

대한민국 성인에서 대사증후군, 비타민 D 및 뇨 중 미세알부민의 관련성

The Association of Metabolic Syndrome and Vitamin D and Urine Microalbumin in Korean Adults

윤현*, 이건우**, 고재성**, 김광욱**
한려대학교 임상병리학과*, 광양보건대학교 방사선과**

Hyun Yun(yh9074@yahoo.co.kr)*, Keon Woo Lee(king4045@gy.ac.kr)**,
Jae Seong Go(gys6008@gy.ac.kr)**, Kwang Uk Kim(kkww50@gy.ac.kr)**

요약

본 연구는 대한민국 20세 이상 성인(n=4,948)에서 대사증후군과 비타민 D 및 뇨 중 미세알부민(microalbumin, MA)의 관련성을 연구하는 것을 목표로 하였다. 비타민 D의 수준(비타민 D 결핍, 비타민 D 불충분, 비타민 D 충분)에 따른 뇨 중 미세알부민에서, 비 대사증후군에서는 연령, 성별, 흡연습관, 음주습관, 운동습관, 허리둘레, 체질량지수, 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 콜레스테롤, 혈당 및 신사구체 여과율 등을 보정한 후에 비타민 D의 수준이 증가함에 따라 뇨 중 미세알부민은 유의하게 감소하였지만($p<0.001$), 대사증후군에서는 관련변수를 보정한 후의 결과에서 비타민 D의 수준이 증가함에 따라 뇨 중 미세알부민은 유의한 차이가 없었다($p=0.892$). 결론적으로, 비 대사증후군에서는 비타민 D의 수준이 증가함에 따라 뇨 중 미세알부민은 유의하게 감소하였지만, 대사증후군에서는 유의한 관련성이 없었다.

■ 중심어 : | 뇨 중 미세알부민 | 비타민 D | 25(OH)D | 대사증후군 |

Abstract

The aim of this study was to assess the association of metabolic syndrome (MetS) and vitamin D and urine microalbumin (MA) in Korean adults. The study subjects were Korean adults 20 years or older ($n=4,948$). A covariance test adjusted for covariates was performed for urine MA levels in relation to vitamin D status (vitamin D deficiency, vitamin D insufficiency, vitamin D sufficiency). The key study results were as follows: First, in subjects without MetS, after adjusting for related variables (age, gender, smoking, drinking, regular exercising, waist measurement, body mass index, total cholesterol, triglycerides, high density lipoprotein cholesterol, fasting blood glucose, and glomerular filtration rate), vitamin D levels were inversely associated with Log-MA levels ($p<0.001$). Second, in subjects with MetS, after adjusting for related variables, vitamin D levels were not associated with Log-MA levels ($p=0.892$). In conclusion, vitamin D was inversely associated with urine MA levels in Korean adults without MetS, but not in Korean adults with MetS.

■ keyword : | Urine Microalbumin | Vitamin D | 25(OH)D | Metabolic Syndrome |

I. 서론

미세알부민뇨(microalbuminuria)가 처음 대두되는 시점은 1960년대 후반으로, 당뇨병환자에서 증가한다고 알려져 있다[1]. 몇몇 선행연구들은 미세알부민뇨의 증가는 향후 단백뇨를 동반한 당뇨병성 신증을 예측하는 독립적인 지표가 된다고 하였다[2][3] 그러나 이후 연구에서 미세알부민뇨는 당뇨뿐만 아니라 심혈관질환을 가지고 있는 환자에서도 증가한다는 결과가 발표되면서 미세알부민뇨에 대한 관심이 증가하고 있다[4][5].

체내 비타민 D의 혈중 농도는 비타민 D의 활성형인 1,25-dihydroxyvitamin D [1,25(OH)₂D]와 비활성형인 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D]로부터 측정될 수 있다. 그 중 25(OH)D는 반감기가 2-3주로 비교적 길기 때문에 비타민 D의 저장체로서의 기능을 하며 비타민 D의 혈중 농도는 일반적으로 25(OH)D를 측정하여 체내 총 비타민 D 상태를 추정한다[6]. 기존의 연구에서 비타민 D 역할은 장에서 칼슘과 인의 흡수에 관여하여 혈 중 칼슘을 조절하고 뼈의 대사에서 중요한 역할을 한다고 알려져 있다[7]. 또한, 근래에는 비타민 D가 대사증후군, 빈혈 및 심혈관질환의 예방과 같은 또 다른 역할을 한다는 연구결과에 주목하고 있다[8][9].

