



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



**저작자표시.** 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



**비영리.** 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



**변경금지.** 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의학 석사학위 논문

한국 여성에서 혈청 25(OH) 비타민  
D농도에 따른 대사지표 및 호르몬 수치  
의  
비교

아주대학교 대학원

의학과

최승화

한국 여성에서 혈청 25(OH) 비타민  
D농도에 따른 대사지표 및 호르몬 수치  
의  
비교

지도교수 박 셋 별

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함.

2007년 8월

아 주 대 학 교 대 학 원

의 학 과

최 승 화

최승화의 의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 박 색 별 인

심 사 위 원 정 윤 석 인

심 사 위 원 이 순 영 인

아 주 대 학 교 대 학 원

2007년 6월 22일

## 한국 여성에서 혈청 25(OH) 비타민 D농도에 따른 대사지표 및 호르몬 수치 비교

**연구목적** 골대사와 관련된 부분 이외의 비타민 D의 역할에 대해 다양한 연구가 이뤄지고 있으나 우리나라에서의 자료는 부족한 실정이다. 이 연구에서는 한국인 여성을 대상으로, 혈청 25(OH) 비타민 D농도 20ng/ml를 기준으로 하여 정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군으로 나누어, 두 군 간의 대사지표 및 호르몬 수치의 비교를 통해 비타민 D의 다양한 역할에 대해 알아보하고자 하였다.

**연구대상 및 방법** 1997년 3월 1일부터 2005년 2월 28일까지 아주대학병원 건강검진센터를 내원하여 건강검진을 받은 30세 이상의 여성 중 혈청 25(OH) 비타민 D농도를 측정된 3,399명을 대상으로, 인구사회학적 특성을 설문조사 하였으며 신체계측 및 혈압 측정을 시행하였다. 혈청 25(OH) 비타민 D, 공복혈당, 혈중 지질농도, 요산, 알부민, high sensitivity C-reactive protein, 호모시스테인 농도를 측정하였다. Insulin like growth factor-I, Insulin like growth factor binding protein 3, sex hormone binding globulin과 같은 호르몬 수치도 측정하였다.

**결과** 정상 비타민 D군에서 비타민 D 부족군에 비해 나이가 유의하게 높았다 ( $P=0.042$ ). 활동도는 정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군 간의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $P=0.001$ ). 교육 정도와 재정 상태는 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 체질량지수와 체지방율은 정상 비타민 D군에서 유의하게 더 낮았으며( $P=0.012$ ,  $P=0.001$ ), 체지방량은 유의하게 더 높았다( $P=0.004$ ). 정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군 간에 수축기 혈압과 이완기 혈압, 각각에 있어 유의한 차이는 없었다. 그러나 나이를 보정한 후 수축기 혈압은 비타민 D 부족군에서 유의하게 더 낮았다( $P=0.041$ ). 공복 혈당, 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 알부민 농도에 있어서도 두 군 간의 유의한 차이는 보이지 않았다. 요산 농도는 정상 비타민 D군에서 유의하게

더 높게 나타났다( $P=0.018$ ). 백혈구 수, hs-CRP, 호모시스테인 농도는 두 군 간의 유의한 차이가 없었다. Insulin like growth factor-I 수치는 두 군 간의 유의한 차이가 없었으나 나이를 보정하였을 때 정상 비타민 D군에서 유의하게 더 높은 것으로 나타났다( $P=0.013$ ). Insulin like growth factor binding protein 3 수치는 정상 비타민 D군에서 비타민 D 부족군보다 유의하게 높았다( $P=0.001$ ). Sex hormone binding globulin 수치는 두 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다.

**결론** 비타민 D는 골대사와 관련된 역할 이외에 대사 작용과 호르몬 분비에 있어서도 영향을 미치는 것으로 보이며, 앞으로 비타민 D 사용의 임상적인 유용성을 기대해 볼 수 있겠다. 향후 이와 관련하여 비타민 D의 다양한 역할에 대한 전향적인 연구가 필요하다.

---

핵심어: 비타민 D, 대사지표, 호르몬

## 차 례

국문요약 .....	i
차례 .....	iii
표 차례 .....	iv
I. 서론 .....	1
II. 연구대상 및 방법 .....	2
A. 연구대상 .....	2
B. 연구방법 .....	2
C. 통계처리 .....	3
III. 결과 .....	4
IV. 고찰 .....	10
V. 결론 .....	17
참고문헌 .....	18
ABSTRACT .....	25

## 표 차례

Table 1. Basic characteristics of studying subjects .....	6
Table 2. Comparison between normal vitamin D group and vitamin D deficiency group on activity, education and financial state .....	7
Table 3. Comparison between normal vitamin D group and vitamin D deficiency group on metabolic markers & hormone levels .....	8



## I. 서 론

비타민 D 관련 질환으로 처음 임상적으로 기술된 것은 구루병으로, 1651년 Glisson이 명명하였다(P.Lips, 2006). 그 후 20세기 초에 햇빛과 구루병환의 관계가 처음으로 알려졌으며, 1920년 즈음에 햇빛으로 구루병을 치료한 것이 최초로 보고되었다(Holick, 1994).

비타민 D는 대부분 피부를 통해 흡수되어 간에서 25-hydroxylase에 의해 25-hydroxyvitamin D로 변환되고, 이것은 다시 신장에서 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> (이하 1,25(OH)<sub>2</sub>D)로 전환된다. 1,25(OH)<sub>2</sub>D는 활성화된 대사물로 장에서의 칼슘흡수를 촉진시키는 역할을 한다(P.Lips, 2006).

성인에서 비타민 D가 부족할 경우 이차적 부갑상선기능항진을 유발(Khaw KT 등, 1992)하여 골교체율의 증가, 골 손실을 가져와 골절의 위험을 증가시키는 것으로 알려져 있다(Julie A Pasco 등, 2004). 그러나 이런 골대사와 관련한 역할 이외에도 다른 대사지표로서의 비타민 D의 역할에 대해서도 관심이 증가되고 있다. 비타민 D와 비만과 관련된 대사지표들과의 관계나 성장호르몬과의 관계에 대한 연구들이 그 예이다. 이러한 연구들은 대부분 외국에서 시행한 것으로, 골 대사 이외의 비타민 D역할에 대한 우리나라에서의 연구는 부족한 실정이다.

또한 비타민 D의 체내 농도를 알 수 있는 비타민 D의 상태지수로 가장 흔하게 혈청 25-hydroxyvitamin D(이하 25-OHVD)를 사용한다(Julie A Pasco 등, 2004). 활성화 상태인 1,25(OH)<sub>2</sub>D가 좀 더 정확한 체내 비타민 D의 상태를 반영하나, 반감기가 1-2일이고 혈중 내 농도도 50 pg/ml 로 소량이므로 일반적으로 혈청 25-OHVD를 측정해 사용한다(Julie A Pasco 등, 2004).

