

## 제5기 국민건강영양조사 자료 중 성인 남성에서 비타민 D와 고밀도 지단백 콜레스테롤의 관련성

정인경

호남대학교 뷰티미용학과

### Association between High-Density Lipoprotein Cholesterol and Vitamin D Levels in Adult Men in the Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey

In Kyung Jung

Department of Beauty Art, Honam University, Gwangju, Korea

**Background:** Patients with metabolic syndrome had low high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) levels. Moreover, vitamin D deficiency is also related to metabolic syndrome. This study aimed to investigate the association between vitamin D and HDL-C levels.

**Methods:** To determine the association between HDL-C and vitamin D levels, 5,537 males who had no missing values were systematically selected from the fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. Then, the association was investigated by a multivariable logistic regression analysis after adjusting for the effects of confounding factors on vitamin D and HDL-C levels, such as age, body mass index (BMI), sociodemographic factors, and lifestyle factors.

**Results:** In Korean men aged  $\geq 20$  years, the mean vitamin D and HDL-C levels were  $18.3 \pm 0.2$  ng/mL and  $46.8 \pm 0.2$  mg/dL, respectively. Moreover, the prevalence of low HDL-C levels was  $29.2 \pm 0.8\%$ . After adjusting for age, BMI, sociodemographic factors, and lifestyle factors, the risk of low HDL-C levels in the lowest quartile of vitamin D level was 1.296 (95% confidence interval [CI], 1.035-1.623) times higher and that in the second quartile of vitamin D level was 1.354 (95% CI, 1.086-1.690) times higher than that in the third quartile of vitamin D level ( $P < 0.05$ ).

**Conclusions:** The risk of low HDL-C levels is associated with vitamin D level after adjustment for age, BMI, sociodemographic factors, and lifestyle factors.

**Korean J Health Promot 2019;19(4):210-220**

**Keywords:** Vitamin D, HDL-cholesterol, Metabolic syndrome, Life style

## 서 론

고밀도 지단백 콜레스테롤(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)은 대식세포로부터 콜레스테롤을 제거하여 혈중 콜레스테롤의 농도를 낮추고, 저밀도 지단백 콜레스테롤(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)의 산화를 억제하며, 항염증작용 등을 통해 심혈관질환의 위험성을 감소시키는 것으로 알려졌다.<sup>1-4)</sup>

■ Received: Aug. 26, 2019 ■ Revised: Oct. 24, 2019 ■ Accepted: Nov. 12, 2019

■ Corresponding author : In Kyung Jung, PhD

Department of Beauty Art, Honam University, 90 Honam-daero, Gwangsan-gu, Gwangju 62399, Korea

Tel: +82-62-940-3872, Fax: +82-62-940-3879

E-mail: jungik@nate.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6197-2255>

일광 조사 시 피부에서 7-dehydrocholesterol로부터 만들어진 비타민 D<sub>3</sub>는 간에서 25-hydroxyvitamin D (25[OH]D)로 전환된 후 신장에서 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> (1,25[OH]<sub>2</sub>D<sub>3</sub>)로 전환되어 칼슘 농도를 유지하는 것으로 알려져 왔다. 근래에 신장 이외의 신체 여러 조직에서도 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>가 만들어지고 이것이 비타민 D 수용체(vitamin D receptor)와 결합하여 제1형 당뇨병, 다발성경화증, 류마티스성 질환, 건선, 알레르기, 만성간염, 천식, 호흡기감염 등 면역계통 질환들과 대사증후군, 제2형 당뇨병 및 각종 암 등에 대하여 긍정적인 작용을 나타내는 것으로 알려졌다.<sup>5,6)</sup>

비타민 D 농도가 낮은 사람은 심혈관질환의 발병 가능성이 높으며,<sup>7)</sup> 혈액 중 지질의 조성이 악화되고,<sup>8,9)</sup> 비만과 대사증후군이 나타날 가능성이 높다.<sup>7,10)</sup> 또한 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서도 HDL-C 농도와 비타민 D 농도 사이에 관련성이 있고,<sup>11)</sup> 성인 남성을 대상으로 한 연구에서도 혈중 25(OH)D와 LDL-C/HDL-C는 역상관계라는 보고가 있었다.<sup>8)</sup> Ponda 등<sup>12,13)</sup>은 대규모 인구집단을 대상으로 한 단면조사에서 비타민 D의 부족 시 LDL-C의 농도가 높고 HDL-C의 농도가 낮게 나왔으나 특정 코호트 집단을 대상으로 비타민 D를 보충한 후 지단백질의 조성에는 유의미한 변화가 없었다고 발표하였다. 최근 갱년기 여성을 대상으로 비타민 D와 대사증후군과의 관련성을 조사한 연구에서도 HDL-C와 비타민 D 수준 사이에 유의성이 없다는 보고가 있어, 비타민 D와 지질대사 사이의 관련성에 관한 이전 연구의 결과들은 일치하지 않았다.<sup>14)</sup>

이에 본 연구에서는 제5기 국민건강영양조사 자료를 통합하여 얻은 대규모 자료 중 20세 이상의 성인 남성 집단을 대상으로 하여 비타민 D와 HDL-C의 농도에 영향을 주는 것으로 알려진 교란변수들의 영향을 보정 후 분석하여 비타민 D와 HDL-C 농도 사이의 관련성을 살펴보았다.

