

한국 성인 여성의 비타민 D 영양상태와 비만지표와의 관계

박지영¹ · 허영란^{1,2†}

전남대학교 식품영양과학부,¹ 전남대학교 생활과학연구소²

Relationship of vitamin D status and obesity index in Korean women

Park, Ji-Young¹ · Heo, Young-Ran^{1,2†}

¹Division of Food and Nutrition, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

²Research Institute for Human Ecology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

ABSTRACT

Purpose: Vitamin D status is associated with several chronic diseases related to obesity. In this study, we evaluate the nutritional status of vitamin D and its relation to obesity indices in Korean women. **Methods:** A total of 156 healthy women participated. Vitamin D status (serum 25-OH-vitamin D₃ level) and obesity indices (body mass index, body fat mass, waist-hip ratio, and body fat percentage etc.) and serum lipid profiles and serum adipokine (leptin and adiponectin) levels were analyzed. **Results:** The 25(OH)D₃ level showed an extremely skewed distribution from 4.1 ng/ml to 24.4 ng/ml and mean 25(OH)D₃ level was 9.0 ± 4.0 ng/ml. With cut-off level for vitamin D deficiency (< 12.0 ng/ml), insufficiency (12–19.9 ng/ml) and sufficiency (≥ 20 ng/ml), 77.6%, 19.2%, and 3.2% of subjects showed vitamin D deficiency, insufficiency, and sufficiency status, respectively. The 25(OH)D₃ level showed positive correlation with weight ($r = 0.2461$, $p < 0.01$), body mass index ($r = 0.2913$, $p < 0.001$), body fat contents ($r = 0.1691$, $p < 0.05$), fat free mass ($r = 0.2330$, $p < 0.01$), and waist hip ratio ($r = 0.1749$, $p < 0.05$) after adjusted by age. The 25(OH)D₃ level showed no significant correlation with serum lipid profiles and adipokine levels. **Conclusion:** Most subjects (76.6%) in this study, who had a vitamin D deficient status and serum 25(OH)D₃ level, showed positive correlation with several obesity indices, however further research based on a large Korean population is needed to confirm the relationship.

KEY WORDS: vitamin D, obesity, 25(OH)D₃, body fat, deficiency

서 론

비타민 D는 골격형성 및 유지, 칼슘의 항상성유지에 필수적인 호르몬이며, 골다공증의 예방뿐만 아니라 골격계 이외의 조직에서도 중요한 역할을 하는 영양소이다. 최근 연구에서는 체내 비타민 D 상태가 인슐린저항성 개선, 면역반응, 염증반응 등의 기능과 연관되어 있으며, 당뇨병과 심혈관계질환, 유방암과 대장암과의 관련성이 있음이 보고되어 그 기능과 임상적 가치에 대하여 관심이 더 커지고 있다.¹⁻⁵ 최근 현대인에게서 비타민 D의 부족이 세계적으로 광범위하게 증가하고 있는 것으로 보고되고 있으며,^{6,7} 국제적으로 비타민 D 부족 상태에 대한 진단기준의 세분화 및 진단기준에 따른 비타민 D상태 분포, 질병과의 관련성에 대한 연구와 더불어 섭취 권장량이 새롭게 설정되고

있다.⁵⁻⁸

비타민 D의 영양상태는 보통 혈청 25(OH)D₃ 농도를 통하여 판정하며, 혈청 25(OH)D₃ 농도가 20~100 ng/ml (50~250 nmol/L)의 범위일 때, 부갑상선호르몬을 최대한 억제시키며, 칼슘의 장내 흡수를 최대로 유지하게 된다고 알려져 있다.⁷ 미국의학협회에서는 혈청 25(OH)D₃ 농도가 20 ng/ml 이상일 때 비타민 D 충분 (sufficiency) 상태로 판정하고 있으며, 20 ng/ml (50 nmol/L) 미만일 때를 비타민 D 부적절 (inadequacy)로 정의하고 있다. 비타민 D 부적절은 다시 12 ng/ml (30 nmol/L) 이하일 경우 비타민 D 결핍 (deficiency) 및 12 ng/ml (30 nmol/L)와 20 ng/ml (50 nmol/L) 사이일 때를 비타민 D 불충분 (insufficiency)으로 나누고 있다.⁹ 한편 세계보건기구에서는 10 ng/ml 이하인 경우를 결핍으로 정의하고 있으며,¹⁰ 국내는 아직 결핍기준

Received: February 2, 2016 / Revised: February 19, 2016 / Accepted: February 21, 2016

[†]To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-62-530-1338, e-mail: yrhuh@jnu.ac.kr

© 2016 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

이 제시되어 있지 않다.

