

## 흡연 및 비타민 D 수준과 한국 성인 남녀 대사증후군의 연관성

이도연<sup>1</sup> · 남승민<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>대구대학교 물리치료학과 교수, <sup>2\*</sup>대구대학교 물리치료학과 교수

### Association between Smoking Status, Vitamin D Levels and the Korean Adult Male and Female Metabolic Syndrome

Lee Doyoun, PT, Ph.D<sup>1</sup> · Nam Seungmin, PT, Ph.D<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>*Dept. of Physical Therapy, Daegu University, Professor*

<sup>2\*</sup>*Dept. of Physical Therapy, Daegu University, Professor*

#### Abstract

**Purpose** : Several studies suggest that smoking and vitamin D level is a risk factor of metabolic syndrome. The objective of this study is to evaluate the association between smoking status, vitamin D levels and the Korean adult male and female metabolic syndrome.

**Methods** : We assessed 3796 participants aged 19 years and older from the Korean National Health and Nutritional Examination Survey 2013, 2014. Smoking statuses were collected from self-reported questionnaires. Subjects were divided into three categories: non-smokers, former smokers, and current smokers. Vitamin D was tested by Radioimmunoassay method and the value of serum 25-hydroxyvitamin D, which is an index of vitamin D status in the body, was used. The diagnosis of metabolic syndrome was made using criteria modified NCEP-ATP III. Logistic regression analysis was used to calculate odds ratios between smoking status, vitamin D levels, and metabolic syndrome.

**Results** : The overall prevalence of metabolic syndrome was 23.0 % in men and 15.4 % in women. After adjusting for smoking, the odds ratio for men's metabolic syndrome in current smokers was 1.77 (95 % CI, 1.30~2.41), while for former smokers OR was 1.63 (95 % CI, 1.15~2.31) compared with nonsmokers. After adjustment vitamin D, the odds ratio for women's metabolic syndrome in vitamin D deficiency was 1.44 (95 % CI, 1.11~1.87) compared with normal.

**Conclusion** : Smoking status was associated with an increased risk of metabolic syndrome in Korean adult males and decreased vitamin D level was associated with an increased risk of metabolic syndrome in Korean adult females.

---

**Key Words** : korea, metabolic syndrome, smoking, vitamin D

\*교신저자 : 남승민, 20849606@hanmail.net

## I. 서론

대사증후군이란 지질이상증, 고혈압, 복부 비만, 공복 혈당의 장애 등을 한 개인이 동시에 가지는 대사이상을 의미한다(Esposito 등, 2012). 흡연은 심혈관계질환 및 대사증후군의 발병과 밀접한 관련이 있는 위험인자이다(Ambrose 등, 2004). 대사증후군의 발생기전은 아직까지 명확하게 밝혀지지는 않았지만, 복부비만과 인슐린 저항성이 주된 병인이라 여겨지고 있다(Eckel 등, 2005). 흡연은 복부비만과 밀접한 관련이 있으며, 흡연은 부신피질 호르몬의 분비를 촉진시키고, 이는 복강 및 내장 부위에 지방을 쌓이게 한다(Slemenda 등, 1989). 또한 흡연은 인슐린 저항성을 증가시키고 이러한 인슐린 대사의 장애로 인해 2형 당뇨병이 발생하게 되며, 조절되지 않은 혈당의 농도는 혈관 단백질의 구조변화에 따른 심혈관계질환의 위험이 높아진다고 알려져 있다(Facchini 등, 1992). 이러한 특징은 흡연이 대사증후군 발생위험의 원인으로 작용할 수 있고, 심혈관계질환의 발병을 증가시킬 수 있음을 의미한다(Kong 등, 2001).

선행연구에 의하면 대사증후군을 가진 성인이 정상인에 비해 심혈관계 질환의 발생위험이 3.7배, 제2형 당뇨병의 경우 24.5배 높아지고 높은 사망률과 관련이 있는 것으로 알려졌으며, 비흡연군과 비교하여 흡연군에서 대사증후군의 유병률이 더 높다고 보고되었다(Sattar 등, 2003; Wilson 등, 2005). 또한, 연령, 흡연, 음주 등이 대사증후군 위험 요소들에 악영향을 미치는 것으로 알려지며 금연을 비롯한 생활습관 개선을 통한 질병의 예방 및 조기관리가 강조되고 있다(Kim 등, 2012; Santos 등, 2007).

