일부 지역 성인의 비타민 D 상태와 복부지방 및 심혈관계 위험과의 관계

신새론¹, 한아름^{1,*}, 박성훈²

원광대학병원 ¹가정의학과, ²진단방사선과

Vitamin D Status and Its Relation with Abdominal Adiposity and Cardiovascular Risk Factors of Korean Adults in Certain Areas

Sae-Ron Shin¹, A Lum Han^{1,*}, Seong-Hoon Park²

Departments of ¹Family Medicine, ²Radiology Medicine, Hospital of Wonkwang University, Iksan, Korea

Background: Vitamin D is thought to play an important role in adipogenesis and in preventing a variety of diseases. There are few studies that analyze the relationship between vitamin D and the distribution of fat in Korean population. This study analyzed the vitamin D status in adults and evaluated its relationship with obesity also with cardiovascular risk factors in a Korean community. **Methods:** Subjects involved patients who visited a health promotion center. Anthropometric measurements as in subcutaneous adipose tissue, visceral adipose tissue, body mass index, waist circumference, and blood pressure were assessed. Blood tests including glucose, hemoglobin A1c, lipid profiles, 25(OH)D were evaluated. We analyzed the correlation between 25(OH)D concentrations with obesity factors and with cardiovascular risk factors. **Results:** Among the studied patients, 25(OH)D status was sufficient for 2.7%, insufficient for 27.2%, and deficient for 70.1%. 25(OH)D was negatively correlated with visceral adipose tissue, but no association was found between subcutaneous fat, waist circumference and body mass index. Among cardiovascular risk factors, glucose, hemoglobin A1c, total cholesterol, triglyceride, low density lipoprotein-cholesterol were negatively correlated with vitamin D. **Conclusion:** Vitamin D deficiency was found in 70.1% in this community. Vitamin D level showed significant correlation with visceral adipose tissue among abdominal fat tissue, but less significant correlation with cardiovascular risk factor.

Key words: Vitamin D deficiency, Visceral adipose tissue, Cardiovascular risk factor

서론

비타민 D가 심하게 결핍되면 골연화증, 골다공증, 골절빈도 증가, 구강질환 등이 나타날 수 있다.¹ 이처럼 비타민 D는 골대사에서 필수적인 역할을 하지만 그 밖에도 지방세포의 형성과 암, 당뇨병, 고혈압, 면역질환의 예방에도 중요한 역할을 하고 있다.² 최근 연구에서는 비타민 D 결핍은 아니지만 정상 이하인 상태, 즉 비타민 D 부족 상태에

서도 제1형과 2형 당뇨병, 고혈압, 다발성 경화증, 유방암, 대장암, 전립선암 등 일부 암의 발생과 연관될 수 있다고 알려졌다.^{1,3} 그러므로 성인의 비타민 D의 상태를 파악하는 것이 여러 가지 중요한 임상적 의미를 갖는다고 볼 수 있다.

비타민 D의 체내 상태는 활성형인 1, 25(OH)2D (1, 25-dihydroxyvitamin D)보다는 반감기가 2-3주로 상대적으로 긴 25(OH)D로 측정한다. 세계보건기구에서는 25(OH)D 농도가 10 ng/mL 이하인 경우

Corresponding author A Lum Han

Department of Family Medicine, Hospital of Wonkwang University, 895 Muwang-ro, Iksan 570-749, Korea

Tel +82-63-859-1301 Fax +82-63-859-1306 E-mail qibosarang@naver.com

This study was supported by Wonkwang University 2014 grant.

Received Jul. 30, 2014 Reviewed Aug. 11, 2014 Accepted Oct. 10, 2014

Copyright © 2015 Korean Society for the Study of Obesity

© 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.

를 결핍, 20 ng/mL 이하인 경우를 부족으로 정의하였고⁴, 미국 Institute of Medicine (IOM)에서는 12 ng/mL 이하를 결핍, 20 ng/mL 이상을 정상으로 보고 있다.⁵ 하지만 여전히 기준의 통일이 이루어지고 있지 않아 20 ng/mL (50 nmol/L) 이하를 비타민 D 결핍으로, 21-29 ng/mL를 상대적인 부족, 30 ng/mL 이상을 충분상태로 정의하기도 한다.⁶ 본 연구에서는 기존에 나온 자료^{1,6}를 기준으로 하여 일개 대학 병원 방문자의 비타민 D의 상태를 관찰하였다.

