0.98 ± 0.15 g/m²)는 연령이 낮은 집단의 골밀도(=110 ± 0.17 g/m²)에 비해 유의하게 낮았지만(p < 0.001) 칼슘 섭취량과 비타민 D 섭취량은 연령에 따른 차이를 보이지 않았다. 반면 연령이 높은 집단의 혈청 25-(OH)

Table 6. Comparison of BMD, dietary intake, serum 25-(OH) Vitamin D and outdoor activities by age groups

Variables	≤ 55 yrs (n=79)	> 55 yrs (n=85)	p value ¹⁾
BMI (kg/m ²)	23.7 ± 2.6 ²⁾	24.4 ± 3.0	0.122
BMD (g/m ²)	1.10 ± 0.17	0.98 ± 0.15	0.000
Ca intake (mg/d)	469.5 ± 203.1	472.6 ± 182.6	0.920
Vitamin D intake (ug/d)	3.6 ± 3.7	3.4 ± 4.6	0.794
25-(OH) Vitamin D level (ng/mL)	19.8 ± 7.6	23.1 ± 11.8	0.047
Total outdoor activities (min/d)	29.1 ± 44.2	60.7 ± 102.9	0.018

1) p-value: Independent sample t-test

2) Mean ± SD

비타민 D 수준은 ($=23.1 \pm 11.8$ ng/mL) 연령이 낮은 집단 ($=19.8 \pm 7.6$ ng/mL)에 비해 유의하게 높았다 ($p=0.047$), 옥외활동시간의 경우에도 연령이 높은 집단 ($=60.7 \pm 102.9$ min)에서 연령이 낮은 집단 ($=29.1 \pm 44.2$ min)에 비해 유의하게 많았다 ($p=0.018$).

고 찰

본 연구에 참여한 폐경여성들(평균 연령 55세)의 체질량 지수 평균값은 24.0 kg/m^2 으로 2010 국민건강통계(Ministry of Health and Welfare, Korea Center for Disease Control and Prevention 2010)에서 보고한 50~65세 여성의 체질량지수 평균값과 유사한 수치였으며, 골밀도는 $1.05 \pm 0.17 \text{ g/cm}^2$ 으로 2010년에 보고된 50~65세 여성의 골밀도 $0.96 \pm 0.00 \text{ g/cm}^2$ 에 비해 다소 높은 편이었다. 골감소증 또는 골다공증에 해당되는 사람의 비율은 여름 38.7%, 겨울 42.7%로서 전국규모 조사에서 보고한 유병률에 비해 15% 가량 낮은 편이었다. 연구 대상자들의 평균 칼슘섭취량은 겨울군이 459 mg, 여름군이 485 mg으로, 두 군 모두 2010 한국인 영양섭취기준(Korean Nutrition Society 2010)의 칼슘 권장섭취량의 60%에 해당되는 매우 낮은 수준이었다. 이는 2010년 국민건강통계에서(Ministry of Health and Welfare, Korea Center for Disease Control and Prevention 2010) 보고한 50~65세 여성의 칼슘 섭취량 495.8 mg과 비교하면 본 연구 대상자들의 칼슘 섭취량은 비슷한 수준이었다.

대상자들의 비타민 D 영양상태를 섭취량으로 평가하면 비타민 D 섭취량 평균치는 3~4 μg 범위에 불과하는 양이었으며 충분섭취량의 30%에 해당하는 매우 낮은 수준이었다. 계절별로 비교하였을 때 여름군이 3.7 μg , 겨울군이 3.3 μg 으로 두 계절 간에 통계적으로 차이는 없었다. 식사섭취량으로 평가한 비타민 D 영양상태를 국내 선행연구들과 비교해 보면, Moon & Kim(1998)의 21~49세 성인여성을 대상으로 한 연구에서 보고한 비타민 D 섭취량($=3.89 \mu\text{g}$)보다

는 낮았으나, Lim (2005)의 폐경 전 성인직장여성을 대상으로 한 연구에서 보고한 비타민 D 섭취량($=3.12 \mu\text{g}$)과 유사한 수준이었다.

