

50세 이상의 한국인에서 25-하이드록시 비타민 D, 부갑상선호르몬과 이상지질혈증과의 관련성: 국민건강영양조사 자료 활용 2011

제갈란, 오진영, 김세원, 이지연, 이덕철*
연세대학교 의과대학 가정의학교실

Relation of serum 25-hydroxyvitamin D and parathyroid hormone with dyslipidemia in Korean adults aged 50 years and older: Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2011

Lan Chekal, Jin-Young Oh, Se-Won Kim, Jee-Yon Lee, Duk-Chul Lee*
Department of Family Medicine, College of Medicine, Yonsei University

Background: In this study, we investigated the relation of serum 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D) and parathyroid hormone (PTH) concentrations with the risk of dyslipidemia in Korean adults aged 50 years and older, by using the most recent available Korean National Health and Nutrition Examination Surveys data.

Methods: The sample of this population-based cross-sectional study consisted of 467 Korean adults who participated in the fifth Korean National Health and Nutrition Examination Surveys conducted in 2011. Participants who were taking lipid medications were excluded. Serum 25(OH)D concentrations were measured with radioimmunoassay, and serum PTH concentrations were measured with chemiluminescence assay.

Results: The median concentrations of serum 25(OH)D and PTH for the entire group were 17.25 ng/mL and 65.07 pg/mL, respectively. In logistic regression analyses, the serum 25(OH)D and PTH concentrations were not significantly associated with the risk of dyslipidemia after adjustment for age, region, income, education level, smoking status, alcohol intake, and physical activity ($p > 0.05$).

Conclusion: Serum 25(OH)D and PTH concentrations are not independently associated with serum lipid levels or an increased risk of dyslipidemia in the Korean population ≥ 50 years.

Keywords: 25-hydroxyvitamin D, parathyroid hormone, dyslipidemia, serum lipid levels

서론

비타민 D와 부갑상선호르몬의 가장 잘 알려진 기능은 세포 밖 칼슘 항상성을 유지하는 역할이다.¹⁾ 체내비타민 D 중 일부는 음식물과 보충제로 얻어지지만 대부분은 자외선 B 방사선에 노출됨으로써 생성되며 비타민 D는 장에서 칼슘 흡수율을 증가시키는 역할을 한다.¹⁾ 부갑상선호르몬은 혈중 칼슘농도가 낮거나 비타민 D가 낮을 시 이차적으로 부갑상선에서 분비가 되어 신장에서의 칼슘 재흡수, 뼈로부터의 칼슘 흡수, 그리고 비타민 D의 생리적 활성화 형태인 1, 25-다이하이드록시비타민 D로의 변화를 촉진한다.¹⁾ 비타민 D와 부갑상선호르몬의 주요기능이 골 대사와 관련되어²⁾ 있지만 최근 연구에

따르면 비타민 D 결핍이 심혈관계 질병, 고혈압, 비만의 위험성과 관련이 있다³⁻⁴⁾고 나타나며, 이는 비타민 D가 혈압⁵⁾, 혈당⁴⁾, 체지방⁶⁾, 혈중지질⁷⁾을 조절하는 다른 메커니즘이 있을 수 있음을 시사한다. 또한 부갑상선호르몬이 높아짐에 따라 심혈관계 질병⁸⁻⁹⁾과 대사증후군¹⁰⁾의 위험도가 증가된다는 연구결과가 보고된바 있다.

최근 아시아에서는 식습관의 서구화와 신체활동의 저하로 인해 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증 등의 대사성 질환이 증가하는 추세¹¹⁾로 한국의 1998년부터 2010년까지의 국민건강 영양조사 결과에 따르면 남녀 모두에게서 이상지질혈증 유병율이 지난 12년간 50% 이상 증가하였다.¹²⁾ 이상지질혈증은 전세계적으로 사망의 주요인중 하나인 심혈관계질환을 일으키는데 기여하는 주된 요소¹³⁾이기 때문에 유

Received February 25, 2015 Revised July 28, 2015 Accepted August 28, 2015

Corresponding Author Duk-Chul Lee

Tel: +82-2-2228-2330, Fax: +82-2-362-3742

E-mail: FAITH@yuhs.ac

Copyright © 2015 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/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

병율의 증가에 따라 이에 영향을 줄 수 있는 위험 인자를 찾는 것이 중요하다.