이 연구에서는 한국인 여성을 대상으로, 혈청 25-OHVD농도에 따른 여러 대사지표 및 호르몬 수치와의 관련성을 살펴보고 비타민 D의 다양한 역할에 대해 알아보려고 하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### A. 연구대상

1997년 3월 1일부터 2005년 2월 28일까지 아주대학교 병원 건강검진센터를 방문한 30세 이상의 여성 중 혈청 25-OHVD농도를 측정된 5,378명을 대상으로 하였다. 이 중 제외기준에 해당되는 1,979명을 제외한 3,399명의 여성을 대상으로 자료를 분석하였다. 제외 기준은 갑상선 질환, 류마티스 질환과 같이 골다공증과 관련이 있는 질환을 가지고 있거나 여성 호르몬 제제, 항갑상선 제제, 스테로이드 제제, 알러지 약, 간질약과 같이 골밀도에 영향을 줄 수 있는 약제를 복용중인 사람이었다. 또한 혈청 크리아티닌 농도가 1.5 mg/dl 이상인 사람도 제외하였다. 이는 건강검진에서의 검사결과와 검진당시 자가 작성한 설문지를 기준으로 시행하였다.

### B. 연구방법

대상자의 설문지를 통해 인구사회학적 특성을 조사하였으며 생체전기저항분석기(Inbody 3.0, Biospace, Korea, 2001)를 이용하여 키, 체중, 체지방량, 체지방량을 측정하였다. 혈청 25-OHVD농도는 <sup>125</sup>I RIA Kit (DiaSorin, Stillwater, MN, USA)를 이용하여 방사선 면역법(radioimmunoassay)으로 측정하였다. 체질량 지수(body mass index, 이하 BMI)는 몸무게(kilogram)를 키(meter)의 제곱으로 나누어 계산하였다. 혈압은 TM-2655P(PMS, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 검사실 검사는 8시간 이상 금식 후 혈액을 채취하여 분석하였다. 백혈구 수는 ADVIA 120(Bayer Diagnostics, USA)을 이용하여 측정하였다. 공복혈당은 포도당 산화 효소법(TBA 200FR, Toshiba, Japan)을 이용하여 측정하였으며, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 총 콜레스테롤, 중성지방은 효소법(Enzymatic colorimetric method, TBA 2000FR, Toshiba, Japan)을 이용하여 측정하였다. C-reactive protein는 high sensitive CRP(이하 hs-CRP)로 rate nephelometry 방법으로 IMMAGE 면역생화학 분석기(Beckman Instruments,

Fullerton, CA, USA)를 이용하여 측정하였다. 호모시스테인은 electrochemiluminescence 방법을 이용하여 ADVIA CENTAUR(Bayer Diagnostics, USA)로 측정하였다. 또한 요산 및 알부민 농도 측정을 위해 정맥혈을 potassium ethylenediaminetetraacetic acid(K<sub>2</sub>EDTA) tube에 채혈하여 실온 4시간 이내에 분석하였다. Insulin like growth factor I(이하 IGF-I), insulin like growth factor binding protein 3(이하 IGF-BP3), sex hormone binding globulin(이하 SHBG)은 방사선 면역법(radioimmunoassay)을 이용하여 측정하였다.

혈청 25-OHVD농도는 Lips(Lips P, 2001)에 의한 정의에 따라 20ng/ml 이상인 그룹을 정상 비타민 D군으로 분류하고 그 미만인 경우를 비타민 D 부족군으로 분류하였다.

### C. 통계처리

통계처리 시 결과분석은 평균 ± 표준편차로 나타내었으며 자료 분석은 SPSS (version 11.5) 통계프로그램을 사용하였다. Student T-test를 이용하여 정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군 간의 대사지표 및 호르몬 수치의 차이를 구하였다. ANCOVA를 이용하여 나이를 보정한 후 두 군 간의 대사지표 및 호르몬 수치의 차이를 알아보았다. *P-value*는 0.05미만인 경우를 유의성이 있는 것으로 간주하였다. 혈청 25-OHVD농도와 여러 변수들 간의 상관관계는 피어슨 상관계수를 구하였다.

### III. 결 과

#### A. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 총 3,399명의 여성으로 평균 나이는  $53.54 \pm 6.50$  세, 평균 BMI는  $24.41 \pm 3.12 \text{ kg/m}^2$  이었다. 평균 혈청 25-OHVD농도는  $17.81 \pm 9.38 \text{ ng/ml}$  이었다. 혈청 25-OHVD농도  $20 \text{ ng/ml}$  이상의 정상군은 1,124명으로 전체 대상군의 33.1%를 차지하였고, 평균 혈청 25-OHVD농도는  $28.17 \pm 8.35 \text{ ng/ml}$  로 나타났다. 혈청 25-OHVD농도  $20 \text{ ng/ml}$  미만의 비타민 D 부족군은 2,275명으로 전체 대상군의 66.9%였으며, 평균 혈청 25-OHVD농도는  $12.69 \pm 4.22 \text{ ng/ml}$  로 나타났다. 연구 대상자들의 연령 및 BMI의 분포는 Table 1.과 같다.

#### B. 정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군 간의 사회경제학적 특성 비교

정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군에서 활동도는 두 군 간의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $P=0.001$ ). 교육정도, 재정적 여유에 있어서는 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

#### C. 정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군 간의 대사지표 및 호르몬 수치 비교

정상 비타민 D군의 평균나이는  $53.87 \pm 6.27$  세로, 비타민 D 부족군의  $53.39 \pm 6.58$  세보다 유의하게 높았다( $P=0.042$ ). BMI와 체지방율은 정상 비타민 D군에서 유의하게 더 낮았으며( $P=0.012$ ,  $P=0.001$ ), 체지방량은 유의하게 더 높았다( $P=0.004$ ). 허리둘레에 있어서 두 군 간 유의한 차이는 없었다. 정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군 간에 수축기 혈압과 이완기 혈압, 각각에 있어 유의한 차이는 없었다. 그러나 나이를 보정한 후 수축기 혈압은, 정상 비타민 D군에서 유의하게 더 낮은 것으로 나타났다( $P=0.041$ ). 공복 혈당, 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 알부민 농도에 있어서 두 군 간의 유의한 차이는 보이지 않았다. 요산 농도는 정상 비타민 D군에서 유의

하게 더 높게 나타났다( $P=0.018$ ). 백혈구 수, hs-CRP, 호모시스테인 농도는 두 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다. IGF-I, SHBG 수치 또한 두 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 나이를 보정하였을 때 IGF-I 수치는 정상 비타민 D군에서 유의하게 더 높았다( $P=0.013$ ). IGF-BP3 수치는 정상 비타민 D군에서 비타민 D 부족군보다 유의하게 더 높았다( $P=0.001$ ).