현재, 비타민 D와 미세알부민뇨의 관련성에 대한 연구는 대부분 제2형 당뇨병환자를 대상으로 실시하고 있고[10][11], 정상인을 대상으로 실시한 연구는 부족하다. 또한, 인슐린저항을 특징으로 하기 때문에 제2형 당뇨병과 유사하다고 할 수 있는 대사증후군[12]에서 비타민 D와 microalbumin (MA)의 관련성에 대한 연구는 거의 없다. 따라서 본 연구는 제5기 3차년도 국민건강영양조사 자료(2012년)를 이용하여 대한민국 성인 중 비 대사증후군 및 대사증후군에서 뇨 중 MA와 비타민 D의 관련성에 대하여 알아보고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 질병관리본부 주관으로 시행된 제5기 국민건강영양조사(2012년)의 자료를 이용하였다. 조사 참여

자수는 8,058명 이었고, 이 중에서 20세 이상 성인은 6,221명이었다. 본 연구 대상자는 6,221명 중 건강 설문에서 불충분한 응답(362명), 혈압 및 혈액화학검사(786명), 혈 중 25(OH)D 및 뇨 중 MA (125명) 등의 검사결과가 누락이 되어있는 대상자 1,273명을 제외한 총 4,948명을 최종 분석 대상으로 하였다. 제5기 3차년도 국민건강영양조사 자료는 질병관리본부 연구윤리심의 위원회의 심의 및 승인을 받았다(승인번호; 2012-01EXP-01-2C).

2. 자료수집

본 연구는 2012년도부터 1월부터 12월까지 12개월 동안 시행된 제 5기 국민건강영양조사 자료를 이용하였다. 조사항목으로는 대상자들의 성별, 연령, 허리둘레(waist measurement, WM), 체질량지수(body mass index, BMI), 안정 시 혈압, 아침공복 시의 혈액검사 및 혈 중 25(OH)D와 뇨 중 MA 등이었다.

3. 대상자의 특성

3.1 일반적 특성 및 혈액화학검사

대상자 중 연령은 평균값으로, 성별은 남녀로 구분하였다. 신체계측은 BMI, WM, 수축기혈압(systolic blood pressure, SBP), 이완기혈압 (diastolic blood pressure, DBP) 및 맥압(pulse pressure, PP)의 측정값을 사용하였다. 혈액화학검사는 총 콜레스테롤(total cholesterol, TC), 중성지방(triglycerides, TGs), 고밀도 콜레스테롤(HDL-cholesterol, HDL-C), 공복 시 혈당(fasting blood glucose, FBG), 혈중 요소질소(blood urea nitrogen, BUN), creatinine 및 사구체 여과율(glomerular filtration rate, GFR), 혈 중 25(OH)D와 뇨 중 MA의 측정값을 사용하였다. MA값은 정규분포가 아니었기 때문에 Log로 치환하였다.

3.2 대사증후군과 비타민 D

대사증후군의 진단 기준은 Revised NCEP-ATP III의 기준에 의하여 높은 중성지방혈증은 TGs \geq 150 mg/dL으로 정의하였고, 낮은 고밀도 콜레스테롤혈증은 HDL-C 남자 40 mg/dL 미만이거나, 여자 50 mg/dL

미만으로 정의하였다. 그리고 높은 혈당은 FBG ≥ 100 mg/dL로 정의하였다. 높은 혈압은 수축기혈압이 ≥ 130 mmHg이거나, 이완기혈압이 ≥ 85 mmHg일 때로 정의하였다. 북부비만은 허리둘레를 APC (Asia-pacific criteria)의 기준에 따라 남성 90 cm 이상, 여성 80 cm 이상으로 정의하였다[13]. 이들 5개 항목 중 정상치보다 높거나 낮은 항목이 3개 이상 존재할 때를 대사증후군으로 분류하였다. 비타민 D는 혈 중 25(OH)D의 측정값에서 vitamin D deficiency [25(OH)D < 10.0 ng/dL], vitamin D insufficiency [25(OH)D ≥ 10.0 , < 20.0 ng/dL], vitamin D sufficiency [25(OH)D ≥ 20.0 ng/dL]으로 구분하였다[14].

4. 자료처리 및 분석

자료의 통계처리는 SPSS WIN version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하였다. 대상자의 특성에 대한 분포는 빈도와 백분율로 나타내

었고 연속형 자료는 평균과 표준편차로 표시하였다. 비타민 D의 수준에 따른 특성은 교차분석과 ANOVA test를 이용하여 분석하였고, ANCOVA test에서 네 가지의 Model을 실시하여 비타민 D가 노 중 Log-MA에 독립적으로 영향을 주는지를 알아보았다. Model 1은 연령과 성별을 보정하였고, Model 2는 Model 1에 추가적으로 흡연, 음주, 규칙적인 운동을 보정하였다. Model 3은 Model 2에 추가적으로 SBP, DBP, WM, BMI, TC, TGs, HDL-C, FBG를 보정하였고, Model 4는 Model 3에 추가적으로 GFR을 보정하였다. 모든 통계량의 유의 수준은 $p < 0.05$ 로 판정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성은 [표 1]과 같다. 본 연구