## 방 법

### 1. 연구 자료의 특성

2010-2012년 사이에 이루어진 제5기 국민건강영양조사 자료를 활용하였다.<sup>15-17)</sup> 국민건강영양조사는 「국민건강증진법」 제16조에 근거하여 실시하고 있는 법정통계이며 질병관리본부의 연구윤리심의위원회의 승인을 받아 「개인정보 보호법」, 「통계법」을 준수하여 자료를 수집하고 사용허가를 받은 연구자에게 제공하고 있다. 본 분석에서 사용한 자료는 질병관리본부 연구윤리심의위원회의 승인을 받아 수행한 것으로 그 승인번호는 2010년 2010-02CON-21-C, 2011년 2011-02CON-06-C, 2012년 2012-01EXP-01-2C이다. 이 조사는 대한민국에 거주하고 있는 국민 중 양로원,

군대, 교도소 등에 입소한 자와 외국인을 제외한 모든 사람을 목표모집단으로 하여 조사한 것으로 전국을 시도별로 1차 층화하고, 일반지역은 성별, 연령대별 인구비율을 기준으로, 아파트 지역은 단지별 평당 가격, 평균 평수 등으로 2차 층화한 후 표본조사구를 추출하여 다단계층화집락추출 방식으로 대상자를 선정한 복합표본자료이다. 각 연도의 표본은 전국을 대표하는 독립적인 확률표본이며 각기 유사한 특성을 가지는 순환표본이므로 각 연도별 자료의 통합분석이 가능하며 이 자료의 분석 결과는 해당 년도 대한민국 국민의 대표적인 특성으로 해석할 수 있는 장점이 있어 그 결과가 갖는 의미가 있다.<sup>18)</sup> 본 연구에서는 제5기 조사에 참여한 대상자 중 연구에 적합한 관심변수 즉, HDL-C, 비타민 D, 사회경제적 위치지표 및 생활습관 항목에 결측치가 없는 20세 이상의 성인 남성 5,537명을 연구 대상으로 하였다.

### 2. 연구변수의 선정 및 정의

국민건강영양조사 자료 중 기본변수, 건강설문조사 자료 및 검진조사 자료를 활용하였다.

기본변수 자료 중 사회경제적 위치지표를 알 수 있는 변수를 적용하였다. 동/읍면 구분은 ‘동’과 ‘읍/면’으로, 아파트 구분은 ‘일반주택’과 ‘아파트’로, 가구소득은 ‘하’, ‘중하’, ‘중상’ 및 ‘상’으로, 교육수준은 졸업기준으로 ‘초등학교’, ‘중학교’, ‘고등학교’ 및 ‘전문대졸 이상’으로, 직업군은 직업재분류 및 실업/비경제활동상태 코드에 따라 ‘관리자, 전문가 및 관련종사자’, ‘사무종사자’, ‘서비스 및 판매 종사자’, ‘농림어업 숙련 종사자’, ‘기능원, 장치·기계조작 및 조립종사자’, ‘단순노무종사자’ 및 ‘무직(주부, 학생 등)’의 7군으로 구분하였고, 만나이를 적용하였다.

검진조사 자료 중에서 신체계측 및 혈액검사 자료를 활용하였다. 신체계측 자료에서는 신장과 체중 및 체질량지수(body mass index, BMI)를 활용하였다. BMI는 18.5 kg/m<sup>2</sup> 미만을 ‘저체중’, 18.5 kg/m<sup>2</sup> 이상 25.0 kg/m<sup>2</sup> 미만을 ‘정상체중’, 25.0 kg/m<sup>2</sup> 이상을 ‘비만’으로 구분하였다. 혈액검사 자료 중에서는 HDL-C와 비타민 D를 활용하였다. HDL-C는 효소법으로 검사하였으며 네오딘의학연구소에서 Cholesteset N HDL (Sekisui, Osaka, Japan)을 사용하여 Hitachi Automatic Analyzer 7600 (Hitachi, Tokyo, Japan)으로 측정한 원자료 값에 정확한 국가단위의 통계값을 얻기 위해 미국CDC지질 표준화프로그램에 참여하여 새로운 전환식을 적용하여 보정한 ‘전환식 HDL-콜레스테롤’ 값을 활용하였다.<sup>19)</sup> Alberti 등<sup>20)</sup>의 남성 이상지질혈증 판정기준에 따라 HDL-C 40 mg/dL 이상을 ‘정상’으로, HDL-C 40 mg/dL 미만을 ‘저HDL-콜레스테롤혈증(저HDL-C혈증)’으로 판정하였다. 혈중 비타민 D는 네오딘의학연구소에서 25-Hydroxyvitamin D 125I RIA

Kit (DiaSorin, Cypress, CA, USA)를 사용하여, 25(OH)D의 형태를 방사면역측정법(radioimmunoassay)으로 측정하였고, 1470 WIZARD gamma-Counter (PerkinElmer, Turku, Finland)를 사용하였다. 제5기 국민건강영양조사 결과 비타민 D는 3-51 ng/mL의 분포를 보이고 있어 이를 편의상 SPSS 프로그램(IBM Corp., Armonk, NY, USA)의 시각적 구간화 기능을 적용함으로써 '13 ng/mL 미만', '13-17 ng/mL', '17-21 ng/mL' 및 '21 ng/mL 이상'의 4분위군으로 나누어 분석에 활용하였다.

건강설문조사 자료 중에서는 음주, 흡연 및 신체활동 자료를 활용하여 생활습관의 영향을 보정하였다. 음주행태는 세계보건기구에서 개발하여 사용하는 도구인 「The Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT)」<sup>21)</sup> 점수를 적용하였다. 이 도구를 적용한 선행연구에 따라 AUDIT 점수 0-7인 경우를 '저위험군(normal)'으로, 8-15점을 '중등도 위험군(hazardous)'으로, 16점 이상을 '고위험군(problem)'의 3군으로 나누었다.<sup>22)</sup> 흡연 상태는 '현재흡연'과 '과거흡연-비흡연'의 2군으로 나누었다. '현재흡연'은 '평생 흡연량이 100개비 이상이며 현재 피우거나 가끔 피우고 있는 경우', '과거흡연-비흡연'은 '과거에는 피웠으나 현재 담배를 피우지 않는 경우'와 '피운 적 없음'인 경우를 통합하였다. 신체활동 중에서 달리기(조깅), 등산, 빠른 속도로 자전거 타기, 빠른 수영, 축구, 농구, 줄넘기, 스쿼시, 단식테니스, 무거운 물건 나르기 등의 직업활동 및 체육활동은 '격렬한 신체활동'으로, 천천히 하는 수영, 복식테니스, 배구, 배드민턴, 탁구, 가벼운 물건 나르기 등의 직업활동 및 체육활동은 '중등도 신체활동'으로 구분한 후 연구 대상자의 신체활동 정도를 다음과 같이 3단계로 구분하였다. '조사 당시 최근 1주일 동안 평소보다 몸이 매우 힘들거나 숨이 많이 가쁜 격렬한 신체활동을 1회 20분 이상, 주 3일 이상 실천한 경우'를 'high'라 하였으며, '최근 1주일 동안 평소보다 몸이 조금 힘들거나 숨이 약간 가쁜 신체활동을 1일 총 30분 이상, 주 5일 이상 실천한 경우'와 걷기 1회 30분 이상, 주 5일 이상 실천한 경우를 'moderate'라 하였다. 그리고 두 경우에 해당하는

활동을 하지 않은 경우를 'none'으로 간주하였다.