혈청 25-OH-비타민 D 수준으로 평가하였을 때 비타민 D 영양상태가 양호한 것으로 평가된 대상자는 15%에 불과하였다. 대상자의 절반 이상이 결핍수준(20 ng 미만)에 해당하였으며, 부족(20~30 ng)에 해당되는 비율은 25% 정도 이었다.

한편 본 연구대상자들의 혈청 비타민 D 평균치는 2010년 국민건강영양조사에서 보고한(Ministry of Health and Welfare, Korea Center for Disease Control and Prevention 2010) 우리나라 50세 이상 여성들의 비타민 D 수준과 거의 일치하였으며, 선행 연구자가 보고한 평균 연령 52.5세 여성의 여름, 가을의 25-(OH) 비타민 D 수준과도 매우 유사하였다(Choi 등 2011).

혈중 25-(OH) 비타민 D 수준은 식사섭취량과 연령 및 성별(Dattani 등 1984), 비타민 D 보충제 사용 그리고 계절 및 위도(Dattani 등 1984), 직업(Devgun 등 1981)과 활동량(van Dam 등 2007) 등의 영향을 받으며, 특히 혈청 25-(OH) 비타민 D 수준에 대한 식이 및 자외선 노출의 상대적인 중요성은 연령, 지역 및 계절에 따라 변하는 것으로 보고되고 있다(Lamberg-Allardt 1984; Webb 등 1990; Kluczynski 등 2011). 혈중 25-(OH) 비타민 D 상태를 계절별로 비교한 국내외 선행연구들에 의하면, 대부분 자외선 강도가 약한 겨울철보다는 여름철에 혈중 25-(OH) 비타민 D 상태가 더 높은 것으로 나타났다(Devgun 등 1981; Dattani 등 1984; Lamberg-Allardt 1984; Park 등 2008; Choi 등 2011; Yoon & Song 2014). 본 연구에서도 겨울 조사에서 혈청 비타민 D 수준이 낮을 것으로 예상하였으나 폐경 여성들의 혈청 비타민 D 수준은 계절에 따른 차이가 나타나지 않았다. 최근에 Turkey에서 20~50대 성인을 대상으로 조사한 연구에 의하면 실내에서 하루 종일 활동하는 사무직 근로자들의 혈청 비타민 D 영양상태는 계절과 무관하게 취약하였다고 한다(Cinar 등 2014).

조사 대상자들의 혈중 25-(OH) 비타민 D 수준을 자외선 노출과 관련된 인자인 옥외활동시간과 관련시켜 보면 조사 대상자들의 옥외활동시간은 비슷한 연령을 대상으로 선행 연구(Lim & Kim 2006)에서 보고한 옥외활동 시간과 유사하였다. 대상자들의 옥외활동 시간을 계절별로 비교하였을 때 겨울군의 옥외활동시간이 여름에 비해 15분 정도 많은 편이었지만 겨울철과 여름철 참여자 집단 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 겨울철 참여자들의 평균 옥외활동 시간은 Lim & Kim(2006)의 연구에서 보고한 12~2월의 평균 옥외활동 시간과 유사한 수준이었다. 얼굴과 손에 태양광선을 하루 20분 이상 쬌으면 피부에서의 합성이 충분하다는 연구보고(Adams 등 1982)를 따른다면 본 연구 대상자들의 옥외활동시간은 충분한 편이라고 할 수 있다. 그러나 연구대상자들의 85% 정도는 자외선 차단을 한다고 응답하였으므로 피부에서 태양광선에 의한 비타민 D 합성이 실제로 원활하게 이루어졌다고 보기는 어렵다. 비타민 D 광합성 효율을 인종간 비교하였을 때 백인에 비해 유색인종에서 효율이 낮았음을 감안한다면(Scragg & Camargo 2008), 우리나라 여성들의 적극적인 자외선 차단습관은 비타민 D 건강상태 측면에서 다른 나라 사람들에 비해 더욱 우려되는 현상이라 하겠다. 또한 혈중 25-(OH) 비타민 D 수준은 식사 섭취량과 더불어 자외선 노출과 관련된 인자의 영향에 따라 좌우되므로, 식품의 섭취를 통한 비타민 D의 공급은 자외선에 노출이 없거나 미미할 때 중요한 의미를 갖게 된다고 한다(Webb 등 1990; Holick 1994). 따라서 자외선 차단습관을 갖고 있는 사람들의 경우에 식품을 통한 비타민 D의 섭취는 더욱 중요한 의미를 갖게 될 것으로 보인다.