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

n (%), Mean \pm SD

Variables	Total (n=4,948)	비 대사증후군 (n=3,656)	대사증후군 (n=1,292)	p-value
연령 (years)	51.88 \pm 16.02	49.75 \pm 16.30	57.88 \pm 13.51	< 0.001
남성	2,774 (56.1)	2,012 (55.0)	762 (59.0)	0.014
여성	2,174 (43.9)	1,644 (45.0)	530 (41.0)	
현재 흡연	1,020 (20.6)	754 (20.6)	266 (20.6)	0.772
현재 음주	2,495 (50.4)	1,901 (52.0)	594 (46.0)	< 0.001
중등도 활동	313 (6.3)	240 (6.6)	73 (5.7)	0.246
BMI (kg/m ²)	23.84 \pm 3.34	23.01 \pm 2.97	26.17 \pm 3.24	< 0.001
WM (cm)	81.50 \pm 9.58	78.91 \pm 8.73	88.83 \pm 7.97	< 0.001
SBP (mmHg)	120.08 \pm 16.98	116.39 \pm 15.45	130.52 \pm 16.77	< 0.001
DBP (mmHg)	75.91 \pm 10.49	74.16 \pm 9.71	80.86 \pm 11.01	< 0.001
PP (mmHg)	44.18 \pm 13.80	42.24 \pm 12.39	49.66 \pm 15.96	< 0.001
TC (mg/dL)	190.51 \pm 36.11	187.94 \pm 34.19	197.79 \pm 40.18	< 0.001
TGs (mg/dL)	131.13 \pm 87.19	106.25 \pm 62.86	201.52 \pm 106.00	< 0.001
HDL-C (mg/dL)	51.52 \pm 12.63	54.35 \pm 12.41	43.53 \pm 9.42	< 0.001
FBG (mg/dL)	98.92 \pm 21.78	94.26 \pm 16.49	112.10 \pm 28.52	< 0.001
BUN (mg/dL)	14.65 \pm 4.49	14.41 \pm 4.31	15.34 \pm 4.92	< 0.001
Creatinine (mg/dL)	0.84 \pm 0.23	0.84 \pm 0.23	0.85 \pm 0.24	0.069
GFR (mL/min/1.73 m ²)	86.14 \pm 16.93	87.50 \pm 16.84	82.28 \pm 16.61	< 0.001
Log-MA (μ g/dL)	1.76 \pm 1.54	1.59 \pm 1.49	2.25 \pm 1.59	< 0.001
25(OH)D (ng/dL)	17.11 \pm 5.62	17.14 \pm 5.67	17.02 \pm 5.48	0.518
< 10.0	365 (7.4)	264 (7.2)	101 (7.8)	0.712
≥ 10.0 , < 20.0	3,264 (66.0)	2,410 (65.9)	854 (66.1)	
≥ 20.0	1,319 (26.6)	982 (26.9)	337 (26.1)	

BMI: body mass index, WM: waist measurement, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, TC: total Cholesterol, TGs: triglycerides, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, FBG: fasting blood glucose, BUN: blood urea nitrogen, GFR: glomerular filtration rate, Log-MA: Log microalbumin, 25(OH)D: 25-hydroxyvitamin D.

표 2. 비 대사증후군에서 비타민 D수준에 따른 대상자의 임상적특성

n (%), Mean \pm SD, (n=3,656)

Variables	Serum 25(OH)D			p-value
	비타민 D 부족 (n=264) (<10.0 ng/dL)	비타민 D 불충분 (n=2,410) ($\geq 10.0, <20.0$ ng/dL)	비타민 D 충분 (n=982) (≥ 20.0 ng/dL)	
연령 (years)	45.59 \pm 17.10	47.84 \pm 16.01	55.57 \pm 15.32	<0.001
남성	192 (72.7)	1,390 (57.7)	430 (43.8)	<0.001
여성	72 (27.3)	1,020 (42.3)	552 (56.2)	
현재 흡연	33 (12.5)	442 (18.3)	279 (28.4)	<0.001
현재 음주	114 (43.2)	1,259 (52.2)	528 (53.8)	0.009
중등도 활동	8 (3.0)	157 (6.5)	75 (7.6)	0.027
BMI (kg/m^2)	21.88 \pm 2.68	23.12 \pm 3.08	23.05 \pm 2.69	<0.001
WM (cm)	75.12 \pm 8.25	78.87 \pm 8.94	80.03 \pm 8.00	<0.001
SBP (mmHg)	115.35 \pm 17.30	115.61 \pm 14.99	118.59 \pm 15.83	<0.001
DBP (mmHg)	73.68 \pm 9.84	74.09 \pm 9.87	71.45 \pm 9.26	0.441
PP (mmHg)	44.15 \pm 13.61	41.52 \pm 11.71	41.67 \pm 12.93	<0.001
TC (mg/dL)	183.16 \pm 33.30	187.90 \pm 34.32	189.29 \pm 34.05	0.035
TGs (mg/dL)	100.16 \pm 60.00	106.78 \pm 66.48	106.58 \pm 53.77	0.262
HDL-C (mg/dL)	55.26 \pm 12.39	54.49 \pm 12.48	53.75 \pm 12.24	0.133
FBG (mg/dL)	92.12 \pm 13.55	93.83 \pm 16.36	95.88 \pm 17.37	<0.001
BUN (mg/dL)	12.99 \pm 5.46	14.11 \pm 4.05	15.51 \pm 4.34	<0.001
Creatinine (mg/dL)	0.80 \pm 0.38	0.83 \pm 0.23	0.87 \pm 0.19	<0.001
GFR ($\text{mL}/\text{min}/1.73 \text{ m}^2$)	92.53 \pm 20.49	88.56 \pm 16.67	83.54 \pm 15.34	<0.001
Log-MA ($\mu\text{g}/\text{dL}$)	1.85 \pm 1.31	1.59 \pm 1.49	1.51 \pm 1.51	0.003

의 총 연구대상자는 4,928명이었고, 비 대사증후군은 3,656명(73.9%), 대사증후군은 1,292명(26.1%)이었다. 비 대사증후군에서 연령, Log-MA 및 25(OH)D의 평균값(M \pm SD)은 각각 49.75 \pm 16.30세, 1.59 \pm 1.49 $\mu\text{g}/\text{mL}$

및 17.14 \pm 5.67 ng/dL 이었고, 대사증후군에서 연령, Log-MA 및 25(OH)D의 평균값은 각각 57.88 \pm 13.51세, 2.25 \pm 1.59 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 및 17.02 \pm 5.48 ng/dL 이었다.