혈중 지질 구성에 영향을 줄 수 있는 식이자료를 반영하고자 하였으나 제5기 국민건강영양조사자료는 조사 전 24시간 동안 섭취한 음식 정보만으로 HDL-C에 대한 영향을 조사하기에는 적절하지 못한 것으로 생각하여 식이에 따른 영향은 반영하지 못하였다.

### 3. 자료분석

국민건강영양조사 자료는 다단계층화집락추출방식으로 대상자를 선정한 확률표본이므로 복합표본 자료의 특성을 반영할 수 있는 IBM SPSS Statistics ver. 25.0 (Windows; IBM Corp.)를 사용하여 분석하였다. 즉, 복합표본자료에 질병관리본부에서 제공한 층화변수와 1차 추출단위인 조사구를 지정하고 본 연구의 목적에 부합하는 '건강설문-검진조사가중치'를 적용하였다.

연구 대상자의 특성은 빈도분석, 기술통계 및 일반선형모형으로, 비타민 D와 저HDL-C혈증 유병 가능성의 관련성은 단변수 로지스틱 회귀분석으로 조사하였으며, model 1에서 BMI와 만나이의 영향을 보정하고 model 2에서는 model 1에 사회경제적 지표들의 영향을 추가하고, 마지막으로 model 3에서는 model 2에 생활습관의 영향을 추가로 보정하여 다변수 로지스틱 회귀분석으로 분석하였다. 모든 분석에서 유의수준은 0.05 미만으로 하였다.

## 결 과

### 1. 연구 대상자의 특성

연구 대상자의 평균 HDL-C 농도는 46.8±0.2 mg/dL, 25(OH)D의 평균 농도는 18.3±0.2 ng/mL였다. 평균 연령은 45.4±0.3세, 신장 170.8±0.1 cm, 체중 70.7±0.2 kg, BMI는 24.2±0.1 kg/m<sup>2</sup>였다. 현재흡연자의 비율은 57.9±0.8%, 중등도 신체활동 실천자는 4.9±0.4%, 고강도 신체활동 실천자는

**Table 1.** General characteristics of study subjects (n=5,537)

Characteristic	Mean±SE <sup>a</sup>	95% CI <sup>a</sup>
Age, years	45.4±0.3	44.8-45.9
Height, cm	170.8±0.1	170.6-171.1
Weight, kg	70.7±0.2	70.3-71.2
Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	24.2±0.1	24.1-24.3
HDL-C, mg/dL	46.8±0.2	46.3-47.2
25(OH)D, ng/mL	18.3±0.2	18.0-18.6

Abbreviations: 25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; CI, confidence interval; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; SE, standard error.

<sup>a</sup>Calculated by complex sample descriptive statistics.

**Table 2.** Frequency analysis of study subjects (n=5,537)<sup>a</sup>

Characteristic	Unweighted number	Mean±SE (95% CI)
HDL-C, mg/dL		
<40	1,685	29.2±0.8 (27.4-30.6)
≥40	3,852	71.0±0.8 (69.4-72.6)
25(OH)D, ng/mL		
<13	969	19.4±0.8 (17.8-21.2)
13 to <17	1,207	22.9±0.8 (21.3-24.5)
17 to <21	1,508	26.9±0.8 (25.3-28.6)
≥21	1,853	30.8±1.1 (28.6-33.0)
Body mass index, kg/m <sup>2</sup>		
<18.5	145	2.5±0.3 (2.0-3.1)
18.5 to <25	3,414	60.2±0.8 (58.4-61.8)
≥25	1,978	37.3±0.9 (35.7-39.0)
Region		
Urban	4,366	80.2±1.7 (76.6-83.4)
Rural	1,171	19.8±1.7 (16.6-23.4)
Housing		
General house	2,965	67.8±0.9 (66.1-69.4)
Apartment	2,572	32.2±0.9 (30.6-33.9)
Household income		
Low	955	13.5±0.6 (12.4-14.8)
Low-mid	1,423	26.4±0.9 (24.7-28.1)
Mid-high	1,581	30.9±0.8 (29.3-32.5)
High	1,578	29.2±0.9 (27.4-31.1)
Education		
Elementary school	975	12.4±0.6 (11.3-13.6)
Middle school	665	10.7±0.5 (9.7-11.8)
High school	1,986	41.3±0.9 (39.6-43.0)
College and higher	1,911	35.5±0.9 (33.8-37.3)
Occupation		
Administrator and specialist	898	17.2±0.7 (15.9-18.6)
Clerks	597	11.1±0.5 (10.1-12.1)
Service workers and marketers	630	13.7±0.7 (12.4-15.1)
Agriculture, forestry, and fishery	600	8.6±0.9 (7.0-10.4)
Engineers, technicians, and assemblers	1,107	23.4±0.8 (21.8-25.1)
Manual laborers	437	7.5±0.4 (6.6- 8.4)
Homemakers and students	1,268	18.6±0.7 (17.2-20.1)
Physical activity		
None	4,347	77.2±0.7 (75.7-78.6)
Moderate	275	4.9±0.4 (4.2-5.7)
High	915	18.0±0.7 (16.7-19.3)
Smoking status		
Present	2,786	57.9±0.8 (56.2-59.5)
Past/none	2,751	42.1±0.8 (40.5-43.8)
Alcohol (AUDIT score)		
Normal (0-7)	2,463	39.7±0.8 (38.1-41.3)
Hazardous (8-16)	1,805	34.8±0.8 (33.3-36.4)
Harmful (≥16)	1,269	25.5±0.8 (24.0-27.1)

Abbreviations: 25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; AUDIT, Alcohol Use Disorders Identification Test; CI, confidence interval; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; SE, standard error.

