



한국 청년기 성인에서 혈중 비타민 D 수준과 심혈관대사 질환 위험요인과의 관련성

이소리¹, 장미소¹, 김예지¹, 조희경^{1,2,3,*}, 이철민⁴, 오승원⁴, 오범조⁵, 최호천⁴, 이호범¹

¹서울대학교병원 가정의학과, ²서울대학교 의과대학 의학과, ³서울대학교 직장부속의원 가정의학과, ⁴서울대학교병원 헬스케어시스템 강남센터 가정의학과, ⁵서울특별시보라매병원 가정의학과

Association between Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels and Cardiometabolic Risk Factors in Young Korean Adults

Shorry Lea¹, Miso Jang¹, Yeji Kim¹, Hee-Kyung Joh^{1,2,3,*}, Cheol Min Lee⁴, Seung-Won Oh⁴, Bumjo Oh⁵, Hochun Choi⁴, Ho Bum Lee¹

¹Department of Family Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul; ²Department of Medicine, Seoul National University College of Medicine, Seoul; ³Department of Family Medicine, Seoul National University Health Service Center, Seoul; ⁴Department of Family Medicine, Healthcare System Gangnam Center, Seoul National University Hospital, Seoul; ⁵Department of Family Medicine, SMG-SNU Boramae Medical Center, Seoul, Korea

Background: Evidence for the association between vitamin D and cardiovascular risk factors in young adulthood is very limited. We investigated the association between serum 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D] levels and various cardio-metabolic risk factors in young Korean adults.

Methods: This cross-sectional study was based on health checkup data of 4,124 healthy male and female university students aged 18–39 years in Seoul, South Korea between April and May 2013. Serum 25(OH)D, lipid profile, fasting glucose, and anthropometric data were measured; lifestyle, dietary intake, and sociodemographic data were collected. General linear regression and logistic regression analyses were used to assess the associations between serum 25(OH)D levels and cardio-metabolic risk factors and calculate odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (CIs).

Results: The mean concentration of serum 25(OH)D was 11.1 ng/mL. After adjustment for age, sex, body mass index, waist circumference, physical activity, sedentary time, alcohol use, smoking status, multivitamin use, and family history of cardiovascular disease, 25(OH)D levels were inversely associated with total cholesterol ($P=0.001$), low-density lipoprotein (LDL) cholesterol ($P=0.006$), triglyceride ($P<0.001$), and fasting glucose ($P=0.019$) levels. Compared with individuals in the lowest quartile of 25(OH)D levels, adjusted ORs (95% CIs) in the highest quartile were 0.74 (0.61–0.91) for total cholesterol ≥ 200 mg/dL, 0.82 (0.68–0.99) for LDL cholesterol ≥ 100 mg/dL, 0.47 (0.30–0.74) for triglyceride ≥ 150 mg/dL, and 0.45 (0.25–0.84) for fasting glucose ≥ 100 mg/dL.

Conclusion: Serum 25(OH)D levels were inversely associated with serum lipid and glucose levels in young Korean adults, and these associations were independent of other known risk factors.

Keywords: Cardio-Metalic Health Marker; Vitamin D; Young Adult

서론

지금까지 가장 잘 확립된 비타민 D의 작용은 체내에서 칼슘의 흡

수를 도와 골대사에 기여하는 역할로서, 비타민 D 결핍이나 부족, 또는 수용체의 결함은 골연화증, 골다공증, 골절의 위험성을 증가시킨다. 최근 비타민 D가 제1, 2형 당뇨, 고혈압, 이상지질혈증, 대사증후

Received August 22, 2017 **Revised** October 19, 2017

Accepted October 22, 2017

Corresponding author Hee-Kyung Joh

Tel: +82-2-880-5338, Fax: +82-2-880-9274

E-mail: hkjoh@snu.ac.kr

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3854-7012>

Copyright © 2018 The Korean Academy of Family Medicine

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

군 및 유방암, 대장암, 전립선암 등 일부 암 발생 위험과도 연관성이 있다는 연구가 급증하면서 그 역할이 확대되고 있다.¹²⁾

선행 연구 결과 성인에서 비타민 D 수치가 낮을수록 협심증, 심근경색 등의 심혈관 질환 발생률이 높으며, 기저 심혈관 질환이 없었던 성인을 10년간 추적 관찰한 결과 비타민 D 결핍군에서 심근경색의 발생 위험도가 2배 더 높았다.¹³⁾ 2008-2010년 국민건강영양조사에 참여한 20-80대 한국 성인 남녀 18,305명을 대상으로 한 연구에서 비타민 D 결핍군에서 정상군보다 체질량지수, 당화혈색소, 저밀도지질콜레스테롤 수준이 유의하게 높았고, 대사증후군의 교차비는 남자 1.46, 여자 1.60으로 높았다.³⁾

