

## 일개 철강 사업장에서 대사증후군의 위험요인과 γ-GTP와의 관련성

중앙대학교 의과대학 예방의학교실, 노동부 산재보험혁신팀<sup>1)</sup>

문제혁 · 이상준<sup>1)</sup> · 박정덕

— Abstract —

### The Risk Factors of Metabolic Syndrome and its Relation with γ-GTP in Steel-mill Workers

Je-Hyeok Mun, Sang-Jun Lee<sup>1)</sup>, Jung-Duck Park

*Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Chung-Ang University,  
Industrial Accident Compensation Insurance Innovation Team, Ministry of Labor<sup>1)</sup>*

**Objectives:** This study was performed to estimate the prevalence and possible risk factors of the metabolic syndrome in steel-mill workers, and to evaluate the relation between γ-glutamyltransferase (γ-GTP) and the metabolic syndrome.

**Methods:** The study subjects comprised 1,604 male steel-mill workers. The indices of metabolic syndrome, such as BMI, triglyceride, HDL-cholesterol, blood pressure, fasting glucose, and γ-GTP were analyzed in each subject. We collected information about demographic characteristics, behavioral patterns, such as alcohol drinking, smoking, and exercise, and family medical history through a self-administered questionnaire. Statistical analysis was done by using the chi-square test, Mantel-Haenszel trend test and logistic regression model.

**Results:** The crude and age-adjusted prevalences of the metabolic syndrome were 21.3% and 15.5%, respectively, in the steel-mill workers. Age (OR: 1.063, 95% CI: 1.033-1.094), alcohol drinking (OR: 1.657, 95% CI: 1.175-2.337) and smoking (OR: 1.359, 95% CI: 1.017-1.816) were risk factors for the metabolic syndrome. Meanwhile, shift work showed a significant relation with hypertension (OR: 1.329, 95% CI: 1.038-1.700), but not with other metabolic syndrome components. However, tenure, exercise and family medical history were not significant factors for the metabolic syndrome in this study. The risk ratio of the metabolic syndrome (OR: 3.345, 95% CI: 2.534-4.416) and its components, such as obesity, hypertriglyceridemia, hypertension and hyperglycemia, were higher in the high γ-GTP group ( $\geq 63$  IU/l) than in the controls ( $<63$  IU/l).

**Conclusions:** These results confirm the need for health education to control the metabolic syndrome by improving behavioral patterns, such as alcohol drinking and smoking, in factory workers. In addition, it is suggested that γ-GTP might be a useful candidate in screening for the metabolic syndrome.

**Key Words:** Metabolic syndrome, Steel-mill workers, Risk factor, γ-GTP

## 서 론

대사증후군(Metabolic syndrome)은 비만, 고혈압, 내당능 장애(glucose intolerance), 고 중성지방혈증, 저 high density lipoprotein(HDL) 콜레스테롤혈증 등을 흔히 동반하는 질환군으로서 심혈관계 질환 및 이로 인한 사망을 증가시키는 것으로 알려져 있다(Reaven, 1988; Trevisan 등, 1988; Alberti와 Zimmet, 1998; Isomaa 등, 2001).

심혈관계 질환은 선진국 노동인구 중 질병과 사망의 가장 흔한 원인이며 또한 개발도상국에서도 최근 증가되고 있는 추세이다(Heinemann과 Heuchert, 1998). 우리나라에서 최근 10년간 허혈성 심장질환에 의한 사망률 변화를 보면 1995년 인구 10만 명당 13.1명에서 2005년 27.5명으로 증가하였고, 사망원인별로 볼 때 악성 신생물에 의한 사망에 이어 순환기계 질환이 다음 순위를 차지하고 있다(Korea National Statistical Office, 2006). 우리나라 산업장에서도 뇌심혈관계 질환으로 요양되는 경우가 급증하고 있으며, 2005년 업무상 질병으로 인정된 7,495명 중 뇌심혈관계 질환으로 산재 요양된 자는 요양대상자의 24.5%인 1,834명으로 높은 비중을 차지하고 있다(Ministry of Labor, 2006). 그러므로 대사증후군의 효율적인 관리는 근로자 개개인에 있어서 심혈관계 질환의 이환과 사망을 줄이기 위해서 뿐만 아니라 사업장 단위에서 심혈관계 질환의 예방을 위해서도 매우 필요하다.