**Table 1. Basic characteristics of the studing subjects(n=3,399)**

	Total N (%)	Normal Vit D group N (%)	Vit D deficiency group N (%)
Number	3,399 (100.0)	1,124 (33.1)	2,275 (66.9)
25-OHVD(ng/ml)	17.81 ± 9.38*	28.17 ± 8.35*	12.69 ± 4.22*
Age(years)	53.54 ± 6.50*	53.87 ± 6.27*	53.39 ± 6.58*
30~39	37 ( 1.1)	8 ( 0.7)	29 ( 1.3)
40~49	917 ( 27.0)	281 (25.0)	636 (28.0)
50~59	1,857 ( 54.6)	639 (56.9)	1,218 (53.5)
60~69	551 ( 16.2)	188 (16.7)	363 (16.0)
≥70	37 ( 1.1)	8 ( 0.7)	29 ( 1.3)
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	24.41 ± 3.12*	24.22 ± 2.99*	24.50 ± 3.18*
<18.5	43 ( 1.3)	18 ( 1.6)	25 ( 1.1)
18.5 ≤ <23	1,086 ( 32.0)	355 (31.6)	731 (32.1)
23 ≤ <25	923 ( 27.3)	328 (29.2)	595 (26.2)
25 ≤ <30	1,177 ( 34.6)	381 (33.9)	796 (35.0)
≥30	168 ( 4.9)	41 ( 3.6)	127 ( 5.6)

\*mean ± SD, 25-OHVD: 25-hydroxyvitamin D, BMI: body mass index

**Table 2. Comparison between normal vitamin D group and vitamin D deficiency group on activity, education and financial state**

	Normal Vit D group N (%)	Vit D deficiency group N (%)	<i>P-value</i>
Activity(n=1,570)	435 (38.7)	1,140 (50.1)	0.001*
resting	16 ( 3.7)	62 ( 5.4)	
Sedentary	134 (30.8)	453 (39.7)	
mild activity	98 (22.5)	267 (23.4)	
moderate activity	80 (18.4)	167 (14.6)	
severe activity	107 (24.6)	86 ( 7.5)	
Education(graduation)(n=1,691)	485 (43.1)	1,206 (53.0)	0.064
elementray school	192 (39.6)	395 (32.8)	
middle school	92 (19.0)	255 (21.1)	
high school	139 (28.7)	379 (31.4)	
College	50 (10.3)	155 (12.9)	
Graduate school	12 ( 2.5)	22 ( 1.8)	
Financial state(n=1,598)	450 (40.0)	1,148 (50.5)	0.094
high	116 (25.8)	240 (20.9)	
middle	316 (70.2)	866 (75.4)	
low	18 ( 4.0)	2 ( 0.2)	

\**P-value* < 0.05 by chi-square test

**Table 3. Comparison between normal vitamin D group and vitamin D deficiency group on metabolic markers & hormone levels**

	Total		Normal Vit D group		Vit D deficiency group		<i>P-value</i>	
	N (%)	mean ± SD	N (%)	mean ± SD	N (%)	mean ± SD		
Age(years)	3,399 (100.0)	53.55 ± 6.5	1,124 (33.1)	53.87 ± 6.27	2,275 (66.9)	53.39 ± 6.58	0.042*	
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	3,397 ( 99.9)	24.41 ± 3.12	1,123 (33.0)	24.22 ± 2.99	2,274 (66.9)	24.50 ± 3.18	0.012*	0.006**
Waist circumference(cm)	3,281 ( 96.5)	78.59 ± 8.11	1,100 (32.4)	78.31 ± 7.97	2,181 (64.2)	78.73 ± 8.18	0.157	0.065
Body fat(%)	3,375 ( 99.3)	29.35 ± 5.43	1,116 (32.8)	28.89 ± 5.28	2,259 (66.5)	29.57 ± 5.49	0.001*	0.001**
Lean body mass(kg)	3,207 ( 94.4)	34.97 ± 23.83	1,009 (29.7)	36.77 ± 24.59	2,198 (64.7)	34.14 ± 23.43	0.004*	0.003**
Systolic BP(mmHg)	3,398 ( 99.9)	124.038 ± 19.75	1,122 (33.0)	123.44 ± 19.47	2,275 (66.9)	124.35 ± 19.88	0.205	0.041**
Diastolic BP(mmHg)	3,398 ( 99.9)	76.25 ± 11.17	1,122 (33.0)	75.96 ± 10.81	2,275 (66.9)	76.40 ± 11.34	0.278	0.148
Fasting glucose(mg/dl)	3,213 ( 94.5)	100.23 ± 20.83	1,013 (29.8)	99.86 ± 19.32	2,200 (64.7)	100.39 ± 21.49	0.498	0.345
Uric acid(mg/dl)	1,896 ( 55.8)	4.29 ± 0.95	537 (15.8)	4.37 ± 0.95	1,359 (40.0)	4.26 ± 0.95	0.018*	0.023**
Albumin(g/dl)	1,896 ( 55.8)	4.35 ± 0.23	537 (15.8)	4.37 ± 0.24	1,359 (40.0)	4.35 ± 0.22	0.061	0.054
Total cholesterol(mg/dl)	3,395 ( 99.9)	204.02 ± 36.90	1,122 (33.0)	205.61 ± 37.43	2,272 (66.8)	203.24 ± 36.62	0.078	0.140
Triglyceride(mg/dl)	3,395 ( 99.9)	133.57 ± 81.22	1,122 (33.0)	136.7 ± 84.43	2,272 (66.8)	132.04 ± 79.57	0.116	0.201
HDL cholesterol(mg/dl)	3,369 ( 99.1)	54.63 ± 12.84	1,113 (32.7)	55.01 ± 12.83	2,255 (66.3)	54.46 ± 12.84	0.237	0.148
LDL choletsterol(mg/dl)	3,369 ( 99.1)	122.61 ± 33.48	1,113 (32.7)	123.16 ± 33.99	2,255 (66.3)	122.32 ± 33.23	0.495	0.672
WBC(x10 <sup>3</sup> /uL)	1,897 ( 55.8)	5.59 ± 1.51	537 (15.8)	5.68 ± 1.49	1,360 (40.0)	5.56 ± 1.53	0.132	0.154
hs CRP(mg/dl)	624 ( 18.4)	0.15 ± 0.28	203 ( 6.0)	0.15 ± 0.26	421 (12.4)	0.15 ± 0.29	0.765	0.838
Homocysteine(uMol/L)	688 ( 20.9)	7.51 ± 2.16	218 ( 6.4)	7.38 ± 1.62	470 (13.8)	7.57 ± 2.36	0.287	0.175
IGF-I(ng/ml)	1,650 ( 48.5)	145.32 ± 81.96	566 (16.7)	150.96 ± 87.39	1,084 (31.8)	142.37 ± 78.85	0.050	0.013**
IGF BP3(ng/ml)	1,663 ( 48.9)	3.57 ± 0.95	569 (16.7)	3.74 ± 0.97	1,094 (32.2)	3.49 ± 0.94	0.001*	0.001**
SHBG(nmol/L)	2,778 ( 81.7)	58.06 ± 32.73	876 (25.8)	59.21 ± 33.67	1,902 (56.5)	57.53 ± 32.29	0.210	0.143