기존 여러 연구에서 비만과 25(OH)D 농도는 유의한 역 상관관계를 보이고 있다.^{7,8} 몇몇 외국 연구들에서는 비타민 D가 체중 증가의 독립적인 예측 인자일 수 있고 불충분한 상태는 비만과 연관이 있다고 밝히기도 하였다.^{7,8} 그러나 computed tomography (CT)를 통해 정확하게 측정된 복부 지방과 비타민 D와의 연관성을 분석한 우리나라 연구 보고가 미흡하여 본 연구를 진행하게 되었다. 비만에 비타민 D가 중요한 역할을 한다는 주장은 지방세포의 형성이 1 α , 25 dihydroxyvitamin D에 의해 억제된다는 가설에 근거한다.⁹ 비만인에서는 비타민 D의 활성화에도 문제가 생겨 비타민 D₂를 보충하고 자외선에 충분히 노출시킨다 하여도 비만하지 않은 비교군에 비해 25(OH)D 농도가 낮게 측정된다.¹⁰

비타민 D가 심혈관계 질환의 발생 및 위험성에 미치는 영향에 대해서도 최근 연구가 진행되고 있다. 이전에 심혈관 질환이 없었던 1,739명의 환자를 대상으로 한 Framingham offspring study에서는 25(OH)D 농도가 15 ng/mL 미만인 경우가 그 이상인 경우보다 심혈관질환 발생 위험이 62% 증가했고 특히 고혈압이 기존에 있었던 환자에서 더 분명한 결과를 보였다.¹¹ 세 번째 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III)에서는 혈청 25(OH)D가 가장 낮은 군에 비해 가장 높은 군의 수축기 혈압이 3 mmHg, 이완기 혈압이 1.6 mmHg 낮게 측정되어 유의한 역의 상관성을 보여 주었다.¹² 또한 남성을 대상으로 한 Health Professionals' Follow-up Study와 여성을 대상으로 한 Nurses' Health Study에서는 4년간 관찰한 결과 25(OH)D 농도가 30 ng/mL 이상인 군에 비해 15 ng/mL 미만인 군에서 4년 후 고혈압 발생위험이 3.18배 증가한 것으로 나타났다.¹³

따라서 본 연구에서는 대학병원 건강검진센터에 내원한 일부 지역 일반 성인들의 비타민 D 상태를 확인하고, 아직은 한국의 연구 자료가 부족한 비타민 D와 비만 지표와의 연관성을 분석해 보았고 추가적으로 심혈관질환 위험도와와의 관련성에 대해서도 검토해 보았다.

방 법

1. 연구대상

본 연구에서는 2012년 3월부터 2013년 1월까지 일개 대학병원 건강검진센터를 방문했던 492명 중 비타민 D가 포함된 약이나 종합비타

민을 복용 중인 사람들과 비타민 D의 결핍을 초래할 수 있는 신장질환, 흡수장애, 갑상선이나 부갑상선기능항진증 등의 질환자를 제외한 364명을 대상으로 자료를 수집하였다. 대상자에게 연구 참여의 자율성, 익명성 보장에 대한 설명을 제공하여 서면 동의를 받았다.

2. 연구방법

1) 측정 방법

대상자에게 자가 기입 설문지를 배부하고 의사와의 면담을 거쳤으며 최소 12시간 금식을 요청한 후 공복상태 혈액을 채취, 분석하였다. 비타민 D 농도는 혈중 25(OH) 비타민D₂, D₃를 측정하였는데, 이는 25-Hydroxyvitamin D RIA kit (DiaSorin, Stillwater, MN, USA)를 이용하여 방사선면역측정법(radioimmunoassay, RIA)으로 측정하였다. 당화혈색소(hemoglobin A1c, HbA1c), 공복 혈당(fasting glucose), 총콜레스테롤(total cholesterol), 중성지방(triglyceride, TG), 고밀도 콜레스테롤(HDL cholesterol), 저밀도콜레스테롤(LDL cholesterol)은 ADVIA 1650 (Bayer diagnostics, Terrytown, NY, USA)을 사용하여 측정하였다.