간기능 검사 중  $\gamma$ -glutamyltransferase ( $\gamma$ -GTP)는 간세포 손상을 반영하는 생체지표로 흔히 이용되며, 간장, 신장, 췌장, 전립선 등에 많이 존재한다. Glutathione은 항산화 물질로서 여러 원인에 의한 산소성 손상(oxidative stress)으로부터 보호하는 역할을 한다. Glutathione이 산소성 손상에 의해 세포내로 이동하면서  $\gamma$ -GTP의 활성도가 증가하게 된다(Borud 등, 2000; Lee 등, 2003). 즉, 산소성 손상에 의해  $\gamma$ -GTP가 증가되므로,  $\gamma$ -GTP는 산소성 손상을 반영할 수 있는 하나의 생체지표(biological marker)로서 이용될 수 있다(Kim 등, 2002). 또한 장기간 음주 시  $\gamma$ -GTP의 합성이 증가되며, 만성적인 음주로 인해 손상 받은 간세포로부터  $\gamma$ -GTP가 방출되어 나온다(Allen 등, 2000). 그리고  $\gamma$ -GTP는 고혈압(Miura 등, 1994; Lee 등, 2002; Lee 등 2004), 제2형 당뇨(Perry 등, 1998; Lee 등, 2003; Nakanishi 등, 2003), 뇌졸중(Jousilahti 등, 2000) 등에서 증가되는 것으로 보고되어 있으며, Perry 등 (1998)은  $\gamma$ -GTP가 인슐린 저항성을 반영할 수 있는 표지자라고 하였다. 또한, 최근 대사증후군과 혈중  $\gamma$ -GTP와의 관련성에 대해서도 보고(Rantala 등, 2000;

Yokoyama 등 2002)된 바 있다.

이번 연구에서는 일개 철강 사업장내 근로자들의 대사증후군 유병률과 대사증후군에 영향을 주는 요인들을 알아보고, 대사증후군의 조기색출 지표로서 혈중  $\gamma$ -GTP의 유용성에 대해 알아보았다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

이번 연구는 경인지역의 한 대학병원에서 건강검진을 받은 일개 철강 사업장의 근로자 1,959명 중 설문조사에 동의한 남자 근로자 1,604명을 대상으로 하였다.

### 2. 자료수집

연구 대상자의 대사증후군과 관련된 검사 결과는 건강검진을 통하여 확인하였으며, 건강검진 결과 외의 일반적 특성인 인적사항과 근무 년 수는 회사 근무기록을 통하여 조사하였고, 음주력, 흡연력, 운동 여부 및 가족병력 등은 건강검진 기간 중 실시한 설문 조사를 통하여 확인하였다.

대사증후군과 관련된 검사결과 중 체질량지수는 신장과 체중을 측정하여 산출하였으며, 혈압은 오전 9시부터 오후 3시 사이에 5분 이상 휴식을 취하게 한 뒤 측정하였고, 공복 시 혈당, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방 및  $\gamma$ -GTP 등을 조사하였다. 고  $\gamma$ -GTP혈증은 건강검진을 실시한 대학병원의 참고치인 63 IU/l 이상을 기준으로 판정하였다.

일반적 특성 중 음주력은 “음주를 하지 않는다”고 응답한 비음주자와 “음주를 한다”고 응답한 음주자로, 흡연력은 “담배를 전혀 피운 적이 없다”고 응답한 비흡연자, “과거에 담배를 피웠으나 현재는 담배를 피우지 않는다”고 응답한 과거 흡연자, “현재 담배를 피운다”고 응답한 흡연자로 각각 구분하였다. 운동 여부는 “평소 운동을 한다”고 응답한 운동군과 “전혀 운동을 하지 않는다”고 응답한 비운동군으로, 가족병력은 “부모, 형제, 자매 중에 고혈압, 뇌졸중, 심장병 또는 당뇨 등을 앓았거나 이러한 질병으로 사망한 경우가 있다”고 응답한 경우와 그렇지 않은 경우로, 근무형태는 회사의 자료를 통하여 주간 근무자(인사팀, 경리팀, 기획팀, 영업팀 및 시장개발팀 등)와 교대 근무자(압연부, 제강부, 원료팀 및 주강 생산부 등)로 각각 구분하였으며, 교대 근무의 형태는 4조 3교대이었다.