\**P-value* < 0.05 by Student T-test



\*\**P-value* < 0.05 by ANCOVA, age adjustment

BMI: body mass index, BP: blood pressure, HDL: high density lipoprotein, LDL: low density lipoprotein, WBC: white blood cell, hs-CRP: high sensitivity C-reactive protein, IGF-I: insulin like growth factor-I, IGF-BP3: insulin like growth factor binding protein 3, SHBG: sex hormone binding globulin

## IV. 고 찰

우리나라에서의 비타민 D 상태에 관한 보고는 기초자료로는 아직 부족한 실정이다. 그 중 1999년에 시행된 우리나라 폐경여성 258명의 연구를 보면, 혈청 25-OHVD의 평균 농도는  $12.1 \pm 6.1$  ng/ml 이며, 20 ng/ml 미만이 차지하는 비율은 91.1%로 나타났다(박형무, 2004). 이 연구에서는 대상군을 폐경여성에 국한하지 않았으며 대상군 수도 이전보다 크기 때문에 비타민 D 부족의 유병율이 기존 결과와 차이를 보이는 것으로 생각한다.

이 연구에서 정상 비타민 D군의 평균 나이는  $53.87 \pm 6.27$  세로 비타민 D 부족군의  $53.39 \pm 6.58$  세보다 유의하게 높았다( $P=0.042$ ). 그러나 혈청 25-OHVD농도와 나이의 상관관계를 살펴봤을 때는 유의한 연관성을 보이지 않았다( $r=0.027$ ,  $P=0.119$ ). 나이와 혈청 25-OHVD농도는 여러 연구에서 일관되지 않은 관계를 보인다. 연령 증가에 따라 혈청 25-OHVD농도의 감소를 관찰한 연구들이 있으며(Burnand B. 등, 1992; Dubbelman R. 등, 1993), 노인에서 비타민 D의 광전환 생성율은 연령의 증가에 따라 감소하는 것으로 알려져 있다(Holick MF 등, 1989; MacLaughlin J과 Holick MF, 1985). 그러나 근래 미국에서 발표된 대규모 연구에서는, 인종별로 나이와 혈청 25-OHVD농도의 관계가 다르게 나타났다(Heike A. Bischoff-Ferrari 등, 2004). 백인에서는 나이증가에 따라 혈청 25-OHVD농도가 감소했으나 흑인에서는 오히려 증가하였다. 일본에서 시행한 연구를 보면, 젊은 여성에서 나이 든 여성보다 혈청 25-OHVD농도가 더 낮은 결과를 보였다(Yasunaga Ono 등, 2005; Kazutoshi Nakamura 등, 2001). 한국 폐경 여성을 대상으로 한 연구에서는 혈청 25-OHVD농도와 나이는 관련이 없었다(박형무, 2004). 이 연구에서 정상 비타민 D 군과 비타민 D 부족군 간의 차이가 발생한 것은 각 군의 대상군 수의 차이와 연령대별 분포도 차이를 고려하지 못한 결과여서, 혈청 25-OHVD농도와 나이의 상관관계에 대한 분석과 다른 결과를 보인 것으로 생각한다. 그러므로 앞으로 나이와 비타민 D 농도와의 관계에 대한 보다 더 대규모의 분석이 필요하다고 생각한다.

이전 연구들에서 혈청 25-OHVD농도와 BMI는 음의 상관관계를 가지는 것으로 알려져 있다(Shamik J. Parikh 등, 2004; Rizzoli R 등, 2006). 그러나 폐경여성을 대상으로 했던 우리나라 연구에서, 혈청 25-OHVD농도와 BMI는 유의한 상관관계를 보이지 않았다(박형무, 2004). 이 연구에서 정상군의 BMI 평균은 비타민 D 부족군의 평균보다 유의하게 낮은 수치를 보였다( $P=0.012$ ). 나이를 보정하였을 때도 같은 결과였다( $P=0.006$ ). 그러나 상관관계를 살펴보았을 때는 이전의 연구와 마찬가지로 유의한 차이를 볼 수 없었다( $r=-0.024$ ,  $P=0.166$ ). 그러므로 혈청 25-OHVD농도와 BMI와의 관계에 대해서는 좀 더 전향적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

정상 비타민 D군에서 비타민 D 부족군에 비해 체지방율이 유의하게 낮았으며( $P=0.001$ ), 체지방량은 유의하게 높게 나타났다( $P=0.004$ ). 이는 나이를 보정하였을 때도 마찬가지였다( $P=0.001$ ,  $P=0.003$ ). 나이와 BMI를 보정하였을 때도 정상비타민 D 군에서 체지방율은 유의하게 더 낮게( $P=0.012$ ), 체지방량은 유의하게 더 높게 나타났다( $P=0.009$ ). 상관관계를 보았을 때도 비슷한 결과였다. 혈청 25-OHVD농도는 체지방율과 유의한 음의 상관관계( $r=-0.061$ ,  $P=0.001$ )를 보였고 체지방량과는 유의한 양의 상관관계( $r=0.068$ ,  $P=0.001$ )를 보였다. 이는 이전에 시행한 연구들에서 관찰된 것과 같은 결과이다(Shamik J. Parikh 등, 2004; Arunabh S 등, 2003). 허리둘레와 BMI를 보정했을 때에도 혈청 25-OHVD농도는 체지방율과 유의한 음의 상관관계( $r=-0.049$ ,  $P=0.006$ )를 보였고 체지방량과는 유의한 양의 상관관계를 보였다( $r=0.083$ ,  $P=0.001$ ). 그러므로 비타민 D 보충 등으로 인한 혈청 25-OHVD농도의 상승이 체지방율의 감소, 체지방량의 증가를 가져올 수 있을 것으로 기대해 볼 수 있으며, 향후 이에 대한 전향적인 무작위 대조군 연구를 통해 임상에서의 비타민 D적용을 고려해 볼 수 있을 것이다.

활동도는 정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군 간의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $P=0.001$ ). 비타민 D의 대부분이 자외선을 통해 피부에서 합성되므로(Yasunaga Ono 등, 2005), 태양광선에의 노출이 적은 것은 비타민 D부족의 위험요인으로 알려져 있다(Rizzoli R 등, 2006). 이 연구에서는 활동도가 높은 사람이

자외선에의 노출 시간이 더 충분하여 위와 같은 결과가 나온 것으로 생각해 볼 수 있겠다.