비타민 D는 주로 자외선에 의해 피부에서 생성되거나 콜레스테롤에 의해 생성되며, 체내의 칼슘농도 유지에 필수적이다(Heaney, 2007). 이러한 기능 이외에도 암, 심혈관계질환, 면역질환, 고혈압 및 당뇨병 등의 만성 질환과 관련이 있다고 보고되었다(Giovanucci 등, 2008; Grant, 2006). 선행 연구에 의하면 비타민 D의 결핍이 있는 경우, 고혈압, 2형 당뇨병, 비만 등의 위험이 증가했으며, 허리둘레, 중성지방, 혈압이 높으면 비타민 D의 결핍이 발생한다고 보고되어 비타민 D의 수준은 대사증후군의 발병과 밀접한 연관성이 있다(Choi 등, 2011; Forrest &

Stuhldreher, 2011; Yeon 등, 2014).

선행연구에 의하면 흡연 및 비타민 D와 대사증후군의 연관성에 대한 연구는 많지만 흡연과 대사증후군의 연관성의 경우 흡연 또는 비흡연으로 구분한 연구가 많았으며, 연구 대상자가 남성으로 한정되거나 노인 및 특정 지역만을 대상으로 하여 제한적이었다. 아울러 흡연 및 비타민 D의 수준이 대사증후군의 개별 대사 인자와의 관련성에 대한 연구는 부족하다.

이에 본 연구는 한국 성인 남녀를 대상으로 흡연과 비타민 D 수준이 대사증후군과 연관성이 있는지 알아보고, 흡연과 비타민 D 수준이 개별 대사 인자에는 각각 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 시행하였다. 또한 대사증후군의 예방 및 조기관리 방법에 있어 성별을 구분하여 접근할 필요성이 있는지 근거를 제시하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상자

본 연구는 질병관리본부에서 실시한 국민건강영양조사 제6기 자료 중 비타민 D 수준이 있는 2013, 2014년도 자료를 이용하였다. 본 연구의 대상자는 만 19세 이상 성인 중 건강설문조사와 검진조사에 모두 응답한 자로서, 비타민 D, 대사증후군 및 흡연여부의 평가가 가능한 3,796명을 최종적으로 선정하였다.

### 2. 연구 변수 측정

#### 1) 일반적 특성

연령은 자료를 바탕으로 하여 만 나이로 적용하였고, 체질량지수(body mass index; BMI)는 [체중(kg)/신장(m<sup>2</sup>)]으로 계산된 변수를 사용하였다. 음주상태는 최근 1년간의 음주빈도에서 월 1회 미만과 전혀 마시지 않았다고 응답한 경우 비음주군으로, 월1회 정도, 월 2~4회, 주 2~3회 이상으로 대답한 경우 음주군으로 분류하였다. 흡연상태는 현재흡연 여부에서 매일 피움, 가끔 피움은 현재흡연, 과거에는 피웠으나 현재 피우지 않음은 과거흡

연, 그리고 비흡연으로 분류하였다.

2) 비타민 D

비타민 D는 Radioimmunoassay의 방법으로 검사하였고, 체내 비타민 D 상태의 지표인 혈중 25-hydroxyvitamin D의 변수를 사용하였다. 혈중 25-hydroxyvitamin D가 15 ng/ml 이하일 때, 비타민 D 결핍이라 정의하였다(Gordon 등, 2004).

3) 대사증후군

본 연구의 대사증후군 정의는 American Heart Association/National Heart, Lung and Blood Institute Adult Treatment Panel III 2005의 진단기준을 이용하여 아래 5개 대사이상 항목 중 3개 이상을 만족할 경우 대사증후군으로 진단하였다. 진단기준 중 허리둘레 항목은 90cm 이상을 적용하였고, 항고혈압, 항당뇨병, 이상지혈증 치료 약물을 사용하고 있는 경우 해당 항목이 있는 것으로 간주하였다.

- (1) 허리둘레:  $\geq 90$  cm
- (2) 중성지방:  $\geq 150$  mg/dl or 약물치료
- (3) 고밀도지단백콜레스테롤:  $< 40$  mg/dl or 약물치료
- (4) 혈압: 수축기 혈압  $\geq 130$  mmHg or 이완기 혈압  $\geq 85$  mmHg, or 약물치료
- (5) 공복혈당:  $\geq 100$  mg/dl, or 약물치료

3. 통계 분석

일원배치분산분석과 카이제곱 검정을 통하여 연구대상자들의 연령, 체질량지수, 허리둘레, 음주습관 등 일반적 특성을 흡연상태와 비타민 D 수준에 따라 비교하였다. 카이제곱 검정을 이용하여 흡연 상태와 비타민 D수준에 따른 대사증후군 및 개별 대사 이상 항목의 관련성을 분석하였다. 로지스틱 회귀분석을 이용하여 연령, 음주, 체질량지수를 보정한 후 흡연상태와 비타민 D 수준이 대사증후군 및 개별 대사 이상에 미치는 영향을 평가하였다. 사후검정은 bonferroni 방법으로 하였으며, a, b, c 표기를 통해 같은 표기로 되어 있는 값은 사후검정에서 그룹 간 차이가 없는 것으로 정의하였다. 표의 모든 값은 means $\pm$ SD or number(%)로 표기하였다. 자료 분석은 SPSS 22.0 프로그램을 사용하였다. 모든 분석에는 가중치를 적용하였고, 통계적 유의수준  $\alpha = .05$ 로 정의하였다.