<sup>a</sup>Calculated by complex sample frequency analysis.

**Table 3.** The possible characteristics associated with high-density lipoprotein cholesterol and 25-hydroxyvitamin D levels

Characteristic	N	HDL-C, mg/dL <sup>a</sup>		25(OH)D, ng/mL <sup>a</sup>	
		Mean±SE (95% CI)	<i>P</i> <sup>b</sup>	Mean±SE (95% CI)	<i>P</i> <sup>b</sup>
Total	5,537	46.8±0.2 (46.3-47.2)	<0.001	18.3±0.16 (18.0-18.6)	<0.001
Body mass index, kg/m <sup>2</sup>					
<18.5	145	53.4±1.4 (50.8-56.1)	<0.001	17.4±0.8 (15.8-19.1)	0.286
18.5 to < 25.0	3,414	48.4±0.3 (43.1-44.1)		18.4±0.2 (18.1-18.8)	
≥25.0	1,978	43.6±0.3 (47.9-48.9)		18.2±0.2 (17.8-18.6)	
Region					
Urban	4,366	46.7±0.2 (46.3-47.1)	0.625	17.7±0.2 (17.4-18.0)	<0.001
Rural	1,171	47.0±0.5 (46.0-47.9)		20.8±0.4 (20.0-21.7)	
Residence					
General house	2,965	46.8±0.3 (46.2-47.3)	0.812	18.7±0.2 (18.3-19.1)	<0.001
Apartment	2,572	46.7±0.3 (46.2-47.2)		17.4±0.2 (17.1-17.8)	
Household income					
Low	955	46.6±0.5 (45.6-47.6)	0.983	18.8±0.3 (18.2-19.5)	0.040
Low-mid	1,423	46.9±0.4 (46.0-47.7)		18.4±0.2 (17.9-18.9)	
Mid-high	1,581	46.7±0.4 (46.0-47.5)		17.9±0.2 (17.5-18.4)	
High	1,578	46.7±0.3 (46.1-47.4)		18.4±0.2 (17.0-18.8)	
Education					
Elementary school	975	46.9±0.5 (45.9-47.9)	0.092	20.3±0.4 (19.6-20.9)	<0.001
Middle school	665	46.9±0.6 (45.8-48.1)		19.9±0.4 (19.1-20.7)	
High school	1,986	47.2±0.3 (46.5-47.9)		18.1±0.2 (17.7-18.5)	
College and higher	1,911	46.1±0.3 (45.5-46.7)		17.4±0.2 (17.1-17.8)	
Occupation					
Administrators and specialist	898	45.3±0.4 (44.5-46.1)	<0.001	17.3±0.2 (16.8-17.7)	<0.001
Clerks	597	46.4±0.5 (45.4-47.3)		17.6±0.3 (17.0-18.1)	
Service worker and marketers	630	47.0±0.5 (46.0-48.0)		17.7±0.3 (17.1-18.2)	
Agriculture, forestry, and fishery	600	46.8±0.6 (45.6-48.0)		23.0±0.5 (22.0-23.9)	
Engineers, technicians, and assemblers	1,107	47.8±0.4 (47.0-48.7)		18.5±0.3 (18.0-19.0)	
Manual laborers	437	48.6±0.8 (47.0-50.2)		18.9±0.4 (18.1-19.7)	
Homemakers and students	1,268	46.1±0.4 (45.2-47.0)		17.6±0.3 (17.1-18.1)	
Physical activity					
None	4,347	46.4±0.2 (46.0-46.9)	0.006	18.0±0.2 (17.7-18.3)	<0.001
Moderate	275	47.8±0.9 (46.0-49.6)		20.7±0.5 (19.6-21.8)	
High	915	47.8±0.4 (47.0-48.7)		18.9±0.3 (18.4-19.4)	
Smoking status					
Present	2,786	46.4±0.3 (45.8-47.0)	< 0.001	17.8±0.2 (17.4-18.2)	<0.001
Past/none	2,751	47.3±0.3 (46.8-47.9)		19.0±0.2 (18.7-19.4)	
Alcohol (AUDIT score)					
Normal (0-7)	2,463	44.4±0.3 (43.8-44.9)	< 0.001	18.2±0.2 (17.8-18.5)	0.336
Hazardous (8-16)	1,805	47.2±0.3 (46.5-47.8)		18.3±0.2 (17.9-18.7)	
Harmful (≥16)	1,269	49.9±0.4 (49.1-50.7)		18.6±0.2 (18.1-19.0)	

Abbreviations: 25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; AUDIT, Alcohol Use Disorders Identification Test; CI, confidence interval; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; N, unweighted frequency; SE, standard error.

<sup>a</sup>Calculated by complex sample descriptive statistics.

<sup>b</sup>Calculated by complex sample general linear model.

**Table 4.** Association of low high-density lipoprotein cholesterol and 25-hydroxyvitamin D levels in men aged  $\geq 20$  years in KNHANES V