지금까지 비타민 D와 관련한 연구는 주로 노년기 또는 후기 성인기(late adulthood)에 국한됐고 20대 또는 30대 청년기(young adults)를 대상으로 한 연구는 매우 부족한 실정이다. 일반적으로 청년기 연령층은 그 이전의 연령대나 장년 및 노년층에 비해 상대적으로 건강할 것이라는 믿음 때문에 다른 연령층에 비해 연구자들의 관심이 낮았다. 그러나 최근 청년기를 대상으로 한 연구 결과에 따르면, 이들의 건강수준은 일반적인 예상보다 좋지 않았다.⁴⁻⁶⁾ 특히, 심혈관 및 대사 질환의 경우 여러 가지 위험요인들에 장시간 누적됐을 때 발병하며,⁷⁾ 관련된 위험요인들이 주로 발생하는 시기는 청년기임이 알려졌다.⁶⁻⁸⁾ 실제 최근 한국인에서는 30대 및 40대 연령대에서 심혈관 질환으로 인한 조기 사망이 증가하고 있다.⁹⁾ 또한, 심혈관 및 대사 질환 발생 위험과 관련성이 대두되고 있는 혈중 비타민 D의 수준은 한국 및 여러 국가 중 20대에서 가장 낮다고 보고되고 있다. 2008년도 한국 국민건강영양조사 결과에 따르면, 10세 이상 인구에서 가장 낮은 혈중 비타민 D 수준을 보이는 연령대는 20대였고, 20대 남자의 65.0%, 여자 79.1%가 비타민 D 결핍에 해당됐다.¹⁰⁾ 이와 유사하게 1992-2001년 영국에서 시행된 연구 결과, 19-24세 청년층에서 비타민 D 결핍증의 유병률이 가장 높았고¹¹⁾ 2007-2009년 캐나다 연구에서도 20-39세 연령대에서 비타민 D 결핍 비율이 가장 높았다.¹²⁾

그러나 아직까지 20대 청년기 한국인을 대상으로 혈중 비타민 D 수준과 심혈관대사 질환의 위험성을 고찰한 연구 결과는 보고되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 비타민 D 결핍의 유병률이 높은 청년기 연령대에서 혈중 비타민 D의 수준과 심혈관 및 대사 위험인자들 간의 관련성을 고찰하고자 한다.

방 법

1. 연구 대상

본 연구는 2013년 4월부터 5월까지 3주간 서울(북위 37도) 소재 일개 대학에서 시행된 건강검진에 참여한 4,390명의 학생을 대상으로

진행됐다. 검진프로그램은 건강검사와 자가 설문조사로 구성됐다. 검진 참여자 중에서 18세 이하 또는 30세 이상의 연령층, 설문 미작성자, 연구 참여 미동의자, 혈중 비타민 D 미측정자, 만성질환(고혈압, 고지혈증, 당뇨) 치료제 복용 중인 자, 외국인 학생을 제외한 4,124명을 최종 분석했다.

2. 심혈관대사 질환 위험인자

키와 몸무게는 간호사 1인에 의해 측정되었고 몸무게(kg)를 키(m)의 제곱으로 나누어 체질량지수를 계산했다. 비만도는 체질량지수를 기준으로 저체중(<18.5 kg/m²), 정상(18.5-22.9 kg/m²), 과체중(23-24.9 kg/m²), 비만(≥25.0 kg/m²)으로 분류했다.¹³⁾ 허리둘레는 서 있는 상태에서 갈비뼈 아랫 부분의 경계와 엉덩뼈관절 사이에서 측정해 남자 90 cm 이상, 여자 85 cm 이상인 경우 복부비만으로 구분했다.¹⁴⁾

심혈관 및 대사 위험요인은 총 콜레스테롤, 고밀도지질콜레스테롤, 저밀도지질콜레스테롤, 중성지방과 수축기, 이완기 혈압, 공복혈당으로 구성됐다. 12시간 이상 금식 상태에서 정맥혈을 채취했고 혈중 공복혈당, 총 콜레스테롤, 저밀도지질콜레스테롤, 중성지방, 고밀도지질콜레스테롤 및 혈중 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D]를 측정했다.

심혈관대사 질환 위험도 여부는 한국 이상지질혈증 치료지침 제정위원회의 2015년 이상지질혈증 진단 지침¹⁵⁾에 따른 걱정 기준인 저밀도지질콜레스테롤 <100 mg/dL, 총 콜레스테롤 <200 mg/dL, 중성지방 <150 mg/dL을 기준으로 평가했다. 또 고밀도지질콜레스테롤과 공복혈당, 수축기, 이완기 혈압의 경우 대사증후군 진단 기준인 US National Cholesterol Education Program의 Adult Treatment Panel III¹⁶⁾에 따라 공복혈당(≥100 mg/dL), 혈압(수축기 ≥130 mmHg, 이완기 ≥85 mmHg), 고밀도지질콜레스테롤(남 <40 mg/dL, 여 <50 mg/dL) 기준으로 평가했다.