비타민 D 상태에 대한 국내 연구의 경우 국민건강영양조사 자료를 바탕으로 분석한 보고에서 한국인의 경우 비타민 상태가 매우 취약하며, 남성보다는 여성이, 연령대별로는 20대가 가장 취약한 것으로 보고하고 있다.¹¹⁻¹³ 비타민 D 영양상태와 질병과의 관계에 대한 연구는 대부분 폐경기 여성과 노인 등 소규모 인구집단을 대상으로 골건강과 관련된 분야에 국한되어 있었으나¹¹⁻¹⁵ 최근에는 심혈관질환, 당뇨, 암 및 대사증후군 등과 같은 질환의 위험인자로서 비타민 D 영양상태의 관련성에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있다.¹⁶⁻¹⁹ 비타민 D 영양 상태가 당뇨, 심혈관질환 및 암을 비롯한 만성질환과 연관되어 있으며, 인슐린저항성 및 염증반응 등의 기능과 연관되어 있는 것으로 알려져 있는 바, 이들 만성질환과 밀접하게 연관되어 있는 비만과도 관련성이 있을 것으로 추측된다.^{1-3,15} 이에 본 연구에서는 광주, 전남 지역에 거주하는 성인 여성들을 대상으로 혈청 25(OH)D₃ 농도 측정을 통하여 비타민 D 영양상태를 분석하고, 혈청 25(OH)D₃ 농도와 비만지표 (체중, 체질량지수, 체지방량, 체지방률 등)와의 관련성을 분석하여 한국 성인여성들의 비타민 D 영양상태에 대한 기초자료를 얻고자 하였다.

연구방법

연구설계 및 연구대상

본 연구는 한국 성인여성을 대상으로 혈청 비타민 D 농도를 측정하여 신체 계측 및 체조성 분석, 혈장 지질 (콜레스테롤 및 중성지방) 농도 및 아디포카인 (leptin 및 adiponectin) 농도를 측정하여 한국 성인여성에게 있어서 혈청 비타민 D 상태와 비만 지표와의 연관성에 대하여 분석하였다. 본 연구 대상자는 광주, 전남지역에 거주하고 있는 20세 이상 60세 미만으로 임신, 수유 상태가 아닌 여성을 대상으로 하였다. 본 연구 참여 대상자의 모집은 2010년 12월부터 2011년 2월에 실시되었으며, 본 연구의 취지와 내용을 설명한 후 연구 참여서에 직접 서면 동의한 자 156명을 최종 대상자로 선정하였다. 본 연구의 조사내용 및 방법은 전남대학교 생명윤리규정에 따라 진행되었다.

연구 방법

일반사항 및 임상적 조사

일반사항으로는 연령, 생활수준을 조사하고 생활 습관으로는 운동, 음주, 보충제 섭취, 폐경 여부, 및 여성호르몬제 사용 여부 등을 조사하였다.

신체계측

신체계측은 연구 대상자들이 가벼운 옷을 착용한 상태로 진행하였고, 신장과 체중은 자동신장체중계 (BSM370, Biospace Co., Ltd, Seoul, Korea)로 측정하였으며, 체성분 분석기 (Inbody720, Biospace Co., Ltd, Seoul, Korea)를 이용하여 체질량지수 (BMI), 체지방량, 체지방률, 허리-엉덩이 둘레 비율 (WHR)을 측정하였다. 체질량지수에 따른 비만 판정은 대한 비만학회의 기준²⁰을 적용하였다.

일조시간 활동량 조사

일조시간 활동량은 Na 등²¹의 연구를 바탕으로 최근 일주일간 8시~18시동안의 야외활동시간을 조사하여 일일 평균 햇빛노출시간 (min/day)을 계산하였다.

혈중 비타민 D 농도 측정 및 평가

혈중 비타민 D 농도는 LIAISON (Diasorin, Saluggia, Italy)를 이용하여 화학발광면역측정법 (chemiluminescence immunossay, CLIA)으로 측정하였다. 비타민 D의 상태는 선행연구^{22,23}와 미국의학협회 (Institute of Medicine, IOM, 2011)⁹의 기준을 참고하여 혈중 농도 12 ng/ml 기준과 20 ng/ml 기준으로 결핍 (deficiency), 불충분 (insufficiency) 및 충분 (sufficiency)으로 각각 평가하였다.

혈청 지질 및 아디포카인 농도 측정

혈청 콜레스테롤, 중성지방, HDL-콜레스테롤은 효소법에 따른 ADVIA2400 (Siemens, USA)을 사용하여 550 nm 에서 분광광도계 (spectrophotometer)로 측정하였으며, 이상지질혈증은 한국인이상지질혈증 치료지침의 기준²⁴을 적용하였다. 혈청 leptin과 adiponectin 농도는 방사면역측정법 (radioimmunoassay, RIA)을 이용한 분석 kit (Millipore, Massachusetts, USA)로 분석하였다.

통계처리

모든 자료의 분석은 SPSS 18.0을 사용하여 통계 처리하여 평균과 표준편차로 나타내었으며 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다. 조사한 제 변수의 그룹간 비타민 D 농도의 차이는 ANOVA 및 Scheffe's multiple range test로 검증하였으며, 비타민 D 농도와 분석한 제 변수와의 관계는 Pearson's 상관계수 및 편상관계수로 검증하였다.