표 3. 대사증후군에서 비타민 D수준에 따른 대상자의 임상적특성

n (%), Mean \pm SD, (n=1,292)

Variables	Serum 25(OH)D			p-value
	비타민 D 부족 (n=101) (<10.0 ng/dL)	비타민 D 불충분 (n=854) ($\geq 10.0, <20.0$ ng/dL)	비타민 D 충분 (n=337) (≥ 20.0 ng/dL)	
연령 (years)	53.69 \pm 15.62	57.12 \pm 13.62	61.09 \pm 11.87	<0.001
남성	68 (67.3)	503 (58.9)	191 (56.7)	0.161
여성	33 (32.7)	351 (41.1)	146 (43.3)	
현재 흡연	14 (13.9)	175 (20.5)	77 (22.8)	0.155
현재 음주	37 (36.6)	414 (48.5)	143 (42.4)	0.025
중등도 활동	5 (5.0)	53 (6.2)	15 (4.5)	0.473
BMI (kg/m^2)	24.48 \pm 3.69	26.30 \pm 3.24	25.75 \pm 3.04	0.019
WM (cm)	88.96 \pm 8.28	88.94 \pm 8.09	88.51 \pm 7.60	0.700
SBP (mmHg)	131.06 \pm 19.10	130.44 \pm 16.46	130.58 \pm 16.87	0.937
DBP (mmHg)	82.08 \pm 12.81	81.10 \pm 10.56	79.90 \pm 11.50	0.122
PP (mmHg)	50.68 \pm 16.10	49.34 \pm 15.99	48.98 \pm 15.14	0.386
TC (mg/dL)	199.96 \pm 42.54	198.59 \pm 40.37	195.09 \pm 38.97	0.340
TGs (mg/dL)	236.27 \pm 129.92	202.77 \pm 106.50	187.93 \pm 93.83	<0.001
HDL-C (mg/dL)	42.82 \pm 8.66	43.45 \pm 9.61	43.95 \pm 9.12	0.519
FBG (mg/dL)	112.18 \pm 30.43	113.40 \pm 30.87	108.77 \pm 20.33	0.058
BUN (mg/dL)	13.44 \pm 4.10	15.20 \pm 4.96	16.25 \pm 4.85	<0.001
Creatinine (mg/dL)	0.82 \pm 0.21	0.85 \pm 0.25	0.87 \pm 0.22	0.218
GFR ($\text{mL}/\text{min}/1.73 \text{ m}^2$)	86.02 \pm 18.50	82.65 \pm 16.53	80.22 \pm 15.97	0.005
Log-MA ($\mu\text{g}/\text{dL}$)	2.31 \pm 1.41	2.26 \pm 1.61	2.21 \pm 1.59	0.824

2. 비 대사증후군에서 비타민 D 수준에 따른 대상자의 임상적 특성

비 대사증후군에서 비타민 D 수준에 따른 대상자의 임상적 특성은 [표 2]와 같다. 비 대사증후군에서 비타민 D 수준에 따라 유의한 차이를 보이는 변수는 연령 ($p < 0.001$), 남성 ($p < 0.001$), 흡연습관 ($p < 0.001$), 음주습관 ($p = 0.009$), 규칙적인 운동 ($p = 0.027$), BMI ($p < 0.001$), WM ($p < 0.001$), SBP ($p < 0.001$), PP ($p < 0.001$), TC ($p = 0.035$), FBG ($p < 0.001$), BUN ($p < 0.001$), creatinine ($p < 0.001$), GFR ($p < 0.001$), Log-MA ($p = 0.003$) 등이었고, DBP ($p = 0.441$), TGs ($p = 0.262$), HDL-C ($p = 0.133$) 등은 유의한 차이를 보이지 않았다.

3. 대사증후군에서 비타민 D 수준에 따른 대상자의 임상적 특성

대사증후군에서 비타민 D 수준에 따른 대상자의 임상적 특성은 [표 3]과 같다. 대사증후군에서 비타민 D 수준에 따라 유의한 차이를 보이는 변수는 연령 ($p < 0.001$), 음주습관 ($p = 0.025$), BMI ($p = 0.019$), TGs ($p < 0.001$), BUN ($p < 0.001$), GFR ($p = 0.005$) 등이었고, 남성 ($p = 0.161$), 흡연습관 ($p = 0.155$), 규칙적인 운동 ($p = 0.473$), WM ($p = 0.700$), SBP ($p = 0.973$), DBP ($p = 0.122$), PP ($p = 0.386$), TC ($p = 0.340$), HDL-C ($p = 0.519$), FBG

($p = 0.058$), creatinine ($p = 0.218$), Log-MA ($p = 0.824$) 등은 유의한 차이를 보이지 않았다.