3. 혈중 25-hydroxyvitamin D

체내 비타민 D의 활성형은 1, 25-dihydroxyvitamin D [1, 25(OH)2D]이지만 혈중 반감기가 매우 짧기 때문에 체내 비타민 D 수준의 비교 지표로서는 반감기가 약 2-3주인 25(OH)D 농도가 주로 이용된다.¹⁷⁾ 혈액 검체는 원심분리하여 채취 6시간 이내에 한국 녹십자 의료재단의 혈액학 진단검사실로 보내 chemiluminescent immunoassay (CLIA, LIASON 25-OH Vitamin D Total Assay; DiaSorin Inc., Stillwater, MN, USA) 방법을 이용해 분석했다. Intra-assay coefficient of variation (CV)는 2.8%, interassay CV는 3.0%에서 3.6%이다. 측정 가능한 최저값은 4 ng/mL였다.

Table 1. Sociodemographic, lifestyle, and dietary characteristics of 4,124 Korean university students aged 18 to 39 years, 2013 spring

Variable	Value
Total	4,124 (100)
Men	2,131 (51.7)
Women	1,993 (48.3)
Age (y)	22 (20-25)
25(OH)D (ng/mL)	11.1±4.1
25(OH)D quartile (ng/mL)	
Q1 (low)	7.0±1.0
Q2	9.4±0.6
Q3	11.4±0.7
Q4 (high)	16.5±4.2
Body mass index (kg/m ²)	
Normal (18.5-~23)	2,580 (62.6)
Underweight (<18.5)	464 (11.3)
Overweight (23-~25)	639 (15.5)
Obese (≥25)	441 (10.7)
Waist circumference (cm)	
Normal (M<90, F<85)	3,924 (95.2)
Abdominal obesity (M≥90, F≥85)	200 (4.8)
Physical activity, tertile	
Low	1,250 (30.3)
Moderate	1,320 (32.0)
High	1,284 (31.1)
Sedentary time (h/d), tertile	
1 (low)	1,127 (27.3)
2	1,607 (39.0)
3 (high)	994 (24.1)
Alcohol use	
None	361 (8.8)
Moderate	2,971 (72.0)
Heavy	483 (11.7)
Smoking status	
None	3,546 (86.0)
Ex-smoker	202 (4.9)
Current smoker	223 (5.4)
Dairy intake	
<2/wk	1,543 (37.4)
3-4/wk	1,002 (24.3)
5-6/wk	463 (11.2)
≥7/wk	1,040 (25.2)
Fatty fish intake	
<1/mo	836 (20.3)
2-3/mo	1,312 (31.8)
1-2/wk	1,398 (33.9)
≥3/wk	503 (12.2)
Fruit intake	
<1/wk	943 (22.9)
1-2/wk	1,084 (26.3)
3-6/wk	1,118 (27.1)
≥1/d	904 (21.9)
Vegetable intake	
<3/wk	1,114 (27.0)
3-6/wk	1,502 (36.4)
1/d	684 (16.6)
≥2/d	749 (18.2)

Table 1. Continued

Variable	Value
Red/processed meat intake	
<1/wk	1,299 (31.5)
1-2/wk	1,546 (37.5)
3-4/wk	799 (19.4)
≥5/wk	405 (9.8)
Instant noodle intake	
<1/mo	1,128 (27.4)
2-3/mo	1,217 (29.5)
1-2/wk	1,244 (30.2)
≥3/wk	460 (11.2)
Sugar-sweetened beverage	
<1/mo	1,492 (36.2)
2-3/mo	1,302 (31.6)
1-2/wk	808 (19.6)
≥3/wk	447 (10.8)
Refined carbohydrate intake	
<1/mo	1,736 (42.1)
2-3/mo	1,156 (28.0)
1-2/wk	544 (13.2)
≥3/wk	613 (14.9)
Multivitamin use	1,485 (36.0)
Family history of cardiovascular disease*	2,640 (64.0)
Academic status	
Undergraduate	2,759 (66.9)
Master's course	1,148 (27.8)
Doctoral course	217 (5.3)
Total cholesterol (mg/dL)	185±30.7
≥200	1,191 (28.9)
LDL cholesterol (mg/dL)	101±26.9
≥100	1,974 (47.9)
Triglyceride (mg/dL)	82±39.1
≥150	212 (5.1)
HDL cholesterol (mg/dL)	68±15.0
<40, men/<50, women	115 (2.8)
Fasting glucose (mg/dL)	85±7.7
≥100	116 (2.8)
Systolic blood pressure (mmHg)	117±14.1
>130	825 (20.0)
Diastolic blood pressure (mmHg)	66±9.2
>85	142 (3.4)

Values are presented as number (%), median (Interquartile range), or mean± standard deviation. Percentages may not add up to 100% due to rounding and/or missing information.