결 과

일반적 및 임상적 특성

본 연구 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 평균 연

Table 1. Anthropometric and biochemical characteristics of the subjects

	Mean \pm SD (Range) (n = 156)
Age (years)	39.6 \pm 10.7 (20.0 ~ 59.7) ¹⁾
20 ~ 29	37 (23.7) ²⁾
30 ~ 39	23 (14.7)
40 ~ 49	67 (42.9)
\geq 50	29 (28.6)
Height (cm)	158.7 \pm 5.3 (145.2 ~ 171.9)
Weight (kg)	57.6 \pm 6.4 (42.8 ~ 74.5)
Body mass index (kg/m ²)	22.9 \pm 2.3 (18.0 ~ 29.8)
Normal (\leq 22.9)	83 (53.2)
Over weight (23.0 ~ 24.9)	42 (26.9)
Obese (\geq 25.0)	31 (19.9)
Total body fat (kg)	18.0 \pm 4.2 (9.6 ~ 28.0)
Percent body fat (%)	30.9 \pm 5.0 (18.6 ~ 42.6)
Fat free mass (kg)	39.6 \pm 3.7 (31.4 ~ 49.4)
Waist hip ratio	0.87 \pm 0.06 (0.71 ~ 0.97)
Total cholesterol (mg/dl)	180.7 \pm 30.7 (103 ~ 291)
Triglyceride (mg/dl)	85.8 \pm 45.4 (25 ~ 327)
HDL-cholesterol (mg/dl)	55.6 \pm 11.8 (32 ~ 87)
Dyslipidemia	
Hypercholesterolemia (\geq 240 mg/dl)	7 (4.5)
Hypertriglyceridemia (\geq 200 mg/dl)	2 (1.3)
HypoHDL-cholesterolemia ($<$ 40 mg/dl)	12 (7.7)
Leptin (ng/ml)	9.5 \pm 4.6 (2.6 ~ 27.4)
Adiponectin (ng/ml)	7,994.0 \pm 3,708.2 (1,493 ~ 20,096)
Drinking	
Yes	59 (37.8)
No	97 (62.2)
Exercise	
Sedentary	79 (51.7)
Mild activity	56 (35.9)
Moderate activity	21 (13.5)
Menopause	
Post (Yes)	21 (13.5)
Pre (No)	135 (86.5)
Outdoor activity time (min/day)	56.1 \pm 38.7

1) Values are mean \pm SD (range). 2) Values are n (%).

령은 39.6 \pm 10.7세였으며, 연령대별 구성은 20대 23.7%, 30대 14.7%, 40대 42.9% 및 50대 28.6%로 40대가 가장 많았다. 연구 대상자들의 신장과 체중은 각각 평균 158.7 \pm 5.3 cm와 57.6 \pm 6.4 kg였으며, 체질량지수는 평균 22.9 \pm 2.3 kg/m²이었다. 대한비만학회의 기준에 따른 체중상태의 분포는 정상 53.2% (83명), 과체중 26.9% (42명) 및 비만 19.9% (19명)이었다. 체조성 분석기로 측정된 체지방량은 평균 18.1 \pm 4.2 kg이었고, 체지방율은 평균 31.3 \pm 5.5%이었으며, 제지방량은 평균 39.6 \pm 3.7 kg이었다. 허리엉덩이둘레비율은 평균 0.87 \pm 0.06이었다. 한편 혈중 총 콜레스테롤 농도는 평균 180.7 \pm 30.7 mg/dl, 중성지방 농

Table 2. Vitamin D status of the subjects

Variables	Value
25(OH)D ₃ (ng/ml)	9.7 \pm 4.0 (4.1 ~ 24.4) ¹⁾
10 th 2)	5.30
25 th	6.35
50 th	9.05
75 th	11.75
90 th	15.10
Vitamin D status ³⁾	
Deficiency ($<$ 12.0 ng/ml)	121 (77.6) ⁴⁾
Insufficiency (12 ~ 19.9 ng/ml)	30 (19.2)
Sufficiency (\geq 20 ng/ml)	5 (3.2)

1) Values are mean \pm SD (range). 2) Percentile value 3) Deficiency standard level by Institute of Medicine (IOM) 4) Values are n (%).

도는 평균 85.8 \pm 45.4 mg/dl 및 HDL 콜레스테롤 농도는 55.6 \pm 11.8 mg/dl이었으며, 이상지질혈증의 경우 고콜레스테롤혈증 4.5% (7명), 고중성지방혈증 1.3% (2명) 및 저 HDL콜레스테롤혈증 7.7% (12명)이었다. 아디포카인의 경우 leptin과 adiponectin 수준은 각각 평균 9.5 \pm 4.5 ng/ml 와 7,994.0 \pm 3,708.2 ng/ml이었다. 연구대상자의 37.8%가 주 1~2회 음주를 하는 것으로 조사되었고, 62.2%가 주 1회 미만으로 거의 음주를 하지 않고 있었으며, 주 3회 이상의 음주자는 없었다. 활동 강도의 경우 대상자의 51.7%가 비활동적이었다. 연구대상자 중 13.5% (21명)가 폐경 후 상태이었다. 연구 대상자의 일조시간 활동량은 총 56.1 \pm 38.7 min/day이었으며, 16시부터 18시까지의 실외활동 시간이 17.7 \pm 12.6 min/day로 하루 중 가장 높았고, 10시부터 12시 까지의 실외활동 시간이 9.0 \pm 5.0 min/day로 하루 중 가장 낮았다.

혈청 비타민 D 농도 상태

연구대상자의 평균 혈중 비타민 D 농도의 상태는 Table 2와 같다. 혈중 25(OH)D₃ 농도는 4.1에서 24.4 ng/ml의 범위를 가지고 있었고, 중위치 (50th percentile)는 9.05 ng/ml이었으며, 평균 농도는 9.7 \pm 4.0 ng/ml이었다. IOM의 판정 기준에 따른 비타민 D 영양상태의 분포를 볼 때, 77.6% (121명)가 결핍상태이었고, 19.2% (30명)가 불충분상태이었으며, 3.2% (5명)가 충분상태에 해당하였다.

