

## 일부 농촌지역 주민들의 대사인자 군집 특성

가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실, 내과학교실<sup>1</sup>, 통계학교실<sup>2</sup>, 충주시 보건소<sup>3</sup>

박용문 · 권혁상<sup>1</sup> · 임선영 · 이진희<sup>1</sup> · 김성래<sup>1</sup> · 윤건호<sup>1</sup>

차봉연<sup>1</sup> · 손호영<sup>1</sup> · 박용규<sup>2</sup> · 김동석<sup>3</sup> · 맹광호 · 이원철

### Clustering Characteristics of Risk Variables of Metabolic Syndrome in Korean Rural Populations

Yong-Moon Park, Hyuk Sang Kwon<sup>1</sup>, Sun Young Lim, Jin Hee Lee<sup>1</sup>,

Sung Rae Kim<sup>1</sup>, Kun Ho Yoon<sup>1</sup>, Bong Yun Cha<sup>1</sup>, Ho Young Son<sup>1</sup>,

Yong Gyu Park<sup>2</sup>, Dong Suk Kim<sup>3</sup>, Kwang-ho Meng, Won Chul Lee

*Department of preventive medicine, Department of internal medicine<sup>1</sup>,  
Department of biostatistics<sup>2</sup>, College of Medicine, The Catholic University of Korea;  
Chungju Public Health Center<sup>3</sup>*

#### - Abstract -

**Background:** The risks of both type 2 diabetes mellitus and cardiovascular disease are mainly associated with the metabolic syndrome which is characterized by clustering of metabolic risk factors, including abdominal obesity, glucose intolerance, hypertension, and dyslipidemia. This study aimed to examine the relations among metabolic risk variables and the underlying structure of the metabolic syndrome that unites related components.

**Methods:** Subjects were selected by stratified random cluster sampling among persons aged over 40 years from a rural area. Waist circumference, BMI, fasting glucose, fasting insulin, triglycerides, HDL cholesterol, systolic blood pressure, and diastolic blood pressure were used as risk variables of metabolic syndrome. Factor analysis, a multivariate correlation statistical technique, was performed on a dataset from nondiabetic 3,443 men and women without history of coronary heart disease.

**Results:** Exploratory factor analysis identified three factors in both gender (obesity, hypertension, and dyslipidemia-insulin resistance in men; obesity-insulin resistance, hypertension, and dyslipidemia in women). Fasting insulin was a common contributor to the structure of metabolic syndrome in male subjects, smokers and alcohol drinking group. Confirmatory factor analysis based on the results of exploratory factor analysis revealed that metabolic syndrome was represented primarily by obesity factor in men, obesity-insulin resistance factor in women, and that dyslipidemia factor was highly correlated with obesity factor in men, with insulin resistance factor in women.

**Conclusion:** Underlying structure of metabolic syndrome was different between men and women, and obesity might be a primary target for prevention of both type 2 diabetes mellitus and cardiovascular disease in Korea. (*J Kor Diabetes Assoc* 30:177~189, 2006)

**Key Words:** Confirmatory factor analysis, Exploratory factor analysis, Metabolic syndrome, Obesity

## 서론

심혈관질환의 주요한 위험요인인 복부 비만, 고혈압, 인슐린저항성, 지질대사이상, 당대사이상, 고요산혈증, 혈액응고장애 등으로 구성된 질환이 대사증후군 (metabolic syndrome) 으로, 이러한 대사위험요인 (metabolic risk factor) 들에서 공통적인 병인이 있다는 사실이 인지되어, 초기에 'X 증후군 (Syndrome X)' 혹은 '인슐린저항성 증후군 (insulin resistance syndrome)'이라 명명되었다<sup>1)</sup>. 1998년 WHO에서는 인슐린저항성 증후군을 구성하는 대사위험요인들의 공통적인 병인이 인슐린저항성만으로는 설명되지 않는다고 간주하여 대사증후군이라는 용어로 변경하도록 권고하였고, 고혈압, 지질대사 이상, 비만, 미세단백뇨, 제2형 당뇨병 또는 내당능장애를 포함한 진단기준을 제시하였다<sup>2)</sup>. 2001년 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP ATP III)에서는 실질적인 진단적 활용을 위해 복부 비만, 고혈압, 내당능장애, 지질대사이상 등을 기준으로 한 임상적 진단기준을 제시하였다<sup>3)</sup>.

식습관 및 생활양식의 변화로 허혈성심장질환으로 인한 사망률이 1990년 인구 십만명당 10.4명에서 2000년 21.5명으로 2배 이상 증가하였는데<sup>4)</sup>, 대사증후군이 제2형 당뇨병 발생<sup>5)</sup>을 비롯하여 심혈관질환 발생<sup>6)</sup> 및 사망률 증가<sup>7)</sup>와 밀접한 관련이 있다는 점을 감안할 때, 제2형 당뇨병이나 심혈관 질환으로 인한 사망률 감소를 위해서는 대사증후군에 대한 철저한 관리가 필요하며, 이를 위해서는 대사증후군의 질병 특성을 파악해야 할 것이다.

대사증후군을 구성하는 요소들 간의 관련성을 평가하는 것은 쉽지 않다. 왜냐하면 대사증후군 위험변수 (risk variables), 즉 대사인자 사이에 통계적으로 상관정도가 높아 발생하는 다중공선성 (multi-collinearity) 등의 문제로 일반적인 다중회귀분석 등을 통해서는 대사증후군과 특정 변수와의 관련 정도를 추정하기 어렵기 때문이다<sup>8)</sup>.

대사증후군은 각각의 요인들이 독립적인 기전으로 심혈관질환을 유발하는 것이 아니라, 위험요인들 상호간에 복합적인 관련성을 갖는 군집 (clustering)을 나타낸다<sup>9)</sup>. 그렇다면 대사위험요인들의 군집을 확인하고 구조를 파악하는 것이 추후 질병 발생에 대해 보다 더 관련 정도가 높은 설명을 가능하게 하며<sup>10)</sup>, 또한 고위험군에 대한 예방 혹은 개입 조치 적용에 기여할 수 있을 것이다.

이는 대사증후군을 구성하는 대사인자에 대한 요인분석 (factor analysis)이라는 통계적 방법을 통해 접근할 수 있다. 요인분석은 대사증후군을 구성하는 변수들에서처럼 상관정도가 높은 변수들 간에 공통적으로 작용하는 양상이나 구조를 규명하는데 적합한 다변량 분석방법이다. 또한 측정된 대사인자들을 보다 적은 수의 잠재적인 요인으로 축약하는 과정에서 상관성이 높은 변수들이 공통요인으로 군집되어

나타나는데, 이러한 변수들은 생리적인 기전을 공유한다고 해석할 수 있다. 만약 전체 변수가 하나의 요인으로 축약된다면 대사증후군이 한 가지의 생리적인 기전으로 설명이 가능하다는 의미이다<sup>11)</sup>.

Edwards 등<sup>12)</sup>이 코카시안에서 인슐린저항성증후군을 구성하는 대사인자의 군집성을 분석한 이래, 대사증후군을 구성하는 관련 대사인자 중에서 어느 변수가 주된 역할을 하며 여러 대사인자들을 설명할 수 있는 공통 위험요인이 존재하는지에 대한 연구가 이루어져왔다<sup>13-15)</sup>.

기존에 이루어진 대사증후군을 구성하는 대사인자에 대한 요인분석은 대부분 대사인자들의 군집성을 조사하는 탐색적 요인분석 (exploratory factor analysis)으로서 대부분 대사인자들을 3개 혹은 4개 요인의 군집으로 구분해내고 있다<sup>14,16)</sup>. 이러한 탐색적 요인 분석에 대해 몇 가지 문제점이 제기되고 있는데 표본추출, 분석에 사용된 변수, 추출되는 요인의 수, 주성분 요인의 회전 등에 따라 군집을 구성하는 요인들이 2개에서<sup>7)</sup> 7개<sup>14)</sup>까지 다양한 분포를 보이며, 각 요인에 군집되는 위험변수의 조합도 연구마다 상이한 결과를 보인다는 것이다<sup>10)</sup>.

이러한 탐색적 요인분석을 보완하는 분석방법이 확증적 요인분석 (confirmatory factor analysis)으로, (1) 위험변수와 요인 사이의 관계를 구체화하는 이론적인 가설 모형을 설정하여 이를 검증할 수 있고, (2) 이를 통해 다양한 대사 이상에 관여하는 단일화된 증후군이 있는지, 혹은 각 구성요소가 상호관련성이 있는지 파악할 수 있으며, (3) 조사 대상 집단의 특성에 따라 군을 나누어 분석함으로써 제시된 가설 모형의 안정성을 검증할 수 있는 등의 장점이 있다<sup>10)</sup>.