최근 비타민 D와 부갑상선호르몬이 장에서 칼슘 흡수를 증가시킴으로써 결과적으로 이상지질혈증을 야기할 수 있다는 가설이 제기되었다.¹⁴⁻¹⁵⁾ 그러나 대사증후군의 중요한 구성 중 하나인 이상지질혈증과 비타민 D, 부갑상선호르몬의 관련성에 대한 연구는 많지 않으며 현재까지 보고된 연구 결과들에 관련성이 일관되게 관찰되지 않아 논란이 많은 상태이다.^{10, 14, 16-18)}

따라서 본 연구에서는 가장 최신의 인구기반자료인 국민건강영양조사자료를 이용하여 50세 이상한국인에서 비타민 D, 부갑상선호르몬과 이상지질혈증의 관련성에 대해 조사하고자 한다.

방법

1. 연구대상

국민건강영양조사는 질병관리본부의 주관으로 우리나라 국민들을 대표하는 표본을 선정하여 조사 참가자들의 건강 및 영양상태를 조사하는 것으로 국민들의 건강 및 영양상태를 파악할 수 있는 국가단위의 대표성과 신뢰성을 갖춘 통계를 산출하는데 목적이 있다. 본 연구는 2011년 1월에서 12월까지 조사된 제 5기 2차년도 국민건강영양조사를 기반으로 단면연구를 진행하였다. 조사 대상 중 만 50세 이상을 선택하였고 그 가운데 건강설문에서 지질약을 복용한 적 있다고 응답한 사람을 제외하였다. 또한 비타민 D, 부갑상선호르몬 수치, 건강설문조사, 신체계측치 및 혈액검사자료가 결측인 사람을 제외하였다. 궁극적으로, 467명의 한국인(남 269명, 여 198명)이 분석에 적합하여 이 연구의 분석대상으로 선정하였다.

2. 변수측정

체질량지수(BMI)는 신체계측 후 체중(kg)/신장(m)²으로 계산하여 산출한 자료를 이용하였다. 허리둘레는 오른쪽 엉덩뼈 능선의 가장 위 가장자리와 가장 아래갈비뼈 사이에서 제일 좁은 곳에서 측정되었다. 수축기, 이완기 혈압은 앉은 상태에서 5분간 휴식 후 3회 측정하여 마지막 두 결과의 평균치로 산정하였다. 혈중공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 25-하이드록시비타민 D, 부갑상선호르몬은 밤 사이 금식한 후 측정되었다. 공복혈당, 중성지방, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤은 Hitachi automatic analyzer 7600(Hitachi/Japan)을 이용하여 효소법으로 측정되었다. 25-하이드록시비타민 D는 비타민 D의 혈중농도를 반영하는 지표로서, 1470 WIZARD gamma-counter(PerkinElmer/Finland)를 이용하여 방사면역측정법으로 측정되었다. 부갑상선호르몬은 LIAISON(Diasorin, U.S.A)을 이용하여 화학발광면역측정법으로 측정되었다.

사회인구학적 요인(성별, 연령, 거주지), 사회경제학적 요인(가구 소득, 학력), 건강행태 요인(흡연, 음주, 신체활동)은 건강설문을 통해 수집된 자료를 토대로 이용하였다. 거주지는 서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산, 경기의 경우 도시로, 나머지 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주의 경우 지방으로 분류하였다. 소득은 개인소득 4분위수 기준금액을 기준으로 4개의 그룹으로 분류하였다. 학력은 6년 이하(초졸 이하), 6년에서 12년(중졸과 고졸), 12년 이상(대졸 이상)의 세 그룹으로 분류하였다. 흡연은 비흡연자, 과거흡연자, 현재흡연자로 분류하였다. 음주는 지난 1년간 음주빈도를 기준으로 비 음주, 가벼운 음주(주 1회 이하), 심각한 음주(주 2회 이상)로 분류하였다. 신체활동은 격렬한 신체활동(조깅, 등산, 빠른 수영, 축구, 농구, 줄넘기, 무거운 물건 나르기 등을 1회 20분 이상, 주 3일 이상)의 실천여부로 분류하였다.

이상지질혈증은 고콜레스테롤혈증, 고중성지방혈증, 저HDL콜레스테롤혈증 지표를 사용하였고 각 지표의 정의는 공복 시 총콜레스테롤 240mg/dl 이상, 12시간 이상 공복 시 중성지방 200mg/dl 이상, 8시간 이상 공복자 중 HDL콜레스테롤이 40mg/dl 미만이었다.