일반적 특성에 따른 비타민 D 농도의 차이

연구대상자의 일반적 특성에 따른 비타민 D 농도는 Fig 1과 같다. 비타민 D 농도는 연령대에 따라 유의한 차이를 나타내었는 바, 20대가 다른 연령대에 비하여 가장 높았고 ($p < 0.05$), BMI에 따른 비만군이 정상 및 과체중군에 비하

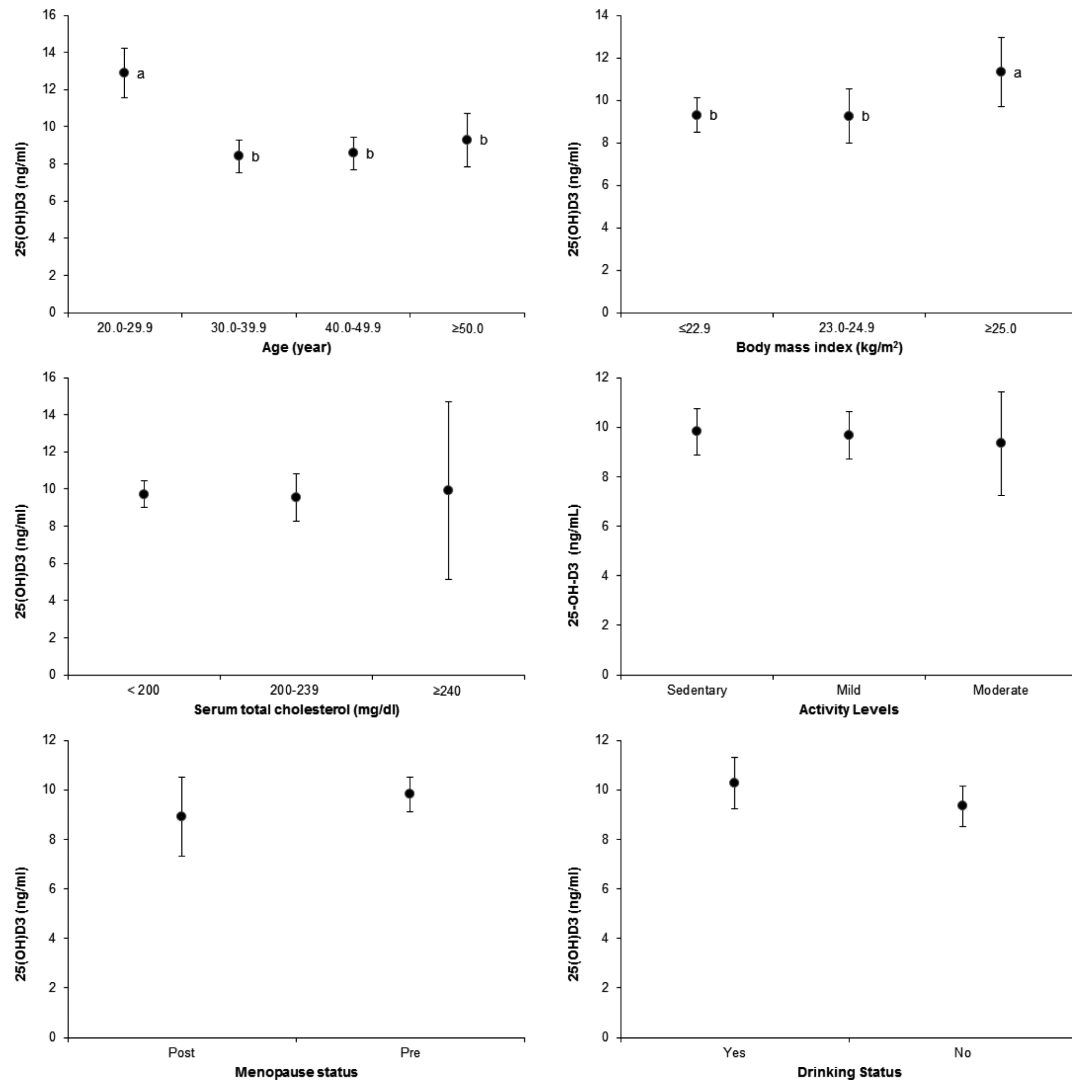


Fig. 1. Serum 25(OH)D₃ levels by general characteristics. Symbol with different superscripts are significantly different by ANOVA with post hoc test of Scheffe's method ($p < 0.05$).

Table 3. Correlation of serum 25(OH)D₃ levels with anthropometric and biochemical parameters

	Correlation coefficient	P	Partial correlation coefficient ¹⁾	P
Age (yr)	-0.3593	0.000	-	-
Height (cm)	0.1223	NS	-0.0209	NS
Weight (kg)	0.2198	0.0058	0.2461	0.0020
Body mass index (kg/m ²)	0.1573	0.0500	0.2913	0.0002
Total body fat (kg)	0.0984	NS	0.1691	0.0354
Body fat percent (%)	0.105	NS	0.0794	NS
Fat free mass (kg)	0.2636	0.0009	0.2330	0.0035
Waist hip ratio	-0.2204	0.0057	0.1749	0.0295
Total cholesterol (mg/dl)	-0.1661	0.0383	-0.0067	NS
Triglyceride (mg/dl)	-0.1434	NS	0.0031	NS
HDL-cholesterol (mg/dl)	-0.0842	NS	0.0278	NS
Leptin (ng/ml)	-0.0058	NS	0.0121	NS
Adiponectin (ng/ml)	-0.0953	NS	-0.0178	NS

1) Adjusted for age

여 유의하게 높았다 ($p < 0.05$). 반면 음주여부, 활동정도, 폐경 여부에 따라서는 유의한 차이가 없었으며, 이상지질 혈증 유무에 따라서도 유의한 차이가 없었다.