국내에서는 일부에서 탐색적 요인분석에 의한 연구가 이루어졌다. 김상욱 등<sup>17)</sup>이 40세 이상의 정읍지역 주민을 대상으로 인슐린저항성증후군을 구성하는 주요 대사인자들이 고인슐린혈증만으로 단일한 군집을 이루지 않았음을 확인하였고, 60세 이상의 서울 지역 노인을 대상으로 한 Choi 등<sup>18)</sup>의 연구에서도 인슐린저항성이 대사증후군의 유일한 요인이 아니라는 결과를 나타냈을 뿐, 확증적 요인분석을 통한 한국인에서의 대사증후군 위험요인 모형을 평가하는 시도는 이루어지지 않았다.

대사증후군의 발생 기전이 서구인과는 차이가 있을 것으로 보이는 한국인에서의 대사위험요인의 구조를 파악하고 이를 설명할 수 있는 모형을 제시하여 그 특성을 분석하는 것은 대사증후군에 대한 이해와 질병 관리, 더 나아가 제2형 당뇨병과 심혈관질환 예방에 필수적인 것이다.

본 연구에서는 일부 농촌 지역 주민을 대상으로 대사증후군을 구성하는 각 요소들의 분포를 파악하고, 요인분석을 통해 대사인자들의 군집 특성을 파악하여 대사위험요인 모형을 제시하고 이를 평가하여 제2형 당뇨병이나 심혈관질환의 고위험군에 대한 예방 대책을 마련하는데 기초자료를 제

공하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상에 관해서는 이전에 발표된 논문에도 소개되어 있다<sup>19,20)</sup>. 2003년과 2004년에 각각 2월부터 4월까지의 기간 동안 충주시 읍면 지역에 거주하는 40세 이상의 성인을 대상으로 하였다. 대상지역을 13개 읍면으로 층화하고 각 읍면에 속한 마을을 집락 (cluster) 단위로 무작위 추출하여 해당 마을의 대상을 전수 조사하는 무작위 집락 표본추출 (stratified random cluster sampling) 방법으로 총 163개 마을을 선정하였다. 선정된 마을에 거주하는 40세 이상의 주민 12,772명 중 41.7%인 5,330명 (남자: 2,197명, 여자: 3,133명)이 참여하였다. 이 중 심장질환의 과거력이 있는 313명과 기존에 제2형 당뇨병환자였거나 새로이 제2형 당뇨병이라고 진단된 대상자 516명의 경우는 대사증후군으로 인한 질병의 결과 (outcome)가 발생한 것이라고 간주하여 분석에서 제외하였다<sup>13)</sup>. 대사증후군 관련 대사인자인 허리둘레, 신체질량지수, 공복혈당, 공복인슐린, 중성지방, HDL 콜레스테롤, 수축기혈압, 이완기혈압 등 대사증후군 위험요인 관련 자료가 모두 구비된 남자 1,398명과 여자 2,045명 등 총 3,443명의 자료를 최종 분석대상으로 하였다.

### 2. 자료수집

모든 조사원들을 대상으로 설문조사와 신체계측에 대한 사전 교육을 시행하였으며, 대상 주민들에 대하여 과거력, 가족력, 투약력, 생활습관, 음주력 등의 설문조사와 신체계측을 시행하였다. 신체계측은 표준화된 방법을 사용하여 신장, 체중, 허리둘레를 측정하였으며 신체질량지수는 체중 (kg)/신장(m)<sup>2</sup>에 의하여 계산하였다. 혈압 측정은 채혈하기 전 10분 이상 안정상태를 유지시킨 후 앉은 자세에서 수은 혈압계로 수축기 혈압과 이완기 혈압을 측정하였다. 우측 상완의 혈압을 2회 측정하여 이완기 혈압의 차이가 5 mmHg 이하인 경우 두 값의 평균값을 구하였다.

채혈 전에 모든 대상자가 최소한 12시간 이상 금식을 하게 하였고, 혈액분석은 검사의 정확도 및 일관성을 위하여 중앙화하였다. 혈청 총콜레스테롤 (total cholesterol)과 중성지방은 효소법으로, HDL 콜레스테롤은 선택적 억제법을 이용하여 측정하였고, 저밀도지단백콜레스테롤 (low density lipoprotein cholesterol, 이하 LDL 콜레스테롤)은 Friedewald formula를 이용하여 계산하였다<sup>21)</sup>. 공복 혈당은 채혈 후 보관 및 운반을 위해 Sodium fluoride tube를 사용하였으며 Hexokinase method를 이용하여 측정하였다. 공복혈청인슐린은 Radioimmunoassay kit (Dainabot, Japan)를 이용하여

측정하였다.

### 3. 자료분석

#### 1) 기술적 분석

치우친 분포 (skewed distribution)를 보이는 중성지방, 공복인슐린의 경우 자연로그를 취하여 정규분포화하였다. 대사증후군의 특성이 성별에 따라 차이를 보이는 점을 감안하여<sup>22)</sup>, 성별에 따른 특성을 비교하였다.

#### 2) 탐색적 요인분석

##### (1) 주성분 요인 (principal factor) 추출

주성분 분석 (principal component analysis)을 통해 다수의 변수들을 규정하는 적은 수의 잠재적 공통요인 (common factor)을 확보하였다. 각 변수와 관련 요인 간의 상관성 정도를 나타내는 요인부하량 (factor loadings)을 산출하였다. 이때 특정 요인에 대해 모든 변수의 요인부하량을 제공하여 합한 값인 고유값 (eigenvalue)이 1보다 큰 경우를 공통요인으로 추출하였다<sup>23)</sup>. 또한 공통요인을 산출하는 과정에서 나타난 고유값의 크기순으로, 즉 모형에 대한 설명력의 순서대로 추출된 요인의 번호를 부여하였다.

##### (2) 주성분 요인의 회전 (rotation of principal components)

추출된 각 요인들이 서로 독립성을 유지하도록 회전시키는 직각회전 (orthogonal rotation)을 통해 해석이 용이하도록 변수들의 요인구조를 변형하였다. 직각회전 방법 중에서 각 요인에 해당하는 요인부하량을 제공한 값의 분산을 최대화시키는 varimax 회전을 사용하였다.

##### (3) 요인에 대한 해석 (interpretation of the factors)

측정변수의 요인부하량이 0.3보다 크거나 같은 경우, 즉 측정변수가 해당 요인이 갖는 분산의 약 10%이상을 공유하는 경우에서 측정변수와 요인간의 상관성 정도가 유의하다고 산정하고 요인에 대한 주요한 구성 변수로 해석하였다<sup>24)</sup>. 요인부하량에 의해 군집된 변수들의 특성을 고려하여 요인에 대한 명칭을 부여하였다.

#### 3) 확증적 요인분석

##### (1) 모형 선정

탐색적 요인분석 결과 각 요인에서 측정변수의 요인부하량이 0.3보다 큰 경우를 모형에 포함하여 대사증후군 n요인 모형 및 요인 간 상호관련성 모형에 대한 분석을 수행하였다. 대사증후군 n요인 모형은 대사증후군이라는 2차 잠재요인 (second-order latent factor)이 1차 잠재요인 (first-order latent factor)으로 구성되며, 각각의 1차 잠재요인은 다시 대사증후군 관련 측정변수들로 구성된다는 가정으로 설정한 모형이다. 대사증후군의 요인 간 상호관련성 모형은 대

**Table 1.** Characteristics of Subjects by Gender

Variable	Mean $\pm$ SD		P value
	Male (n = 1,398)	Female (n = 2,045)	
Age (years)	61.6 $\pm$ 10.4	61.9 $\pm$ 10.4	0.4503
Waist circumference (cm)	84.0 $\pm$ 8.4	81.9 $\pm$ 9.0	< .0001
Waist hip ratio	0.91 $\pm$ 0.06	0.88 $\pm$ 0.07	< .0001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.0 $\pm$ 3.0	24.5 $\pm$ 3.3	< .0001
Fasting glucose (mmol/L)	5.3 $\pm$ 0.6	5.1 $\pm$ 0.6	< .0001
Fasting insulin* (mmol/L)	0.28 $\pm$ 0.27	0.34 $\pm$ 0.30	< .0001
Total cholesterol (mmol/L)	10.7 $\pm$ 2.0	11.5 $\pm$ 2.1	< .0001
Triglyceride* (mmol/L)	8.8 $\pm$ 6.4	8.2 $\pm$ 4.7	0.0023
HDL-cholesterol (mmol/L)	2.8 $\pm$ 0.7	2.8 $\pm$ 0.6	0.1620
LDL-cholesterol (mmol/L)	6.4 $\pm$ 1.9	7.3 $\pm$ 1.9	< .0001
Systolic blood pressure (mmHg)	138.3 $\pm$ 20.2	139.0 $\pm$ 21.2	0.3492
Diastolic blood pressure (mmHg)	85.4 $\pm$ 10.7	84.9 $\pm$ 11.0	0.2402

Statistics were analyzed by t-test.