일부연구에서 연령증가와 더불어 25-OH-비타민 D 수준이 저하됨을 보고하였으므로(Lund & Sørensen 1979; Baker 등 1980; MacLaughlin & Holick 1985; Lee 등 2011), 따라서 연령이 높은 집단에서 비타민 D 영양상태가 취약할 것이라고 우려하였으나 본 연구 대상자 집단에서는 연령이 높을 때 오히려 25-OH-비타민 D 수준이 높아지는 경향을 관찰하였다. 또한 본 연구에 참여한 폐경 여성들의 혈청 25-OH-비타민 D 수준은 선행연구(Yoon & Song 2014)에서 보고한 20~30대 여성에 비해 높은 편이었다. 이는 최근의 국민건강영양조사에서 우리나라 성인의 혈청 25-OH-비타민 D 수준이 20대에서 가장 취약하였고, 20~70세 사이에는 연령이 증가할수록 높아지는 경향을 보고한 것(Choi 2012)과 일치하는 결과이기도 하다. 본 연구에서 연령이 높을 때 혈청 비타민 D 수준이 상대적으로 높은 경향을 보인 것은 연령증가와 더불어 식사를 통한 비타민 D 섭취에는 차이가 없었으나 연령이 높은 집단에서 옥외활동

시간이 많았던 것과 관련이 있을 것으로 보인다. 선행연구(Yoon & Song 2014)에서 보고한 20~30대 여성의 옥외활동시간과 비교하면 여름철 옥외활동시간은 본 연구에 참여한 폐경여성과 선행연구의 20~30대 여성 간에 차이가 별로 없었으나 겨울철에는 폐경여성들이 20~30대 여성의 옥외활동시간(=10.8분)에 비해 35분 정도 옥외활동시간이 많았다.

최근의 연구들에서는 연령과 혈청 25-OH-비타민 D 수준 간에 일관된 관련성이 나타나지 않고 있다(van Dam 등 2007; Scragg & Camargo 2008). 미국의 NHANES III 조사자료를 분석한 연구에 의하면 연령증가와 더불어 25-OH-비타민 D 수준의 저하가 관찰되었기는 하나 60세 이상이라 하더라도 야외에서 레저활동에 참여하는 집단에서는 20~49세 젊은 사람들과 차이가 없었음을 보고하였다(Scragg & Camargo 2008). 덴마크에서 시행된 연구에서도 야외활동을 하는 60~87세 노인들의 25-OH-비타민 D 수준이 매우 양호하였다고 한다(van Dam 등 2007). 이러한 연구 결과들은 본 연구에서 관찰한 바와 같이 연령이 높더라도 옥외에서 신체활동을 활발하게 유지하는 건강한 노인들의 경우에는 비타민 D 영양상태를 젊은성인들과 유사하게 잘 유지할 수 있음을 뒷받침하는 결과라고 하겠다.

본 연구에 참여한 연구대상자들은 건강검진에서 임상지표가 정상 범위인 사람이었으며, 자발적으로 조사에 응한 사람들이었기 때문에 동일한 연령의 여성에 비해 건강에 관심이 높고 상대적으로 건강한 사람들이라는 특성을 가지고 있다. 한편 연구의 제한점은 대상자 선정이 영남지역에 한정되어 있고, 대상자들의 연령분포가 49~69세인 건강한 여성이므로 그 이상의 연령, 혹은 행동제약이 있는 노인들이 포함되지 않아 연구결과를 전국규모로 일반화하기에는 어려움이 있다는 것이다. 그러나 대상자의 일반적 특성과 혈청 25-OH-비타민 D 측정치는 국민건강영양조사에 참여한 동일 연령의 대상자들과 유사한 수준이었으며 국민영양조사에서 수집하지 못한 대상자들의 비타민 D 섭취량을 비연속 3일간 수집하였을 뿐만 아니라 옥외활동시간을 함께 파악하였다는 장점을 지니고 있으므로 폐경여성의 비타민 D 영양섭취기준 마련과 영양상태 개선을 위한 기초자료로서 의의가 높다고 할 수 있겠다.