혈중 비타민 D 농도와 일반적 특성 및 비만지표와의 상관관계

연구대상자의 혈중 비타민 D 농도와 일반적 특성 및 비만지표와의 상관관계는 표 3과 같다. pearson의 단순상관 분석에 의한 혈중 비타민 D 농도와 측정된 제인자 간의 상관관계의 경우, 비타민 D 농도는 연령 ($r = -0.3593$, $0 < 0.001$)과 유의한 음의 상관관계를 보였고, 체중 ($r = 0.2198$, $p < 0.01$), 체질량지수 ($r = 0.1573$, $p < 0.05$), 체지방량 ($r = 0.0984$, $p < 0.05$) 및 체지방량 ($r = 0.2636$, $p < 0.001$)과는 유의한 양의 상관관계를 보였으며, 허리엉덩이 둘레비 ($r = -0.2204$, $p < 0.01$)와는 유의한 음의 상관관계를 보였다. 한편 혈중 지질 및 아디포카인 농도의 경우, 혈청 총콜레스테롤 농도 ($r = -0.1661$, $p < 0.05$)만이 유의한 음의 상관관계를 보였으며, 중성지방, 고밀도 지단백질 콜레스테롤 농도, leptin 및 adiponectin 수준과 비타민 D 농도는 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 이들 혈중 비타민 D 농도가 연령과 유의한 음의 상관관계를 보였는 바, 연령을 보정한 후 본 연구에서 측정된 제인자와 비타민 D 농도와의 편상관계수를 산출한 결과, 체중 ($r = 0.2461$, $p < 0.01$), 체지방량지수 ($r = 0.2913$, $p < 0.001$), 체지방량 ($r = 0.1691$, $p < 0.05$), 체지방량 ($r = 0.2330$, $p < 0.01$) 및 허리엉덩이둘레비 ($r = 0.1749$, $p < 0.05$)와 유의한 양의 상관관계를 보였다.

고 찰

본 연구는 한국 성인여성의 비타민 D 영양상태를 평가하고 비타민 D 농도와 신체계측치, 혈중 지질 및 아디포카인 농도와의 관계 특히 비만지표와의 관계를 알아보고자 하였다. 비타민 D 영양상태는 체내 비타민 D의 기능적 표지인 혈청 25(OH)D₃ 농도를 측정하여 평가하였으며, 선행연구¹²⁻¹⁵ 및 미국의학협회 (IOM)⁹의 기준을 적용하여 12 ng/ml 미만인 경우 비타민 D 결핍 (deficiency), 12-19.9 ng/ml인 경우 비타민 D 불충분 (insufficiency), 20 ng/ml 이상인 경우 비타민 D 충분 (sufficiency)으로 정의하였다. 본 연구 대상자 중 비타민 D 결핍에 해당하는 인원은 77.6%인 121명이었으며, 비타민 D 불충분에 해당하는 인원은 19.2%인 30명으로 전체대상자의 96.8%가 부족상태에 해당하였다. 이러한 결과는 Jung¹²이 국민영양조사자료를 분석한 보고에서 여성의 경우 비타민 D 영양상태가 불

충분한 경우가 20대 88.2%, 30대 83%, 40대 83%, 50대 78.6% 및 60대 73.2% 보다 높은 비율이었다. 비타민 D는 자외선 노출에 의해 피부에서 합성되는 영양소로 자외선 노출 시간 및 노출된 자외선의 강도에 따라 합성량이 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 국내 연구에서도 거주 지역, 계절, 실외활동 정도 등이 영향을 미치고 있음이 입증된 바 있다²². 한편 Park 등¹⁴의 연구에서는 폐경기 여성을 대상으로 한 연구에서 혈중 25(OH)D₃가 20 ng/ml 이하인 경우 90.6%라고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 폐경기 여성 21명 중 1명을 제외한 20명이 25(OH)D₃가 20 ng/ml 이하에 해당하였다. 본 연구 대상자의 평균 25(OH)D₃ 농도는 9.7 ± 4.0 ng/ml로 국내에서 보고된 자료들과 비교해 볼 때, 연령별¹² 및 폐경여부^{14,25} 등의 동일 조건과 비교 시 모두 낮았다. 이러한 결과는 본 연구 진행 시기가 자외선 노출에 의해 피부에서 합성되는 비타민 D가 가장 낮은 수치를 나타내는 겨울이었으므로 계절적 요인이 작용된 것이라 생각된다. 비타민 D 농도가 계절에 따라 차이를 보이는 바, 혈중 비타민 D 농도가 겨울에 가장 낮은 수치를 보이는 반면 여름에 가장 높은 수치를 보이게 되는 주기적인 연중변화를 보인다고 알려져 있으며²⁶⁻²⁸, 이러한 결과는 국내 자료에서도 보고된 바 있다^{22,29,30}. 연구대상자의 일조시간 활동량은 56.0 min/day로 Lim³⁰과 Na 등²¹의 보고의 옥외활동 시간보다는 적었다. 이는 본 연구대상자 대부분이 상대적으로 자외선 노출시간에 외출시간이 적으며 실내 활동 위주의 생활양식 때문이며, 본 연구대상자가 비타민 D 영양상태가 취약한 요인으로 작용한 것으로 생각된다. 한편 본 연구에서 비타민 D 농도와 햇빛 노출 시간과는 유의한 관계를 보이지 않았고 이는 Na 등²¹의 연구의 혈중 비타민 D 농도와 일일 햇빛 노출 시간과는 연관성이 없었던 결과와 일치한다. 일반적으로 겨울철 자외선 조사량은 다른 계절에 비해 적고 피부 노출 부위 또한 적으므로 자외선을 통해 피부에서 합성되는 비타민 D 보다 식품에서 섭취되는 비타민 D가 혈중 비타민 D 농도에 더 큰 영향을 미친다는 보고가 있다.³¹ 그러나 겨울철 캐나다에서 성인 여성을 대상으로 비타민 D 섭취량과 생활패턴을 조사한 연구에서 우유나 종합비타민제를 통해 비타민 D를 충분히 섭취한 경우에도 비타민 D 결핍 및 불충분이 나타나, 생활양식과 비타민 D 섭취가 비타민 D 영양상태에 미치는 영향이 적다고 보고하였다³². 본 연구에서는 식사를 통한 비타민 D 섭취량을 조사하지 못하여 섭취량과 비타민 D 농도와의 관계를 추론하지 못하였으며, 이는 본 연구의 제한점이다. 향후 연구에서는 비타민 D 섭취량 조사를 통한 연관성 분석도 함께 이루어져야 할 것이다. 본 연구에서 비타민 D 영양상태와 활동성은 유의한 관계를 나타내지 않