\* Statistical analysis was done after log-transformation.

사증후군의 구성요소 간에 공통되는 관련성이 존재한다는 가정 하에 설정한 모형으로<sup>10,24)</sup>, 요인 간 상관정도를 파악하기 용이한 모형이며 이 때 사용된 측정변수는 대사증후군 n 요인 모형과 동일하다.

## (2) 모형의 적합도 검증

최대우도법을 이용한 확증적 요인분석을 시행하고, 모형의 적합도 검증은 Hu and Bentler<sup>25)</sup>가 제시한 아래의 기준을 적용하였다.

① Chi-square 검증: P 값이 0.05이상인 확률값이 나타날 때 양호한 a모형으로 전반적인 모델 적합성을 판정하나 표본의 크기가 검정결과에 영향을 미치므로 다른 적합지수 결과와 함께 고려한다.

② CFI (comparative fit index): 값이 0.95 이상이어야 양호한 모형이며 1에 근접할수록 최적 모형

③ RMSEA (root mean square error of approximation): 값이 0.06보다 작고 0에 근접하면서, 90% 신뢰구간이 0.06 이하 0을 포함해야 양호한 모형

④ NNFI (non-normed fit index): 값이 0.90 이상이어야 양호한 모형이며 1에 근접할수록 최적 모형

## (3) 모형의 재구성

한개의 요인에 2개의 측정변수를 설정함으로 인해 추정치가 1보다 큰, 즉 음오차분산이 발생한 경우 (Heywood case)에는 모형에 대한 해석이 불가능한데, 이때는 해당 측정변수의 효과를 최소화한 상태로 고정한 후, 모형을 재구성하여 분석을 시도하였다<sup>26)</sup>.

기술적 분석과 탐색적 요인분석은 SAS (statistical analysis system) Windows version 8.01을, 확증적 요인분석은 AMOS (analysis of moment structure) 4.0을 이용하였다.

## 결 과

### 1. 대상 집단의 일반적 특성

조사 대상자의 연령은 남자 61.6  $\pm$  10.4세, 여자 61.9  $\pm$  10.4세였다. 남녀별로 신체측정지표 및 임상적 특성을 비교해보면, 신체질량지수, 공복인슐린, 총콜레스테롤과 LDL 콜레스테롤은 여자가, 허리둘레, 복부-둔부비, 공복혈당, 중성지방은 남자가 유의하게 높았다. 여자의 신체질량지수가 24.5  $\pm$  3.3 kg/m<sup>2</sup>로 아시아-태평양 비만기준에 의한 과체중 (BMI: 23 kg/m<sup>2</sup>)에 속하였고, 허리-둔부둘레비가 0.88  $\pm$  0.07로 복부비만 (Waist-hip ratio > 0.85)에 해당하였다 (Table 1).

### 2. 대사인자 간의 상관성

대사인자 간의 상관관계를 남녀별로 연령을 보정하여 분석하였는데, 대부분의 변수들이 유의한 상관관계를 보였으며 특히 허리둘레와 신체질량지수 간에 남자에서 0.76 ( $P$  < .0001), 여자에서 0.69 ( $P$  < .0001)의 높은 상관관계를 보였고, 수축기혈압과 이완기혈압 간에 남자에서 0.73 ( $P$  < .0001), 여자에서 0.74 ( $P$  < .0001)의 높은 상관관계를 보였다. HDL 콜레스테롤의 경우 남자에서 수축기혈압, 이완기혈압을 제외한 다른 변수와 음의 상관관계를 보였고, 여자에서는 공복혈당을 제외한 모든 변수와 음의 상관관계를 보였다 (Table 2,3).

**Table 2.** Age Adjusted Pearson's Correlation Coefficients Among Risk Variables in Male Subjects

Variable	Waist circumference	Body mass index	Fasting glucose	Log fasting insulin	Log triglycerides	HDL cholesterol	Systolic blood pressure
Body mass Index	0.76*						
Fasting glucose	0.16*	0.15*					
Log fasting insulin	0.27*	0.27*	0.21*				
Log triglycerides	0.24*	0.23*	0.15*	0.19*			
HDL cholesterol	-0.20*	-0.20*	-0.02	-0.18*	-0.30*		
Systolic blood pressure	0.17*	0.17*	0.13*	0.06*	0.16*	0.00	
Diastolic blood pressure	0.24*	0.21*	0.12*	0.09*	0.17*	0.00	0.73

\*  $P < 0.0001$ .

†  $P < 0.001$ .

‡  $P < 0.05$ .

**Table 3.** Age Adjusted Pearson's Correlation Coefficients Among Risk Variables in Female Subjects

Variable	Waist circumference	Body mass index	Fasting glucose	Log fasting insulin	Log triglycerides	HDL cholesterol	Systolic blood pressure
Body mass Index	0.69*						
Fasting glucose	0.21*	0.18*					
Log fasting insulin	0.27*	0.27*	0.21*				
Log triglycerides	0.23*	0.17*	0.07†	0.13*			
HDL cholesterol	-0.16*	-0.14*	0.02	-0.10*	-0.41*		
Systolic blood pressure	0.15*	0.20*	0.07†	0.06†	0.14*	-0.04	
Diastolic blood pressure	0.19*	0.21*	0.05‡	0.05‡	0.13*	-0.06†	0.74*

\*  $P < 0.0001$ .

†  $P < 0.01$ .

‡  $P < 0.05$ .

**Table 4.** Factor Loading Patterns after Orthogonal Rotation of Principal Components by Gender

Variable	Male (n = 1,398)			Female (n = 2,045)		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Waist circumference	<b>0.90</b>	0.12	0.14	<b>0.80</b>	0.13	-0.21
Body mass Index	<b>0.91</b>	0.06	0.15	<b>0.80</b>	0.12	-0.14
Fasting glucose	0.21	0.18	0.28	<b>0.52</b>	0.03	0.15
Log fasting insulin	<b>0.37</b>	0.01	<b>0.44</b>	<b>0.59</b>	-0.05	-0.09
Log triglycerides	0.10	0.15	<b>0.75</b>	0.11	0.14	<b>-0.79</b>
HDL cholesterol	-0.06	0.12	<b>-0.77</b>	-0.04	0.03	<b>0.85</b>
Systolic blood pressure	0.02	<b>0.92</b>	0.03	0.05	<b>0.93</b>	-0.05
Diastolic blood pressure	0.14	<b>0.90</b>	0.06	0.09	<b>0.92</b>	-0.05
Eigenvalues	1.86	1.75	1.47	1.93	1.76	1.45
% Cumulative explained	23.1	45.0	63.4	24.1	46.1	64.2

Data are factor loadings, the correlation between the individual variable and each factor. Variables with loadings  $\geq \pm 0.30$  are in bold type.