25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; M, male; F, female; LDL, low density lipoprotein; HDL, high density lipoprotein.

*Includes dyslipidemia, diabetes, hypertension, angina, cardiovascular disease, stroke.

4. 교란변수

자가 기입 설문지를 통해 인구학적 정보, 심혈관계 질환 가족력, 생활습관, 식사습관을 조사했다. 신체활동량은 metabolic equivalent of task-min을 기준으로 3단계(낮음, 보통, 높음)로 구분했고¹⁸⁾ 하루 평균 좌식 시간은 3분위군으로 구분했다. 음주량을 기준으로 비음주

군, 주당 1-13잔 섭취 시에는 적정군, 주당 14잔 이상 음주 시에는 위험 음주군으로(여자는 남자의 1/2기준) 구분하였으며, 흡연습관은 비흡연, 현재 흡연, 과거 흡연으로 구분했다. 식사습관 설문으로 유제품, 생선, 과일, 야채, 고지방 육류, 인스턴트 면류, 가당 음료, 탄수화물 섭취의 빈도 및 종합비타민 복용 여부를 조사했다.

5. 통계 분석

선형회귀분석과 로지스틱 회귀분석으로 혈중 비타민 D 수준과 심혈관대사질환 위험 요인과의 상관관계 및 교차비(95% 신뢰구간, 95% confidence interval [95% CI])를 산출하였다. 다변량 분석 시 모델 1에서는 나이와 성별을 보정하였고, 모델 2는 모델 1의 보정변수에 체질량지수, 복부둘레, 신체활동량, 좌식시간, 음주습관, 흡연습관, 종합비타민 복용 여부, 심혈관질환 가족력을 추가 보정하였다. 모델 3은 모델 2의 보정변수에 학년 및 유제품, 생선, 야채, 육류, 인스턴트 면류, 과당음료, 정제된 탄수화물 섭취 빈도를 추가 보정하였다. 각 변수간의 다중공선성 확인을 위해 correlation coefficient 값 및 분산팽창계수를 확인하였으며 변수간의 다중공선성이 없음을 확인한 뒤 분석에 적용하였다. 통계적 유의성은 P<0.05로 하였으며 통계 도구로 STATA 소프트웨어 버전 14.0 (Stata Co., College Station, TX, USA)을 이용하였다.

결 과

1. 연구 대상자의 특성

최종 연구 대상자 4,124명 중에서 남자는 51.7%였으며 평균 나이는 22.8세였다(Table 1). 당뇨, 이상지질혈증, 고혈압, 협심증, 뇌졸중을 포함한 심혈관계질환의 가족력이 있는 대상자의 비율은 64.0%였다(Table 1). 혈중 25(OH)D의 평균은 11.1±4.1 ng/mL이었으며 4분위군으로 분류하였을 때 가장 낮은군(Q1)의 평균은 7.0±1.0 ng/mL, 가장 높은군(Q4)의 평균은 16.5±4.2 ng/mL였다. 연구 대상자의 10.7%가 비만이었으며 복부비만자의 비율은 4.8%였다. 총 콜레스테롤 200 mg/dL 이상인 비율은 28.9%이고, 저밀도지질콜레스테롤 100 mg/dL 이상자의 비율은 47.9%였다. 중성지방 150 mg/dL 이상인 비율은 5.1%였고, 고밀도지질콜레스테롤이 남자 40 mg/dL, 여자 50 mg/dL보다 낮은 비율은 2.8%였다. 공복혈당이 100 mg/dL 이상인 환자는 전체 대상자 중 2.8%였으며, 수축기 혈압 130 mmHg 이상이거나 이완기 혈압 85 mmHg 이상인 비율은 23.4%였다. 수축기 혈압과 이완기 혈압을 구분하였을 때 이완기 혈압이 85 mmHg 이상인 비율은 3.4%였다 (Table 1).

2. 혈중 25(OH)D와 심혈관대사 질환 위험요인과의 관련성

연속변수로 처리한 혈중 25(OH)D와 심혈관대사 질환 위험요인간의 상관관계를 다변량 분석한 결과, 총 콜레스테롤(P<0.001), 저밀도지질콜레스테롤(P=0.006), 중성지방(P<0.001), 공복혈당(P=0.019)은 혈중 25(OH)D 수준과 유의한 음의 상관 관계를 보였다. 반면 고밀도지질콜레스테롤, 수축기 및 이완기 혈압도 혈중 25(OH)D와 음의 관련성을 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다(Table 2).