4. 비 대사증후군 및 대사증후군에서 비타민 D 수준에 따른 Log-MA의 평균값 비교

비 대사증후군과 대사증후군에서 비타민 D 수준에 따른 Log-MA의 평균값 비교는 [표 4]와 같다. 비타민 D를 vitamin D deficiency, vitamin D insufficiency, vitamin D sufficiency 로 나누었을 때, 연령, 성별, 흡연습관, 음주습관, 운동습관, SBP, DBP, WM, BMI, TC, TGs, HDL-C, FBG 및 GFR 등을 보정한 후의 결과에서, vitamin D deficiency, vitamin D insufficiency, vitamin D sufficiency의 뇨 중 Log-MA 평균값($M \pm SE$)은 각각 $1.88 \pm 0.09 \mu\text{g/mL}$ (1.70 - 2.06), $1.61 \pm 0.03 \mu\text{g/mL}$ (1.55 - 1.67), $1.47 \pm 0.05 \mu\text{g/mL}$ (1.37 - 1.56)으로 비타민 D가 증가할수록 Log-MA 평균값은 유의하게 감소하였다($p < 0.001$). 그러나 대사증후군에서는 관련변수를 보정한 후의 결과에서, vitamin D deficiency, vitamin D insufficiency, vitamin D sufficiency의 뇨 중 Log-MA 평균값은 각각 $2.32 \pm 0.15 \mu\text{g/mL}$ (2.02 - 2.62), $2.25 \pm 0.05 \mu\text{g/mL}$ (2.15 - 2.35), $2.24 \pm 0.08 \mu\text{g/mL}$ (2.07 - 2.40)으로 비타민 D가 증가할수록 Log-MA 평균값은 유의한 차이가 없었다($p = 0.892$).

표 4. 비 대사증후군 및 대사증후군에서 비타민 D수준에 따른 Log-MA의 평균값 비교

Variables	Log-MA levels ($\mu\text{g/dL}$)			
	Model 1 [M \pm SE (95% CI)]	Model 2 [M \pm SE (95% CI)]	Model 3 [M \pm SE (95% CI)]	Model 4 [M \pm SE (95% CI)]
비 대사증후군 (n=3,656)				
비타민 D 부족 [25(OH)D (ng/dL) < 10.0]	1.91 \pm 0.09 (1.73-2.09)	1.91 \pm 0.09 (1.73-2.09)	1.87 \pm 0.09 (1.69-2.05)	1.88 \pm 0.09 (1.70-2.06)
비타민 D 불충분 [25(OH)D (ng/dL) \geq 10.0, < 20.0]	1.61 \pm 0.03 (1.55-1.67)	1.61 \pm 0.03 (1.55-1.67)	1.61 \pm 0.03 (1.55-1.66)	1.61 \pm 0.03 (1.55-1.67)
비타민 D 충분 [25(OH)D (ng/dL) \geq 20.0]	1.46 \pm 0.05 (1.36-1.55)	1.46 \pm 0.05 (1.36-1.55)	1.47 \pm 0.05 (1.38-1.57)	1.47 \pm 0.05 (1.37-1.56)
<i>p</i> -value	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
대사증후군 (n=1,292)				
비타민 D 부족 [25(OH)D (ng/dL) < 10.0]	2.38 \pm 0.12 (2.07-2.69)	2.38 \pm 0.16 (2.07-2.70)	2.31 \pm 0.15 (2.01-2.62)	2.32 \pm 0.15 (2.02-2.62)
비타민 D 불충분 [25(OH)D (ng/dL) \geq 10.0, < 20.0]	2.27 \pm 0.05 (2.16-2.38)	2.27 \pm 0.05 (2.16-2.38)	2.25 \pm 0.05 (2.15-2.35)	2.25 \pm 0.05 (2.15-2.35)
비타민 D 충분 [25(OH)D (ng/dL) \geq 20.0]	2.17 \pm 0.09 (2.00-2.34)	2.17 \pm 0.09 (2.00-2.34)	2.24 \pm 0.09 (2.08-2.41)	2.24 \pm 0.08 (2.07-2.40)
<i>p</i> -value	0.443	0.452	0.918	0.892

Model 1, 연령, 성별을 보정함.; Model 2, Model 1에 추가적으로 흡연습관, 음주습관, 운동습관을 보정함.; Model 3, Model 2에 추가적으로 BMI, WC, TC, TGs, HDL-C 및 FBG를 보정함.; Model 4, Model 2에 추가적으로 GFR를 보정함.

IV. 고찰

본 연구는 2012년도에 시행된 국민건강영양조사 제5기 3차년도 자료를 이용하여 실시한 비 대사증후군 및 대사증후군에서 뇨 중 MA와 비타민 D의 관련성에 대한 연구이다. 본 연구의 주요결과는 비 대사증후군에서는 관련된 변수를 보정한 후에 비타민 D의 수준이 증가할수록 뇨 중 Log-MA 평균값은 유의하게 감소하였으나, 대사증후군에서는 관련된 변수를 보정한 후에도 비타민 D 수준과 뇨 중 Log-MA 평균값은 유의한 차이가 없었다.