3. 통계분석

국민건강영양조사의 복합표본설계를 고려하여 분산추정을 위하여 층화변수, 조사가중치를 고려하여 분석을 수행하였으며 모든 분석은 국민건강영양조사 원시자료 이용지침서에 제시된 가중치 부여방법을 참고하여 추정하였다. 비타민 D와 부갑상선호르몬 4분위수에 따른 혈중지질성분의 변화는 일반화 선형모델(Duncan's test of multiple comparisons)을 이용하여 분석하였다. 비타민 D와 부갑상선호르몬 4분위수에 따른 이상지질혈증 유병률의 교차비를 산정하기 위해 로지스틱 회귀분석을 통해 검정하였다. 통계적 분석은 SAS 9.2 VISION을 사용하였으며, 통계적 유의수준은 p값이 0.05 미만인 경우로 하였다.

결과

전체 대상자들의 혈청 25-하이드록시비타민 D와 부갑상선호르몬 평균값은 각각 17.25ng/ml와 65.07pg/ml였다(Table 1). 참가자중 71명(14.35%)이고 콜레스테롤혈증이 있었으며 고중성지방혈증은 105명(22.83%), 저 고밀도 지단백 콜레스테롤혈증은 322명(68.48%)으로 나타났다. Table 2와 3에 따르면 체질량지수, 허리둘레, 혈압, 공복혈당은 25-하이드록시비타민 D 4분위수에 따른 의미 있는 변화를 보이지 않았으며 이들은 부갑상선호르몬 4분위수에 따른 분석에서도 마찬가지로 유의한 변화가 없는 것으로 나타났다.

혈중 25-하이드록시비타민 D 수치를 4분위수로 나누어 분석한 결과 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 고밀도

Table 1. Baseline characteristics (n=467)

Variable	Mean(SD) or percentage	
Age(year)	58.12(0.36)	
Sex(%)	Male	57.6
	Female	42.4
Region(%)	Urban	68.80
	Rural	31.20
Income(%)	Low	26.28
	Medium-low	25.27
	Medium-high	24.92
	High	23.53
Education level(%, years)	≤6	32.36
	6-12	53.73
	≥12	13.92
Smoking status(%)	Never	46.74
	Former	28.96
	Current	24.30
Alcohol intake(%)	Never	17.67
	<2 Times/week	50.28
	≥2 Times/week	32.05
Physical activity	Regular	36.99
BMI(kg/m ²)	23.98(0.16)	
WC(cm)	83.98(0.48)	
SBP(mmHg)	125.36(1.05)	
DBP(mmHg)	80.07(0.55)	
FPG(mg/dl)	102.59(1.40)	
Total cholesterol(mg/dl)	198.30(1.95)	
Triglyceride(mg/dl)	161.91(7.85)	
LDL cholesterol(mg/dl)	120.99(1.91)	
HDL cholesterol(mg/dl)	47.24(0.69)	
Serum 25(OH)D(ng/ml)	17.25(0.53)	
Serum PTH(pg/ml)	65.07(1.30)	

Abbreviations: BMI, body mass index; WC, waist circumference; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FPG, fasting plasma glucose; LDL, low-density lipoprotein; HDL, high-density lipoprotein; 25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; PTH, parathyroid hormone.

지단백 콜레스테롤모두 25-하이드록시비타민 D 4분위수에 따라 유의한 차이점을 보이지 않았다(Table 2). Table에는 나타나지 않았지만 남, 녀 군으로 나누어 각각 분석하였을 때에도 모두 $p > 0.05$ 로 유의성을 찾을 수 없었다.

혈중 부갑상선호르몬 4분위수에 따라 분석한 결과 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤은 부갑상선호르몬 4분위수에 따라 유효한 차이점을 보이지 않았고 총콜레스테롤과 저밀도 지단백 콜레스테롤의 경우 각각 $p 0.04, 0.01$ 로 유의하게 부갑상선호르몬과 음의 상관관계를 보였다(Table 3). 남, 녀 군으로 나누어 각각 분석하였을 시 25-하이드록시비타민 D와 마찬가지로 모두 $p > 0.05$ 로 유의한 관련성은 보이지 않았다.

Table 4는 25-하이드록시비타민 D와 부갑상선호르몬 4분위수에 따른 이상지질혈증 유병률의 교차비를 나타내고 있다. 혈청 25-하이드록시비타민 D 수치는 고콜레스테롤혈증, 고중성지방혈증, 저고밀도 지단백 콜레스테롤혈증의 위험도와 유의한 관련성을 보이지 않았다. 이는 나이, 거주지, 소득, 학력, 흡연상태, 음주섭취, 신체활동을 보정한 후에도 마찬가지로의 결과를 보였다. Table 3에서 총콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤의 경우 부갑상선호르몬 4분위수에 따른 p value가 유의한 값으로 보였으나 Table 4에서 공변량인 나이, 거주지 소득, 학력, 흡연상태, 음주섭취, 신체활동을 보정한 후 최종적으로 고콜레스테롤혈증, 고중성지방혈증, 저고밀도 지단백 콜레스테롤혈증과의 관련성은 의미가 없는 것으로 나타났다.