혈중 25(OH)D를 4분위군으로 처리하여 최하위군을 기준으로 비교했을 때 총 콜레스테롤이 200 mg/dL 이상일 교차비는 최상위군에서 0.75 (95% CI, 0.61-0.92; P-trend=0.003)였다. 모델 1, 2, 3 모두 거의 유사한 결과를 보였으며 통계적으로 유의하였다(Table 3). 저밀도지질콜레스테롤이 100 mg/dL 이상일 교차비는 혈중 25(OH)D 최상위군에서 0.82 (95% CI, 0.67-0.99; P-trend=0.028)였다. 중성지방이 150 mg/dL 이상일 교차비는 0.52 (95% CI, 0.33-0.83; P-trend=0.004)였다. 저밀도지질콜레스테롤과 중성지방의 경우도 모델에 따른 위험도의 차이는 두드러지지 않았으며 모두 유의한 결과를 보였다. 공복혈당이 100 mg/dL 이상일 교차비는 모델 2에서는 유의하였으나(P-trend=0.036), 변수를 추가 보정한 모델 3에서는 유의성이 감소하였다(P-trend=0.051). 반면 고밀도지질콜레스테롤과 수축기 및 이완기 혈압은 혈중 25(OH)D에 따른 심혈관대사질환 교차비가 모든 모델에서 유의하지 않았다.

고 찰

본 연구 결과 청년기 성인에서 혈중 25(OH)D 수준은 심혈관대사 질환 위험인자들 중에서 총 콜레스테롤, 저밀도지질콜레스테롤, 중

Table 2. The association between lipid profile and other cardiometabolic markers and serum 25(OH)D concentrations in 4,124 Korean university students aged 18 to 39 years, 2013 spring

Parameter	Difference in 25(OH)D (ng/mL)		
	Beta	SE	P-value
Total cholesterol	-0.14	0.03	<0.001
LDL cholesterol	-0.62	0.19	0.001
Triglyceride	-0.92	0.14	<0.001
HDL cholesterol	-0.11	0.25	0.663
Fasting glucose	-0.13	0.05	0.015
Systolic blood pressure	-0.45	0.05	0.394
Diastolic blood pressure	-0.08	0.04	0.033

25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; Beta, regression coefficient; SE, standard errors; LDL, low density lipoprotein; HDL, high density lipoprotein. Model was adjusted for age, sex, body mass index (underweight, normal, overweight, obese), waist circumference (normal, abdominal obesity), physical activity (tertile), sedentary time (tertile), alcohol use (category), smoking status, multi-vitamin use and family history of cardiovascular disease.

성지방, 공복혈당과 유의한 음의 상관 관계를 보였다.

지금까지 국내외 여러 선행 연구에서도 혈중 25(OH)D 수준과 혈중 지질 및 심혈관대사 질환과의 상관관계가 보고되고 있다. 비타민 D 수준과 심혈관대사 질환을 연구한 28개 논문으로 시행한 메타 분석에서 중장년 및 노년층 인구 집단에서 혈중 25(OH)D 수준이 높을수록 심혈관대사 질환 및 제2형 당뇨와 대사증후군의 발병이 감소하는 것으로 나타났다.¹⁹⁾ 2001년부터 2004년까지 미국의 국민건강영양조사에 참여한 3,577명의 10대 청소년(12세부터 19세까지)을 대상으로 한 단면연구에서 낮은 혈중 25(OH)D 수준은 복부비만 및 과체중과 강한 연관성이 있었고 나이, 성별, 인종 등 교란변수를 보정하였을 때 혈중 25(OH)D는 수축기 혈압, 혈당과 음의 상관관계를 보였다.²⁰⁾ 국내 선행 연구에서는 만 65세 노인층을 대상으로 혈중 25(OH)

D 수준과 대사증후군 요소의 상관관계를 분석한 결과 혈중 25(OH)D 수준은 중성지방과 유의한 음의 상관관계를 보였다.²¹⁾ 또한 만 10-18세 한국 청소년 870명을 대상으로 한 연구에서는 혈중 25(OH)D 수준은 허리둘레 및 수축기, 이완기 혈압과 유의한 음의 상관관계를 보였으나 중성지방, 고밀도지질콜레스테롤, 공복혈당과는 유의한 관련성을 보이지 않았다.²²⁾ 그러나 상기 연구들은 대부분 중장년층 및 노인층 혹은 10대 청소년을 대상으로 한 연구이고 20대부터 30대 초반의 청년기 연령층을 대상으로 한 연구는 없었다는 점에서 본 연구의 의의를 찾을 수 있다.