신체계측은 교육을 받은 간호사에 의해 측정되었다. 혈압은 대상자가 최소 10분 이상 안정을 취한 후, 자동 혈압 측정기(BP-8800C) (Colin electronics Co. LTD, Japan)로 측정하였고, 연속으로 두 번 측정 후 혈압의 평균값을 기입하였다. 체중과 신장은 소수점을 반올림하여 각각 kg, cm 단위로 측정하였다.

또한 모든 환자들에게 CT (SIEMENS)를 실시하여 요추 4-5 수준을 횡단하여 Hounsfield number -150~-50에 속하는 부위를 측정하였다.

2) 혈중 25(OH)D의 분류

비타민 D의 상태를 평가하기 위해 혈중 25(OH)D 농도를 Holick¹의 연구가 제시한 기준에 따라 분류하였으며, 연구 목적과 최근 경향에 따라 20 ng/mL (50 nmol/L) 미만을 비타민 D 결핍으로, 21-29 ng/mL를 상대적인 부족, 30 ng/mL 이상을 충분상태로 정의하였다.

3) 비만 지표

비만 지표는 체질량지수, 허리둘레, 내장지방면적, 피하지방면적으로 평가하였다. 체질량지수는 대상자의 키와 체중을 측정한 후 몸무게(kg)/키(m)의 제곱으로 계산하였다. 허리둘레는 환자가 서 있는 상태에서 엉덩뼈결절과 갈비뼈 아랫부분 경계의 사이에서 측정하였다. 피하지방면적과 내장지방면적은 복부 전산화 단층촬영에서 단면적을 측정하여 계산하였다. 연구 목적에 따라 피하지방면적은 배꼽 높에서 피부와 복직근, 복사근, 척추기립근 사이에 있는 지방으로 정의하였다. 내장지방면적은 같은 높이에서 복직근, 복사근, 요방형근, 요근, 요추에 의해 둘러싸인 복부내부 지방면적으로 정의하였다.

4) 심혈관질환 위험도

심혈관질환 위험도는 심혈관 위험요인으로 측정하였다. 심혈관 위험요인은 2010년에 미국심장협회에서 발표한 심혈관질환 위험도 계산 기준¹⁴에 제시된 지표 6개(나이, 총콜레스테롤, 고밀도 콜레스테롤, 수축기 혈압, 흡연, 당뇨병) 중 나이, 흡연과 당뇨병 유무를 제외하고, 당화혈색소, 혈당, 저밀도 콜레스테롤, 중성지방, 이완기 혈압을 추가하여 총 8개로 구성하였다.

3. 통계분석

통계분석을 위해 SPSS for window version 11.5 (SPSS, Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 사용하였으며, 통계적 유의성은 $P < 0.05$ 로 하였다. 비연속변수 간의 비교는 Chi-square test, 연속변수 간의 비교는 Unpaired *t*-test를 이용하였다. 비만 관련 변수 및 심혈관질환 위험도 변수들과 25(OH)D의 상관성은 다변량회귀분석(multiple regression test)을 사용하였다.

결 과

1. 연구 대상자들의 일반적 특성

Table로 제시하지는 않았지만 연구 대상자에서 25(OH)D가 충분 상태는 2.7%, 부족 상태는 27.2%, 결핍 상태는 70.1%로 관찰되었다. 연구대상자의 일반적 특성과 체지방 분포, 혈액검사결과를 Table 1에 나타내었다. 연령, 당화혈색소, 총콜레스테롤, 저밀도콜레스테롤, 허리둘레는 남녀 간에 유의한 차이가 없었다. 그 외 혈압($P < 0.001$), 공복혈당

Table 1. General characteristics of study participants*

	Male (n=223)	Female (n=155)	P value*
Age (year)	51.76±8.81	53.13±9.57	0.163
Systolic blood pressure (mmHg)	122.01±12.53	116.09±12.33	<0.001
Diastolic blood pressure (mmHg)	73.02±9.15	69.58±8.04	<0.001
Glucose (mg/dL)	94.64±26.17	87.80±19.84	0.008
HbA1c (%)	5.91±0.96	5.89±0.94	0.856
Total cholesterol (mg/dL)	195.37±39.28	200.68±35.16	0.188
HDL cholesterol (mg/dL)	49.12±11.93	56.60±12.25	<0.001
Triglyceride (mg/dL)	131.38±141.84	92.94±76.18	0.003
LDL cholesterol (mg/dL)	111.40±31.25	113.31±29.52	0.56
25(OH)D (ng/mL)	18.31±6.87	14.24±6.22	0.001
VAT (cm ³)	80.00±37.19	67.25±29.53	0.001
SAT (cm ³)	124.10±60.29	184.78±59.79	<0.001
BMI (kg/m ²)	25.04±3.12	23.58±2.68	<0.001
Waist circumference (cm)	83.90±8.98	83.63±6.88	0.763

Data are presented as Mean±SD or N (%) unless otherwise indicated.