고찰

인구기반통계자료를 사용한 본 연구에서는 50세 이상의 한국인에서 혈청 25-하이드록시비타민 D와 부갑상선호르몬이 모두 이상지질혈증과 독립적인 연관성을 보이지 않는다는 사실을 알 수 있었

Table 2. Characteristics of subjects according to quartiles of serum 25(OH)D concentrations*

	Quartile 1 (< 13.59ng/ml)	Quartile 2 (13.59~17.69ng/ml)	Quartile 3 (17.69~22.3ng/ml)	Quartile 4 (≥ 22.3ng/ml)	P [†]
N	115	118	117	117	0.80
BMI(kg/m ²)	23.49(0.36)	24.45(0.27)	24.23(0.30)	23.78(0.31)	0.17
WC(cm)	81.60(0.90)	84.86(0.94)	85.34(0.91)	84.10(0.96)	0.06
SBP(mmHg)	125.31(1.43)	124.10(1.87)	123.98(1.98)	127.77(2.56)	0.63
DBP(mmHg)	80.10(0.90)	80.75(1.25)	78.80(0.92)	80.48(1.22)	0.58
FPG(mg/dl)	101.23(2.20)	102.90(2.93)	101.36(2.31)	104.58(3.05)	0.83
Total cholesterol(mg/dl)	197.90(4.86)	199.10(3.79)	202.55(3.85)	194.31(4.01)	0.62
Triglyceride(mg/dl)	153.51(8.89)	192.44(24.32)	161.68(9.77)	140.88(10.57)	0.19
LDL cholesterol(mg/dl)	123.06(4.18)	119.95(3.53)	123.59(3.63)	117.90(3.67)	0.71
HDL cholesterol(mg/dl)	47.59(1.41)	45.86(1.43)	47.82(1.45)	47.74(1.27)	0.76

Abbreviations: 25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; BMI, body mass index; WC, waist circumference; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FPG, fasting plasma glucose; LDL, low-density lipoprotein; HDL, high-density lipoprotein.

* Data are presented as mean(SD) unless otherwise indicated.

† P value were examined by a generalized linear model(Duncan's test of multiple comparisons).

Table 3. Characteristics of subjects according to quartiles of PTH concentrations*

	Quartile 1 (< 50 pg/ml)	Quartile 2 ($50\sim 61.9$ pg/ml)	Quartile 3 ($61.9\sim 77.5$ pg/ml)	Quartile 4 (≥ 77.5 pg/ml)	P [†]
N	116	116	118	117	0.96
BMI(kg/m ²)	23.96(0.27)	23.40(0.27)	24.20(0.31)	24.35(0.30)	0.11
WC(cm)	84.53(0.66)	82.44(1.08)	83.76(1.22)	85.11(0.81)	0.32
SBP(mmHg)	124.00(2.10)	125.27(1.52)	124.36(1.74)	127.89(2.36)	0.64
DBP(mmHg)	78.64(1.05)	80.16(1.15)	80.09(0.86)	81.49(1.09)	0.35
FPG(mg/dl)	107.61(3.10)	101.41(2.80)	99.57(1.76)	101.43(2.52)	0.14
Total cholesterol(mg/dl)	198.27(4.70)	199.61(3.50)	206.07(3.79)	189.39(4.35)	0.04
Triglyceride(mg/dl)	151.19(9.49)	166.07(18.16)	142.72(10.00)	188.31(21.30)	0.22
LDL cholesterol(mg/dl)	122.20(4.06)	120.49(3.76)	129.84(3.32)	111.43(4.39)	0.01
HDL cholesterol(mg/dl)	47.37(1.31)	48.09(1.31)	47.06(1.03)	46.43(1.27)	0.82

Abbreviations: PTH, parathyroid hormone; BMI, body mass index; WC, waist circumference; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FPG, fasting plasma glucose; LDL, low-density lipoprotein; HDL, high-density lipoprotein.

* Data are presented as mean(SD) unless otherwise indicated.

† P value were examined by a generalized linear model(Duncan's test of multiple comparisons).