III. 결 과

1. 성인 남녀별 대상자의 일반적 특성

Table 1. General characteristics of subject by sex

Variable	Male (n=1823)	Female (n=1973)
Smoking status		
Current	791 (44.6)	128 (7.2)
Former	600 (29.4)	100 (5.9)
Never	432 (26)	1745 (86.9)
Vitamin D		
Mean $\pm$ SD	17.05 $\pm$ 0.24	15.55 $\pm$ 0.20
Deficiency ( $\leq 15$ ng/mL)	707 (42.5)	1028 (54.5)
Normal ( $> 15$ ng/mL)	1116 (57.5)	945 (45.5)
Metabolic syndrome		
Yes	453 (23.0)	349 (15.4)
No	1370 (77.0)	1624 (84.6)
Components of MS		
Abdominal obesity	461 (23.3)	371 (16.9)
High triglyceride	706 (37.8)	401 (18.6)
Low HDL-choloesterol	431 (22.7)	783 (38.6)
Hypertension	581 (29.9)	381 (16.1)
Hyperglycemia	648 (31.6)	489 (22.7)

MS; metabolic syndrome

연구대상자는 총 3,769명으로 남자가 1,823명, 여자가 1,973명이었고, 성별에 따라 대상자의 일반적 특성을 비교하면 현재 흡연자는 남자 44.6 %, 여자 7.2 %였고, 비타민 D 수치 결핍은 남자 42.5 %, 여자 54.5 %였다. 대사 증후군 유병률의 경우 남자 23.0 %, 여자 15.4 %로 나타났다(Table 1).

2. 흡연상태와 비타민 D 수준에 따른 대상자의 특성 비교

흡연상태에 따른 대상자의 특성 비교는 Table 2에 표

시하였다. 흡연상태에 따라 연령, 중성지방, 음주여부 비교에서 남녀 모두 유의한 차이가 있었다(p<.05). 공복혈당(fasting blood sugar, FBS) 수치는 남자에서만 유의한 차이가 있었다(p<.05). 체질량지수, 허리둘레, 고밀도지단백콜레스테롤, 수축기 및 이완기 혈압에서는 모두 차이가 없었다(Table 2).

비타민D 수준에 따른 대상자의 특성은 Table 3에 표시하였다. 비타민D 수준에 따라 연령, 중성지방, 공복혈당, 음주여부 비교에서 남녀 모두 유의한 차이가 있었다(p<.05). 수축기 및 이완기 혈압은 여자에서만 유의한 차이가 있었다(p<.05)(Table 3).

Table 2. Clinical characteristics of subjects according to smoking status

	Male (n=1832)			Female (n=1973)		
	Current	Former	Never	Current	Former	Never
Age (year)*	40.4±0.5 <sup>a</sup>	45.6±0.7 <sup>b</sup>	35.0±0.7 <sup>c</sup>	36.3±1.2 <sup>a</sup>	36.5±0.7 <sup>a</sup>	42.1±0.3 <sup>b</sup>
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.2±0.1	24.2±0.2	24.3±0.2	23.1±0.4	22.5±0.4	23.0±0.1
WC (cm)	83.5±0.4	84.0±0.5	83.1±0.5	77.4±1.2	74.5±1.1	76.2±0.3
TG (mg/dL)*	98.62±0.8 <sup>a</sup>	100.4±1.1 <sup>b</sup>	94.8±0.7 <sup>a</sup>	132.3±9.7 <sup>a</sup>	109.8±8.9 <sup>b</sup>	107.0±2.2 <sup>b</sup>
HDL-C (mg/dL)	47.1±0.4	48.9±0.5	49.4±0.5	55.2±1.3	57.5±1.4	54.2±0.3
SBP (mmHg)	117.9±0.6	119.1±0.7	116.8±0.7	109.1±1.2	108.2±1.4	111.6±0.4
DBP (mmHg)	77.8±0.4	78.4±0.5	76.8±0.6	71.7±0.9	71.4±1.0	72.2±0.3
FBS (mg/dL)*	98.6±0.8 <sup>a</sup>	100.4±1.1 <sup>a</sup>	94.8±0.7 <sup>b</sup>	96.4±2.1	95.0±2.4	95.0±0.5
Drink*	711(91.5) <sup>a</sup>	507(86.4) <sup>b</sup>	358(84.9) <sup>b</sup>	111(89.4) <sup>a</sup>	75(77.3) <sup>b</sup>	1175(70.1) <sup>c</sup>