비타민 D결핍은 당뇨병성 신증의 위험인자를 높인다고 알려져 있고[15], 당뇨병성 신증의 예측인자가 뇨 중으로 배출되는 MA이다[2][3].

뇨 중 MA와 비타민 D에 관련된 연구에서 Bonakdaran 등은 당뇨병환자에서 비타민 D결핍은 뇨 중 MA를 증가시킨다고 하였고($p=0.04$), 비타민 D 제제는 미세알부민 뇨의 개선뿐만 아니라 이상지질혈증이나 고혈압 같은 당뇨병성 신증의 위험요인을 감소시키는데 효과적이라고 하였다[16]. 또한 Xu등이 315명의 당뇨병환자를 대상으로 실시한 연구에서도 25(OH)D는 뇨 중 MA와 유의한 음의 상관관계가 있다고 하였다($p=0.004$)[17]. 당뇨병환자를 대상으로 실시한 연구뿐만 아니라, Isakova 등은 심혈관질환이 없는 대상자에서도 25(OH)D의 감소는 뇨 중 MA를 증가시키는 독립적인 영향인자라고 하였다[18]. 국내의 연구 중, 권 등의 연구에서도 비타민 D 수준의 증가는 알부민뇨 유병률의 감소와 연관이 있었다($p=0.003$)[19]. 본 연구결과에서 비 대사증후군에서는 25(OH)D수준의 증가에 따라 뇨 중 MA는 유의하게 감소하였지만($p<0.001$), 대사증후군에서는 유의하지 않았다($p=0.892$). 현재, 대사증후군에서 비타민 D와 뇨 중 MA의 관련성에 대한 연구의 거의 없고, 본 연구에서 비 대사증후군과 대사증후군에서 이와 같은 차이에 대하여 정확한 기전을 설명할 수는 없다. 그러나 잠재적인 이론을 고려할 수 있다. 뇨 중 MA의 증가는 광범위한 혈관의 손상을 반영하기 때문에 혈관구조의 상태를 볼 수 있다고 하였고[20], 이와 같은 제안은 뇨 중 MA의 증가와 심혈관질환의 관련성에 대한 기전으로

제안되고 있다[21]. 심혈관질환의 지표 중, 비타민 D와 뇨 중 MA의 관련성에서 본 연구자들이 고려한 지표는 PP이다. PP는 만성신장질환과 대사증후군 및 심혈관질환의 강력한 예측인자이기 때문이다[22][23]. PP는 SBP에서 DBP를 차감한 수치로, 동맥의 탄성과 파장반사로 결정되기 때문에 동맥 경직도가 증가할수록 증가한다[24]. 또한, 뇨 중 MA의 증가는 동맥의 경직도의 증가와 관련이 있고, 동맥경화의 위험인자이다[25]. Jadhav 등은 심혈관질환이 없는 성인을 대상으로 실시한 연구에서 뇨 중 MA의 증가는 동맥의 경직도를 증가시킨다고 하였고($p=0.027$)[26], Mykkänen 등은 혈당이 정상인 대상자와 당뇨병환자를 대상으로 실시한 연구에서 정상인($p=0.010$)과 당뇨병환자($p=0.005$) 모두에서 뇨 중 MA의 증가는 동맥의 경직도를 증가시킨다고 하였다[27]. 또한, 비타민 D는 동맥의 경직도를 감소시킨다고 알려져 있다[28], 그러나, 당뇨나 대사증후군 같은 인슐린 저항성이 있는 경우는 결과가 달라질 수 있다. Winckler 등은 415명의 당뇨병환자에서 25(OH)D는 혈관의 탄성($p=0.30$)과 팽창($p=0.61$), 동맥의 내막두께($p=0.36$)와 심혈관질환($p=0.611$) 모두에서 관련이 없다고 하였다[29]. 본 연구결과에서 비 대사증후군과 대사증후군에서 비타민 D와 뇨 중 MA의 관련성에 대한 기전을 직접적으로 설명할 수는 없다. 그러나 PP와 뇨 중 MA는 모두 당뇨병 및 만성 신장질환의 진행과 심혈관질환의 예측인자로 알려져 있다[3-5][22][30]. 비 대사증후군에서 비타민 D 수준이 증가함에 따라 뇨 중 MA 뿐만 아니라 PP도 감소하였기 때문에 비타민 D 수준의 증가는 비 대사증후군에서 만성 신장질환 및 동맥의 경직도를 감소시키는데 효과적이다. 그러나 대사증후군에서는 뇨 중 MA 뿐만 아니라 PP도 유의한 차이가 없었다는 결과는 비타민 D 수준이 증가할지라도 만성 신장질환 및 동맥의 경직도를 감소시키는데 효과적이지 않을 수도 있다는 것으로 사료된다.

결론적으로, 제5기 3차년도 국민건강영양조사 자료(2012년)를 이용하여 실시한 대한민국 성인 중 뇨 중 MA와 비타민 D의 관련성에서 비 대사증후군에서는 비타민 D 수준의 증가는 뇨 중 MA를 감소시켰지만, 대사증후군에서는 유의한 차이가 없었다.