Risk factor	Univariable		Multivariable (model 1) <sup>a</sup>		Multivariable (model 2) <sup>b</sup>		Multivariable (model 3) <sup>c</sup>	
	OR (95% CI)	P <sup>d</sup>	OR (95% CI)	P <sup>d</sup>	OR (95% CI)	P <sup>d</sup>	OR (95% CI)	P <sup>d</sup>
25(OH)D, ng/mL								
<13	1.258 (1.014-1.560)	0.023	1.402 (1.125-1.748)	0.003	1.390 (1.114-1.734)	0.007	1.296 (1.035-1.623)	0.030
13 to <17	1.363 (1.108-1.678)		1.374 (1.110-1.702)		1.365 (1.101-1.692)		1.354 (1.086-1.690)	
17 to <21	1 (reference)		1 (reference)		1 (reference)		1 (reference)	
$\geq 21$	1.075 (0.892-1.295)		1.033 (0.855-1.250)		1.062 (0.877-1.285)		1.063 (0.868-1.287)	
Body mass index, kg/m <sup>2</sup>								
<18.5			0.415 (0.217-0.794)	<0.001	0.409 (0.213-0.787)	<0.001	0.354 (0.184-0.682)	<0.001
18.5 to <25.0			1 (reference)		1 (reference)		1 (reference)	
$\geq 25.0$			2.212 (1.829-2.439)		2.102 (1.818-2.430)		2.262 (1.947-2.628)	
Region								
Urban					1.112 (0.875-1.414)	0.383	1.144 (0.897-1.459)	0.277
Rural					1 (reference)		1 (reference)	
Residence								
General house					1 (reference)	0.653	1 (reference)	0.806
Apartment					1.038 (0.881-1.223)		1.021 (0.866-1.203)	
Household income								
Low					1.198 (0.924-1.552)	0.294	1.094 (0.839-1.427)	0.561
Low-mid					1.170 (0.953-1.436)		1.126 (0.913-1.388)	
Mid-high					1.164 (0.963-1.408)		1.137 (0.937-1.380)	
High					1 (reference)		1 (reference)	
Education								
Elementary school					1 (reference)	0.992	1 (reference)	0.952
Middle school					1.012 (0.767-1.335)		1.043 (0.783-1.390)	
High school					1.038 (0.809-1.331)		1.069 (0.825-1.386)	
College and higher					1.039 (0.776-1.393)		1.035 (0.765-1.400)	
Occupation								
Administrators and specialist					1.334 (0.944-1.886)	0.547	1.374 (0.970-1.946)	0.590
Clerks					1.181 (0.799-1.745)		1.329 (0.900-1.964)	
Service worker and marketers					1.063 (0.735-1.537)		1.188 (0.820-1.721)	
Agriculture, forestry, and fishery					1.146 (0.790-1.663)		1.203 (0.823-1.758)	
Engineers, technicians, and assemblers					1.051 (0.758-1.458)		1.104 (0.798-1.529)	
Manual laborers					1 (reference)		1 (reference)	
Homemakers and students					1.175 (0.831-1.660)		1.177 (0.832-1.665)	

**Table 4.** Continued

Risk factor	Univariable		Multivariable (model 1) <sup>a</sup>		Multivariable (model 2) <sup>b</sup>		Multivariable (model 3) <sup>c</sup>	
	OR (95% CI)	P <sup>d</sup>	OR (95% CI)	P <sup>d</sup>	OR (95% CI)	P <sup>d</sup>	OR (95% CI)	P <sup>d</sup>
Physical activity								
None							1.019 (0.828-1.254)	0.864
Moderate							1.111 (0.751-1.642)	
High							1 (reference)	
Smoking status								
Present							1.702 (1.451-1.997)	<0.001
Past/none							1 (reference)	
Alcohol (AUDIT score)								
Normal (0-7)							1 (reference)	<0.001
Hazardous (8-16)							0.634 (0.528-0.761)	
Harmful ( $\geq 16$ )							0.362 (0.292-0.449)	
Age								
Per 10 years increase			1.171 (1.113-1.232)	< 0.001	1.180 (1.105-1.260)	<0.001	1.225 (1.143-1.313)	<0.001

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

Abbreviations: 25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; AUDIT, Alcohol Use Disorders Identification Test; CI, confidence interval; KNHANES, Korea National Health and Nutrition Examination Survey; OR, odds ratio.

<sup>a</sup>Adjusted by BMI and age.

<sup>b</sup>Adjusted by factors in model 1 and sociodemographic factors; e.g., region, residence, household income, education, and occupation.

<sup>c</sup>Adjusted by factors in model 2 and life style factors; e.g., physical activity, smoking status, and alcohol use.

<sup>d</sup>Calculated by complex sample logistic regression analysis.

18.0±0.7%였으며 신체활동을 하지 않는다고 응답한 사람은 77.2±0.7%였다(Table 1, 2).

## 2. 25(OH)D와 저HDL-콜레스테롤혈증의 관련성

HDL-C 농도는 BMI ( $P<0.001$ ), 흡연상태( $P<0.001$ ), 신체활동( $P=0.006$ ) 및 음주행태( $P<0.001$ )에 따라 유의한 차이가 있었다. 사회경제적 지표 중 직업군( $P=0.005$ )은 유의한 차이가 있었으나 거주지( $P=0.625$ ), 주택유형( $P=0.812$ ), 가구소득( $P=0.983$ ), 교육수준( $P=0.092$ )은 유의한 차이가 없었다. 25(OH)D의 농도는 BMI군( $P=0.286$ )에 따라 유의한 차이가 없었고, 사회경제적 지표 중 거주지( $P<0.001$ ), 주택유형( $P<0.001$ ), 가구소득( $P=0.040$ ), 교육수준( $P<0.001$ ), 직업( $P<0.001$ ), 생활습관 중 흡연상태( $P<0.001$ )와 신체활동( $P<0.001$ )에서 유의한 차이가 있었으며 음주행태( $P=0.336$ )에 따라서는 유의한 차이가 없었다. BMI ( $P=0.286$ )에 따라 서로 유의한 차이를 볼 수 없었다(Table 3).

25(OH)D와 HDL-C의 관련성은 로지스틱 회귀분석 방법으로 분석하였으며 BMI와 나이의 영향을 보정하였다(model 1). 여기에 추가로 거주지, 주택유형, 가구소득, 교육수준 및 직업군을 포함하는 사회경제적 지표의 영향을 보정하고(model 2), 마지막으로 model 3에 신체활동, 흡연상태 및 음주행태를 포함하는 생활습관의 영향을 단계적으로 보정하여 그 관련성을 조사하였다(Table 4). 25(OH)D 제3사분위군을 기준으로 제1사분위군의 저HDL-C혈증 오즈비(95% confidence interval [CI])는 1.258 (1.014-1.560), 제2사분위군은 1.363 (1.108-1.678), 제4사분위군은 1.075 (0.892-1.295)로 나타났으며 통계적인 유의한 차이가 있었다( $P<0.05$ ). Model 1에서 BMI와 연령의 영향을 보정한 후에도 제3사분위군을 기준으로 제1사분위군의 저HDL-C혈증 오즈비(95% CI)는 1.402 (1.125-1.748), 제2사분위군은 1.374 (1.110-1.702), 제4사분위군은 1.033 (0.855-1.250)으로 나타나 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $P<0.05$ ). Model 2에서 거주지, 주택유형, 가구소득, 교육수준 및 직업군의 사회경제적 지표의 영향을 보정한 후에도 제3사분위군을 기준으로 제1사분위군의 저HDL-C혈증 오즈비(95% CI)는 1.390 (1.114-1.734), 제2사분위군은 1.365 (1.101-1.692), 제4사분위군은 1.062 (0.877-1.285)였으며  $P$ 값이 0.007로 나타나 25(OH)D 농도와 저HDL-C혈증 사이에 유의한 관련성이 있었다. 신체활동, 흡연상태 및 음주행태를 포함하는 생활습관의 영향을 보정한 model 3에서 25(OH)D 제3사분위군을 기준으로 제1사분위군의 저HDL-C혈증의 오즈비(95% CI)는 1.296 (1.035-1.623), 제2사분위군은 1.354 (1.086-1.690), 제4사분위군은 1.063 (0.868-1.287)으로 나타나 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $P<0.05$ ). 사회경제적 지표로 적용한