았다. 그러나 Scragg 등³³은 심혈관 질환이 있는 사람들에게서 혈중 비타민 D 수치가 낮은 이유가 활동성과 관련이 있으며, 활동성이 낮은 사람들이 심혈관 질환의 위험도가 증가하므로 비타민 D 수준이 낮은 것으로 보인다고 하였다. 본 연구 대상자의 경우 만성질환을 가진 경우가 없어 만성질환과 비타민 D 영양상태와의 연관성을 추론할 수 없었으며, 이에 대한 부분도 추후연구에서 이루어져야 할 부분이다. 본 연구에서는 비타민 D 영양상태에 영향을 미치는 요인들로 연령, 신체계측, 혈중 지질농도, leptin과 adiponectin을 조사, 측정하여 혈중 25(OH)D₃ 농도와 상관을 분석하였다. 단순상관분석 결과 체중, 체질량지수, 체지방량, 체지방량 및 총콜레스테롤 농도와는 유의한 양의 상관관계를 보였고, 연령, WHR 및 혈청 총 콜레스테롤 농도와는 유의한 음의 상관관계를 보였다. 본 연구결과에서 체질량지수에 따른 비만 상태에 따라 비타민 D 농도를 비교한 결과 비만군이 과체중 및 정상군에 비하여 혈중 25(OH)D₃ 농도가 유의하게 높았으며, 체질량 지수와 혈중 25(OH)D₃ 농도와는 유의한 양의 상관관계를 보였다. 그러나 이러한 결과는 유럽에서 진행된 연구^{2,34} 및 미국에서 시행된 Parikh 등의 연구¹에서 체질량지수는 혈중 25(OH)D₃ 농도와 역의 상관관계가 있다는 보고와는 상반되었다. Vilarrasa 등³¹은 유럽에서 정상, 비만, 고도비만 여성을 대상으로 시행한 연구에서 혈중 25(OH)D₃ 농도는 체중, 체질량지수 및 체지방량과 역의 상관관계가 있었다고 하였으며, Parikh 등¹은 미국에서 비만인을 대상으로 시행한 연구에서 혈중 25(OH)D₃ 농도는 체질량지수와 체지방량과 역의 상관관계가 있었다고 보고하였다. 이러한 결과는 국외의 선행연구의 경우 체질량 지수 25.0 kg/m² 이상 되는 비만인 대상자가 많았고 30.0 kg/m² 이상 되는 고도비만인 대상자도 많이 포함되었으나 본 연구에서는 체질량 지수 25.0 kg/m² 이상의 대상자는 19.9%밖에 되지 않았으며 30.0 kg/m² 이상인 대상자는 없어 추후에 비만 및 고도비만 대상자를 추가한 연구가 필요함을 시사하였다. 한편 국내 보고 자료에 의하면 Shin 등²⁵이 폐경 여성을 대상으로 시행한 연구에서 혈중 25(OH)D₃ 농도는 체질량지수 25 kg/m² 이상에서 체질량지수와 역상관관계가 있었고 하였으며, Park 등¹⁵이 한국 폐경 여성을 대상으로 시행한 연구에서는 25(OH)D₃ 농도와 체질량지수와의 상관관계가 없었다고 하였고, Chang 등³⁵이 폐경 여성을 대상으로 시행한 연구에서도 25(OH)D₃ 농도와 체중과의 상관관계는 없었다고 하였다. 한편 Yoon 등¹⁷은 비타민 D 농도는 체질량지수와 양의 상관관계가 있다고 하여 연구자에 따라 상반된 결과들을 보고하고 있다. 본 연구에서 단순상관계수로 볼 때, 혈중 비타민 D 농도는 연령과 강한 음의 상관관계를