### 3. 대사인자의 탐색적 요인분석

#### 1) 성별, 연령별 특성 분석

선정된 대사인자인 허리둘레, 엉덩이둘레, 신장, 체중, 공

복혈당, 공복인슐린, 중성지방, HDL 콜레스테롤, 평균혈압을 대상으로 주성분요인분석을 통해 고유값이 1보다 큰 경우를 기준으로 남녀 각각 3개의 주요인을 추출하였다. 남자

**Table 5.** Factor Loading Patterns after Orthogonal Rotation of Principal Components by Gender and Age Groups

Variable	Male												Female											
	40~49			50~59			60~69			70~			40~49			50~59			60~69			70~		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Waist circumference	0.13	<b>0.91</b>	0.16	<b>0.79</b>	0.13	0.27	<b>0.91</b>	0.15	0.14	<b>0.77</b>	0.18	<b>0.83</b>	0.19	0.23	<b>0.77</b>	0.11	-0.29	<b>0.83</b>	0.09	-0.16	<b>0.76</b>	0.14	-0.23	
Body mass Index	0.10	<b>0.92</b>	0.14	<b>0.77</b>	0.19	0.28	<b>0.91</b>	0.09	0.11	<b>0.80</b>	0.11	<b>0.82</b>	0.22	0.21	<b>0.75</b>	0.14	-0.32	<b>0.83</b>	0.13	-0.05	<b>0.72</b>	0.23	-0.17	
Fasting glucose	<b>0.44</b>	-0.12	<b>0.46</b>	-0.09	0.18	<b>0.84</b>	0.28	0.02	<b>0.36</b>	0.21	0.27	<b>0.61</b>	-0.02	-0.17	<b>0.52</b>	-0.04	0.22	<b>0.47</b>	0.06	0.09	<b>0.63</b>	-0.03	0.17	
Log fasting insulin	<b>0.31</b>	0.25	<b>0.45</b>	<b>0.45</b>	-0.16	<b>0.59</b>	<b>0.31</b>	-0.07	<b>0.49</b>	<b>0.60</b>	0.02	<b>0.39</b>	-0.12	<b>0.32</b>	<b>0.61</b>	0.02	0.06	<b>0.56</b>	0.02	-0.13	<b>0.69</b>	-0.12	-0.08	
Log triglycerides	0.05	0.21	<b>0.69</b>	<b>0.44</b>	0.28	-0.05	0.05	0.18	<b>0.75</b>	<b>0.56</b>	0.26	0.07	0.13	<b>0.80</b>	0.12	0.11	-0.76	0.14	0.12	-0.80	0.08	<b>0.94</b>	-0.81	
HDL cholesterol	0.13	-0.07	-0.79	-0.74	0.10	0.26	0.00	0.05	-0.73	-0.51	0.12	-0.08	-0.00	-0.81	0.05	0.04	<b>0.85</b>	-0.00	0.04	<b>0.85</b>	-0.07	-0.03	<b>0.84</b>	
Systolic blood pressure	<b>0.92</b>	0.07	-0.00	0.07	<b>0.92</b>	0.07	0.05	<b>0.92</b>	0.03	0.05	<b>0.89</b>	0.10	<b>0.94</b>	0.05	0.04	<b>0.95</b>	-0.04	0.10	<b>0.93</b>	-0.00	0.05	<b>0.88</b>	-0.11	
Diastolic blood pressure	<b>0.88</b>	0.07	-0.00	0.14	<b>0.91</b>	0.07	0.15	<b>0.91</b>	0.03	-0.04	<b>0.91</b>	0.08	<b>0.94</b>	0.05	0.07	<b>0.94</b>	-0.05	0.13	<b>0.92</b>	-0.08	0.03	<b>0.91</b>	-0.02	
Eigenvalues	1.94	1.86	1.56	2.18	1.87	1.28	1.86	1.76	1.51	2.21	1.82	1.93	1.88	1.54	1.83	1.82	1.53	1.96	1.75	1.43	1.98	1.70	1.50	
% Cumulative explained	24.3	47.6	67.1	27.3	50.7	66.7	23.3	64.2	64.2	27.6	50.4	24.0	47.5	66.8	22.9	45.7	64.8	24.5	46.4	64.3	24.8	46.1	64.9	

Data are factor loadings, the correlation between the individual variable and each factor. Variables with loadings  $\geq \pm 0.30$  are in bold type.

**Table 6.** Factor Loading Patterns after Orthogonal Rotation of Principal Components by Gender and Age Groups

Variable	Smoking									Alcohol drinking								
	Never smoking			Ever smoking			Never alcohol drinking			Alcohol drinking			Alcohol drinking			Alcohol drinking		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Waist circumference	<b>0.80</b>	0.11	-0.23	<b>0.89</b>	0.12	0.10	<b>0.75</b>	0.12	-0.30	<b>0.84</b>	0.02	0.11	<b>0.84</b>	0.02	0.11	<b>0.84</b>	0.02	0.11
Body mass Index	<b>0.80</b>	0.08	-0.18	<b>0.88</b>	<b>0.95</b>	0.10	<b>0.77</b>	0.12	-0.21	<b>0.86</b>	0.06	0.05	<b>0.86</b>	0.06	0.05	<b>0.86</b>	0.06	0.05
Fasting glucose	<b>0.50</b>	0.08	0.23	<b>0.38</b>	0.06	0.22	<b>0.54</b>	0.02	0.17	<b>0.38</b>	0.13	0.03	<b>0.38</b>	0.13	0.03	<b>0.38</b>	0.13	0.03
Log fasting insulin	<b>0.60</b>	-0.01	-0.07	<b>0.34</b>	-0.10	<b>0.45</b>	<b>0.62</b>	-0.02	-0.02	<b>0.57</b>	-0.59	0.18	<b>0.57</b>	-0.59	0.18	<b>0.57</b>	-0.59	0.18
Log triglycerides	0.13	0.16	-0.76	0.15	0.15	<b>0.76</b>	0.16	0.13	-0.78	0.10	0.16	<b>0.81</b>	0.10	0.16	<b>0.81</b>	0.10	0.16	<b>0.81</b>
HDL cholesterol	-0.04	0.05	<b>0.83</b>	-0.06	0.04	-0.79	0.01	0.02	<b>0.84</b>	-0.15	0.09	-0.81	-0.15	0.09	-0.81	-0.15	0.09	-0.81
Systolic blood pressure	0.05	<b>0.93</b>	-0.04	0.05	<b>0.92</b>	0.02	0.03	<b>0.93</b>	-0.04	0.07	<b>0.92</b>	0.03	0.07	<b>0.92</b>	0.03	0.07	<b>0.92</b>	0.03
Diastolic blood pressure	0.11	<b>0.91</b>	-0.06	0.16	<b>0.91</b>	0.02	0.10	<b>0.92</b>	-0.08	0.14	<b>0.91</b>	0.03	0.14	<b>0.91</b>	0.03	0.14	<b>0.91</b>	0.03
Eigenvalues	1.93	1.75	1.42	1.88	1.74	1.47	1.88	1.74	1.48	1.97	1.75	1.36	1.97	1.75	1.36	1.97	1.75	1.36
% Cumulative explained	24.1	46.0	63.8	23.5	45.3	63.7	23.5	45.3	63.8	24.6	46.5	63.5	24.6	46.5	63.5	24.6	46.5	63.5

Data are factor loadings, the correlation between the individual variable and each factor. Variables with loadings  $\geq \pm 0.30$  are in bold type.

에서 허리둘레, 신체질량지수 및 공복인슐린이 요인 1에, 수축기혈압과 이완기혈압이 요인 2에, 공복인슐린과 중성지방 및 HDL 콜레스테롤이 요인 3에 군집되어 나타났다. 여자에서 허리둘레와 신체질량지수, 공복혈당이 요인 1에, 수축기혈압과 이완기혈압이 남자와 마찬가지로 요인 2에, 중성지방과 HDL 콜레스테롤이 요인 3에 군집되어 나타났다 (Table 4).

남자에서 연령별로 대사인자의 요인별 군집 양상을 비교하였다 (Table 5). 수축기혈압과 이완기혈압이 40대를 제외한 전 연령층에서 다른 변수들과 독립적으로 요인 2로 군집되었고, 허리둘레와 신체질량지수가 50대 이상에서 요인 1로 동일하게 군집되어 나타났다. 공복인슐린, 중성지방, HDL 콜레스테롤이 40대와 60대에서는 공복혈당과, 50대와 70대 이상에서는 허리둘레 및 신체질량지수와 함께 동일한 요인으로 군집되었다. 공복인슐린이 70대 이상을 제외한 전 연령층에서 2개 요인에 동시에 군집되어 나타났다.

여자에서 연령별로 대사인자의 요인별 군집 양상을 비교하였다 (Table 5). 수축기혈압과 이완기혈압이 70대 이상에서 중성지방과 함께 군집된 것을 제외하고는 전 연령층에서 다른 변수들과 독립적으로 요인 2로 군집되어 나타났다. 허리둘레, 신체질량지수, 공복혈당, 공복인슐린이 전연령층에서 동일한 요인으로 군집되는 것으로 나타났다. 중성지방 및 HDL 콜레스테롤이 60대 이상에서 다른 변수들과 독립적으로 요인 3으로 군집되었다.