### 3. 대사증후군의 진단기준

본 연구에서 대사증후군은 National Cholesterol Education Program-Adults Treatment Panel III (NECP-ATP III, 2001)가 제시한 대사증후군의 5가지 구성요소 즉, ① 체질량 지수: Body Mass Index  $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ , ② 중성지방  $\geq 150 \text{ mg/dl}$ , ③ HDL-콜레스테롤: 남자  $< 40 \text{ mg/dl}$ , ④ 혈압: 수축기 혈압  $\geq 130 \text{ mmHg}$  또는 확장기 혈압  $\geq 85 \text{ mmHg}$ , ⑤ 공복 시 혈당  $\geq 110 \text{ mg/dl}$  중 3 가지 이상을 만족한 경우로 정의하였다. 이때 대사증후군의 구성요소 중 허리둘레는 체질량 지수로 대신하였으며, 아시아-태평양 비만 치료 지침 (International Obesity Task Force, 2000)의 1단계 비만 이상을 비만의 위험기준으로 삼았다.

### 4. 통계 분석

통계 분석은 PC-SAS(ver 8.01)를 이용하여 실시하였다. 연령에 따른 대사증후군의 유병률 및 그 구성인자의 유병률 분포는 Mantel-Hanszel trend test를 이용하였다. 연령, 근무경력, 근무형태, 음주력, 흡연력, 운동 여부 및 가족병력 등과 같은 일반적 특성이 대사증후군 및 그 구성인자에 미치는 영향을 알아보기 위해 다변량 로지스틱 회귀분석방법으로 각각 분석하였고, 각각의 독립변수에 대한 교차비와 95% 신뢰범위를 산출하였다. 한편, 대사증후군 구성인자들의 수에 따른 고 V-GTP혈증의 유병률과의 관계는 Mantel-Hanszel trend test를 이용하여 분석하였고, 고 V-GTP 혈증이 대사증후군 및 그 구성인자에 영향을 미치는지 알아보기 위하여 조사대상자들의 연령, 음주력, 흡연력, 근무형태, 운동 여부 및 가족병력 등을 보정한 상태에서 로지스틱 회귀 분석을 시행

하여 V-GTP 혈증 수준에 따른 각각의 교차비와 95% 신뢰범위를 산출하였다.

## 결 과

### 1. 조사대상자들의 일반적 특성

조사대상자들의 역학적 특성은 Table 1과 같다. 즉, 조사대상자들의 평균 연령은 40.5세 이었고, 평균 근무년 수는 15.0년이였다. 조사대상자 중 교대 근무자가 75.7%(1,214명), 주간 근무자가 24.3%(390명)이었고, 비음주군 21.0%(337명) 음주군 79.0%(1,267명), 비흡연자 33.2%(532명) 과거 흡연자 13.5%(217명) 흡연자

**Table 1.** General characteristics of the study subjects

Variables	Group	No.(%)
Age (yrs)		40.5 ± 8.1* 1604 (100.0)
Employment duration (yrs)		15.0 ± 6.6* 1604 (100.0)
Shift work	Day worker	390 ( 24.3)
	Shift worker	1214 ( 75.7)
Alcohol	No	337 ( 21.0)
	Yes	1267 ( 79.0)
Smoking	Non-smoker	532 ( 33.2)
	Ex-smoker	217 ( 13.5)
	Current smoker	854 ( 53.3)
Exercise	No	1269 ( 79.2)
	Yes	333 ( 20.8)
Family history of CVD and DM <sup>†</sup>	No	1329 ( 82.9)
	Yes	275 ( 17.1)