혈청 25-OHVD와 교육정도의 상관관계에 대한 연구 중 2,589명의 폐경기 여성을 대상으로 시행한 연구에서, 교육수준이 낮을수록 비타민 D 부족이 심하다는 연관성을 보았다(Rizzoli R 등, 2006). 그러나 이 연구에서는 정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군 사이에 교육정도의 유의한 차이를 관찰하지는 못하였다.

수축기 혈압은 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았으나, 나이를 보정하였을 때 비타민 D 부족군에서 유의하게 더 높은 것으로 나타났다( $P=0.041$ ). 이는 비타민 D 부족군에서 우발적 고혈압의 위험이 증가한다는 전향적 연구결과와 맥락을 같이 한다(Forman JP 등, 2007). 그 기전에 대한 설명 중 하나로 쥐에서  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ 가 renin 표현을 억제하는 것을 관찰한 연구가 있다(Li YC 등, 2002). 그러나 아직 기전에 대해서도 더 많은 연구가 필요하며, 향후 비타민 D 보충이 고혈압 발생을 줄이는지에 대한 연구도 더 필요할 것으로 생각한다.

원발성 부갑상선 기능항진증 환자에서는 신장을 통한 요산 제거율이 감소하여 혈청 요산 농도가 상승되는 것으로 알려져 있다(Dennis L Kasper 등; 2005). 혈청 25-OHVD와 PTH는 역의 상관관계를 가지므로(Khaw KT 등, 1992), 비타민 D의 부족이 PTH의 상승을 유발하고 이로 인해 혈청 요산 농도가 상승한다고 유추해 볼 수 있다. 그러나 이 연구에서, 혈청 요산 농도의 평균은 비타민 D 부족군에 비해 정상 비타민 D군에서 유의하게 더 높은 것으로 나타났다( $P=0.018$ ). 또한 직접적인 상관관계를 본 연구는 아니지만 이와 비슷한 결과를 보인 연구로, 칼슘과 비타민 D를 투여한 군과 위약군을 비교하였을 때 투여군에서 혈청 요산 농도가 높음을 관찰한 연구가 있었다(Brazier M 등, 2005). 물론 위 연구에선 칼슘이 요산 농도에 미치는 영향을 고려해야 하므로, 비타민 D와 요산의 관계에 대한 결과로 해석하기는 힘들다. 지금까지의 연구 중, 요산과 비타민 D 대사와의 생리적 관련 기전이나 혈청 요산 농도와 25-OHVD농도와의 관계에 대한 규명을 목적으로 한 연구는 거의 보고되지 않았다. 앞으로 요산 농도에 대한 비타민 D의 역할에 대한 연구에 있어 더 많은 노력이 필요할 것으로

생각한다.

혈청 25-OHVD는 88%가 vitamin D binding protein에 결합하여 순환하며, 0.03%는 자유형으로, 그 외 나머지는 알부민과 결합하여 순환한다고 알려져 있다(Harrison's principles of internal medicine 16th edition, vol 2. p.2,246). 이 연구에서 혈청 알부민 농도는 두 군 간 평균차이를 보이지 않았다. 그러나 상관관계에 있어서는 혈청 25-OHVD농도와 알부민 농도는 양의 상관관계를 보였다( $r=0.047$ ,  $p=0.042$ ). 이는 폐경기 이전 여성에서 혈청 25-OHVD농도와 혈청 알부민 농도와의 상관관계를 본 다른 연구에서와도 같은 결과이다(Ho SC 등, 1994). 그러므로 더 많은 대상군을 포함시킬 경우, 두 군 간의 혈청 알부민 농도 차이에 관한 결과는 달라질 수 있을 것으로 생각한다. 향후 대규모의 연구로 이에 대한 조사가 필요하다 하겠다.

혈청 25-OHVD농도와 지질 대사와의 상관관계에 대한 연구들은 아직 일관된 연구결과를 보이고 있지 않다(Grimes DS 등, 1996; Auwerx J 등, 1992; Chiu KC 등, 2004). 비타민 D 부족이 총 콜레스테롤 농도 상승과 연관이 있음을 관찰한 연구도 있으며(Grimes DS 등, 1996; Auwerx J 등, 1992), 혈청 25-OHVD농도와 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤과의 모든 관계에서 연관성을 보지 못한 연구도 있었다(Chiu KC 등, 2004). 이 연구에서도 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤 농도에 있어 정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군 사이의 유의한 차이를 관찰하지 못하였다.

혈청 25-OHVD농도가 대사증후군, 심혈관계 질환과 음의 상관관계를 보인다는 연구결과들이 있다(Ford, E.S 등, 2005; Scragg. R., 1990). 그러나 비타민 D 부족이 심혈관계 질환의 새로운 위험인자인지에 대해서는 아직 논란이 있으며 더 많은 자료와 연구가 필요한 상황이다(Norman, P.E. & Powell, J.T.,2005). 이 연구에서는 심혈관계 질환의 위험인자로 알려진 hs-CRP(Peter Libby & Paul M Ridker, 2004)와 호모시스테인(The Homocysteine Studies Collaboration, 2002)의 농도를 정상 비타민 D 군과 비타민 D 부족군에서 각각 살펴보았다. 두 군 사이

에 hs-CRP와 호모시스테인 농도는 차이를 보이지 않았다. 이는 나이와 BMI를 보정해도 같은 결과였다( $P=0.634$ ,  $P=0.141$ ). 폐경 후 여성 중 류마티스 관절염 환자에서의 비타민 D와 면역 활성화지표들과의 관계를 살펴본 연구에서, hs-CRP와 혈청 25-OHVD농도는 통계적으로 의미 있는 관계를 보이지 않았다(Oelzner P 등, 1999). 혈청 25-OHVD농도와 호모시스테인과의 관계에 대한 연구는 거의 보고되지 않았다. 이 연구에서 hs-CRP를 측정된 사람은 대상군의 18.4%인 624명, 호모시스테인을 측정된 사람은 20.9%인 688명으로, 전체 대상군에 비해 상대적으로 분석에 포함된 사람 수가 적었다는 제한점이 있다. 또한 hs-CRP나 호모시스테인의 결과에 영향을 미치는 심혈관계 질환 병력의 유무를 고려하지 못한 것에도 한계점이 있다 하겠다. 향후 hs-CRP, 호모시스테인과 비타민 D와의 관계를 보려면 더 대규모의 잘 구성된 연구가 필요할 것으로 생각한다.