Table 4. Odds ratios and 95% confidence intervals for Dyslipidemia according to serum 25(OH)D or PTH concentrations**

		Quartile 1	Quartile 2	Quartile 3	Quartile 4	P value
Serum 25(OH)D						
Hypercholesterolemia	Unadjusted	1.0	1.16(0.51~2.60)	1.29(0.56~2.95)	0.84(0.32~2.19)	0.81
	Adjusted	1.0	1.21(0.52~2.78)	1.40(0.54~3.61)	0.85(0.31~2.38)	0.77
Hypertriglyceridemia	Unadjusted	1.0	0.85(0.48~1.50)	0.92(0.57~1.47)	1.52(0.89~2.59)	0.76
	Adjusted	1.0	0.97(0.54~1.74)	1.16(0.73~1.85)	1.75(0.45~3.01)	0.86
Low HDL-cholesterol	Unadjusted	1.0	1.37(0.64~2.95)	1.05(0.52~2.11)	1.06(0.50~2.25)	0.84
	Adjusted	1.0	1.24(0.56~2.72)	0.96(0.46~2.01)	0.98(0.45~2.14)	0.92
Serum PTH						
Hypercholesterolemia	Unadjusted	1.0	0.77(0.30~1.95)	2.01(0.92~4.37)	0.61(0.22~1.72)	0.12
	Adjusted	1.0	0.79(0.31~2.01)	1.89(0.85~4.20)	0.64(0.21~1.93)	0.05
Hypertriglyceridemia	Unadjusted	1.0	0.95(0.57~1.58)	1.27(0.79~2.03)	0.78(0.44~1.36)	0.59
	Adjusted	1.0	0.89(0.52~1.53)	1.14(0.70~1.85)	0.78(0.45~1.36)	0.58
Low HDL-cholesterol	Unadjusted	1.0	0.77(0.38~1.55)	0.61(0.30~1.23)	1.10(0.60~1.99)	0.47
	Adjusted	1.0	0.90(0.45~1.78)	0.64(0.32~1.27)	1.06(0.58~1.95)	0.58

Abbreviations: 25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D; PTH, parathyroid hormone; HDL, high-density lipoprotein.

* Data are presented as odd ratios(CI) unless otherwise indicated.

† Data were examined by a logistic regression analysis.

‡ Adjusted for age, region, income, education level, smoking status, alcohol intake, physical activity, BMI.

다. 또한 혈중 지질성분인 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤 수치와도 모두 유의한 상관 관계를 보이지 않았다.

25-하이드록시비타민 D의 수치가 혈중 지질성분이나 이상지질 혈증의 위험도와 관련성이 없다는 본 연구의 결과와 상충되는 이전 연구들이 있다. Jorde R 등¹⁶⁾은 노르웨이의 대학자료를 이용한 단면 연구에서 혈청 25-하이드록시비타민 D 4분위수가 증가함에 따라 중성지방이 의미 있게 낮아지며 고밀도 지단백 콜레스테롤 수치는 높아진다고 하였다. 또한 1993년에서 2008년까지의 종단적연구에서 혈청 25-하이드록시비타민 D의 증가가 혈청 중성지방 감소와 유의한 관련이 있다고 하였다. 따라서 그들은 높은 혈청 25-하이드록시비타민 D가 혈중 지질성분과 관련성이 있다고 결론을 내렸다.

Skaaby T 등¹⁹⁾ 또한 비타민 D가 10nmol/l 높아질수록 중성지방이 의미 있게 낮아지며 고중성지방혈증 유병율이 0.94배로 낮게 나타남을 밝혔다.

하지만 이와 같은 결과들과는 반대로, 1203명의 중국인을 대상으로 시행된 비타민 D, 부갑상선호르몬 그리고 혈중 지질성분의 관련성 연구에서는 본 연구와 마찬가지로 비타민 D와 혈중 지질성분 그리고 이상지질혈증간에 관련성을 찾을 수 없었다.^{14, 18)} 비타민 D와 혈중 지질성분간의 관계에 대한 무작위 대조군연구들도 있다. 비타민 D가 결핍되어 있는(25-하이드록시비타민 D < 20 ng/ml) 151명의 성인들을 대상으로 비타민 D를 보충한 이중맹검 플라시보 무작위 대조군연구에서 비타민 D 결핍의 보정이 혈중 지질성분을 개선시키지 않았다.²⁰⁾ 또한 건강한 폐경여성을 대상으로 비타민 D를 보

충한 연구에서도 비타민 D의 개선이 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤 수치에 유의한 변화를 일으키지 않았다.²¹⁾ 이처럼 기존에 관련성이 있는 결과와 없는 결과가 모두 보고되고 있어 아직 비타민 D와 혈중 지질성분 또는 이상지질혈증과의 관련성 여부가 확정되지 않은 상태로, 본 연구에서는 유의한 관련성이 없는 쪽을 뒷받침하는 결과가 나왔다.