\* Mean ± SD

<sup>†</sup> cardiovascular disease and diabetes mellitus

**Table 2.** Physical status and laboratory findings of the study subjects (n=1604)

Variables	Mean ± SD	Range (Min - Max)
Height, cm	169.3 ± 6.2	(143.0 - 189.3)
Weight, kg	68.7 ± 9.8	(40.0 - 109.0)
Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	23.9 ± 2.8	(16.7 - 34.6)
Systolic blood pressure, mmHg	122.8 ± 13.6	(90 - 170)
Diastolic blood pressure, mmHg	78.6 ± 10.2	(55 - 120)
Total cholesterol, mg/dl	201.9 ± 35.7	(117 - 382)
HDL-cholesterol, mg/dl	50.5 ± 10.3	(30.0 - 82.0)
LDL-cholesterol, mg/dl	119.8 ± 33.6	(13 - 335)
Triglyceride, mg/dl	159.8 ± 133.1	(28 - 2617)
Glucose, mg/dl	99.3 ± 18.6	(70 - 325)
V-GTP, IU/l	49.4 ± 43.9	(7 - 618)

53.3%(854명), 운동군 20.8%(333명) 비운동군 79.2%(1,269명)이었으며, 대상자의 82.9%(1,329명)에서 가족병력이 없었다. 조사대상자의 체격 및 검사실 소견은 Table 2와 같다. 즉, 신장, 체중 및 체질량지수의 평균은 169.3 cm, 68.7 kg, 23.9 kg/m<sup>2</sup> 이었다. 수축기 및 이완기의 평균혈압은 각각 122.8 mmHg, 78.6 mmHg이었고, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 중성지방의 평균값은 각각 201.9 mg/dl, 50.5 mg/dl, 119.8 mg/dl 및 159.8 mg/dl 이었다. 공복시 혈당과 V-GTP의 평균은 각각 99.3

mg/dl, 49.4l IU/l 이었다.

## 2. 대사증후군 유병률

조사대상자들의 연령에 따른 대사증후군 유병률과 대사증후군을 구성하고 있는 인자별 유병률은 Table 3과 같다. 즉, 조사대상자들의 대사증후군의 유병률은 21.3%였으며, 연령군별로는 30세 미만 군이 2.8%, 30~39세 군이 17.1%, 40~49세군이 25.7%, 50세 이상 군이 31.9%로서 연령이 많을수록 유의하게 증가하였다. 대사

**Table 3.** Prevalence of the metabolic syndrome and its categorized components by age group

Group	-29	30-39	40-49	50-	Total		x <sup>2</sup> -value <sup>†</sup>
	(N=108)	(N=733)	(N=471)	(N=292)	(N=1604)	(% <sub>adj</sub> )	
	No. (%)	No. (%)	No. (%)	No. (%)	No. (%)	(% <sub>adj</sub> )	
Obesity <sup>a</sup>	18 (16.7)	236 (32.2)	180 (38.2)	104 (35.6)	538(33.5)	(29.7)	10.35**
HyperTG <sup>b</sup>	15 (13.9)	266 (36.3)	199 (42.3)	127 (43.5)	607 (37.8)	(32.4)	22.68**
Low HDLC <sup>c</sup>	7 ( 6.5)	117 (16.0)	84 (17.8)	43 (14.7)	251 (15.7)	(13.5)	1.40
Hypertension <sup>d</sup>	18 (16.7)	290 (39.6)	241 (51.7)	171 (58.6)	720 (44.9)	(38.9)	66.57**
Hyperglycemia <sup>e</sup>	1 ( 0.9)	54 ( 7.4)	73 (15.5)	79 (27.1)	207 (12.9)	(10.6)	86.96**
Metabolic syndrom <sup>e</sup>	3 ( 2.8)	125 (17.1)	121 (25.7)	93 (31.9)	342 (21.3)	(15.5)	52.26**