Data were presented as means±SD or number(%)

BMI; body mass index, WC; waist circumference, TG; triglyceride, HDL-C; high density lipoprotein-cholesterol, SBP; systolic blood pressure, DBP; diastolic blood pressure, FBS; fasting blood sugar

Table 3. Clinical characteristics of subjects according to vitamin D level

	Male (n=1832)		Female (n=1973)	
	Deficiency	Normal	Deficiency	Normal
Age (year)*	37.3±0.5	42.9±0.5	39.0±0.5	44.2±0.5
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.2±0.2	24.3±0.1	22.8±0.1	23.2±0.15
WC (cm)	83.4±0.4	83.6±0.3	75.6±0.4	77.1±0.4
TG (mg/dL)*	170.0±6.0	154.2±4.2	103.1±2.6	116.0±3.3
HDL-C (mg/dL)	47.8±0.5	48.5±0.4	54.5±0.4	54.5±0.4
SBP (mmHg)	117.7±0.6	118.2±0.5	109.7±0.5*	113.1±0.6*
DBP (mmHg)	78.0±0.5	77.5±0.4	71.2±0.3*	73.1±0.4*
FBS (mg/dL)*	97.2±0.8	98.9±0.7	94.6±0.7	95.6±0.6
Drink*	616(89.3)	960(87.5)	721(72.6)	641(71.1)

\*p<.05

BMI; body mass index, WC; waist circumference, TG; triglyceride, HDL-C; high density lipoprotein-cholesterol, SBP; systolic blood pressure, DBP; diastolic blood pressure, FBS; fasting blood sugar

### 3. 성인 남녀별 흡연상태와 비타민D 수준에 따른 대사증후군 및 개별 대사이상률의 유병률

중성지방 이상, 고밀도지단백콜레스테롤 이상, 혈압 이상, 공복혈당 이상의 유병률은 흡연상태에 따라 성인 남자에서 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ). 대사증후군의 유병률도 비흡연자 16.5 %, 과거 흡연자 24.3 %, 현재 흡연자 25.9 %로 흡연상태에 따라 남자에서 유의한 차이가

있었다( $p<.05$ ). 하지만, 모든 수치에서 여성에게는 유의한 차이가 없었다(table 4).

중성지방 이상, 혈압 이상, 공복혈당 이상의 유병률은 비타민 D 수준에 따라 성인 여자에서 유의한 차이가 있었고( $p<.05$ ), 남자에서는 공복혈당 이상 유병률에서만 차이가 있었다( $p<.05$ ). 대사증후군의 유병률은 비타민 D 정상에서 13.3 %, 결핍에서 18.0 %로 여자에서 유의한 차이가 있었고( $p<.05$ ), 남자에서는 없었다(Table 5).

Table 4. Prevalence of individual metabolic abnormalities of metabolic syndrome according to the smoking status by sex

	Male (n=1832)			p	Female (n=1973)			p
	Current	Former	Never		Current	Former	Never	
WC $\geq$ 90 (cm)	185 (22.3)	165 (25.3)	111 (22.3)	.503	27 (23.0)	15 (14.6)	239 (16.6)	.235
TG $\geq$ 150 (mg/dL)	367 (46.2)	216 (35.5)	123 (26.1)	.000*	34 (25.7)	20 (21.8)	347 (18.6)	.131
HDL-C $<$ 40 (mg/dL)	214 (26.0)	134 (22.8)	83 (16.8)	.000*	42 (33.7)	33 (34.3)	708 (39.2)	.417
BP $\geq$ 130/85 (mmHg)	249 (30.9)	208 (32.8)	124 (25.0)	.042*	21 (13.3)	11 (12.4)	349 (16.6)	.442
FBS $\geq$ 100 (mg/dL)	280 (33.2)	242 (35.4)	126 (24.5)	.000*	33 (23.7)	20 (22.3)	436 (22.6)	.961
MS	214 (25.9)	155 (24.3)	84 (16.5)	.021*	22 (15.0)	16 (17.3)	311 (15.3)	.883

\* $p<.05$

Data were presented as number(%), WC; waist circumference, TG; triglyceride, HDL-C; high density lipoprotein-cholesterol, SBP; systolic blood pressure, DBP; diastolic blood pressure, FBS; fasting blood sugar, MS; metabolic syndrome

Table 5. Prevalence of individual metabolic abnormalities of metabolic syndrome according to the vitamin D level by sex