현재까지의 부갑상선호르몬 수치와 혈중 지질성분, 이상지질혈증의 관련성에 대한 연구들은 다양한 결과를 나타내고 있다. 부갑상선호르몬이 높아짐에 따라 대사성증후군¹⁰⁾ 및 심혈관계 질병⁸⁻⁹⁾의 위험도가 높아진다는 이전 연구들의 흐름과 유사하게, 높은 부갑상선호르몬 수치가 저 고밀도 지단백 콜레스테롤혈증과 관련이 있다는 연구 결과가 있다.¹⁰⁾ 하지만 이와 반대로 부갑상선호르몬 수치가 높아질수록 오히려 이상지질혈증의 위험도가 유의하게 낮아진다는 연구들도 있다. 부갑상선호르몬 수치가 높아질수록 고밀도 지단백 콜레스테롤 수치가 높아진다는 연구 결과뿐 아니라¹⁷⁾ J Kim²²⁾이 2010년 한국의 국민건강영양자료를 이용하여 비타민 D, 부갑상선호르몬과 대사증후군과의 관련성을 조사한 연구에서는 부갑상선호르몬의 수치가 높아질수록 대사증후군의 구성 중 하나인 고중성지방혈증의 위험도가 유의하게 낮아졌다. 마지막으로 전혀 의미 있는 관련성이 없다는 결과가 있는데, 중국인을 대상으로 비타민 D, 부갑상선호르몬과 혈중 지질성분과의 관련성을 조사한 연구에서는 본 연구 결과와 마찬가지로 부갑상선호르몬과 혈중 지질성분, 이상지질혈증 간에 유의한 관련성이 없는 것으로 나타났다.¹⁴⁾

이와 같이 이전 연구 결과들이 일관되지 않는 것은 비타민 D와, 부갑상선호르몬 사이에 혈중 칼슘농도의 항상성을 유지하기 위한 피드백이 존재하기 때문일 수 있다. 이전의 몇몇 연구에서는 25-하이드록시비타민 D가 장에서 칼슘흡수를 증가시키는 작용으로 인해 혈중 지질성분에 영향을 줄 것이라는 가능한 메커니즘을 제시하였다.^{14-15, 23)} 부갑상선호르몬 또한 비타민 D의 활성을 촉진함으로써 간접적으로 장에서의 칼슘흡수를 증가시킬 수 있다. 칼슘과 지질은 장에서 서로의 흡수를 방해하기 때문에 칼슘의 흡수가 높아질 경우 배변으로의 지방배출이 높아진다고 알려져 있으며 칼슘의 흡수는 담즙산의 재흡수도 저해시켜 이로 인해 궁극적으로 지방의 흡수를 줄일 수 있다.²³⁾ Yacowitz 등²⁴⁾과 Mitchell 등²⁵⁾은 각각의 선행 연구들을 통해 칼슘보충제를 복용한 사람의 경우 대변의 지질배출이 증가되는 것을 확인하였다. 하지만 외부에서 칼슘을 보충하지 않는 한 혈중 칼슘농도는 항상성을 유지하기 위한 피드백으로 조절되고 있으며 이에 따르면 비타민 D가 높아지는 것이 장에서의 칼슘흡수를 높일 수 있는 반면, 증가된 비타민 D와 혈중 칼슘농도가 음성피드백에 의해 부갑상선호르몬의 농도를 낮춤으로써 비타민 D의 활성이 낮아지고 장에서의 칼슘흡수가 줄어드는 결과를 낳을 수 있다. 이외에도 비타민 D와 부갑상선호르몬이 지방세포활성을 조절

함으로써 실험실 연구에서 높은 부갑상선호르몬이 지방분해를 저해한다는 결과²⁶⁻²⁷⁾가 있지만 사람에게서 이 가설이 입증된 사례는 없었으며 이 또한 비타민 D와 부갑상선호르몬의 항상성 때문에 뚜렷한 관련성을 갖기가 힘들 것이다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 우선 본 연구는 단면연구로 디자인된 연구로, 앞에서도 언급하였듯이 혈중 비타민 D와 부갑상선호르몬은 생체 내 항상성에 기여하는 주요물질들이기 때문에 단면연구로 혈중 지질농도와 의 원인결과 관계를 밝히는 것에는 한계가 있다. 둘째, 비타민 D 농도에 영향을 줄 수 있는 태양광 노출과 비타민 D 섭취량에 대한 정보가 측정되지 않았다. 셋째, 비타민 D와 부갑상선호르몬 자료가 한 번 측정된 수치를 사용하였기 때문에 비 편향적 측정오차를 야기함에 따라 실제 관련성을 과소평가하게 될 수 있다. 체내 비타민 D와 부갑상선호르몬의 항상성이라는 특성 뿐 아니라 앞서 언급한 세 가지 제한점들은 본 연구에서 이전 연구들과 상이한 결과를 낳게 된 이유가 될 수 있다. 이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 한국인을 대상으로 비타민 D, 부갑상선호르몬과 이상지질혈증간의 관련성을 조사한 첫 인구기반연구라는 강점이 있다.