## 2) 생활습관별 특성 분석

흡연군과 비흡연군에서 대사인자의 요인별 군집 양상을 비교한 결과 (Table 6), 두 군 모두에서 허리둘레, 신체질량

지수, 공복혈당, 공복인슐린이 함께 다른 변수들과 독립적으로 요인 1로 군집되어 나타났다. 수축기혈압과 이완기혈압이 흡연군에서는 신체질량지수와 함께 군집되었고, 비흡연군에서는 다른 변수들과 독립적으로 요인 2로 군집되어 나타났다. 공복인슐린이 흡연군에서 2개의 요인에 동시에 군집되어 나타났다.

음주군과 비음주군에서 대사인자의 요인별 군집 양상을 비교한 결과 (Table 6), 두 군 모두에서 허리둘레, 신체질량지수, 공복혈당, 공복인슐린이 함께 다른 변수들과 독립적으로 요인 1로 군집되어 나타났다. 수축기혈압과 이완기혈압이 음주군에서는 공복인슐린과 함께 군집되었고, 비음주군에서는 다른 변수들과 독립적으로 요인 2로 군집되어 나타났다. 중성지방 및 HDL 콜레스테롤이 음주군에서 다른 변수들과 독립적으로 요인 2로 군집되었으며, 비음주군과는 요인부하량의 극성이 반대로 나타났다.

## 4. 대사인자의 확증적 요인분석

### 1) 탐색적 요인분석 결과에 근거한 확증적 요인분석

성별에 따른 대사인자에 대한 탐색적 요인분석 결과를 바탕으로 남자의 경우 허리둘레와 신체질량지수를 제1요인 (비만요인)으로, 수축기혈압과 이완기혈압을 제2요인 (고혈압요인)으로, 공복인슐린, 중성지방, HDL 콜레스테롤을 제3요인 (지질대사이상 및 인슐린 요인)으로 구성하였다. 탐색적 요인분석 과정에서 공복인슐린이 제1요인에도 유의하게 나타났으나 모형의 적합도를 비교하여 공복인슐린을 지질대사이상과 함께 공통요인으로 구성된 경우를 선정하였다. 여자의 경우 허리둘레, 신체질량지수, 공복혈당 및 공복인슐린을 제1요인 (비만 및 인슐린저항성 요인)으로, 수축기혈압

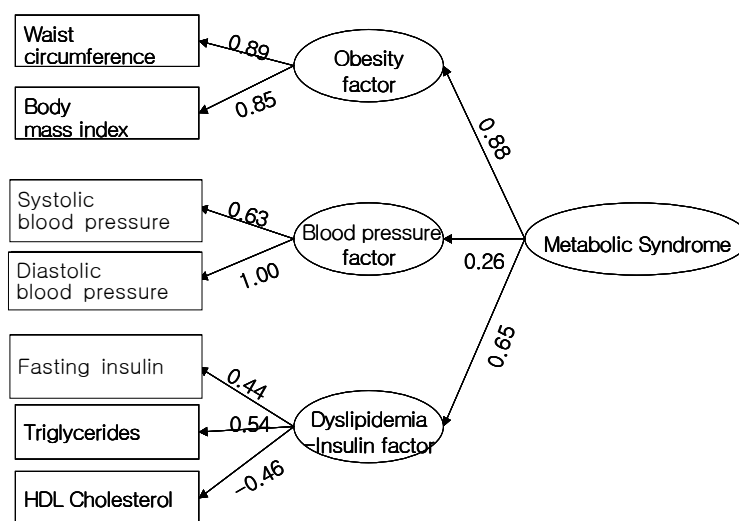


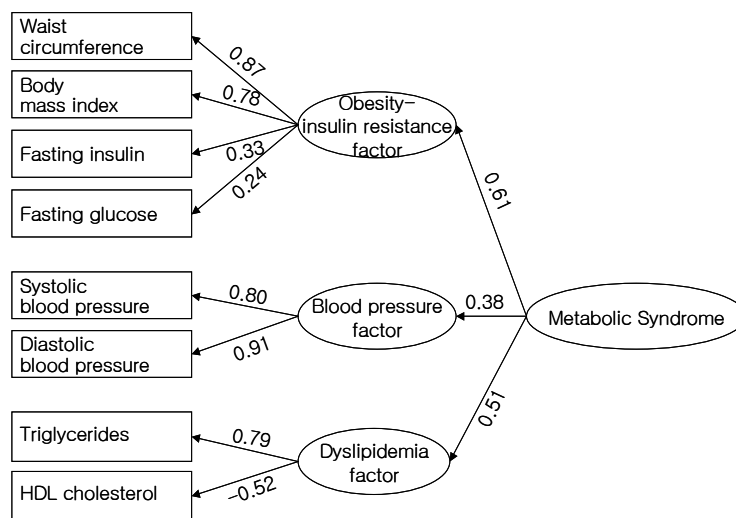
Fig. 1. Confirmatory factor analysis on three factor model of metabolic syndrome based on the results of exploratory factor analysis in male subjects, with  $\chi^2 = 58.449$  (df = 12,  $P = 0.000$ ), CFI = 0.983, NNFI = 0.970, and RMSEA (90%CI) = 0.053 (0.040-0.067).

과 이완기혈압을 제2요인 (고혈압요인)으로, 중성지방과 HDL 콜레스테롤을 제3요인 (지질대사이상 요인)으로 구성하여 확증적 요인분석을 수행하였다.

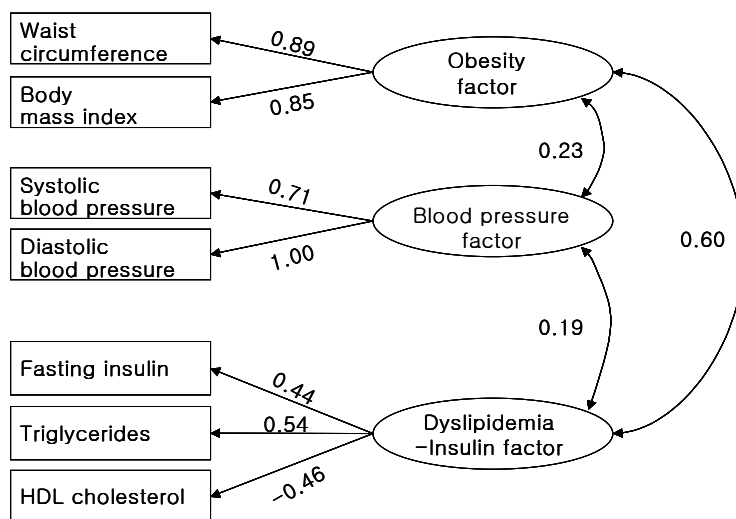
남자를 대상으로 대사증후군 3요인 모형에 대한 확증적 요인분석을 수행했을 때, 전반적인 모형의 적합도는 양호한 것으로 나타났는데, 본 모형에 대한 분석결과를 얻기 이전에 음오차분산이 발생한 이완기혈압에 대한 모형 수정 후, 최종 모형에 대한 결과를 제시하였다 (Fig. 1). 본 모형에서 대사증후군에 대한 설명력이 가장 높은 요인은 비만 (표준

화회귀계수 = 0.88,  $P < 0.01$ ) 이었고, 지질대사이상 및 인슐린 요인, 고혈압요인 순으로 나타났다. 비만요인에서 허리둘레와 신체질량지수의 설명정도가 유사한 정도로 높게 나타났다. 지질대사이상 및 인슐린 요인에서는 중성지방의 설명정도가 다소 높았으며, HDL 콜레스테롤과는 음의 상관성을 나타냈다.

여자를 대상으로 대사증후군 3요인 모형에 대한 확증적 요인분석을 수행했을 때, 전반적인 모형의 적합도는 양호한 것으로 나타났다 (Fig. 2). 대사증후군에 대한 설명력이 가



**Fig. 2.** Confirmatory factor analysis on three factor model of metabolic syndrome based on the results of exploratory factor analysis in female subjects, with  $\chi^2 = 123.472$  (df = 17,  $P = 0.000$ ), CFI = 0.972, NNFI = 0.954, and RMSEA (90%CI) = 0.055 (0.046-0.065).



**Fig. 3.** Confirmatory factor analysis of interfactor correlation model of metabolic syndrome based on the results of exploratory factor analysis in male subjects, with  $\chi^2 = 58.449$  (df = 12,  $P = 0.000$ ), CFI = 0.983, NNFI = 0.970, and RMSEA (90%CI) = 0.053 (0.040-0.067).