본 연구결과를 종합해보면 우리나라 폐경여성의 비타민 D 섭취량은 영양섭취기준에서 제시한 충분섭취량의 30% 수준에 불과하였으며 혈청 25-OH-비타민 D 수준도 연구 참여자의 85%가 부족한 상태에 해당하였다. 이들의 혈청 25-OH-비타민 D 수준이 선행연구들(Choi 2012; Yoon & Song 2014)에서 보고한 20~30대 여성에 비해 상대적으

로 높았던 것은 식사섭취량에는 차이가 없었으나 옥외활동 시간이 짧은 연령층에 비해 상대적으로 많았기 때문으로 사료된다. 따라서 폐경여성의 비타민 D 영양상태를 개선하려면 식사를 통한 비타민 D 섭취량 증가가 우선적으로 강조되어야 할 것이며 이와 더불어 옥외활동시간 증가와 체내 비타민 D 합성을 위한 자외선 차단 습관 개선을 안내하는 영양교육이 이루어져야 하겠다.

요약 및 결론

본 연구는 골 건강상태가 취약한 폐경여성을 대상으로 비타민 D 영양섭취기준 설정에 기여하고자 대구·경북지역의 폐경 여성 164명을 대상으로 신체계측, 식사 섭취량, 혈중 25-OH-비타민 D 수준을 측정하였으며, 그 결과를 요약하면 아래와 같다.

1) 연구 대상자의 평균 연령은 55.4세였으며, 골밀도 수준은 겨울군 $1.045 \pm 0.167 \text{ g/cm}^2$, 여름군 $1.051 \pm 0.171 \text{ g/cm}^2$ 으로 계절별 군 간에 차이는 없었다.

2) 연구 대상자들의 비타민 D의 섭취량은 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량의 30%에 불과한 수준이었으며 여름군($=3.7 \pm 4.7 \mu\text{g}$), 겨울군($=3.3 \pm 3.6 \mu\text{g}$)으로, 계절군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 대상자들의 칼슘 섭취량도 겨울군 $459.2 \pm 171.2 \text{ mg}$, 여름군 $484.7 \pm 218.6 \text{ mg}$ 으로 두 계절군 간에 유의한 차이가 없었다.

3) 대상자들의 일일 총 옥외활동시간은 겨울 45.2분, 여름 28.1분으로 겨울에 옥외활동시간이 많은 편이었으나 두 계절 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

4) 혈중 25-(OH) 비타민 D 수준이 양호한 사람은 여름군 12%, 겨울군 18%에 불과하여 80% 이상이 양호하지 못한 상태였으며, 혈중 25-(OH) 비타민 D 수준은 여름군($=19.9 \pm 8.0 \text{ ng/mL}$)과 겨울군($=22.2 \pm 10.9 \text{ ng/mL}$) 간에 차이가 없었다.

5) 연령분포에 따라 두 그룹으로 나누었을 때 칼슘 섭취량과 비타민 D 섭취량은 두 집단 간에 차이를 보이지 않았다. 반면 연령이 높은 집단의 혈청 25-(OH) 비타민 D 농도는($=23.1 \pm 11.8 \text{ ng/mL}$) 연령이 낮은 집단($=19.8 \pm 7.6 \text{ ng/mL}$)에 비해 유의하게 높았다($p=0.047$). 옥외활동시간도 연령이 높은 집단($=60.7 \pm 102.9 \text{ min}$)에서 연령이 낮은 집단($=29.1 \pm 44.2 \text{ min}$)에 비해 유의하게 많았다($p=0.018$).