25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; VAT, visceral adipose tissue; SAT, subcutaneous adipose tissue; BMI, body mass index; SD, standard deviation.

*P value was taken by unpaired *t*-test.

($P = 0.008$), 고밀도 콜레스테롤($P < 0.001$), 중성지방($P = 0.003$), 25(OH)D ($P = 0.001$), 내장지방면적($P = 0.001$), 피하지방면적($P < 0.001$), BMI ($P < 0.001$)는 남녀 간에 유의한 차이가 있었다(Table 1).

2. 25(OH)D와 비만 지표와의 상관성

연령, 성별, 계절을 보정 후 25(OH)D와 비만 지표와의 상관성을 분석한 결과에서는 25(OH)D는 내장지방면적 -0.545 (95% CI, $-1.068 \sim -0.022$; $P = 0.041$)과는 음의 상관관계를 보였으며 피하지방면적, 허리둘레, 체질량지수와는 연관성이 관찰되지 않고 있었다(Table 2).

3. 25(OH)D와 심혈관질환 위험도와의 상관성

연령, 성별, 계절, BMI를 보정 후 25(OH)D와 심혈관질환 위험도와 상관성을 분석한 결과에서는 25(OH)D는 공복혈당($P = 0.018$), 당화혈색소($P = 0.010$), 총콜레스테롤($P = 0.005$), 중성지방($P = 0.007$), 저밀도 콜레스테롤($P < 0.001$)에서 음의 상관관계가 있었다. 그러나 수축기 혈압, 이완기 혈압, 고밀도 콜레스테롤과는 연관성이 관찰되지 않았다(Table 3).

Table 2. Relations between 25(OH)D concentrations and obesity factors*

Variables	25(OH)D	β	P value	95% CI
VAT		-0.545	0.041	-1.068 ~ -0.022
SAT		-0.831	0.09	-1.792 ~ 0.129
Waist circumference		0.058	0.385	-0.074 ~ 0.190
BMI		0.005	0.846	-0.043 ~ 0.053

P value was taken by multiple regression test.

25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; VAT, visceral adipose tissue; SAT, subcutaneous adipose tissue; BMI, body mass index; CI, confidence interval.

*Adjust for age, sex, and season.

Table 3. Relations between 25(OH)D concentrations and cardiovascular factors*

Variables	25(OH)D	β	P value	95% CI
Systolic blood pressure		-0.139	0.152	-0.329 ~ 0.051
Diastolic blood pressure		-0.086	0.222	-0.223 ~ 0.052
Glucose		-0.459	0.018	-0.840 ~ -0.078
HbA1c		-0.022	0.010	-0.039 ~ -0.005
Total cholesterol		-0.869	0.005	-1.468 ~ -0.270
HDL cholesterol		0.069	0.481	-0.123 ~ 0.260
Triglyceride		-2.684	0.007	-4.462 ~ -0.736
LDL cholesterol		-0.548	<0.001	-1.03 ~ -0.064

P value was taken by multiple regression test.

25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; CI, confidence interval.

*Adjust for age, sex, season, and BMI.

고 찰

단순히 비만과 비타민 D와의 연관성보다는 지방의 분포와의 관련성을 보기 위해 본 연구에서는 내장지방면적과 피하지방면적으로 나누어서 분석하였고, 추가적으로 심혈관 관련 인자들과의 연관성도 살펴보았다. 그 결과 연구 대상자에서 유일하게 비타민 D와 상관관계가 있는 것은 CT로 측정된 내장지방면적과 공복혈당, 당화혈색소, 총콜레스테롤, 고밀도콜레스테롤, 중성지방이었다.