결론적으로, 본 연구결과에 따르면 50세 이상 한국인에서 비타민 D, 부갑상선호르몬은 혈중 지질성분 및 이상지질혈증 위험도와 독립적인 관련성이 없다. 본 연구결과를 바탕으로 하여 향후 비타민 D 및 부갑상선호르몬과 이상지질혈증과의 관련성에 대해 보다 폭넓게 이해할 수 있는 추가연구가 이루어질 것으로 판단된다.

요 약

연구배경: 50세 이상 한국인에서 혈중 25-하이드록시비타민 D, 부갑상선호르몬 농도와 이상지질혈증 위험도와의 관련성을 알아보고 자 가장 최근의 인구기반설문자료를 이용하여 조사하였다.

방법: 본 인구기반단면연구의 대상자는 2011년 시행된 제 5기 국민건강영양조사에 참여한 467명이며 지질약 복용한 적이 있는 대상자는 연구에서 제외되었다. 혈중 25-하이드록시비타민 수치는 방사면역측정법으로, 혈중 부갑상선호르몬 수치는 화학발광면역측정법으로 측정되었다.

결과: 조사대상자의 평균 혈중 25-하이드록시비타민은 17.25ng/ml, 평균 혈중 부갑상선호르몬은 65.07pg/ml였다. 혈중 25-하이드록시비타민은 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도 지단백콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤과 독립적인 연관성이 없는 것으로 나타났다 ($p > 0.05$). 혈중 부갑상선호르몬은 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤과 관련성이 없는 반면 ($p > 0.05$), 총콜레스테롤,

저밀도 지단백 콜레스테롤과는 유의한 관련성이 나타났다 (각각 $p=0.04, 0.01$). 하지만 로지스틱 회귀 분석에서 나이, 거주지, 소득, 학력, 흡연상태, 음주섭취, 신체활동을 보정한 후 혈중 25-하이드록시비타민과 부갑상선호르몬 수치는 이상지질혈증의 위험도와 유의한 관련성이 없는 것으로 나타났다 ($p>0.05$).

결론: 50세 이상 한국인에서 혈중 25-하이드록시비타민 D와 부갑상선호르몬 수치는 혈중 지질성분 및 이상지질혈증의 위험도와 독립적인 관련성을 보이지 않았다.