IGF-I은 in vitro와 in vivo 연구에서 골매질의 축적과(Hock 등, 1998) 콜라겐 쇠퇴를 감소시키는 것으로 알려져 있다(Marcelli 등, 1990). 이 연구에서 정상군의 IGF-I 평균 농도가 더 높게 나타나긴 했지만, 두 군 사이 평균 농도의 유의한 차이는 볼 수 없었다. 그러나 나이를 보정하였을 때는 정상군의 IGF-I 평균 농도가 유의하게 높은 것으로 나타났으며( $P=0.013$ ), BMI와 나이를 모두 보정하였을 때도 유의한 차이를 관찰할 수 있었다( $P=0.010$ ). 이와 비슷한 결과로, 나이와 BMI 보정 시 IGF-I농도와 혈청 25-OHVD간의 양의 상관관계를 본 연구가 있었다(Diana Rucker 등, 2004; Center JR 등, 1999). 남성에서 IGF-I과 칼슘 항상성에 관해 살펴본 연구에서는 IGF-I과 혈청 25-OHVD농도가 의미 있는 상관관계를 보이지 않았으나, PTH농도와 IGF-I은 음의 상관관계를 갖는 것이 관찰되었다(D. Fatayerji 등, 2000). 이 연구에서 PTH농도는 측정하지 못했기 때문에, 대상군에서의 비타민 D 대사에 대한 IGF-I의 작용을 살펴기에는 부족한 점이 있다. 그 외에도 IGF-I은 25-OHVD hydroxylation을 통해 active 1,25(OH)<sub>2</sub>D 생성을 유도하는 것으로 알려져 있다(Halloran & Spencer, 1988; Bianda 등, 1998; D. Fatayerji 등, 2000). 향후 IGF-I과 비타민 D의 관련성에 대한 다각적인 연구들

이 더 필요하다고 생각한다. IGF-BP3농도는 정상 비타민 D군에서 유의하게 높게 나타났다( $P=0.001$ ). 비타민 D 대사에 있어 IGF-BP3의 역할에 대한 연구는 거의 보고되고 있지 않다.

이전에 시행된 연구 중, 젊은 핀란드 남성에서 SHBG농도와 혈청 25-OHVD농도가 양의 상관관계를 보인 연구 결과가 있다(Valimaki VV, 2004). 여성 대상의 연구에서는 다낭성 난포증 환자를 대상으로 SHBG농도와 혈청 25-OHVD농도의 양의 상관관계를 관찰한 연구가 있다(Hahn S 등, 2006). 그러나 노인 남성을 대상으로 한 연구에서는 상관관계를 보지 못한 결과도 있다(Center JR 등, 1999). 이 연구는 여성을 대상으로 하였으며, 다낭성 난포증 환자 포함여부를 알 수는 없었다. 그러나 이전의 연구 결과를 토대로 기대했던 것과는 달리, 정상 비타민 D군과 비타민 D 부족군 간의 혈청 25-OHVD농도는 유의한 차이를 보이지 못하였다. 체중이 SHBG와 혈청 25-OHVD농도를 저하시키는 인자로 알려져 있어(Wortsman J, 2000; Bell NH, 1985) 나이와 체중을 보정하였으나, 역시 같은 결과를 보였다( $P=0.253$ ). 그러나 상관관계를 살펴보았을 때에는 혈청 25-OHVD농도와 SHBG농도간의 양의 상관관계를 관찰할 수 있었다( $r=0.046$ ,  $p=0.015$ ). 이런 결과를 초래한 기전에 대해서는 명확하게 밝혀진 사실은 아직 없다. SHBG에 대한 IGF-I의 역할에 대해서까지도 여러 연구결과가 나오고 있으며(Center JR 등, 1999), 아직 더 많은 연구가 필요한 상태이다.

이 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 비타민 D는 음식과 햇빛을 통해 체내에 흡수되는데, 대상군에서의 식이상태와 일광 조사량에 대한 파악이 이루어지지 않았다. 둘째, 환자의 설문에 의거해서 현재 복용약과 현 병력을 파악하여 이를 제외 기준에 적용시켰기 때문에, 환자가 파악하지 못하고 있는 약제나 질환상태가 결과에 작용했을 수 있다. 셋째, 이전의 연구들에 비해선 대상군 수가 3,399명으로 비교적 크지만, 아직 한국 여성의 비타민 D값에 대한 자료로 사용하기엔 부족한 규모이다. 특히 hs-CRP와 호모시스테인의 경우, 측정군 수가 전체군의 20%정도로 비교적 적었다. 넷째, 혈청 25-OHVD농도는 건강검진을 시행한 모든 사람에서 측정된 것이 아니라, 건강검진을 받은 사람 중 원하는 경우 선택하여

검사한 것이므로 검사결과에 선택적 편견이 작용했을 수 있다. 다섯 째, 이 연구는 혈청 25-OHVD농도와 대사지표 및 호르몬 수치와의 단순 관계만을 살핀 단면연구로 시행되었으므로, 향후 단면연구의 제한점을 극복한 전향적 연구나 환자 대조군 연구 등이 더 필요하다 하겠다.



## V. 결 론

비타민 D는 골대사와 관련된 역할 이외에 대사 작용과 호르몬 분비에 있어서도 영향을 미치는 것으로 보이며, 앞으로 비타민 D 사용의 임상적인 유용성을 기대해 볼 수 있겠다. 향후 이와 관련하여 비타민 D의 다양한 역할에 대한 전향적인 연구가 필요하다.

## 참고 문헌

1. 박형무, 박성대, 박황신, 허 민: 한국 비고령 폐경 여성에서 비타민 D의 영양 상태. *대한폐경학회지* 1:59-66, 2004
2. Arunabh S, Pollack S, Yeh J, Aloia JF: Body fat content and 25-hydroxyvitamin D levels in healthy women. *J Clin Endocrinol Metab* 88:157-161, 2003
3. Auwerx J, Bouillon R, Kesteloot H.: Relation between 25-hydroxyvitamin D3, apolipoprotein A-1 and high density lipoprotein cholesterol. *Atherosclerosis Thromb* 12:671-4, 1992
4. Bell NH, Epstein S, Greene A, Shary J, Oexmann MJ, Shaw S: Evidence for alteration of the vitamin D-endocrine system in obese subjects. *J Clin invest* 76:370-373, 1985
5. Bianda, T., Glatz, Y., Bouillon, R., Froesch, E.R. & Schmid, C.: Effects of short-term insulin-like growth factor-I(IGF-I) or growth hormone(GH) treatment on bone metabolism and on production of 1,25-dihydroxycholecalciferol in GH-deficient adults. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 83, 81 - 87, 1998
6. Bouillon R, Muls E, De Moor P.J: Influence of thyroid function on the serum concentration of 1,25-dihydroxyvitamin D3, *Clin Endocrinol Metab* Oct;51(4):793-7, 1980
7. Brazier M, Grados F, Kamel S, Mathieu M, Morel A, Maamer M, Sebert JL, Fardellone P.: Clinical and laboratory safety of one year's use of a combination calcium + vitamin D tablet in ambulatory elderly women with vitamin D insufficiency: results of a multicenter, randomized, double-blind,