연구결과 전체적 불충분한 상태는 96.8%로, 여성에서 97.4%, 남성에서 96.4%가 불충분한 상태였다. 이는 다른 연구에서 혈청 25(OH)D 20 ng/mL 이하를 비타민 D 부족 기준으로 하였을 때 한국인의 비타민 D 부족 비율은 남성 47.3%, 여성 64.5%이고, 30 ng/mL 이하를 기준으로 하면 각각 86.8%, 93.3%에 이르는 것¹⁰과 비슷한 결과이다. 연령구간별로 나누어 분석하지는 않았지만 평균 비타민 D의 혈중 농도는 남자 18.3 ng/mL, 여자 14.44 ng/mL로 2010년 국민건강영양조사에 참여한 10세 이상 한국인의 혈청 25(OH)D의 평균 농도가 모든 연령구간에서 결핍(혹은 부족)의 기준인 20 ng/dL를 넘지 못하였다는 연구¹⁵와 유사한 결과를 보였다.

본 연구에서 BMI, 허리둘레 등 기본적인 비만 지표와 비타민 D와의 상관성은 없는 것으로 분석되었는데 이는 기준에 체질량지수와 허리둘레가 25(OH)D 농도와 강한 연관성을 보였던 연구¹⁰와는 다른 결과였다.

내장지방면적 평가 도구 중 CT가 다른 검사에 비해 정확한 내장 지방면적을 측정할 수 있다.¹⁶ 본 연구에서도 CT를 이용해 내장지방면적과 피하지방면적을 관찰하였고 내장지방면적이 비타민 D와 음의 상관관계가 있는 것으로 나왔다. 백인 여성에서 여러 혈액학적 인자 중 비타민 D가 내장지방면적을 예측할 수 있는 강력한 인자라고 보고한 연구¹⁷와 백인 사춘기 비만군을 대상으로 내장지방면적과 25(OH)D 농도가 강한 연관성을 보여준 연구¹⁸와 비슷한 결과라 할 수 있다. 젊은 여성을 대상으로 CT와 DXA로 내장지방면적과 피하지방면적을 측정하여 혈중 비타민 D와의 연관성을 분석한 또 다른 연구¹⁹에서 내장지방면적과는 음의 상관관계가 있는 결과는 본 연구와 유사하였으나 피하지방면적, BMI 등에서도 연관성을 보였던 것은 본 연구와 다른 결과였다.

한국 중장년층의 성인에서 비타민 D와 복부지방면적, 인슐린저항성과의 관계를 본 연구도 있지만 본 연구처럼 내장지방면적과 피하지방면적을 나누지 않고 허리둘레를 이용하였고 허리둘레와 비타민 D 사이의 특별한 연관성을 찾지 못했다.²⁰ 저근육형 비만과 내장 비만을 동시에 보기 위해 시행되어, CT로 측정된 내장지방면적과 비타민 D와의 음의 상관관계를 밝힌 국내 연구가 있긴 하지만, 본 연구와는 달리 연구대상을 65세 이상으로 제한하였다.²¹

본 연구와는 대상과 측정 도구가 달랐지만 7-9세의 어린이를 대상으로 BMI, 허리둘레, 체내지방면적과 비타민 D와의 음의 상관관계를 밝힌 국내 연구도 있다.²² 본 연구와는 달리 폐경기 여성을 대상으로 비타민 D와 대사증후군과의 연관성을 밝힌 국내 연구에서도 중성지방과 혈압과 특히 밀접한 관련이 있는 것으로 나왔고 이는 본 연구와도 비슷한 결과였다.²³ 또한 9세 어린이들을 대상으로 한 국내 연구에서도 비타민 D와 대사증후군과의 음의 관계를 밝혔으며 허리둘레로 복부지방 정도를 측정하였다.²⁴

총 연구 대상자를 분석했을 때 25(OH)D가 혈당, 당화혈색소, 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도콜레스테롤과 연관성이 관찰되었지만 수축기 혈압, 이완기 혈압, 고밀도콜레스테롤과는 연관성이 관찰되지 않았다. 이는 비타민 D의 부족은 심혈관 질환 및 대사증후군과 연관성이 있다고 시사하는 연구²⁵와 비교를 해볼 때 일부 관련인자가 일치하지 않는 결과이다. 그러나 비타민 D와 심혈관 관련 결과에 관한 51개의 연구들을 메타 분석한 논문²⁶에서는 혈압, 혈당, 혈중 지질에 비타민 D의 유의한 영향은 없었다고 결론 내리기도 했다. 일부 연구들이 비타민 D와 심혈관 질환과의 관련성을 강력하게 주장하고 있으나 심혈관 질환으로 인해 활동이 불편하거나 신체활동 자체가 부족한 사람들은 대체로 자외선에 노출될 기회가 적고 이로 인해 25(OH)D의 농도가 낮을 수 있다. 그러므로 관찰 연구에서 25(OH)D의 농도가 심혈관질환에 영향을 미치는 것은 원인이라기보다는 교란요인일 가능성을 배제할 수 없다.