그러나 본 연구에서는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 비타민 D는 계절에 따라 수치의 변화가 달라진다. 본 연구에서는 계절에 따른 비타민 D를 조사하지 못하였기에 이에 대한 관계를 설명할 수 없었다. 둘째, 비타민 D는 부갑상선호르몬(parathyroid hormone, PTH)은 중요한 변수이다. 그러나 2012년 국민건강영양조사자료는 PTH에 대한 자료가 없기 때문에 노 중 MA와 비타민 D의 관련성에서 PTH를 보정변수로 사용하지 못하였다. 셋째, 본 연구는 단면연구이기 때문에 인과관계를 설명할 수가 없으므로, 향후 추적조사를 통해서 코호트 연구를 시행할 수 있다면 인과관계를 확인하기 위한 더욱더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] H. Keen, C. Chlouverakis, J. H. Fuller, and R. J. Jarrett, "The concomitants of raised blood sugar: studies in newly-detected hyperglycaemics. II. Urinary albumin excretion, blood pressure and their relation to blood sugar levels," *Guy's Hosp Rep*, Vol.118 pp.247-254, 1969.
- [2] H. H. Parving, H. Lehnert, J. Bröchner-Mortensen, R. Gomis, S. Andersen, and P. Arner, "The effect of irbesartan on the development of diabetic nephropathy in patients with type 2 diabetes," *N Engl J Med*, Vol.345, pp.870-878, 2001.
- [3] H. H. Parving, M. Maue, and E. Ritz, "Diabetic Nephropathy," In: Brenner BM(ed), *Brenner and Rector's The Kidney*, WB Saunders: Boston, USA, pp.1777-1818, 2004.
- [4] H. Ibsen, M. H. Olsen, K. Wachtell, K. Borch-Johnsen, L. H. Lindholm, C. E. Mogensen, B. Dahlöf, R. B. Devereux, U. de Faire, F. Fyhrquist, S. Julius, S. E. Kjeldsen, O. Lederballe-Pedersen, M. S. Nieminen, P. Omvik, S. Oparil, and Y. Wan, "Reduction in albuminuria translates to reduction in cardiovascular events in hypertensive patients: losartan intervention for endpoint reduction in hypertension study," *Hypertension*, Vol.45, pp.198-202, 2005.
- [5] G. Remuzzi and J. J. Weening, "Albuminuria as early test for vascular disease," *Lancet*, Vol.365, pp.556-557, 2005.
- [6] A. Prentice, G. R. Goldberg, and I. Schoenmakers, "Vitamin D across the lifecycle: physiology and biomarkers," *Am J Clin Nutr*, Vol.88, pp.500-506, 2008.
- [7] M. F. Holick, "Vitamin D deficiency," *N Engl J Med*, Vol.357, pp.266-281, 2007.
- [8] H. Yoon, G. S. Kim, S. G. Kim, and A. E. Moon, "The Relationship between Metabolic Syndrome and Increase of Metabolic Syndrome Score and Serum Vitamin D Levels in Korean Adults: 2012 Korean National Health and Nutrition Examination Survey," *J Clin Biochem Nutr*, Vol.57, pp.82-87, 2015.
- [9] Y. C. Ku, M. E. Liu, C. S. Ku, T. Y. Liu, and S. L. Lin, "Relationship between vitamin D deficiency and cardiovascular disease," *World J Cardiol*, Vol.5, pp.337-346, 2013.
- [10] X. Cai, Z. Hu, L. Chen, X. Han, and L. Ji, "Analysis of the associations between vitamin D and albuminuria or β -cell in Chinese type 2 diabetes," *Biomed Res Int*, Vol.23, p.e640909, 2014.
- [11] G. Zoppini, A. Galletti, G. Targher, C. Brangani, I. Pichiri, M. Trombetta, C. Negri, F. De Santi, V. Stoico, V. Cacciatori, and E. Bonora, "Lower levels of 25-hydroxyvitamin D3 are associated with a higher prevalence of microvascular complications in patients with type 2 diabetes," *BMJ Open Diab Res Care*, Vol.3, p.e000058, 2015.
- [12] G. M. Reaven, "Role of insulin resistance in human disease," *Diabetes*, Vol.37, pp.1598-1607, 1988.
- [13] WHO, Western Pacific Region. International Association for the Study of Obesity Task Force, *The Asia-Pacific Perspective: Redefining*