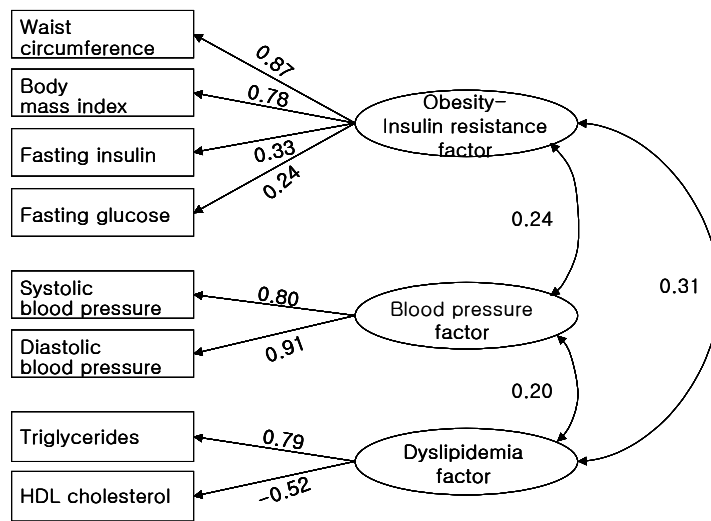


Fig. 4. Confirmatory factor analysis of interfactor correlation model of metabolic syndrome based on the results of exploratory factor analysis in female subjects, with  $\chi^2 = 123.472$  (df = 17,  $P = 0.000$ ), CFI = 0.972, NNFI = 0.954, and RMSEA (90%CI) = 0.055 (0.046-0.065).

장 높은 요인은 비만-인슐린저항성 (표준화회귀계수 = 0.61,  $P < 0.01$ )이었고, 지질대사이상요인, 고혈압요인 순으로 나타났다. 비만-인슐린저항성 요인은 허리둘레, 신체질량지수 순으로 설명정도가 높았고, 공복인슐린과 공복혈당에 의한 설명정도는 다소 낮았다. 지질대사이상요인에서는 HDL 콜레스테롤의 음의 상관성을 나타내었고, 고혈압요인에서는 이완기혈압의 설명정도가 수축기혈압보다 다소 높게 나타났다.

남자를 대상으로 대사증후군의 요인간 상호관련성 모형에 대한 확증적 요인분석을 수행했을 때, 전반적인 모형의 적합도는 양호한 것으로 나타났다 (Fig. 3). 비만요인과 지질대사이상-인슐린저항성 요인과의 상관성이 가장 높고 ( $r = 0.60$ ), 고혈압요인과 지질대사이상-인슐린저항성 요인과의 상관성이 가장 낮은 것으로 ( $r = 0.19$ ) 나타났다.

여자를 대상으로 대사증후군의 요인 간 상호관련성 모형에 대한 확증적 요인분석을 수행했을 때, 전반적인 모형의 적합도는 양호한 것으로 나타났다 (Fig. 4). 비만-인슐린저항성 요인과 지질대사이상 요인과의 상관성이 가장 높았는데 ( $r = 0.32$ ), 기타 요인 간의 상관성 정도와 큰 차이를 보이지는 않았다.

## 고 찰

본 연구에서는 농촌지역에 거주하는 40세 이상의 성인 남자 1,398명과 여자 2,045명 등 총 3,443명을 대상으로 탐색적 요인분석을 사용하여 대상자들에서의 대사증후군 위험요인의 구조를 파악하고, 이를 근거로 확증적 요인분석을 수행하여 대사증후군 위험요인 모형을 검정하고 위험요인

의 우선순위를 평가하였다. 대사인자 군집성에 대한 탐색적 요인분석을 통해 대사증후군 위험 요인으로 남녀 각각 3개의 요인이 추출되었다. 남자에서는 허리둘레와 신체질량지수 등이 비만요인으로, 수축기 및 이완기 혈압 등이 고혈압요인으로, 공복인슐린과 중성지방 및 HDL 콜레스테롤 등이 인슐린 및 지질대사이상요인으로 군집되어 나타났다. 여자에서는 허리둘레, 신체질량지수, 공복혈당 및 공복인슐린 등이 비만-인슐린저항성요인으로, 기타 고혈압요인과 지질대사이상요인으로 군집되어 나타났다.

기존에 수행되었던 대사증후군 군집성에 대한 요인분석 관련 연구에서도 대사증후군의 구조적 특성이 대사증후군을 유발하는 주요 병태생리학적 기전이라고 알려져 있는 인슐린저항성뿐만이 아니라<sup>1)</sup>, 다수의 각기 독립적인 요인으로 구성되어 나타나고 있음을 보여주고 있다<sup>12,13)</sup>. 이는 고인슐린혈증이 대사증후군의 공통 병인일 것이라는 연구 결과가 있지만<sup>27)</sup>, 대사증후군을 구성하는 여러 요인들의 발생 기전을 고인슐린혈증만으로 설명하기에는 제한점이 많다는 논의와 부합되는 결과이다<sup>13)</sup>. 그러나 연령별 요인분석 결과에서 남자의 경우 70대를 제외한 전 연령층에서 공복인슐린이 3개의 요인 중 2개의 요인에 공통적으로 나타났다. 이는 공복인슐린이 인슐린저항성을 나타내는 지표라는 점을 감안할 때<sup>28)</sup>, 남자에서 인슐린저항성이 대사증후군의 공통요인으로 작용하는 특성이 있음을 나타내고 있고, 성별에 따라 대사증후군 발생 기전에 차이가 있음을 시사하고 있다<sup>22)</sup>.

여자에서 비만관련 변수와 인슐린저항성 관련 변수가 함께 군집되어 나타났는데, 이는 기존 연구와 일치하는 결과로<sup>6,12,14,29)</sup> 당대사이상과 비만이 대사증후군의 병태생리학적 기전에 공통적으로 관여하거나 혹은 상승작용 (synergistic

effect)을 유발한다는 의미로 해석할 수 있다<sup>40)</sup>. 대사증후군과 관련해서 비만은 인슐린 작용의 결함으로 유발되는 증상이라기보다는 인슐린저항성과 고인슐린혈증 유발에 기여하는 요인으로 간주되어야 한다는 의견이 제기되고 있다<sup>30)</sup>.

본 연구에서 고혈압요인이 남녀 거의 전 연령층에서 다른 요인과 별개의 요인으로 구분되는 동시에 다른 요인에 군집된 변수들과는 달리 높은 요인부하량을 보였는데, 이는 기존의 다른 연구 결과와 유사한 양상이었다<sup>14,19,31,32)</sup>. 특히 공복인슐린이 남녀 모두에서 고혈압 요인과 매우 낮은 요인부하량을 보이고 있는데, 이는 공복인슐린과 고혈압 요인 사이에 유의한 상관관계가 없다는 의미이다. 이러한 현상에 대해 인슐린저항성 기전이 중요한 역할을 하는 대사증후군과 고혈압 사이에 원인적 관련성이 없다고 해석할 수도 있다<sup>13,33)</sup>. 그러나 요인분석을 수행하는 과정에서 생리학적으로 서로 밀접한 관련성이 있는 수축기혈압과 이완기혈압을 함께 분석에 포함함으로써 선형회귀식에서의 공선성(collinearity)과 유사한 문제가 나타날 가능성이 커지고, 요인추출시 다른 변수들과 독립적으로 별개의 요인으로 구분되는 경향을 보일 수 있다<sup>34)</sup>. 일부 연구에서는 평균혈압을 분석에 사용하거나<sup>29)</sup>, 수축기혈압 혹은 이완기혈압만으로 탐색적 요인분석을 시도한 연구가 있었다<sup>12)</sup>. 본 연구에서는 확증적 요인분석을 위한 모형 도출을 위해 수축기혈압과 이완기혈압을 모두 탐색적 요인분석에 포함하였다.

생활습관별 특성 분석 결과, 흡연군이나 음주군에서 인슐린저항성이 다른 변수에 비해 대사증후군 위험요인 구조에 기여하는 정도가 높은 것으로 나타났다. 흡연이 대사위험요인에 영향을 미침으로써 대사증후군 유발과 관련이 있는데<sup>35)</sup>, 특히 인슐린저항성이 흡연과 관련이 있는 것으로 보고되고 있다<sup>36)</sup>. 음주의 경우 장기간의 중등도 음주를 지속할 때, 인슐린 민감도 향상과 관련이 있는 것으로 알려져 있다<sup>36)</sup>.