선행 연구들에서 혈중 25(OH)D 수준과 혈중 지질과의 관련성은 일관된 결과를 보이지는 않는다. 일개 건강검진센터 수진자 492명을 대상으로 했던 국내 연구에서 혈중 25(OH)D 수준과 복부지방 및 심

Table 3. Multivariable-adjusted ORs and 95% CIs of selective cardiovascular disease risk factors by serum 25(OH)D quartile among 4,124 Korean university students aged 18 to 39 years, 2013 spring

Category	Serum 25(OH)D quartile					P for trend
	Q1 (low) (n=1,027)	Q2 (n=1,043)	Q3 (n=1,009)	Q4 (high) (n=1,045)		
Total cholesterol ≥200 mg/dL	n (%)	335 (32.6)	307 (29.4)	273 (27.1)	276 (26.4)	
	Model 1	1.00 (reference)	0.89 (0.74-1.07)	0.79 (0.65-0.96)	0.76 (0.62-0.93)	0.003
	Model 2	1.00 (reference)	0.88 (0.72-1.06)	0.77 (0.63-0.94)	0.74 (0.61-0.91)	0.002
	Model 3	1.00 (reference)	0.88 (0.72-1.07)	0.77 (0.63-0.96)	0.75 (0.61-0.92)	0.003
LDL cholesterol ≥100 mg/dL	n (%)	514 (50.1)	501 (48.0)	473 (46.9)	486 (46.5)	
	Model 1	1.00 (reference)	0.92 (0.77-1.10)	0.87 (0.73-1.04)	0.83 (0.70-1.00)	0.035
	Model 2	1.00 (reference)	0.92 (0.76-1.08)	0.85 (0.71-1.02)	0.82 (0.68-0.99)	0.028
	Model 3	1.00 (reference)	0.91 (0.76-1.08)	0.85 (0.70-1.02)	0.82 (0.67-0.99)	0.028
Triglyceride ≥150 mg/dL	n (%)	65 (6.3)	55 (5.3)	47 (4.7)	45 (4.3)	
	Model 1	1.00 (reference)	0.69 (0.47-1.02)	0.59 (0.39-0.88)	0.45 (0.30-0.68)	<0.001
	Model 2	1.00 (reference)	0.68 (0.45-1.02)	0.55 (0.36-0.84)	0.47 (0.30-0.74)	0.001
	Model 3	1.00 (reference)	0.71 (0.46-1.08)	0.59 (0.37-0.92)	0.52 (0.33-0.83)	0.004
HDL cholesterol <40 mg/dL (men) <50 mg/dL (women)	n (%)	28 (2.7)	25 (2.4)	31 (3.1)	31 (3.0)	
	Model 1	1.00 (reference)	0.88 (0.51-1.51)	1.13 (0.67-1.90)	1.08 (0.64-1.83)	0.561
	Model 2	1.00 (reference)	0.94 (0.53-1.64)	1.30 (0.76-2.22)	1.38 (0.79-2.39)	0.153
	Model 3	1.00 (reference)	0.91 (0.52-1.61)	1.27 (0.73-2.20)	1.31 (0.74-2.31)	0.218
Fasting glucose ≥100 mg/dL	n (%)	30 (2.9)	30 (2.9)	36 (3.6)	20 (1.9)	
	Model 1	1.00 (reference)	0.88 (0.52-1.49)	1.09 (0.66-1.81)	0.50 (0.28-0.90)	0.055
	Model 2	1.00 (reference)	0.85 (0.50-1.44)	1.02 (0.61-1.72)	0.45 (0.25-0.84)	0.036
	Model 3	1.00 (reference)	0.86 (0.50-1.48)	1.09 (0.64-1.84)	0.46 (0.24-0.86)	0.051
Systolic BP >130 mmHg	n (%)	162 (15.8)	206 (19.8)	206 (20.4)	251 (24.0)	
	Model 1	1.00 (reference)	1.11 (0.86-1.42)	1.08 (0.84-1.39)	1.16 (0.92-1.48)	0.271
	Model 2	1.00 (reference)	1.08 (0.83-1.40)	1.02 (0.78-1.32)	1.18 (0.91-1.54)	0.272
	Model 3	1.00 (reference)	1.12 (0.86-1.45)	1.05 (0.80-1.36)	1.19 (0.91-1.55)	0.287
Diastolic BP >85 mmHg	n (%)	33 (3.2)	34 (3.3)	39 (3.9)	36 (3.4)	
	Model 1	1.00 (reference)	0.89 (0.54-1.45)	1.02 (0.63-1.65)	0.80 (0.49-1.30)	0.504
	Model 2	1.00 (reference)	0.86 (0.52-1.44)	1.00 (0.61-1.64)	0.90 (0.53-1.52)	0.855
	Model 3	1.00 (reference)	0.97 (0.58-1.62)	1.11 (0.67-1.84)	0.99 (0.58-1.62)	0.910

Values are presented as number (%) or odds ratio (95% confidence interval).

25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; LDL, low-density lipoprotein; HDL, high-density lipoprotein; BP, blood pressure.

Model 1 was adjusted for age, sex. Model 2 based on Model 1, was adjusted for body mass index (underweight, normal, overweight, obese), waist circumference (normal, abdominal obesity), physical activity (tertile), sedentary time (tertile), alcohol use (category), smoking status, multivitamin use and family history of cardiovascular disease. Model 3 based on Model 2, was adjusted for intakes of milk, fatty fish, fruit, vegetables, red/processed meat, instant noodle, sugar-sweetened beverage, and refined carbohydrate and academic status.