- Obesity and its Treatment, Health Communications Australia, Sydney, Australia, pp.15-21, 2000.
- [14] T. D. Thacher and B. L. Clarke, "Vitamin D insufficiency," *Mayo Clin Proc.*, Vol.86, pp.50-60, 2011.
- [15] H. Derakhshanian, S. Shab-Bidar, J. R. Speakman, H. Nadimi, and K. Djafarian, "Vitamin D and diabetic nephropathy: A systematic review and meta-analysis," *Nutrition*, Vol.31, pp.1189-1194, 2015.
- [16] S. Bonakdaran, M. Hami, and A. Hatefi, "The effects of calcitriol on albuminuria in patients with type-2 diabetes mellitus," *Saudi J Kidney Dis Transpl*, Vol.23, pp.1215-1220, 2012.
- [17] J. Xu, H. Xiong, and P. Chen, "The effects of calcitriol on albuminuria in patients with type 2 diabetes mellitus," *Int J Diabetes Dev Ctries*, Vol.35, pp.418-423, 2015.
- [18] T. Isakova, O. M. Gutiérrez, N. M. Patel, D. L. Andress, M. Wolf, and A. Levin, "Vitamin D deficiency, inflammation, and albuminuria in chronic kidney disease: complex interactions," *J Ren Nutr*, Vol.21, pp.295-302, 2011.
- [19] B. W. Kwon, E. J. Choi, E. J. Bae, K. Y. Kang, S. Y. Lee, C. H. Byeon, and K. H. Park, "Association between Serum Vitamin D Level and Albuminuria in Korean Adults: Data from 2013 Korean National Health and Nutrition Examination Survey," *Korean J Fam Pract*, Vol.6, pp.249-254, 2016.
- [20] T. Deckert, B. Feldt-Rasmussen, K. Borch-Johnsen, T. Jensen, and A. Kofoed-Enevoldsen, "Albuminuria reflects widespread vascular damage. The steno hypothesis," *Diabetologia*, Vol.32, pp.219-226, 1989.
- [21] C. D. Stehouwer and Y. M. Smulders, "Microalbuminuria and risk for cardiovascular disease: Analysis of potential mechanisms," *J Am Soc Nephrol*, Vol.17, pp.2106-2111, 2006.
- [22] N. Arulkumaran, R. Diwakar, Z. Tahir, M. Mohamed, J. C. Kaski, and D. Banerjee, "Pulse pressure and progression of chronic kidney disease," *J Nephrol*, Vol.23, pp.189-193, 2010.
- [23] S. Y. Park, H. Yoon, and H. J. Oh, "The association of metabolic syndrome, metabolic syndrome score and pulse pressure in Korean adults: Korea National Health and Nutrition Survey, 2010," *J Korea Acad Industr Coop Soc*, Vol.9, pp.5660-5667, 2015.
- [24] A. Benetos, A. Rudnichi, M. Safar, and L. Guize, "Pulse pressure and cardiovascular mortality in normotensive and hypertensive subjects," *Hypertension*, Vol.32, pp.560-564, 1988.
- [25] R. Pedrinelli, G. Dell'Omo, G. Penno, S. Bandinelli, A. Bertini, V. Di Bello, and M. Mariani, "Microalbuminuria and pulse pressure in hypertensive and atherosclerotic men," *Hypertension*, Vol.35, pp.48-54, 2000.
- [26] U. M. Jadhav and N. N. Kadam, "Association of microalbuminuria with carotid intima-media thickness and coronary artery disease—a cross-sectional study in Western India," *J Assoc Physicians India*, Vol.50, pp.1124-1129, 2002.
- [27] L. Mykkänen, D. J. Zaccaro, D. H. O'Leary, G. Howard, D. C. Robbins, and S. M. Haffner, "Microalbuminuria and carotid artery intima-media thickness in nondiabetic and NIDDM subjects. The Insulin Resistance Atherosclerosis Study (IRAS)," *Stroke*, Vol.28, pp.1710-1716, 1997.
- [28] H. Yoon and G. S. Kim, "The association of Vitamin D and Pulse pressure in Korean Adults: Korea National Health and Nutrition Survey, 2010," *J Korea Acad Industr Coop Soc*, Vol.14, pp.2735-2742, 2013.
- [29] K. Winckler, L. Tamow, L. Lundby-Christensen, T. P. Almdal, N. Wiinberg, P. Eiken, and T. W. Boesgaard, "Vitamin D, carotid intima-media thickness and bone structure in patients with type 2 diabetes," *Endocr Connect*, Vol.4, pp.128-135, 2015.

[30] S. Yasuno, K. Ueshima, K. Oba, A. Fujimoto, M. Hirata, T. Ogiwara, T. Saruta, and K. Nakao, "Is pulse pressure a predictor of new-onset diabetes in high-risk hypertensive patients?: a subanalysis of the Candesartan Antihypertensive Survival Evaluation in Japan (CASE-J) trial," Diabetes Care, Vol.33, pp.1122-1127, 2010.

김 광 욱(Kwang Uk Kim)

정회원



- 1985년 2월 : 광주보건대학교 방사선과
- 2016년 8월 : 한려대학교 보건학과(보건학석사)
- 2009년 6월 ~ 현재 : 광양보건대학교 방사선과 교수

<관심분야> : 보건학, 방사선학

저 자 소 개

윤 현(Hyun Yun)

정회원



- 2010년 8월 : 목포대학교 생물학과(이학석사)
- 2014년 2월 : 조선대학교 보건학과(보건학박사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 한려대학교 임상병리학과 교수

<관심분야> : 보건학, 의학, 미생물학

이 건 우(Keon Woo Lee)

정회원



- 1990년 2월 : 광주보건대학교 방사선과
- 2016년 8월 : 한려대학교 보건학과(보건학석사)
- 2009년 6월 ~ 현재 : 광양보건대학교 방사선과 교수

<관심분야> : 보건학, 방사선학

고 재 성(Jae Seong Go)

정회원



- 1985년 2월 : 광주보건대학교 방사선과
- 2016년 8월 : 한려대학교 보건학과(보건학석사)
- 2009년 6월 ~ 현재 : 광양보건대학교 방사선과 교수

<관심분야> : 보건학, 방사선학