- placebo-controlled study. *Clin Ther* Dec;27(12):1885-93, 2005
8. Burnand B, Sloutskis D, Gianoli F, et al.: Serum 25-hydroxyvitamin D: distribution and determinants in the Swiss population. *Am J Clin Nutr* 56:537, 1992
  9. Center JR, Nguyen TV, Sambrook PN, Eisman JA.: Hormonal and biochemical parameters in the determination of osteoporosis in elderly men. *J Clin Endocrinol Metab* Oct;84(10):3626-35, 1999
  10. Chiu KC, Chu A, Go VLW, Saad MF.: Hypovitaminosis D is associated with insulin resistance and cell dysfunction. *Am J Clin Nutr* 79:820 - 5, 2004
  11. Collins D, Jasani C, Fogelman I, Swaminathan R.: Vitamin D and bone mineral density. *Osteoporos Int* 8:110-114, 1998
  12. D. Fatayerji, E. B. Mawer, R. Eastell: The Role of Insulin-Like Growth Factor I in Age-Related Changes in Calcium Homeostasis in Men, *J Clin Endocrinol Metab* 85: 4657-4662, 2000
  13. Dennis L. Kasper et al: Harrison's Principles of internal medicine, 16th edition, McGraw-Hill Companies, vol 2. pp.2309-2310, 2005
  14. Diana Rucker, Shereen Ezzat, Anastasia Diamandi, Javad Khosravi and David A. Hanley: IGF-I and testosterone levels as predictors of bone mineral density in healthy, community-dwelling men, *Clinical Endocrinology* 60:491 - 499, 2004
  15. Dubbelman R, Jonxis JHP, Muskiet FAJ, Saleh AEC.: Age-dependent vitamin D status and vertebral condition of white women living in Curacao (The Netherlands Antilles) as compared with their counterparts in The Netherlands. *Am J Clin Nutr* 58:106, 1993

16. Ford, E.S., Ajani, U.A., McGuire, L.C. & Liu, S.: Concentrations of serum vitamin D and the metabolic syndrome among US adults. *Diabetes Care* 28, 1228-1230, 2005
17. Forman JP, Giovannucci E, Holmes MD, Bischoff-Ferrari HA, Tworoger SS, Willett WC, Curhan GC.: Plasma 25-hydroxyvitamin D levels and risk of incident hypertension. *Hypertension* May;49(5):1063-9, 2007
18. Fradinger EE, Zanchetta JR.: Vitamin D and bone mineral density in ambulatory women living in Buenos Aires, Argentina. *Osteoporos Int* 12:24 - 27, 2001
19. Grimes DS, Hindle E, Dyer T. Sunlight: cholesterol and coronary heart disease. *QJM* 89:579-89, 1996
20. Hahn S, Haselhorst U, Tan S, Quadbeck B, Schmidt M, Roesler S, Kimmig R, Mann K, Janssen OE.: Low serum 25-hydroxyvitamin D concentrations are associated with insulin resistance and obesity in women with polycystic ovary syndrome. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* Nov;114(10):577-83, 2006
21. Halloran, B.P. & Spencer, E.M.: Dietary phosphorus and 1,25-dihydroxyvitamin D metabolism: influence of insulin-like growth factor I. *Endocrinology* 123, 1225 - 1229, 1988
22. Heike A, Bischoff-Ferrari, M.D., M.P.H., Thomas Dietrich, M.D., M.P.H., E. John Orav, PhD, Bess Dawson-Hughes, M.D.: Positive association between 25-hydroxyvitamin D levels and bone mineral density: A Population-based study of younger and older adults. *Am J Med* 116:634-639, 2004
23. Ho SC, Mac Donald D, Chan C, Fan YK, Chan SS, Swaminathan R. :

- Determinants of serum 1,25-dihydroxyvitamin D concentration in healthy premenopausal subjects. *Clin Chim Acta* Oct 14;230(1):21-33, 1994
24. Hock, J.M., Centrella, M. & Canalis, E.: Insulin-like growth factor I has independent effects on bone matrix formation and cell replication. *Endocrinology* 122, 254 - -260, 1988
25. Holick MF, Matsuoka LJ, Wortsman J.: Age, vitamin D, and solar ultraviolet. *Lancet* 44:1104-1105, 1989
26. Holick M.F., McCollum award lecture 1994: vitamin D: new horizons for the 21st century. *Am. J. Clin. Nutr* 60, 619 - .630, 1994
27. J. O. Kristinsson, O. Valdimarsson, G.Sigurdsson, L. Franzson, I.Olafsson & L. Steingrimsdottir: Serum 25-hydroxyvitamin D levels and bone mineral density in 16-20 years-old girls: lack of association. *J Intern Med* 243:381-8, 1998
28. Julie A Pasco, Margaret J Henry, Mark A Kotowicz, Kerrie M Sanders, Ego Seeman, John R Pasco, et al.: Seasonal Periodicity of Serum Vitamin D and Parathyroid Hormone, Bone Resorption, and Fractures: The Geelong Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res* 19:752-758, 2004
29. Kazutoshi Nakamura, Kimiko Ueno, Tomoko Nishiwaki, Yoko Okuda, Toshiko Saito, Yasuo Tsuchiya et al.: Nutrition, mild hyperparathyroidism, and bone mineral density in young Japanese women. *Am J Clin Nutr* 82:1127 - 33, 2005
30. Kazutoshi Nakamura, M.D., MPH, Mitsue Nashimoto, B.A., Shigeki Matsuyama, B.A., and Masaharu Yamamoto, M.D.: Low Serum Concentrations of 25-Hydroxyvitamin D in Young Adult Japanese Women: A Cross Sectional Study. *Nutrition* 17(11-12):921-5, 2001

31. Kelley S, Scanlon, PhD, RD, Susan Blank MD, Thomas Sinks, PhD et al: Subclinical Health Effects in a Population Exposed to Excess Vitamin D in Milk. *Am J Public Health* 85:1418-1422, 1995
32. Khaw KT, Sneyd MJ, Compston J.: Bone density, parathyroid hormone and 25-hydroxyvitamin D concentrations in middle aged women. *BMJ* 305:273-7, 1992
33. Li YC, Kong J, Wei M, Chen ZF, Liu SQ, Cao LP.: 1,25-Dihydroxyvitamin D(3) is a negative endocrine regulator of the renin-angiotensin system. *J Clin Invest* 110:229-238, 2002
34. Lips P.: Vitamin deficiency and secondary hyperparathyroidism in the elderly: Consequences for bone loss and fractures and therapeutic implications. *Endocr Rev* 22:477-501, 2001
35. MacLaughlin J, Holick MF.: Aging decrease the capacity of human skin to produce vitamin D<sub>3</sub>. *Clin Invest* 76:1536-1538, 1985
36. Marcelli, C., Yates, A.J. & Mundy, G.R.: In vivo effects of human recombinant transforming growth factor beta on bone turnover in normal mice. *Journal of Bone Mineral Research* 5:1087-1096, 1990
37. Mezquita-Raya P, Munoz-Torres M, Luna JD, et al.: Relation between vitamin D insufficiency, bone density, and bone metabolism in healthy postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 16:1408 - 1415, 2001
38. Miell JP, Taylor AM, Zini M, Maheshwari HG, Ross RJ, Valcavi R.: Effects of hypothyroidism and hyperthyroidism on insulin-like growth factors (IGFs) and growth hormone- and IGF-binding proteins, *J Clin Endocrinol Metab* Apr;76(4):950-5, 1993
39. Nakamura K, Nashimoto M, Yamamoto M.: Are the serum