	Male (n=1832)			p	Female (n=1973)			p
	Normal	Deficiency			Normal	Deficiency		
WC $\geq$ 90 (cm)	191 (25.4)	270 (21.7)		.101	183 (15.8)	188 (18.2)		.231
TG $\geq$ 150 (mg/dL)	283 (39.1)	422 (36.8)		.353	181 (16.5)	220 (21.2)		.022*
HDL-C $<$ 40 (mg/dL)	183 (24.8)	262 (22.4)		.396	401 (38.0)	382 (39.3)		.584
BP $\geq$ 130/85 (mmHg)	228 (30.6)	353 (29.4)		.633	160 (12.0)	221 (21.0)		.000*
FBS $\geq$ 100 (mg/dL)	229 (28.7)	419 (33.7)		.041*	229 (20.5)	260 (25.3)		.031*
MS	187 (24.1)	266 (22.2)		.416	157 (13.3)	192 (18.0)		.012*

Data were presented as number(%), WC; waist circumference, TG; triglyceride, HDL-C; high density lipoprotein-cholesterol, SBP; systolic blood pressure, DBP; diastolic blood pressure, FBS; fasting blood sugar, MS; metabolic syndrome

### 4. 성인 남녀별 흡연상태와 비타민 D 수준에 따른 대사증후군 및 개별 대사이상률의 교차비

연령, 음주, 체질량지수를 보정한 후 개별 대사이상 항목의 교차비는 흡연상태에 따라 성인 남자에서만 차이가 있었다. 중성지방 이상(TG $\geq$ 150 mg/dL)의 교차비는

비흡연자에 비해 현재 흡연자가 2.43 배, 과거 흡연자가 1.56 배 높았다( $p<.05$ ). 고밀도지단백콜레스테롤 이상(HDL-C  $<$ 40 mg/dL)은 비흡연자에 비해 흡연자와 과거 흡연자가 각각 1.75 배, 1.46 배 높았다( $p<.05$ ). 혈압 이상(BP $\geq$ 130/85 mmHg)은 각각 1.34 배, 1.47 배, 공복혈당 이상(FBS $\geq$ 100 mg/dL)은 1.53 배, 1.69 배, 대사증후군은

1.77 배, 1.63 배로 더 높았다( $p<.05$ )(Table 6).

비타민D 수준에 따른 대사증후군과 개별 대사이상 교차비에서는 여자에서 정상에 비해 중성지방 이상(TG  $\geq 150$  mg/dL)이 1.36 배, 혈압 이상(BP  $\geq 130/85$  mmHg)

이 1.96 배, 공복혈당 이상(FBS  $\geq 100$  mg/dL)에서 1.32 배, 대사증후군에서 1.44 배 높았다( $p<.05$ ). 남자에서는 공복혈당 이상(FBS  $\geq 100$  mg/dL)에서만 1.27 배 높았다( $p<.05$ )(Table 7).

Table 6. The adjusted odds ratios for metabolic syndrome and its individual abnormalities according to the smoking status by logistic regression analysis

	Male (n=1832)			Female (n=1973)		
	Current	Former	Never	Current	Former	Never
WC $\geq 90$ (cm)	1.00 (0.72-1.36)	1.17 (0.83-1.63)	1	1.51 (0.91-2.51)	0.86 (0.46-1.61)	1
TG $\geq 150$ (mg/dL)	2.43 (1.84-3.22)*	1.56 (1.16-2.10)*	1	1.59 (0.09-2.50)	1.29 (72-2.31)	1
HDL-C $< 40$ (mg/dL)	1.75 (1.28-2.39)*	1.46 (1.04-2.05)*	1	0.79 (0.50-1.24)	0.81 (0.51-1.28)	1
BP $\geq 130/85$ (mmHg)	1.34 (1.00-1.80)*	1.47 (1.08-2.00)*	1	0.77 (0.44-1.34)	0.71 (0.35-1.46)	1
FBS $\geq 100$ (mg/dL)	1.53 (1.16-2.03)*	1.69 (1.26-2.26)*	1	1.06 (0.70-1.61)	0.98 (0.57-1.71)	1
MS	1.77 (1.30-2.41)*	1.63 (1.15-2.31)*	1	0.98 (0.59-1.63)	1.15 (0.62-2.15)	1

p values were obtained by logistic regression analysis adjusted for age, drink status and body mass index.