거주지, 주택유형, 가구소득, 교육수준 및 직업군은 저HDL-C혈증 오즈비와 유의한 관련성이 없었으나, 생활습관의 영향을 보정하기 위해 적용한 흡연상태와 음주행태는 저HDL-C혈증에 유의한 관련성이 보였다. 신체활동의 경우는 그 영향이 유의하지 않았다. BMI에 대해서는 정상체중군(18.5-24.9 kg/m<sup>2</sup>)을 기준으로 비만군(25.0 kg/m<sup>2</sup> 이상)의 저HDL-C혈증 오즈비(95% CI)가 2.262 (1.947-2.648)로, 만나이가 10세 증가할 때마다 저HDL-C혈증 오즈비(95% CI)는 1.225 (1.143-1.313)로 증가하였으며 통계적으로 유의하였다( $P<0.05$ ).

## 고 찰

2010-2012년에 실시된 국민건강영양조사 제5기 자료를 활용하여 20세 이상의 성인 남성을 대상으로 비타민 D와 저HDL-C혈증과의 관련성을 조사한 결과 유의한 결과를 얻었다. 혈액 중 비타민 D 그리고/또는 HDL-C 농도에 영향을 주는 것으로 알려진 요인들 즉, 나이와 BMI와 같은 기본 사항과, 거주지, 주택유형, 가구소득, 교육수준 및 직업군을 포함하는 사회경제적 지표, 그리고 신체활동, 흡연상태, 알코올섭취를 포함하는 생활습관지표의 영향을 보정한 후 비타민 D와 저HDL-C혈증과의 관련성을 조사하였을 때 유의한 관련성을 보였다(Table 4).

비타민이 많은 건강문제를 유발하는 것으로 알려지면서 비타민 D 부족과 대사증후군과의 관련성에 관한 연구 결과들이 나오고 있다.<sup>7-11)</sup> 그러나 최근 연구에서 이들 간에 관련성이 없다는 연구 결과가 나와 이전 발표된 결과들과 일치하지 않았다.<sup>12-14)</sup> 많은 연구의 경우 내원한 환자를 대상으로 하거나 소규모의 대상자를 중심으로 연구를 진행하였으며, 비타민 D나 혈중 지질의 농도에 영향을 주는 다른 요인들의 영향을 보정하지 않고 단순 평균 비교로 그치는 경우가 많아 이러한 결과가 도출된 것으로 생각된다. 그러므로 본 연구에서는 국민건강영양조사에 참여한 대상자 중 생리적 상황에 따라 비타민 D의 변화가 있을 수 있는 여성은 제외하고 20세 이상의 성인 남성 중 고지혈증제를 복용하는 사람을 제외한 5,537명을 대상으로 비타민 D나 혈중 지질의 농도에 영향을 주는 다른 요인들의 영향을 보정한 비타민 D와 HDL-C의 관련성을 살펴보았다.

단변수 로지스틱 회귀분석 결과 비타민 D 농도가 낮은 경우 저HDL-C혈증 유병 가능성 높았으며, BMI와 만나이의 영향을 보정한 model 1과 여기에 사회경제적 지표의 영향을 보정한 model 2의 경우 비타민 D가 부족할수록 저HDL-C혈증 유병 가능성이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 생활습관변수의 영향을 보정한 model 3의 경우 비타민 D 13-17 ng/mL인 군이 비타민 D 13 ng/mL 미만인 군보다 오



즈비가 약간 높았으며 두 군 모두 비타민 D 17-21 ng/mL 인 군에 비해 유의하게 오즈비가 높았다(Table 4). 비타민 D가 부족한 군에서 저HDL-C혈증 유병 가능성이 높은 이 결과는 건강한 남성 대상으로 비타민 D와 지질 조성의 패턴을 연구한 선행 연구의 결과와 일치한다.<sup>8)</sup> 각 모형에서 비타민 D 농도가 21 ng/mL 이상인 제4사분위군에서 제3사분위군에 비해 오즈비가 약간 높은 경향을 볼 수 있었는데 이것은 비타민 D와 심혈관계 질환 위험성과의 관련성을 조사한 연구에서도 볼 수 있었던 비선형관련성(nonlinear relationship)이 나타난 것으로 생각된다.<sup>2,23)</sup>