나타내었다. 연령은 체중 및 체조성과 강한 연관성을 가지므로 연령을 보정한 후, 측정된 제 인자와의 상관성을 편상관계수로 분석한 결과, 체중, 체질량지수, 체지방량과의 상관관계가 증가되었다. 특히 체지방량과는 유의한 양의 상관관계가 추가로 나타났으며, 허리엉덩이비율과는 음의 상관관계에서 양의 상관관계로 변화하였다. 이러한 결과는 체중을 비롯한 비만과 비타민 D 상태와의 관련 가능성을 시사하는 것으로 생각된다. Arunabh 등³⁶은 혈중 비타민 D 영양상태는 체지방 함량, 즉 지방세포 함량 자체가 영향을 주며 이는 지방조직 내 비타민 D 분포의 변화로 인한 것이라 설명하였다. 비만인의 경우 체내 지방세포가 비타민 D를 고립시켜 혈중 비타민 D를 낮추므로² 비만인의 경우 정상인에 비하여 더 많은 양의 비타민 D 섭취가 필요하다는 보고가 있다.

본 연구는 한국 성인여성을 대상으로 비타민 D의 영양상태를 조사하여, 비타민 D의 영양상태와 비만지표와의 관련성에 대한 자료를 제시하였다. 그러나 단편적 연구의 방법으로 연구가 이루어진 점과 대상자를 많은 수 모집하지 못한 한계점을 가지고 있다. 또한 비타민 D의 농도가 최고치를 보이는 여름을 포함하여 봄과 가을에 대상자를 모집하지 못 하였고, 혈중 비타민 D 농도와 함께 부갑상선호르몬 농도를 측정하지 못한 점도 본 연구의 제한점이다. 따라서 향후 우리나라의 여러 지역에서 각 계절별, 연령 별, 남성까지 조사 대상을 확대하고, 다양한 비만도를 보이는 연구 대상자가 많이 포함된 대규모 추가연구가 필요하다 하겠다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구에서 밝혀진 바와 같이 우리나라 성인여성 대부분이 비타민 D 영양상태가 취약한 것으로 나타났으므로 비타민 D 결핍 예방에 대한 다양한 대책 마련이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

한국 성인 여성들을 대상으로 비타민 D 영양상태에 대한 기초자료를 얻고자 혈청 25(OH)D₃ 수준, 신체계측 및 체조성 분석, 일조시간 활동량, 혈중 지질 농도 및 아디포카인 농도를 측정하여, 혈중 25(OH)D₃ 수준과 비만지표와의 관계를 분석하였다. 156명의 연구 대상자 중 혈중 25(OH)D₃ 농도가 12 ng/ml 미만은 77% (121명)로 결핍상태에 해당하였고, 12~19.9 ng/ml는 19.2% (30명)로 불충분상태에 해당하였으며 충분상태에 해당하는 20 ng/ml 이상은 3.2% (5명)로 나타났다. 혈중 25(OH)D₃ 농도는 체중, 체질량지수, 체지방량, 허리엉덩이 비율과 유의한 양의 상관관계가 있어 비만지표와 양의 상관성을 보였다. 이러한 결과는 우리나라 성인 여성의 비타민 D 영양상태가 취

약한 상태이고, 비만과의 관련 가능성이 있음을 나타내며, 이에 비타민 D 결핍예방을 위한 방안 강구가 필요함을 시사한다.