본 연구의 몇 가지 제한점은 다음과 같다. 첫째, 연구 대상자 수가 적고 또한 건강에 관심이 많은 대상자가 선정될 가능성이 있어 한국 성인을 대표할 수 없는 선택편견이 작용한 점이다. 둘째, 비타민 D에 영향을 미치는 다른 요인들(인종, 계절성, 자외선노출정도, 활동성, 보충제 사용여부 등)을 같이 고려하지 못한 점이다. 셋째, 흡연, 운동, 음주 등 비만과 심혈관질환에 영향을 줄 수 있는 다른 요인들을 평가하지 못한 점이다. 그러므로 앞으로는 위에서 언급한 점들을 보완하여 다기관을 대상으로 대규모의 전향적 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

본 연구는 여러 제한점에도 불구하고 한국인을 대상으로 이루어지지 않은 비타민 D와 CT를 이용해 측정된 내장지방면적과의 상관성을 밝힌 것에 의의가 있다. 또한 기존 연구와는 다르게 간단히 측정할 수 있는 다른 비만 지표는 상관성이 없다고 나와 특정 부위의 지방이 비타민 D와 더 밀접함을 알 수 있었다.

요 약

배경: 비타민 D는 골 대사 뿐만 아니라 비만과의 연관성이 주목되고 있는데 아직 한국인을 대상으로 지방 분포와 비타민 D와의 상관성을

본 연구가 미흡하다. 그리하여 본 연구에서 일부지역 성인들의 비타민 D 상태를 확인하고, 비타민 D와 비만 지표 및 심혈관질환 위험도의 연관성 유무를 알아보고자 하였다.

방법: 일개 병원 건강증진센터를 방문했던 20세 이상 성인을 대상으로 성별, 연령, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 25(OH)D, 혈당, 당화혈색소, 총콜레스테롤, 고밀도콜레스테롤, 저밀도콜레스테롤, 중성지방, 피하지방, 내장지방, 체질량지수, 허리둘레를 측정하였다. 비타민 D와 비만 지표 및 심혈관질환 위험도와 상관계수를 분석하였다.

결과: 전체 대상자 중 25(OH)D가 충분상태는 2.7%, 부족상태는 27.2%, 결핍상태는 70.1%였다. 25(OH)D와 비만 지표와의 연관성은 내장지방(95% CI, -1.068~-0.022; $P=0.041$)이 음의 상관관계가 보였고 피하지방, 허리둘레, 체질량지수와는 연관성은 관찰되지 않았다. 심혈관 지표 중 25(OH)D와 관련성을 본 것에서는 공복혈당, 당화혈색소, 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도콜레스테롤이 음의 상관관계가 있었다.

결론: 일부 지역 성인의 비타민 D 결핍은 70.1%로 매우 높은 수준이었다. 비타민 D 농도는 복부내장지방과 연관성이 있어 보였고, 심혈관 질환 위험요소 중 공복혈당, 당화혈색소, 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도콜레스테롤과 의미 있는 상관성이 관찰되었다.