WC; waist circumference, TG; triglyceride, HDL-C; high density lipoprotein-cholesterol, SBP; systolic blood pressure, DBP; diastolic blood pressure, FBS; fasting blood sugar, MS; metabolic syndrome

Table 7. The adjusted odds ratios for metabolic syndrome and its individual abnormalities according to the vitamin D level by logistic regression analysis

	Male (n=1832)		Female (n=1973)	
	Normal	Deficiency	Normal	Deficiency
WC $\geq 90$ (cm)	1	0.81 (0.64-1.04)	1	1.18 (0.90-1.55)
TG $\geq 150$ (mg/dL)	1	0.91 (0.74-1.12)	1	1.36 (1.05-1.76)*
HDL-C $< 40$ (mg/dL)	1	0.80 (0.55-0.97)	1	1.06 (0.87-1.28)
BP $\geq 130/85$ (mmHg)	1	0.95 (0.75-1.12)	1	1.96 (1.52-2.52)*
FBS $\geq 100$ (mg/dL)	1	1.27 (1.01-1.59)*	1	1.32 (1.04-1.68)*
MS	1	0.90 (0.70-1.16)	1	1.44 (1.11-1.87)*

p values were obtained by logistic regression analysis adjusted for age, drink status and body mass index.

WC; waist circumference, TG; triglyceride, HDL-C; high density lipoprotein-cholesterol, SBP; systolic blood pressure, DBP; diastolic blood pressure, FBS; fasting blood sugar, MS; metabolic syndrome

#### IV. 고찰

본 연구는 성인 남녀 3,769명을 대상으로 흡연과 비타민 D의 수준이 대사증후군과의 연관성을 조사하기 위하여 실시하였다. 성별에 따라 층화하여 흡연과 대사증후군의 관계를 비교한 결과, 남성의 대사증후군에서 유의한 차이가 있었다. 대사증후군 개별 대사인자에서는 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤, 고혈압, 고혈당에서

유의한 차이가 있었다. 또한, 중성지방은 비흡연자에 비해 현재 흡연자와 과거 흡연자 각각 발생할 확률이 2.43 배, 1.56배 높게 나타났고, 고밀도지단백콜레스테롤은 1.75배, 1.46배, 고혈압은 1.53배, 1.47배, 고혈당의 경우 1.53배, 1.69배, 대사증후군의 확률은 1.77배, 1.63배 높게 나타났다. 이러한 결과는 흡연과 남성의 대사증후군이 매우 높은 양의 상관관계를 갖고 있다고 할 수 있다.

이러한 연구결과는 비흡연자에 비해 현재 흡연자에서

대사증후군 위험이 1.26배(95 % CI, 1.10-1.44) 높은 결과를 보였던 메타분석 연구결과와 일치한다(Sun 등, 2012). 또한, 한국인을 대상으로 연 20갑 이상의 현재 흡연자에서 대사증후군의 위험이 증가한 결과를 보인 선행연구와 대만인들을 대상으로 비흡연자에 비해 현재 흡연자의 대사증후군이 1.82배 증가한 결과를 보인 선행연구와도 일치한다(Chon 등, 2011; Chen 등, 2008).

선행 연구에 따르면, 흡연은 인슐린 저항성을 증가시키고, 교감신경계 항진의 영향으로 코티솔(cortisol) 호르몬 농도가 상승되어 지질대사 이상 등을 발생시켜 대사증후군을 일으키는 것으로 보고되었다(Kolovou 등, 2016; Garcez 등, 2018). 본 연구의 결과에서도 흡연 여부에 따라 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤, 고혈압 및 고혈당 유병률이 증가되는 것으로 나타났는데, 이와 관련하여 대사증후군의 위험이 증가되었다고 생각된다. 또한, 인슐린 저항성은 비흡연자와 비교하여 흡연자에서 높다는 선행연구의 결과는 본 연구의 대사증후군 위험이 비흡연자에 비해 과거흡연자가 1.63 배, 현재 흡연자가 1.77 배 높은 것과 일치한다고 볼 수 있다(Mouhamed 등, 2016). 나이, 음주여부, BMI를 보정한 후에도 같은 결과가 나타난 것은 흡연이 남성의 대사증후군 위험과 상당한 연관성이 있으며, 대사증후군의 예방 및 관리에 있어 금연치료를 병행하는 것이 상당히 중요하다고 사료된다.

성별에 따른 비타민D와 대사증후군 및 개별 대사인자와의 관계를 비교한 결과, 여성의 대사증후군에서 유의한 차이가 있었다. 대사증후군 개별 대사인자에서는 중성지방, 고혈압, 고혈당에서 유의한 차이가 있었다. 또한, 교차비의 경우에도 비타민 D가 결핍되면 정상에 비해 중성지방은 1.36배, 고밀도지단백콜레스테롤은 1.06 배, 고혈압은 1.96배, 고혈당은 1.32배 높게 나타났으며, 대사증후군 또한 비타민 D 정상 수준에 비해 결핍에서 1.44배로 높게 나타났다.