- 25-hydroxyvitamin D concentrations in winter associated with forearm bone mineral density in healthy elderly Japanese women? *Int J Vitam Nutr Res* 71(1):25-9, 2001
40. Norman, P.E. & Powell, J.T.: Vitamin D, shedding light on the development of disease in peripheral arteries. *Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology*, 25, 39-46, 2005
41. Nurten Budak, Betül Cicek, Habibe Sahin and Ahmet Tutus: Bone mineral density and serum 25-hydroxyvitamin D level: is there any difference according to the dressing style of the female university students. *Int J Food Sci Nutr* 55:569-575, 2004
42. Oelzner P, Franke S, Müller A, Hein G, Stein G.: Relationship between soluble markers of immune activation and bone marker in post-menopausal women with rheumatoid arthritis, *Rheumatology (Oxford)*, Sep;38(9):841-7, 1999
43. Outila TA, Karkkainen MU, Lamberg-Allardt CJ.: Vitamin D status affects serum parathyroid hormone concentrations during winter in female adolescents: associations with forearm bone mineral density. *Am J Clin Nutr* 74:206 - 210, 2001
44. P. Lips. Vitamin D physiology. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 92:4-8, 2006
45. Peter Libby, Paul M Ridker: Inflammation and atherosclerosis: role of C-reactive protein in risk assessment, *Am J Med* Mar 22;116 Suppl 6A:9S-16S, 2004
46. Rizzoli R, Eisman JA, Norquist J, Ljunggren O, Krishnarajah G, Lim SK, Chandler J.: Risk factors for vitamin D inadequacy among women with

- osteoporosis: an international epidemiological study. *Int J Clin Pract* Aug;60(8):1013-9, 2006
47. Scragg, R., Jackson, R., Holdaway, I., Lim, T. & Beaglehole, R.: Myocardial infarction is inversely associated with plasma 25-hydroxyvitamin D3 levels: a community-based study. *International Journal of Epidemiology* 19, 559-563, 1990
48. Shamik J. Parikh, Mariniedelman, Gabriel I. 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. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 89(3):1196-1199, 2004
49. The Homocysteine Studies Collaboration: Homocysteine and risk of ischemic heart disease and stroke: a meta-analysis, *JAMA* 288(16):2015-2012, 2002
50. Valimaki VV, Alfthan H, Ivaska KK, Loyttyniemi E, Pettersson K, Stenman UH, Valimaki MJ.: Serum estradiol, testosterone, and sex hormone-binding globulin as regulators of peak bone mass and bone turnover rate in young Finnish men. *J Clin Endocrinol Metab* Aug;89(8):3785-9, 2004
51. Wortsman J, Matsuoka LY, Chen TC, Lu Z, Holick MF: Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *Am J Clin Nutr* 72:690 - 693, 2000
52. Yasunaga Ono, Atsushi Suzuki, Motoko Kotake, Xiaoli Zhang, Keiko Nishiwaki-Yasuda, Yoko Ishiwata, et al.: Seasonal changes of serum 25-hydroxyvitamin D and intact parathyroid hormone levels in a normal Japanese population. *J Bone Miner Metab* 23:147-151, 2005



## Comparison on metabolic markers and hormone level according to serum 25-hydroxyvitamin D level

Seung Hwa Choi

Department of Medical Sciences  
The Graduate School, Ajou University

(Supervised by Assistant Professor Sat Byul Park)

**Object** Vitamin D have diverse effects on various metabolic markers and hormone. We investigated multiple roles of vitamin D by comparing metabolic markers and hormone levels according to serum 25-hydroxyvitamin D level.

**Methods** We investigated 3,399 women who had periodic health examination in Ajou university hospital from March 1st, 1997 to February 28th, 2005. Height, Weight, Waist circumference, and blood pressure were measured. Socioeconomic status was asked by questionnaire. Serum 25-hydroxyvitamin D level, fasting glucose, uric acid, albumin, lipid profile, high sensitive C-reactive protein, homocysteine and white blood cell counts were measured. Insulin like growth factor-I, insulin like growth factor binding protein 3, and sex hormone binding globulin level were measured. We divide the subjects into normal vitamin D group and vitamin D deficiency group by serum 25-hydroxyvitamin level 20 ng/ml.

**Results** Mean age was older in normal vitamin D group than in vitamin deficiency group with significance( $P=0.042$ ). Activity was significantly different between normal vitamin D group and vitamin deficiency group( $P=0.001$ ). Education level and financial state were not different between normal vitamin D group and vitamin D deficiency group. Body mass index and body fat were significantly lower in normal vitamin D group( $P=0.012$ ,  $P=0.001$ ). Lean body mass was significantly higher in normal vitamin D group than in vitamin D deficiency group( $P=0.004$ ). Systolic blood pressure was significantly higher in normal vitamin D group than in vitamin D deficiency group after age adjustment( $P=0.041$ ). Uric acid level was significantly higher in normal vitamin D group( $P=0.018$ ). Fasting glucose, total cholesterol, triglyceride, high density lipoprotein cholesterol, low density lipoprotein cholesterol and serum albumin level were not different between normal vitamin D group and vitamin D deficiency group. White blood cell counts, high sensitivity C-reactive protein, and homocysteine level were not different between normal vitamin D group and vitamin D deficiency group. Insulin growth factor-I level was significantly higher in normal vitamin D group than in vitamin D deficiency group after age adjustment( $P=0.013$ ). Insulin like growth factor binding protein 3 level was significantly higher in normal vitamin D group( $P=0.001$ ). Sex hormone binding globulin level was not different between normal vitamin D group and vitamin D deficiency group.

**Conclusion** Vitamin D has some effects on metabolism and hormone secretion. If more investigations about multiple roles of vitamin D were done, we could anticipate wide use of vitamin D for not only bone metabolism but also metabolism and hormone secretion.

Key words: 25-hydroxyvitamin D, metabolic markers, hormone