혈관계 위험인자들간의 관련성이 본 연구와 유사한 결과를 보였다.²³⁾ 상기 선행 연구 대상자의 평균 연령은 남자 51세, 여자 53세였으며, 본 연구 대상자는 20대 연령층이었으므로 청소년기 혹은 청년기부터 시작된 혈중 25(OH)D 부족이나 결핍이 장기적으로 누적되는 경우 조기 심혈관 및 대사 질환 발생 위험도를 증가시킬 수 있을 것으로 유추할 수 있다.

체내에서 비타민 D가 어떠한 기전으로 혈중 콜레스테롤 수준에 영향을 미치는지에 대한 명확한 기전은 아직까지 확실하지 않다. Wang 등²⁴⁾은 동물 실험을 통해 비타민 D 수용체 발현을 억제하는 경우 혈중 콜레스테롤 농도가 현저히 상승했음을 확인하였고, 비타민 D가 지방세포에서 지단백질지방분해효소(lipoprotein lipase)의 활동을 증가시켜 혈청 중성지방을 감소시키고, 다른 지질 성분 구성에 직·간접적인 영향을 미칠 것으로 해석하였다.

본 연구의 장점으로는 비교적 단기간에 자료를 수집하여 혈중 25(OH)D 수준에 가장 큰 영향을 미치는 계절에 따른 자외선 조사량 변화로 인한 영향을 최소화 할 수 있었다는 점이다. 또한 일개 대학 학생들을 대상으로 하였으므로 신체활동 및 자외선 노출 수준이 상대적으로 동질적인 인구 집단을 이용하였다고 볼 수 있으며, 혈중 25(OH)D에 영향을 미칠 수 있는 다양한 변수(체중, 허리둘레, 종합비타민 복용, 식사습관, 좌식시간, 신체활동 정도, 식사습관 등)를 보정하여 혈중 25(OH)D 수준에 영향을 줄 수 있는 교란변수의 작용을 최소화하였다.

본 연구 단점은 다음과 같다. 첫째, 단면연구이므로 시간적 선후관계 및 인과관계를 확인하기는 어렵다. 둘째, 일개 대학 구성원을 대상으로 하였으므로 일반 인구에 일반화하는 데에 제약이 따른다. 셋째, 비록 다양한 교란변수를 보정하였지만 교란변수의 영향을 완벽하게 통제하거나 모든 잠재적인 교란변수를 보정하는 것은 불가능하였다. 마지막으로 연구 대상자의 평균 연령이 비교적 낮았고 대학생이라는 특정 직업군을 대상으로 하였으므로 일부 변수(고밀도 지질콜레스테롤, 공복혈당, 이완기혈압)의 경우 대사증후군 기준에 해당하는 대상자의 수가 상대적으로 작았다.

결론적으로, 한국인에서 비타민 D 결핍 또는 부족의 유병률이 가장 높은 군으로 알려져 있는 청년기 연령층에서 혈중 25(OH)D 수준과 총 콜레스테롤, 중성지방, 저밀도지질콜레스테롤 간에 유의한 음의 상관관계가 관찰되었다. 향후 이와 같은 관련성을 명확히 확인하기 위한 장기적인 관찰연구 및 임상시험이 필요할 것으로 판단된다.

요 약

연구배경: 청년기 성인에서 혈중 비타민 D 수준과 심혈관대사질환 위험요소 간의 관련성에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 본 연구에서는 한국 청년기 성인에서 혈청 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D] 수준과 다양한 심혈관대사질환 위험요소 간의 관련성을 고찰하였다.

방법: 2013년 4월부터 5월까지 서울 소재 일개 대학에서 18-39세의 건강한 남녀 대학생 4,124명의 건강검진 자료를 기초로 단면연구를 시행하였다. 혈중 25(OH)D, 혈중 지질, 공복혈당, 신체계측, 생활습관, 식습관 및 인구사회학적 자료를 수집하였다. 일반선행회귀분석 및 로지스틱회귀분석을 이용하여 혈중 25(OH)D 수준과 심혈관대사질환 위험요인 간의 관련성을 평가하고 교차비(OR) 및 95% 신뢰구간(CI)을 산출하였다.

결과: 대상자들의 혈중 25(OH)D의 평균 농도는 11.1 ng/mL였다. 연령, 성별, 체질량지수, 허리둘레, 신체활동, 좌식시간, 흡연, 음주습관, 종합비타민 복용, 심혈관질환 가족력을 보정한 후 혈중 25(OH)D 수준은 총 콜레스테롤(P=0.001), LDL 콜레스테롤(P=0.006), 중성지방(P<0.001), 공복혈당(P=0.019)과 음의 상관관계를 보였다. 혈중 25(OH)D 수준이 가장 낮은 4분위군에 비해 가장 높은 4분위군에서 각각의 보정 교차비(95% CI)는 총 콜레스테롤 ≥ 200 mg/dL에 대해서는 0.74 (0.61-0.91), LDL 콜레스테롤 ≥ 100 mg/dL은 0.82 (0.68-0.99), 중성지방 ≥ 150 mg/dL은 0.47 (0.30-0.74), 공복혈당 ≥ 100 mg/dL인 경우는 0.45 (0.25-0.84)였다.