이는 비타민 D 수준이 높은 경우 대사증후군의 위험성이 낮게 나타난다는 선행연구와 일치하는 결과이다(Yoo & Kim, 2016). 비타민 D는 내장에서 칼슘 흡수를 증가시키고, 부갑상샘호르몬의 억제를 통해 혈중 중성지방을 감소시킨다고 보고되었다(Al-Hraishawi 등, 2017). 또한, 혈중 비타민 D 농도는 고중성지방과 유의

한 양의 상관성을 보이며, 혈압과 비타민 D의 수치는 역의 상관관계를 보였다(Haslacher 등, 2016; Yoo & Kim, 2016). 이러한 선행연구를 통해 본 연구에서의 비타민 D 결핍에 따른 고중성지방과 고혈압의 상관성을 설명할 수 있다.

이차에서 분비되는 베타세포에는 비타민 D 수용체가 있고, 이를 통해 비타민 D는 체내 인슐린을 조절하여 제 2형 당뇨병 환자의 혈당조절 치료에 도움을 준다(Pittas 등, 2006). 실제로 이러한 영향으로 인해 본 연구에서의 공복혈당 수치가 비타민 D 정상수준에 비해 결핍에서 남성은 1.27배, 여성은 1.32배의 확률로 고혈당이 나타났을 것으로 사료된다.

결론적으로 본 연구에서 흡연여부에 따른 대사증후군의 연관성에서 남성은 유의하게 나타난 반면, 여성에서는 연관성이 나타나지 않았다. 이는 여성 흡연을 금기시하는 사회문화적 인식으로 인해 남성에 비해 여성 흡연률이 낮으며, 흡연설문에서도 실제보다 다소 낮게 조사되어 이러한 결과가 나타났을 것으로 생각된다(Jeong 등, 2010). 비타민 D 수준에 따른 대사증후군의 연관성에서 여성은 유의하게 나타났지만 남성에서는 나타나지 않았다. 선행연구에 의하면 임신 중 에스트로겐(estrogen) 호르몬이 증가함에 따라 비타민 D 결합 글로불린이 증가하여 비타민 D의 생산이 증가된다고 보고되었다(Harmon 등, 2016). 뿐만 아니라, 폐경 여성 중 상당수가 에스트로겐의 감소에 따른 체내 비타민 D가 절대적으로 부족하다고 보고되었다(Pop 등, 2015). 이처럼 에스트로겐 호르몬은 비타민 D의 생산과 밀접한 관계가 있다고 사료되며, 남성에 비해 여성의 대사증후군은 비타민 D 수준에 영향을 미쳤다고 사료된다. 결론적으로 대사증후군 예방 및 치료에 있어, 남성에게는 금연치료를 통해 흡연을 하지 않도록 하는 것이 중요하며, 여성에게는 적절한 야외활동 및 경구용 비타민 D 섭취 등을 통한 비타민 D의 수준을 높이는 것이 중요하다고 사료된다.

하지만 본 연구는 제한점이 있다. 국민건강영양조사 자료를 활용한 연구는 우리나라 인구에 대한 대표성을 나타낼 수 있지만 단면연구이기 때문에 흡연 및 비타민 D 수준과 대사증후군의 명확한 인과관계를 설명하는데 부족할 수 있다. 향후 이들의 인과관계를 규명하기 위한 체계적인 코호트 연구가 진행된다면 더욱 정확한 결과

를 얻을 수 있을 것이라 생각된다.

### V. 결론

본 연구를 통해 한국 성인 남녀의 흡연상태 및 비타민 D 수준과 대사증후군과의 연관성을 알아보았다. 연구결과를 종합해 보았을 때, 흡연여부에 따른 대사증후군의 연관성에서 남성은 유의하게 나타난 반면, 여성에서는 연관성이 나타나지 않았다. 아울러 비타민 D 수준에 따른 대사증후군의 연관성에서 여성은 유의하게 나타났지만 남성에서는 나타나지 않았다. 이에 대사증후군의 예방, 조기관리 및 치료방법에 있어 남성에게는 흡연을 하지 않도록 교육하고, 여성에게는 비타민 D 수준을 높이는 것이 효과적이라 사료된다.

### 참고문헌

Al-Hraishawi H, Dellatore PJ, Cai X, et al(2017). Intact parathyroid hormone levels and primary hyperparathyroidism. *Endocr Res*, 42(3), 241-245.

Ambrose JA, Barua RS(2004). The pathophysiology of cigarette smoking and cardiovascular disease: an update. *J Am Coll Cardiol*, 43(10), 1731-1737.

Chen CC, Li TC, Chang PC, et al(2008). Association among cigarette smoking, metabolic syndrome, and its individual components: the metabolic syndrome study in Taiwan. *Metabolism*, 57(4), 544-548.

Choi HS, Kim KA, Lim CY, et al(2011). Low serum vitamin D is associated with high risk of diabetes in Korean adults. *J Nutr*, 141(8), 1524-1528.