본 연구에서 보정한 교란변수인 BMI, 만나이, 사회경제적 지표 및 생활습관의 영향을 모두 반영한 model 3를 살펴보면 BMI 25 kg/m<sup>2</sup> 이상인 군은 정상체중군에 비해 저HDL-C혈증 유병 가능성이 2.262배(95% CI, 1.947-2.628) 높았다. 이는 비만이 HDL-C의 양과 질에 부정적 영향을 준다는 선행 연구의 결과와 일치하였다.<sup>24)</sup> 나이는 10세 증가 시마다 1.225배(95% CI, 1.143-1.313) 증가하여 이 또한 선행 연구 결과와 일맥상통한다.<sup>25)</sup> 가계소득면에서는 소득이 '상'인 군에 비해 소득이 낮은 군의 경우 오즈비가 증가하였으나 유의하지는 않았다. 표 3에서 볼 수 있듯이 가계소득군별 HDL-C 농도도 차이가 없었다. 이는 2017년 국민건강영양조사자료를 분석한 선행 연구와는 일치하지 않았다.<sup>25)</sup> 이 연구에서는 가구소득을 5분위로 나누어 적용하였고 소득이 낮을수록 HDL-C의 값이 낮다고 하였다. 이들은 교란변수의 영향을 보정하지 않은 것으로 보이나 본 연구에서는 소득분위를 4분위로 나누었고 나이, BMI, 기타 사회경제적 지표들 그리고 생활습관의 영향을 보정한 결과이므로 차이가 있을 수 있다. 직업군에 따라서는 HDL-C 농도 및 비타민 D가 유의한 차이( $P<0.05$ )가 있는 것으로 보이나 저HDL-C혈증 유병률에 대해서 유의한 영향을 주지는 않았다(Table 3, 4). 알코올섭취 시 HDL-C가 증가하는 경향이 있다고 한다. HDL-C가 증가하는 기전은 밝혀지지 않았으나 중등도 알코올 섭취에 의해 ApoAI, Apo AII의 운반이 증가되며 lipoprotein lipase의 활성이 증가하는 것에 기인할 것으로 설명하고 있다.<sup>26)</sup> 본 연구에서도 알코올 섭취 시 HDL-C의 증가 현상을 볼 수 있었다. 선행 연구에서도 알코올 섭취 시 HDL-C가 증가하는 현상이 있으나 이로 인한 콜레스테롤 배출효과는 미미하였다고 하였으므로 알코올의 효과에 대해서는 더 심도 있는 연구가 필요한 것으로 보인다.<sup>26)</sup> 흡연군은 비흡연 또는 과거흡연군에 비해 오즈비가 1.702배(95% CI, 1.451-1.997) 높았다. 제5기 국민건강영양조사 자료 중 20세 이상의 남성을 대상으로 한 선행 연구에서도 현재흡연자의 경우 과거흡연이나 비흡연자에 비해 저HDL-C혈증이 발생할 오즈비가 높았던 것과 일치한다.<sup>27)</sup> 흡연 시 지단백질의 대사를 조절하는 효소의 활성 변화를

통해 혈액 중 HDL-C의 농도를 낮출 가능성이 있으며 흡연자가 금연 시 HDL-C농도가 개선된다고 하였다.<sup>28)</sup>

이 연구는 제5기 국민건강영양조사 자료를 활용한 조사로서 조사 시점인 2010-2012년 인구의 상태를 보여주는 것이며, 또한 국민건강영양조사는 단면조사이므로 본 연구 결과로 비타민 D가 HDL-C 농도와 직접적인 인과관계가 있다고 해석할 수는 없다. 그러나 HDL-C 농도 조절에 관여하는 유전자의 전사단계, 전사 후 단계, 단백질 합성단계에서 비타민 D가 영향을 미친다는 연구 결과가 있어 비타민 D가 HDL-C 농도에 영향을 줄 가능성을 유추할 수도 있겠다.<sup>29)</sup> 또한 25(OH)D와 LDL-C/HDL-C, ApoB/ApoA-1 사이에 역상관관계가 있다는 연구<sup>8)</sup>에서 비타민 D가 지단백의 구성 성분인 Apo단백질의 합성에 영향을 주어 지질대사에 영향을 미칠 수도 있을 것으로 보인다. Gordon 등<sup>30)</sup>의 연구에 의하면 혈액 중 HDL-C이 1 mg/dL 증가 시 심혈관질환의 발생률이 남성에서 2%, 여성에서 3% 감소하며, 심혈관질환으로 인한 사망률도 남성에서 3.7%, 여성에서 4.7% 감소하였다고 하였다. 아직 그 작용기전은 명확하게 알 수 없으나 비타민 D와 HDL-C가 따로 또 같이 대사증후군을 개선하고 심혈관질환의 위험으로부터 보호하는 것으로 보인다.

본 연구의 결과 성인 남성에서 나이, BMI, 사회경제적 지표 및 생활습관의 영향을 보정하고 난 후 비타민 D 농도와 저HDL-C혈증 사이에 유의한 관련성이 있었다. 대사증후군과 심혈관질환의 지표로 알려져 있는 HDL-C의 혈중 농도를 높이기 위해서는 건강 체중을 유지하고 금연을 실천하는 등 비타민 D의 개선을 위한 생활습관을 유지하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

## 요 약

**연구배경:** 대사증후군 환자의 경우 혈중 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C)이 낮으며 비타민 D 농도가 낮은 경우도 대사증후군과 관련이 있다고 한다. 본 연구는 비타민 D와 HDL-C와의 관련성을 조사하고자 하였다.

**방법:** 제5기 국민건강영양조사에 참여한 20세 이상의 성인 남성 중 연구변수에 결측치가 없는 5,537명을 대상으로 비타민 D와 저HDL-C혈증의 관련성을 연구하였다. 비타민 D와 HDL-C의 농도에 영향을 주는 것으로 알려진 나이, 체질량지수(BMI), 사회경제적 지표 및 생활습관의 영향을 단계적으로 보정하며 로지스틱 회귀분석으로 확인하였다.

**결과:** 20세 이상의 한국 남성에서 비타민 D는 18.3±0.2 ng/mL, HDL-C는 46.8±0.2 mg/dL였으며 저HDL-C혈증 유병률은 29.2±0.8%였다. 나이, BMI, 사회경제적 지표 및 생활습관의 영향을 보정한 후 비타민 D와 저HDL-C혈증의 관련성을 로지스틱 회귀분석으로 조사한 결과 비타민 D

제3사분위군을 기준으로 제1사분위군은 1.296배(95% CI, 1.035-1.623), 제2사분위군은 1.354배(95% CI, 1.086-1.690)였다.

결론: 성인 남성에서 나이, BMI, 사회경제적 지표 및 생활 습관의 영향을 보정 후 저HDL-C혈증의 유병 가능성은 비타민 D의 농도와 유의한 관련성이 있었다.