결론: 한국 청년기 성인에서 혈중 25(OH)D 수준은 혈중 지질과 공복혈당과 음의 상관관계를 보였으며, 이러한 관련성은 이미 알려진 위험요인들과 독립적이었다.

중심단어: 심혈관대사 질환 지표; 비타민 D; 청년기 성인

REFERENCES

1. 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.
2. 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.
3. Chung JY, Hong SH. Vitamin D status and its association with cardiometabolic risk factors in Korean adults based on a 2008-2010 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Nutr Res Pract* 2013; 7: 495-502.
4. Stroud C, Walker LR, Davis M, Irwin CE Jr. Investing in the health and well-being of young adults. *J Adolesc Health* 2015; 56: 127-9.

5. Park MJ, Scott JT, Adams SH, Brindis CD, Irwin CE Jr. Adolescent and young adult health in the United States in the past decade: little improvement and young adults remain worse off than adolescents. *J Adolesc Health* 2014; 55: 3-16.
6. Institute of Medicine (IOM), National Research Council (NRC). Investing in the health and well-being of young adults. Washington: The National Academies Press; 2015.
7. Reilly JJ, Kelly J. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *Int J Obes (Lond)* 2011; 35: 891-8.
8. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome--a new worldwide definition. *Lancet* 2005; 366: 1059-62.
9. Statistics Korea. Cause-of-death statistics in the Republic of Korea, 2015 [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2016. [cited 2017 May 25]. Available from: http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/6/2/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=356345&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&sTarget=title&sTxt=.
10. Choi HS, Oh HJ, Choi H, Choi WH, Kim JG, Kim KM, et al. 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: 643-51.
11. Prentice A. Vitamin D deficiency: a global perspective. *Nutr Rev* 2008; 66(10 Suppl 2): S153-64.
12. Langlois K, Greene-Finestone L, Little J, Hidioglou N, Whiting S. Vitamin D status of Canadians as measured in the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Rep* 2010; 21: 47-55.
13. Korean society for the study of obesity. Clinical Guidelines of Treatment of Obesity 2012 [Internet]. Seoul: Korean society for the study of obesity; 2014. [cited 2017 Jun 13]. Available from: http://www.kosso.or.kr/general/board/list.html?num=72&start=0&sort=count%20asc&code=general_03&key=&keyword=.
14. Lee S, Park HS, Kim SM, Kwon HS, Kim DY, Kim DJ, et al. Cut-off points of waist circumference for defining abdominal obesity in the Korean population. *Korean J Obes* 2006; 15: 1-9.
15. Committee for Guidelines for Management of Dyslipidemia. 2015 Korean Guidelines for Management of Dyslipidemia. *J Lipid Atheroscler* 2015; 4: 61-92.
16. National Cholesterol Education Program (U.S.), Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III): final report. Washington: The Program; 2002.
17. Holick MF. Vitamin D: importance in the prevention of cancers, type 1 diabetes, heart disease, and osteoporosis. *Am J Clin Nutr* 2004; 79: 362-71.
18. Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolic equivalents (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin Cardiol* 1990; 13: 555-65.
19. Reis JP, von Mühlen D, Miller ER 3rd, Michos ED, Appel LJ. Vitamin D status and cardiometabolic risk factors in the United States adolescent population. *Pediatrics* 2009; 124: e371-9.
20. Parker J, Hashmi O, Dutton D, Mavrodaris A, Stranges S, Kandala NB, et al. Levels of vitamin D and cardiometabolic disorders: systematic review and meta-analysis. *Maturitas* 2010; 65: 225-36.
21. Rho HR, Lee SW, Lee HS, Shim KW, Chun H, Byun AR, et al. The association between serum vitamin D level and metabolic syndrome in elderly people: based on the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2012. *Korean J Fam Pract* 2016; 6: 315-21.
22. Yoo HN, Kim HS. Vitamin D deficiency and metabolic syndrome among Korean adolescents: based on Korea National Health and Nutrition Examination Survey V (KNHANES). *J Korean Soc Sch Health* 2016; 29: 22-32.
23. Shin SR, Han AL, Park SH. Vitamin D status and its relation with abdominal adiposity and cardiovascular risk factors of Korean adults in certain areas. *Korean J Obes* 2015; 24: 30-5.
24. Wang JH, Keisala T, Solakivi T, Minasyan A, Kalueff AV, Tuohimaa P. Serum cholesterol and expression of ApoAI, LXRbeta and SREBP2 in vitamin D receptor knock-out mice. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2009; 113: 222-6.