Chon HJ, Lee DE, Kwak HR, et al(2011). Smoking, C-reactive protein, and the metabolic syndrome. *Journal of the Korean Society for Research on Nicotine and Tobacco*, 2(2), 89-96.

Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ(2005). The metabolic syndrome. *Lancet*, 365(9468), 1415-1428.

Esposito K, Chiodini P, Colao A, et al(2012). Metabolic syndrome and risk of cancer: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care*, 35(11), 2402-2411.

Facchini FS, Hollenbeck CB, Jeppesen J, et al(1992). Insulin resistance and cigarette smoking. *Lancet*, 339(8802), 1128-1130.

Forrest KY, Stuhldreher WL(2011). Prevalence and correlates of vitamin D deficiency in US adults. *Nutr Res*, 31(1), 48-54.

Garcez A, Leite HM, Weiderpass E, et al(2018). Basal cortisol levels and metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Psychoneuroendocrinology*, 95, 50-62.

Giovannucci E, Liu Y, Hollis BW, et al(2008). A prospective study of 25-hydroxy- vitamin D and risk of myocardial infarction in men. *Arch Int Med*, 168(11), 1174.

Gordon CM, DePeter KC, Feldman HA, et al(2004). Prevalence of vitamin D deficiency among healthy adolescents. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 158(6), 531-537.

Grant WB(2006). Lower vitamin-D production from solar ultraviolet-B irradiance may explain some differences in cancer survival rates. *J Natl Med Assoc*, 98(3), 357-364.

Harmon QE, Umbach DM, Baird DD(2016). Use of estrogen-containing contraception is associated with increased concentrations of 25-hydroxy vitamin D. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 101(9), 3370-3377.

Haslacher H, Nistler S, Batmyagmar D, et al(2016). Low vitamin D levels do not predict hyperglycemia in elderly endurance athletes (but in controls). *PloS one*, 11(6), Printed Online, Doi: 10.1371/journal.pone.0157695.

Heaney RP(2007). Vitamin D endocrine physiology. *J Bone Miner Res*, 22(2), 25-27.

Jeong JH, Jeon EJ, Lee JH, et al(2010). A phenomenological study on smoking experience among female college students. *Korean J Health Edu Promot*,



- 27(3), 1-12.
- Kim S, Lim J, Kye S, et al(2012). 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 Clin Pract*, 96(2), 230-236.
- Kolovou GD, Kolovou V, Mavrogeni S(2016). Cigarette smoking/cessation and metabolic syndrome. *Clin Lipidol*, 11(1), 6-14.
- Kong C, Nimmo L, Elatrozy T, et al(2001). Smoking is associated with increased hepatic lipase activity, insulin resistance, dyslipidaemia and early atherosclerosis in type 2 diabetes. *Atherosclerosis*, 156(2), 373-378.
- Mouhamed DH, Ezzaher A, Neffati F, et al(2016). Effect of cigarette smoking on insulin resistance risk. *Ann Cardiol Angeiol*, 65(1), 21-25.
- Pittas AG, Dawson-Hughes B, Li T, et al(2006). Vitamin D and calcium intake in relation to type 2 diabetes in women. *Diabetes Care*, 29(3), 650-656.
- Pop LC, Shapses SA, Chang B, et al(2015). Vitamin D-binding protein in healthy pre-and postmenopausal women: relationship with estradiol concentrations. *Endocr Prac*, 21(8), 936-942.
- Santos AC, Ebrahim S, Barros H(2007). Alcohol intake, smoking, sleeping hours, physical activity and the metabolic syndrome. *Prev Med*, 44(4), 328-334.
- Sattar N, Gaw A, Scherbakova O, et al(2003). Metabolic syndrome with and without C-reactive protein as a predictor of coronary heart disease and diabetes in the West of Scotland Coronary Prevention Study. *Circulation*, 108(4), 414-419.
- Slemenda CW, Hui SL, Longcope C, et al(1989). Cigarette smoking, obesity, and bone mass. *J Bone Miner Res*, 4(5), 737-741.
- Sun K, Liu J, Ning G(2012). Active smoking and risk of metabolic syndrome: a meta-analysis of prospective studies. *PloS one*, 7(10), Printed Online, Doi: 10.1371/journal.pone.0047791.
- Wilson PW, D'Agostino RB, Parise H, et al(2005). Metabolic syndrome as a precursor of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. *Circulation*, 112(20), 3066-3072.
- Yeon SE, Son HR, Choi JS, et al(2014). Relationships among serum adiponectin, leptin and vitamin D concentrations and the metabolic syndrome in farmers. *Korean J Community Nutr*, 19(1), 12-26.
- Yoo HN, Kim HS(2016). 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*, 29(1), 22-32.