중심 단어: 비타민 D, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 대사증후군, 생활습관

## ORCID

In Kyung Jung <https://orcid.org/0000-0002-6197-2255>

## REFERENCES

- Natarajan P, Ray KK, Cannon CP. High-density lipoprotein and coronary heart disease: current and future therapies. *J Am Coll Cardiol* 2010;55(13):1283-99.
- Riggs KA, Rohatgi A. HDL and reverse cholesterol transport biomarkers. *Methodist Debakey Cardiovasc J* 2019;15(1):39-46.
- Bardagjy AS, Steinberg FM. Relationship between HDL functional characteristics and cardiovascular health and potential impact of dietary patterns: a narrative review. *Nutrients* 2019;11(6):1231.
- Brites F, Martin M, Guillas I, Kontush A. Antioxidative activity of high-density lipoprotein (HDL): mechanistic insights into potential clinical benefit. *BBA Clin* 2017;19(8):66-77.
- Bikle DD. Extraskelatal actions of vitamin D. *Ann N Y Acad Sci* 2016;1376(1):29-52.
- Marino R, Misra M. Extra-Skeletal effects of vitamin D. *Nutrients* 2019;11(7):1460.
- Oberoi D, Mehrotra V, Rawat A. "Vitamin D" as a profile marker for cardiovascular diseases. *Ann Card Anaesth* 2019; 22(1):47-50.
- Sun X, Cao ZB, Tanisawa K, Ito T, Oshima S, Ishimi Y, et al. Associations between the serum 25(OH)D concentration and lipid profiles in Japanese men. *J Atheroscler Thromb* 2015; 22(4):355-62.
- Chaudhuri JR, Mridula KR, Anamika A, Boddu DB, Misra PK, Lingaiah A, et al. Deficiency of 25-hydroxyvitamin d and dyslipidemia in Indian subjects. *J Lipids* 2013;2013:623420.
- Park JE, Pichiah PBT, Cha YS. Vitamin D and metabolic diseases: growing roles of vitamin D. *J Obes Metab Syndr* 2018; 27(4):223-32.
- Sarmiento-Rubiano LA, Angarita Ruidiaz JA, Suarez Dávila HF, Suarez Rodríguez A, Rebolledo-Cobos RC, Becerra JE. Relationship between serum vitamin D levels and HDL cholesterol in postmenopausal women from Colombian caribbean. *J Nutr Metab* 2018;2018:9638317.
- Ponda MP, Huang X, Odeh MA, Breslow JL, Kaufman HW. Vitamin D may not improve lipid levels: a serial clinical laboratory data study. *Circulation* 2012;126(3):270-7.
- Ponda MP, Liang Y, Kim J, Hutt R, Dowd K, Gilleaudeau P, et al. A randomized clinical trial in vitamin D-deficient adults comparing replenishment with oral vitamin D<sub>3</sub> with narrow-band UV type B light: effects on cholesterol and the transcriptional profiles of skin and blood. *Am J Clin Nutr* 2017; 105(5):1230-8.
- Wieder-Huszla S, Jurczak A, Szkup M, Barczak K, Dolegowska B, Schneider-Matyka D, et al. Relationships between vitamin D<sub>3</sub> and metabolic syndrome. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16(2):175.
- 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) [Internet]. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2011. [Accessed Feb 21, 2019]. Available from: [https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub03/sub03\\_02\\_02.do](https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub03/sub03_02_02.do).
- Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2011: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-2) [Internet]. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2012. [Accessed Feb 21, 2019]. Available from: [https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub03/sub03\\_02\\_02.do](https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub03/sub03_02_02.do).
- Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2012: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-3) [Internet]. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2013. [Accessed Feb 21, 2019]. Available from: [https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub03/sub03\\_02\\_02.do](https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub03/sub03_02_02.do).
- Kweon S, Kim Y, Jang MJ, Kim Y, Kim K, Choi S, et al. data resource profile: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *Int J Epidemiol* 2014;43(1): 69-77.
- Yun YM, Song J, Ji M, Kim JH, Kim Y, Park T, et al. Calibration of high-density lipoprotein cholesterol values from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey Data, 2008 to 2015. *Ann Lab Med* 2017;37(1):1-8.
- Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 2009;120(16):1640-5.
- Babor TF, Higgins-Biddle JC, Saunders JB, Monterio MG. World Health Organization. AUDIT: the Alcohol Use Disorders Identification Test: guidelines for use in primary health care. 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2001.
- Kim J, Chu SK, Kim K, Moon JR. Alcohol use behaviors and risk of metabolic syndrome in South Korean middle-aged men. *BMC Public Health* 2011;11:489.
- Wang T, Sun H, Ge H, Liu X, Yu F, Han H, et al. Association between vitamin D and risk of cardiovascular disease in Chinese rural population. *PLoS One* 2019;14(5):e0217311.
- Wang H, Peng DQ. New insights into the mechanism of low high-density lipoprotein cholesterol in obesity. *Lipids Health Dis* 2011;10:176.
- Cho KH, Park HJ, Kim SJ, Kim JR. Decrease in HDL-C is associated with age and household income in adults from the Korean

- National Health and Nutrition Examination Survey 2017: correlation analysis of low HDL-C and poverty. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16(18):3329.
26. Králová Lesná I, Suchánek P, Stávek P, Poledne R. May alcohol-induced increase of HDL be considered as atheroprotective? *Physiol Res* 2010;59(3):407-13.
27. Jung IK. Association of Smoking status and high density lipoprotein-cholesterol in males in the fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean J Health Promot* 2017;17(4):289-97.
28. Forey BA, Fry JS, Lee PN, Thornton AJ, Coombs KJ. The effect of quitting smoking on HDL-cholesterol - a review based on within-subject changes. *Biomark Res* 2013;1(1):26.
29. Kardassis D, Gafencu A, Zannis VI, Davalos A. Regulation of HDL genes: transcriptional, posttranscriptional, and posttranslational. *Handb Exp Pharmacol* 2015;224:113-79.
30. Gordon DJ, Probstfield JL, Garrison RJ, Neaton JD, Castelli WP, Knoke JD, et al. High-density lipoprotein cholesterol and cardiovascular disease. Four prospective American studies. *Circulation* 1989;79(1):8-15.