탐색적 요인분석을 통해 수립된 대사증후군 위험요인 모형에 대한 가설을 확증적 요인분석을 통해 검정하였다. 탐색적 요인분석을 통해 남자와 여자에서 각각 3가지 요인이 추출되어 이를 바탕으로 대사증후군 위험요인 모형을 설정하고 확증적 요인분석을 수행한 결과, 남녀 모두에서 비만이 포함된 요인이 대사증후군에 대한 설명력이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 여자에서 허리둘레가 신체질량지수보다 비만요인에 대한 설명력이 큰 것으로 나타났다. 탐색적 요인분석에서도 비만요인이 남녀 각각 23.1%와 24.1%의 설명력으로 대사증후군에 대한 설명력이 가장 큰 것으로 나타났고, 허리둘레와 신체질량지수의 요인부하량이 남녀 각각 0.9와 0.8로 비만요인과의 상관정도가 높은 것으로 나타났다. 비만은 인슐린이 매개된 혈당 대사에 영향을 미쳐 인슐린저항성과 고인슐린혈증과 관련된 대사 이상을 유발할 가능성을 증가시킨다<sup>37)</sup>. 대사증후군 환자의 대부분이 어느

정도 비만한 상태이며, 비만이 대사증후군의 필요원인(necessary cause)이라고 할 수 있다<sup>38)</sup>. 국내 연구에서도 허리둘레와 다른 대사지표간에 높은 상관성을 보이고 있으며<sup>39)</sup>, 비만과 관련된 지표 중에서 허리둘레가 대사이상과 상관성이 높은 복부내장지방량을 가장 잘 표현하는 것으로 알려져 있다<sup>40)</sup>. 본 연구에서 대사증후군 3요인 모형에 대한 확증적 요인분석 결과에서 허리둘레에 의한 비만요인 설명력이 남녀 모두에서 신체질량지수보다 다소 높게 나타난 것은 이러한 양상을 반영하는 결과라고 추정된다.

남자에서 나타난 지질대사이상-인슐린 요인의 군집 현상은 The Strong Heart Study에서 당뇨병 기왕력이 없는 남자에서의 요인분석 결과와 동일한 양상이다<sup>33)</sup>. 이는 인슐린저항성이 이상지질혈증과의 관련성이 높다는 점을 반영하는 결과이며<sup>1)</sup>, 이러한 과정에 중심성 비만이 주된 역할을 한다는 점 등을 고려하면<sup>41)</sup>, 요인 간 상호관련성 모형에서 비만요인과 지질대사이상-인슐린 요인의 관련성이 가장 높게 나타난 결과를 뒷받침하고 있다고 볼 수 있다.

확증적 요인분석의 모형 적합도를 평가하는 지표 중에서 Chi-square 검정 통계량이 모형 적합도 기준에 벗어나는 결과가 나타났다. Chi-square 검정 통계량이 확증적 요인분석의 전반적인 적합도를 측정하는 가장 기본적인 지표이긴 하지만, 표본의 크기가 어느 수준 이상 (200이상) 증가할 경우 통계적 유의성 검증을 위한 적절한 통계량을 얻을 수 없으며 그 결과를 신뢰할 수 없는 특성이 있다<sup>42)</sup>. 이러한 점을 고려할 때, 본 연구에서의 분석 결과 역시 표본의 크기가 적절한 통계량을 얻을 수 있는 수준 이상이었던기 때문인 것으로 사료된다.

본 연구에서는 단면연구를 통해 심혈관질환의 원인이 되는 대사증후군 위험요인의 구조를 파악하였는데, 심혈관질환이나 제2형 당뇨병의 발생 혹은 그로 인한 사망과 대사위험요인과의 구체적인 관련성 정도를 파악하기 위해서는 전향적인 연구가 필요할 것이다. 본 연구의 제한점으로는 비만과 관련된 변수로 요인분석에 포함한 신체질량지수가 신장이나 체중으로 분석하는 것과 비교해서 신체 비만 지표를 제대로 반영하지 못한다는 점과<sup>43)</sup>, 비 (ratio)가 다변량 분석에서 갖는 제한점 (spurious correlation)을 들 수 있다<sup>44)</sup>. 하지만 여러 비만 관련 역학 연구에서 전신의 비만상태를 대표하는 등의 해석의 용이성을 이유로 사용되고 있다는 점을 감안하여 본 연구에서 분석 대상으로 포함하였다. 또한 요인분석을 통해 나타난 결과들을 대사증후군의 병태생리학적 근거를 바탕으로 관련성을 설명하기 위해서는 분석 대상에 생리적인 지표를 파악할 수 있는 변수, 예를 들어 직접 측정된 인슐린저항성<sup>15)</sup> 혹은 혈액응고장애 및 염증반응 관련 변수<sup>14)</sup> 등이 포함되어야 할 것이다. 아울러 본 연구에서 도출된 대사증후군 위험요인 모형의 일반화를 위해서는 인구조적으로 다른 특성을 갖고 있는 집단에 적용하여 그 결

과를 비교, 평가해야 할 것이다<sup>11)</sup>. 또한 대사증후군 위험요인 모형 파악 및 평가를 통해 고위험군에 대한 개입조치가 이루어져야 하는데, 구체적인 접근 전략을 수행하기 위해서는 대상자의 사회경제적 상태, 심리적 특성 및 생활양식 등의 사회심리학적인 측면과 대사증후군과의 관련성을 조사하는 연구도 필요할 것이다<sup>10)</sup>.

## 요 약

**연구배경:** 대사증후군은 각각의 요인들이 독립적인 기전으로 심혈관질환을 유발하는 것이 아니라, 위험요인들 상호간에 복합적인 관련성을 갖는 군집을 나타낸다. 따라서 대사인자에 대한 군집 특성을 확인하고 구조를 파악함으로써 우리나라에서의 대사증후군 발생에 대해 보다 더 관련 있는 설명을 가능하게 할 것이며, 이는 심혈관질환의 고위험군에 대한 예방 혹은 개입 조치를 적용하는데 기여할 수 있을 것이다.

**방법:** 본 연구는 2003년과 2004년에 각각 2월부터 4월까지, 충주시 읍면 지역에서 무작위 집락 표본추출로 선정된 40세 이상의 성인을 대상으로 생활습관 관련 설문조사와 신체계측 및 혈액검사를 수행하여, 대사증후군 위험요인 관련 자료가 모두 구비된 성인 남자 1,398명과 여자 2,045명 등 총 3,443명을 대상으로 요인분석을 수행하였다.

**결과:** 조사 대상자의 대사인자 군집성에 대한 탐색적 요인분석결과, 남자에서는 비만 요인 (복부둘레, 신체질량지수), 고혈압 요인 (수축기혈압, 이완기혈압), 지질대사이상 및 인슐린 요인 (공복인슐린, 중성지방, HDL 콜레스테롤)의 3가지 요인으로 군집되어 나타났고, 여자에서는 비만 및 인슐린저항성 요인 (복부둘레, 신체질량지수, 공복혈당, 공복인슐린), 고혈압 요인 (수축기혈압, 이완기혈압), 지질대사이상 요인 (중성지방, HDL 콜레스테롤)의 3가지 요인으로 군집되어 나타났다. 연령별로 분석한 결과, 여자에서는 전 연령층에서 비만 관련변수와 인슐린저항성 관련 변수가 함께 군집되어 나타났고, 남남모두 전 연령층에서 혈압이 별개의 요인으로 군집되어 나타났다. 생활습관별 특성 분석결과, 흡연군이나 음주군에서 공복인슐린이 다른 변수에 비해 대사증후군 위험요인 구조에 기여하는 정도가 높은 것으로 나타났다.

탐색적 요인분석을 통해 파악된 대사증후군 요인모형에 근거한 확증적 요인분석 결과, 남자에서는 비만요인이 여자에서는 비만 및 인슐린저항성 요인이 대사증후군의 가장 영향력 있는 요인으로 나타났고, 요인간 상호관련 정도는 남자에서 비만요인과 지질대사이상요인이, 여자에서 비만 및 인슐린저항성 요인과 지질대사이상요인이 상관정도가 높은 것으로 나타났다.

**결론:** 본 연구결과를 바탕으로 우리나라에서 심혈관질환

및 제 2형 당뇨병의 원인이 되는 대사증후군 관리를 위해서는 남녀 모두 비만 관리를 중심으로 한 접근이 필요한 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단의 2005 신진교수연구과제에서 연구비의 지원을 받아 수행한 연구임. 아울러 본 연구를 위하여 설문조사, 채혈 및 신체계측 등에 협력해주신 충주시 보건소, 보건지소, 보건진료소 직원분들께 심심한 감사를 드립니다.