중심단어: 25-하이드록시비타민 D, 부갑상선호르몬, 이상지질혈증, 혈중지질성분

REFERENCES

1. Reis JP, von Mühlen D, Miller ER 3rd. Relation of 25-hydroxyvitamin D and parathyroid hormone levels with metabolic syndrome among US adults. *Eur J Endocrinol* 2008; 159: 41-48.
2. Thacher TD, Clarke BL. Vitamin D Insufficiency. *Mayo ClinProc* 2011; 86(1): 50-60.
3. Pilz S, Tomaschitz A, Ritz E, Pieber TR. Vitamin D status and arterial hypertension: a systematic review. *Nat Rev Cardiol* 2009 Oct; 6(10): 621-30.
4. Wang TJ, Pencina MJ, Booth SL, Jacques PF, Ingelsson E, Lanier K, et al. Vitamin D Deficiency and Risk of Cardiovascular Disease. *Circulation* 2008 Jan 29; 117(4): 503-11.
5. Martini LA, Wood RJ. Vitamin D and blood pressure connection: update on epidemiologic, clinical, and mechanistic evidence. *Nutr Rev* 2008 May; 66(5): 291-7.
6. Cheng S, Massaro JM, Fox CS, Larson MG, Keyes MJ, McCabe EL, et al. Adiposity, Cardiometabolic Risk, and Vitamin D Status: The Framingham Heart Study. *Diabetes* 2010 Jan; 59(1): 242-8.
7. Kendrick J, Targher G, Smits G, Chonchol M. 25-Hydroxyvitamin D deficiency is independently associated with cardiovascular disease in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Atherosclerosis* 2009 Jul; 205(1): 255-60.
8. van Ballegooijen AJ, Reinders I, Visser M, Brouwer IA. Parathyroid hormone and cardiovascular disease events: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Am Heart J* 2013 May; 165(5): 655-64.
9. van Ballegooijen AJ, Reinders I, Visser M, Dekker JM, Nijpels G, Stehouwer CD, et al. Serum Parathyroid Hormone in Relation to All-Cause and Cardiovascular Mortality: The Hoorn Study. *J ClinEndocrinolMetab* 2013 Apr; 98(4): E638-45.
10. Reis JP, von Mühlen D, Kritiz-Silverstein D, Wingard DL, Barrett-Connor E. Vitamin D, parathyroid hormone levels, and the prevalence of metabolic syndrome in community-dwelling older adults. *Diabetes Care* 2007 Jun; 30(6): 1549-55.
11. Kim SY, Lim JW, Kye SS, Joung HJ. Association between vitamin D status and metabolic syndrome risk among Korean population: based on the Korean National Health and Nutrition Examination Survey IV-2, 2008. *Diabetes Res ClinPract* 2012 May; 96(2): 230-6.
12. Roh E, Ko SH, Kwon HS, Kim NH, Kim JH, Kim CS, et al. Prevalence and Management of Dyslipidemia in Korea: Korea National Health and Nutrition Examination Survey during 1998 to 2010. *Diabetes Metab J* 2013 Dec; 37(6): 433-49.
13. WHO: World Health Statistics 2012 [Internet]. World Health Organization; [cited 2012 May 16]. Available from: http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2012/en/index.html
14. Chen WR, Sha Y, Chen YD, Shi Y, Yin da W, Wang H. Vitamin D, parathyroid hormone, and serum lipid profiles in a middle-aged and elderly Chinese population. *EndocrPract* 2014 Jun; 20(6): 556-65.
15. Barger-Lux MJ, Heaney RP, Lanspa SJ, Healy JC, DeLuca HF. An investigation of sources of variation in calcium absorption efficiency. *J ClinEndocrinolMetab* 1995 Feb; 80(2): 406-11.
16. Jorde R, Figenschau Y, Hutchinson M, Emaus N, Grimnes G. High serum 25-hydroxyvitamin D concentrations are associated with a favorable serum lipid profile. *Eur J ClinNutr* 2010 Dec; 64(12): 1457-64.
17. Kayaniyil S, Vieth R, Harris SB, Retnakaran R, Knight JA, Gerstein HC, et al. Association of 25(OH)D and PTH with metabolic syndrome and its traditional and nontraditional components. *J ClinEndocrinolMetab* 2011 Jan; 96(1): 168-75.
18. Auwerx J, Bouillon R, Kesteloot H. Relation between 25-hydroxyvitamin D3, apolipoprotein A-I, and high density lipoprotein cholesterol. *ArteriosclerThromb* 1992 Jun; 12(6): 671-4.
19. Skaaby T, Husemoen LL, Pisinger C, Jørgensen T, Thuesen BH, Fenger M, et al. Vitamin D status and changes in cardiovascular risk factors: a prospective study of a general population. *Cardiology* 2012; 123(1): 62-70.
20. Ponda MP, Dowd K, Finkelstein D, Holt PR, Breslow JL. The short-term effects of vitamin D repletion on cholesterol: a randomized, placebo-controlled trial. *ArteriosclerThrombVascBiol* 2012 Oct; 32(10): 2510-5.
21. Wood AD, Secombes KR, Thies F, Aucott L, Black AJ, Mavroei A, et al. Vitamin D3 supplementation has no effect on conventional cardiovascular risk factors: a parallel-group, double-blind, placebo-controlled RCT. *J ClinEndocrinolMetab* 2012 Oct; 97(10): 3557-68.
22. Kim J. Association between serum vitamin D, parathyroid hormone and metabolic syndrome in middle-aged and older Korean adults. *Eur J ClinNutr* 2014; 192: 1-6. Epub 2014 Sep 24.
23. Reid IR. Effects of calcium supplementation on circulating lipids: potential pharmacoeconomic implications. *Drugs Aging* 2004; 21(1): 7-17.
24. Yacowitz H, Fleischman AI, Bierenbaum ML. EFFECTS OF ORAL CALCIUM UPON SERUM LIPIDS IN MAN. *Br Med J* 1965 May 22; 1(5446): 1352-4.
25. Mitchell WD, Fyfe T, Smith DA. The effect of oral calcium on cholesterol metabolism. *J Atheroscler Res* 1968 Nov-Dec; 8(6): 913-22.
26. Zemel MG, Shi H, Greer B, Dirienzo D, Zemel PC. Regulation of adiposity by dietary calcium. *FASEB J* 2000 Jun; 14(9): 1132-8.
27. Kelly KA, Gimble JM. 1,25-Dihydroxy vitamin D3 inhibits adipocyte differentiation and gene expression in murine bone marrow stromal cell clones and primary cultures. *Endocrinology* 1998 May; 139(5): 2622-8.