한국인 영양섭취기준과 혈청 25-OH-비타민 D 평가기준에 따르면 폐경여성의 비타민 D 섭취량과 혈청 비타민 D 농도는 매우 부족한 것으로 평가되었으며 계절에 따른 차이

가 없었다. 연령이 많을 때 비타민 D 섭취량은 차이가 없었지만 옥외활동량과 혈청 25-OH-비타민 D 농도는 유의하게 높았다. 따라서 폐경여성의 비타민 D 영양상태를 개선하려면 비타민 D 섭취량을 증가시키고 계절과 무관하게 옥외활동시간을 충분히 유지하도록 안내하는 것이 필요할 것으로 보인다.

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
- Baker MR, Peacock M, Nordin BE (1980): The decline in vitamin D status with age. *Age Ageing* 9(4): 249-252
- Binkley N, Krueger D, Drezner MK (2007): Low vitamin D status: time to recognize and correct a Wisconsin epidemic. *WIMJ* 106(8): 466-472
- Buchanan JR, Santen R, Cauffman S, Cavaliere A, Greer RB, Demers LM (1986): The effect of endogenous estrogen fluctuation on metabolism of 25-hydroxyvitamin D. *Calcif Tissue Int* 39(3): 139-144
- 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
- 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 EY (2012): 25(OH)D status and demographic and lifestyle determinants of 25(OH)D among Korean adults. *Asia Pac J Clin Nutr* 21(4): 526-535
- 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
- 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
- Dawson-Hughes B (2004): Racial/ethnic considerations in making recommendations for vitamin D for adult and elderly men and women. *Am J Clin Nutr* 80(6): 1763S-1766S
- 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 (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
- Kluczynski MA, Lamonte MJ, Mares JA, Wactawski-Wende J, Smith AW, Engelman CD, Andrews CA, Snetselaar LG, Sarto GE, Millen AE (2011): Duration of physical activity and serum 25-hydroxyvitamin D status of postmenopausal women. *Ann Epidemiol* 21(6): 440-449
- Korean Nutrition Society (2010): Dietary reference intakes for Koreans, Seoul, Korea pp. 590-592
- 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 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
- Lim HJ, Kim JI (2006): Serum 25-hydroxyvitamin D status in wintertime in premenopausal working women. *Korean J Nutr* 39(7): 649-660
- Lim HJ (2005): Serum 25-hydroxyvitamin D status and associated factors in premenopausal working women. *Korean J Community Nutr* 10(1): 79-90
- Lips P, Chapuy MC, Dawson-Hughes B, Pols HAP, Holick MF (1999): An international comparison of serum 25-hydroxyvitamin D measurements. *Osteoporos Int* 9(5): 394-397
- Lund B, Sørensen OH (1979): Measurement of 25-hydroxyvitamin D in serum and its relation to sunshine, age and vitamin D intake in the Danish population. *Scand J Clin Lab Invest* 39(1): 23-30
- MacLaughlin J, Holick MF (1985): Aging decreases the capacity of human skin to produce vitamin D₃. *J Clin Invest* 76(4): 1536-1538
- 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
- Ministry of Health and Welfare & Korea Center for Disease Control and Prevention (2012): Korea health statistics 2010: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES I-V), Korea Center for Disease Control and Prevention, Seoul, pp.341-434
- Moon SJ, Kim JH (1998): The effects of vitamin D status on bone mineral density of Korean adults. *Korean J Nutr* 31(1): 46-61
- 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
- Scragg R, Camargo CA (2008): Frequency of leisure-time physical activity and serum 25-hydroxyvitamin D levels in the US population: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiol* 168(6): 577-586
- 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
- Van Dam RM, Snijder MB, Dekker JM, Stehouwer CD, Bouter LM, Heine RJ, Lips P (2007): Potentially modifiable determinants of vitamin D status in an older population in the Netherlands: the Hoorn Study. *Am J Clin Nutr* 85(3): 755-761
- 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
- World Health Organization (1994): Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis (WHO Technical Report Series 843), Geneva, Switzerland, pp.5-6
- Yoon JS, Song MK (2014): Seasonal differences in outdoor activity time and serum 25-(OH) vitamin D status of Korean young women. *Korean J Community Nutr* 19(3): 231-240