## 참 고 문 헌

1. Reaven GM: *Role of insulin resistance in human disease. Diabetes* 37:1595-607, 1988
2. Alberti KG, Zimmet PZ: *Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus-provisional report of a WHO consultation. Diabet Med* 15:539-53, 1998
3. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults: *Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Adult Treatment Panel III. JAMA* 285: 2486-97, 2001
4. Korea national statistical office: 2003년 사망원인통계 연보 2001
5. Hanson RL, Imperatore G, Bennett PH, Knowler WC: *Components of the "Metabolic Syndrome" and incidence of type 2 diabetes. Diabetes* 51:3120-27, 2002
6. Lindblad U, Langer RD, Wingard DL, Thomas RG, and Barrett-Connor EL: *Metabolic syndrome and ischemic heart disease in elderly men and women. Am J Epidemiol* 153:481-9, 2001
7. Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen JT: *The Metabolic Syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. JAMA* 288:2709-16, 2002
8. Anderson PJ, Critchley JA, Chan JC, Cockram CS, Lee ZS, Thomas GN, Tomlinson B: *Factor analysis of the metabolic syndrome: obesity vs insulin resistance as the central abnormality. Int J Obes* 25:1782-8, 2001

9. Timar O, Sestier H, Levy E: *Metabolic syndrome X: a review. Can J Cardiol* 16: 779-89, 2000
10. Shen BJ, Todaro JF, Niaura R, McCaffery JM, Zhang J, Spiro A 3rd, Ward KD: *Are metabolic risk factors one unified syndrome? Modeling the structure of the metabolic syndrome X. Am J Epidemiol* 157:701-11, 2003
11. Meigs JB: *Invited commentary: insulin resistance syndrome? Syndrome X? multiple metabolic Syndrome? A syndrome at all? Factor analysis reveals patterns in the fabric of correlated metabolic risk factors. Am J Epidemiol* 152:908-11, 2000
12. Edwards KL, Austin MA, Newman B, Mayer E, Krauss RM, Selby JV: *Multivariate analysis of the insulin resistance syndrome in women. Arterioscler Thromb* 14:1940-5, 1994
13. Meigs JB, D'Agostino RB Sr, Wilson PW, Cupples LA, Nathan DM, Singer DE: *Risk variable clustering in the insulin resistance syndrome. The Framingham Offspring Study. Diabetes* 46:1594-600, 1997
14. Sakkinen PA, Wahl P, Cushman M, Lewis MR, Tracy RP: *Clustering of procoagulation, inflammation, and fibrinolysis variables with metabolic factors in insulin resistance syndrome. Am J Epidemiol* 152:897-907, 2000
15. Hanley AJ, Karter AJ, Festa A, D'Agostino R Jr, Wagenknecht LE, Savage P, Tracy RP, Saad MF, Haffner S: *Factor analysis of metabolic syndrome using directly measured insulin sensitivity: The Insulin Resistance Atherosclerosis Study. Diabetes* 51:2642-7, 2002
16. Lempiainen P, Mykkanen L, Pyorala K, Laakso M, Kuusisto J: *Insulin resistance syndrome predicts coronary heart disease events in elderly nondiabetic men. Circulation* 100:123-8, 1999
17. 김영일, 김은숙, 허명희, 김상욱, 박중열, 홍성관, 김진엽, 이무송: 정읍 지역 주민에서 인슐린저항성증후군의 군집성 분석. *당뇨병* 23:843-56, 1999
18. Choi KM, Lee J, Kim KB, Kim DR, Kim SK, Shin DH, Kim NH, Park IB, Choi DS and Baik SH: *Factor analysis of the metabolic syndrome among elderly Koreans-the South-west Seoul Study. Diabet Med* 20:99-104, 2003
19. 권혁상, 박용문, 이해정, 이진희, 최윤희, 고승현, 이정민, 김성래, 강소영, 이원철, 안명숙: 한국 성인에서의 NCEP-ATP 3 기준을 적용한 대사증후군 유병률과 임상적 특징. *대한내과학회지* 68:359-68, 2005
20. 이해정, 권혁상, 박용문, 전한나, 최윤희, 고승현, 이정민, 윤건호, 차봉연, 이원철, 이광우, 손호영, 강성구, 안명숙, 강진모: 한국인 40세 이상의 성인에서 대사증후군의 위험인자로서의 허리둘레, 5가지 진단기준으로부터의 고찰. *대한당뇨병학회지* 229:48-56, 2005
21. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS: *Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clin Chem* 18:499-502, 1972
22. Dallongeville J, Cottel D, Arveiler D, Tauber JP, Bingham A, Wagner A, Fauvel J, Ferrieres J, Ducimetiere P, Amouyel P: *The Association of metabolic disorders with the metabolic syndrome is different in men and women. Ann Nutr Metab* 48:43-50, 2004
23. Kaiser HF: *The application of electronic computers to factor analysis. Educational and Psychological Measurement* 20:141-51, 1960
24. Manly BFJ: *Factor analysis. In Manly BFJ, editors. Multivariate statistical methods. p. 93-106, London, Chapman & Hall, 1994*
25. Hu LT, Bentler: *Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. Structural Equation Modeling* 6:1-55, 1999
26. 김계수: 구조방정식 모형분석. p. 458-466, (주)테이타솔루션, 2004
27. Zimmet P: *The pathogenesis and prevention of diabetes in adults. Genes, autoimmunity, and demography. Diabetes Care* 18:1050-64, 1995
28. Laakso M: *How good a marker is insulin level for insulin resistance? Am J Epidemiol* 137:959-65, 1993
29. Pyorala M, Miettinen H, Halonen P, Laakso M, Pyorala K: *Insulin resistance syndrome predicts the risk of coronary heart disease and stroke in healthy middle-aged men. Arterioscler Thromb Vasc Biol* 20:538-44, 2000
30. Reaven GM: *The metabolic syndrome or the insulin resistance syndrome? Different names, different concepts, and different goals. Endocrinol Metab Clin North Am* 33:283-303, 2004
31. Chen CH, Lin KC, Tsai ST, Chou P: *Different association of hypertension and insulin-related metabolic syndrome between men and women in 8,437 nondiabetic Chinese. Am J Hypertens*

- 13:846-53, 2000
32. Oh JY, Hong YS, Sung YA, Barrett-Connor E: *Prevalence and factor analysis of metabolic syndrome in an urban Korean population. Diabetes Care* 27:2027-32, 2004
33. Gray RS, Fabsitz RR, Cowan LD, Lee ET, Howard BV, Savage PJ: *Risk factor clustering in the insulin resistance syndrome. The Strong Heart Study. Am J Epidemiol* 148:869-78, 1998
34. Lawlor DA, Ebrahim S, May M, and Davey Smith G: (Mis)use of Factor analysis in the study of insulin resistance syndrome. *Am J Epidemiol* 159:1013-8, 2004
35. Smith U: *Smoking elicits the insulin resistance syndrome: new aspects of the harmful effect of smoking. J Intern Med* 237:435-7, 1995
36. Facchini FS, Hollenbeck CB, Jeppesen J, Chen YD, Reaven GM: *Insulin resistance and cigarette smoking. Lancet* 339:1128-30, 1992
37. Vgontzas AN, Bixler EO, Chrousos GP: *Metabolic disturbances in obesity versus sleep apnea: the importance of visceral obesity and insulin resistance. J Intern Med* 254:32-44, 2003
38. Grundy SM: *What is the contribution of obesity to the metabolic syndrome? Endocrinol Metab Clin North Am* 33:267-82, 2004
39. Hong YS, Kim BG, Jeong BG, Park YW, Park JT, Jung KY, Kim JY: *Prevalence of Metabolic Syndrome and Waist Circumference Estimation in Some Korean Adults. J Prev Med Public Health* 37:51-8, 2003
40. 김상만, 김성수, 윤수진, 심경원, 최희정, 김광민, 이득주: 복부 내장지방량을 가장 잘 표현할 수 있는 단순비만지표는? - 체질량지수, 허리둘레, 엉덩이둘레비-. *대한비만학회지* 7:157-68, 1998
41. Despres JP: *Abdominal obesity as important component of insulin-resistance syndrome. Nutrition* 9:452-9, 1993
42. Hair JF Jr, Anderson RE, Tatham RL, Black WC: *Multivariate data analysis. 5th ed. Prentice-Hall International, 1998*
43. Michels KB, Greenland S, Rosner BA: *Does body mass index adequately capture the relation of body composition and body size to health outcomes? Am J Epidemiol* 147:167-72, 1998
44. Kronmal RA: *Spurious correlation and the fallacy of the ratio standard revisited. J Roy Statist Soc A* 156:379-92, 1993