References

- Parikh SJ, Edelman M, Uwaifo GI, Freedman RJ, Semega-Janneh M, Reynolds J, Yanovski JA. The relationship between obesity and serum 1,25-dihydroxy vitamin D concentrations in healthy adults. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89(3): 1196-1199.
- Snijder MB, van Dam RM, Visser M, Deeg DJ, Dekker JM, Bouter LM, Seidell JC, Lips P. Adiposity in relation to vitamin D status and parathyroid hormone levels: a population-based study in older men and women. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90(7): 4119-4123.
- Ford ES, Ajani UA, McGuire LC, Liu S. Concentrations of serum vitamin D and the metabolic syndrome among U.S. adults. *Diabetes Care* 2005; 28(5): 1228-1230.
- Park HA, Kim SY. Recent advance on vitamin D. *J Korean Med Assoc* 2013; 56(4): 310-318.
- Chowdhury R, Stevens S, Ward H, Chowdhury S, Sajjad A, Franco OH. Circulating vitamin D, calcium and risk of cerebrovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Epidemiol* 2012; 27(8): 581-591.
- Abrahamsen B, Masud T, Avenell A, Anderson F, Meyer HE, Cooper C, Smith H, LaCroix AZ, Torgerson D, Johansen A, Jackson R, Rejnmark L, Wactawski-Wende J, Brixen K, Mosekilde L, Robbins JA, Francis RM; DIPART (Vitamin D Individual Patient Analysis of Randomized Trials) Group. Patient level pooled analysis of 68 500 patients from seven major vitamin D fracture trials in US and Europe. *BMJ* 2010; 340: b5463.
- Holick MF. Vitamin D status: measurement, interpretation, and clinical application. *Ann Epidemiol* 2009; 19(2): 73-78.
- Misra M, Pacaud D, Petryk A, Collett-Solberg PF, Kappy M; Drug and Therapeutics Committee of the Lawson Wilkins Pediatric Endocrine Society. Vitamin D deficiency in children and its management: review of current knowledge and recommendations. *Pediatrics* 2008; 122(2): 398-417.
- Institute of Medicine, Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium (US). Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. Washington, D.C.: National Academies Press; 2011.
- WHO Scientific Group on the Prevention and Management of Osteoporosis (CH). Prevention and management of osteoporosis: WHO technical report series 921. Geneva: World Health Organization; 2003.
- Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2010: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-1). Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2011.
- Jung IK. Prevalence of vitamin D deficiency in Korea: results from KNHANES 2010 to 2011. *J Nutr Health* 2013; 46(6): 540-551.
- Choi HS, Oh HJ, Choi H, Choi WH, Kim JG, Kim KM, Kim KJ, Rhee Y, Lim SK. Vitamin D insufficiency in Korea—a greater threat to younger generation: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2008. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96(3): 643-651.
- Park HM, Kim JG, Choi WH, Lim SK, Kim GS. The vitamin D nutritional status of postmenopausal women in Korea. *Korean J Bone Metab* 2003; 10(1): 47-55.
- Park HM, Lee ES. The relationship between serum vitamin D concentration and body mass index in Korean postmenopausal women. *J Korean Soc Menopause* 2006; 12(4): 141-147.
- Park S, Lee BK. Vitamin D deficiency is an independent risk factor for cardiovascular disease in Koreans aged ≥ 50 years: results from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Nutr Res Pract* 2012; 6(2): 162-168.
- Yoon H, Kim GS, Kim SG, Moon AE. The relationship between metabolic syndrome and increase of metabolic syndrome score and serum vitamin D levels in Korean adults: 2012 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *J Clin Biochem Nutr* 2015; 57(1): 82-87.
- Oh MG, Han MA, Park J, Ryu SY, Choi SW. The prevalence of vitamin D deficiency among cancer survivors in a nationwide survey of the Korean population. *PLoS One* 2015; 10(6): e0129901.
- Chung SJ, Lee YA, Hong H, Kang MJ, Kwon HJ, Shin CH, Yang SW. Inverse relationship between vitamin D status and insulin resistance and the risk of impaired fasting glucose in Korean children and adolescents: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2009-2010. *Public Health Nutr* 2014; 17(4): 795-802.
- Korean Society for the Study of Obesity. Clinical practice guidelines for obesity in Korea. Seoul: Choungwoon; 2012.
- Na B, No S, Kim MJ, Han HS, Jeong EH, Han Y, Hyeun T. Nutritional status of vitamin D in Korean mothers and their newborn infants. *Korean J Perinatol* 2007; 18(4): 339-406.
- Yu A, Kim J, Kwon O, Oh SY, Kim J, Yang YJ. Associations between serum 25-hydroxyvitamin D and consumption frequencies of vitamin D rich foods in Korean adults and older adults. *Korean J Community Nutr* 2014; 19(2): 122-132.
- Malabanan A, Veronikis IE, Holick MF. Redefining vitamin D insufficiency. *Lancet* 1998; 351(9105): 805-806.
- Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis. Treatment guidelines for dyslipidemia in Korea. 3rd edition. Seoul: Choungwoon; 2015.
- Shin JS, Song CH, Cho DJ, Lee BS, Bai SW, Park JH, Park KH. The effects of vitamin D and parathyroid hormone in Korean postmenopausal women. *J Korean Soc Menopause* 2005; 11(1): 56-62.
- Chapuy MC, Preziosi P, Maamer M, Arnaud S, Galan P, Hercberg S, Meunier PJ. Prevalence of vitamin D insufficiency in an adult normal population. *Osteoporos Int* 1997; 7(5): 439-443.
- Scharla SH. Prevalence of subclinical vitamin D deficiency in different European countries. *Osteoporos Int* 1998; 8 Suppl 2: S7-S12.
- Lips P, van Schoor NM, de Jongh RT. Diet, sun, and lifestyle as determinants of vitamin D status. *Ann N Y Acad Sci* 2014; 1317(1): 92-98.
- Lim HJ. Serum 25-hydroxyvitamin D status and associated factors in premenopausal working women. *Korean J Community Nutr* 2005; 10(1): 79-90.
- Lim HJ, Kim JI. Serum 25-hydroxyvitamin D status in wintertime in premenopausal working women. *Korean J Nutr* 2006; 39(7): 540-551.

- 649-660.
31. Berwick M, Erdei EO. Vitamin D and melanoma incidence and mortality. *Pigment Cell Melanoma Res* 2013; 26(1): 9-15.
32. Vieth R, Cole DE, Hawker GA, Trang HM, Rubin LA. Wintertime vitamin D insufficiency is common in young Canadian women, and their vitamin D intake does not prevent it. *Eur J Clin Nutr* 2001; 55(12): 1091-1097.
33. Scragg R, Holdaway I, Singh V, Metcalf P, Baker J, Dryson E. Serum 25-hydroxyvitamin D3 is related to physical activity and ethnicity but not obesity in a multicultural workforce. *Aust N Z J Med* 1995; 25(3): 218-223.
34. Vilarrasa N, Maravall J, Estepa A, Sánchez R, Masdevall C, Navarro MA, Alía P, Soler J, Gómez JM. Low 25-hydroxyvitamin D concentrations in obese women: their clinical significance and relationship with anthropometric and body composition variables. *J Endocrinol Invest* 2007; 30(8): 653-658.
35. Chang WC, Kwon IS, Park BJ, Bae SH, Park SC. The association of vitamin D and parathyroid hormone with bone mineral density in Korean postmenopausal women. *J Korean Geriatr Soc* 2003; 7(3): 194-205.
36. Arunabh S, Pollack S, Yeh J, Aloia JF. Body fat content and 25-hydroxyvitamin D levels in healthy women. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88(1): 157-161.