중심단어: 비타민 D 결핍, 내장지방, 심혈관계 위험 요소

Conflicts of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

References

- Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 2007;357:266-81.
- Davis CD, Dwyer JT. The "sunshine vitamin": benefits beyond bone? *J Natl Cancer Inst* 2007;99:1563-5.
- Garland CF, Garland FC, Gorham ED, Lipkin M, Newmark H, Mohr SB, et al. The role of vitamin D in cancer prevention. *Am J Public Health* 2006;96:252-61.
- World Health Organization. Prevention and management of osteoporosis: report of a WHO scientific group. Geneva: World Health Organization; 2003.
- Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium; Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB, editors. Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. Washington (DC): National Academies Press (US); 2011.
- Dawson-Hughes B, Heaney RP, Holick MF, Lips P, Meunier PJ, Vieth R. Estimates of optimal vitamin D status. *Osteoporos Int* 2005;16:713-6.
- Compston JE, Vedi S, Ledger JE, Webb A, Gazet JC, Pilkington TR. Vitamin D status and bone histomorphometry in gross obesity. *Am J Clin Nutr* 1981;34:2359-63.
- 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* 1985;76:370-3.
- Kong J, Li YC. Molecular mechanism of 1,25-dihydroxyvitamin D₃ inhibition of adipogenesis in 3T3-L1 cells. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006;290:E916-24.
- Wortsman J, Matsuoka LY, Chen TC, Lu Z, Holick MF. Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *Am J Clin Nutr* 2000;72:690-3.
- Wang TJ, Pencina MJ, Booth SL, Jacques PF, Ingelsson E, Lanier K, et al. Vitamin D deficiency and risk of cardiovascular disease. *Circulation* 2008;117:503-11.
- Scragg R, Sowers M, Bell C. Serum 25-hydroxyvitamin D, ethnicity, and blood pressure in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Hypertens* 2007;20:713-9.
- Forman JP, Giovannucci E, Holmes MD, Bischoff-Ferrari HA, Tworoger SS, Willett WC, et al. Plasma 25-hydroxyvitamin D levels and risk of incident hypertension. *Hypertension* 2007;49:1063-9.
- D'Agostino RB Sr, Vasan RS, Pencina MJ, Wolf PA, Cobain M, Masaro JM, et al. General cardiovascular risk profile for use in primary care: the Framingham Heart study. *Circulation* 2008;117:743-53.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2010: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-1). Seoul: Ministry of Health and Welfare; 2011.
- Sjöström L, Kvist H, Cederblad A, Tylén U. Determination of total adipose tissue and body fat in women by computed tomography, 40K, and tritium. *Am J Physiol* 1986;250:E736-45.
- Lim U, Turner SD, Franke AA, Cooney RV, Wilkens LR, Ernst T, et al. Predicting total, abdominal, visceral and hepatic adiposity with circulating biomarkers in Caucasian and Japanese American women. *PLoS One* 2012;7:e43502.
- Lenders CM, Feldman HA, Von Scheven E, Merewood A, Sweeney C, Wilson DM, et al. Relation of body fat indexes to vitamin D status and deficiency among obese adolescents. *Am J Clin Nutr* 2009;90:459-67.

19. Kremer R, Campbell PP, Reinhardt T, Gilsanz V. Vitamin D status and its relationship to body fat, final height, and peak bone mass in young women. *J Clin Endocrinol Metab* 2009;94:67-73.
20. Kang JH, Kim SS, Moon SS, Kim WJ, Bae MJ, Choi BG, et al. Adiposity in the relationship between serum vitamin D level and insulin resistance in middle-aged and elderly Korean adults: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008. *Endocrinol Metab (Seoul)* 2013;28:96-102.
21. Seo JA, Cho H, Eun CR, Yoo HJ, Kim SG, Choi KM, et al. Association between visceral obesity and sarcopenia and vitamin D deficiency in older Koreans: the Ansan Geriatric Study. *J Am Geriatr Soc* 2012;60:700-6.
22. Lee HA, Kim YJ, Lee H, Gwak HS, Park EA, Cho SJ, et al. Association of vitamin D concentrations with adiposity indices among preadolescent children in Korea. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2013; 26:849-54.
23. Song HR, Park CH. Low serum vitamin D level is associated with high risk of metabolic syndrome in post-menopausal women. *J Endocrinol Invest* 2013;36:791-6.
24. Lee SH, Kim SM, Park HS, Choi KM, Cho GJ, Ko BJ, et al. Serum 25-hydroxyvitamin D levels, obesity and the metabolic syndrome among Korean children. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013;23:785-91.
25. Anderson JL, May HT, Horne BD, Bair TL, Hall NL, Carlquist JF, et al. Relation of vitamin D deficiency to cardiovascular risk factors, disease status, and incident events in a general healthcare population. *Am J Cardiol* 2010;106:963-8.
26. Elamin MB, Abu Elnour NO, Elamin KB, Fatourehchi MM, Alkatib AA, Almandoz JP, et al. Vitamin D and cardiovascular outcomes: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96:1931-42.