%, prevalence, %<sub>adj</sub>: age-adjusted prevalence, <sup>†</sup>: analyzed by Mantel-Haenszel trend test, \*\*: p < 0.01, a: Body mass index ≥ 25 kg/m<sup>2</sup>, b: Fasting plasma triglyceride ≥ 150 mg/dl, c: Fasting plasma HDL cholesterol < 40 mg/dl, d: Systolic blood pressure ≥ 130 mmHg or diastolic blood pressure ≥ 85 mmHg, e: Fasting blood glucose ≥ 110 mg/dl

**Table 4.** Multiple logistic regression analyses for the association of the demographic factors with the metabolic syndrome and its categorized components

Factors	Odds ratio (95% Confidence interval)					
	Obesity	HyperTG	Low HDLC	Hyper tension	Hyper glycemia	Metabolic syndrome
Age	1.051 (1.025-1.078)	1.022 (0.997-1.048)	1.026 (0.994-1.059)	1.036 (1.011-1.061)	1.081 (1.045-1.118)	1.063 (1.033-1.094)
Tenure	0.964 (0.935-0.994)	1.017 (0.986-1.048)	0.979 (0.942-1.019)	1.015 (0.986-1.046)	1.017 (0.976-1.059)	0.993 (0.959-1.028)
Shift work	0.817 (0.635-1.053)	0.857 (0.667-1.100)	0.904 (0.653-1.251)	1.329 (1.038-1.700)	1.079 (0.731-1.593)	0.789 (0.588-1.060)
Alcohol	1.757 (1.317-2.345)	1.656 (1.253-2.188)	0.823 (0.583-1.162)	1.607 (1.234-2.092)	0.991 (0.678-1.449)	1.657 (1.175-2.337)
Ex-smoker	1.543 (1.099-2.165)	1.494 (1.062-2.103)	1.092 (0.662-1.800)	0.880 (0.631-1.227)	0.917 (0.565-1.488)	1.202 (0.802-1.803)
Current smoker	1.119 (0.874-1.433)	1.812 (1.418-2.314)	1.849 (1.327-2.576)	0.881 (0.696-1.114)	0.854 (0.605-1.206)	1.359 (1.017-1.816)
Exercise	0.947 (0.731-1.229)	1.191 (0.919-1.544)	1.387 (0.962-2.000)	0.971 (0.756-1.247)	0.793 (0.558-1.127)	1.037 (0.766-1.403)
Family history	1.231 (0.935-1.621)	1.047 (0.797-1.377)	0.950 (0.658-1.371)	1.298 (0.993-1.697)	0.891 (0.587-1.353)	1.047 (0.758-1.446)

증후군 구성인자별 유병률은 고혈압이 44.9%로 가장 높았으며, 고 중성지방혈증(37.8%), 비만(33.5%), 저 HDL-콜레스테롤혈증(15.7%) 및 공복 시 고혈당(12.9%)의 순이었다. 연령군별 분포를 살펴보면, 비만, 고 중성지방혈증, 고혈압 및 공복 시 고혈당의 유병률은 연령이 많아질수록 유의하게 증가하는 경향을 보였으나, 저 HDL-콜레스테롤혈증은 연령에 따른 차이가 관찰되지 않았다. 조사대상자들의 연령을 보정한 경우 대사증후군의 유병률은 15.5% 이었고, 대사증후군 각 구성요인별 유병률은 고혈압 38.9%, 고 중성지방혈증 32.4%, 비만 29.7%, 저 HDL-콜레스테롤혈증 13.5% 및 공복 시 고혈당 및 대사증후군 10.6%이었다.

### 3. 대사증후군의 위험요인 분석

조사대상자들의 역학적 요인이 대사증후군의 구성인자 및 대사증후군에 미치는 영향을 알아보기 위하여 다변량 로지스틱분석을 실시한 결과는 Table 4와 같다. 즉, 조사대상자들의 역학적 요인 중 연령이 1세 증가함에 따라 대사증후군이 1.063배의 비로 높았으며, 대사증후군의

각 구성요인별로는 비만이 1.051배, 고혈압이 1.036배, 공복 시 고혈당이 1.081배의 비로 증가되었다. 음주자는 비음주자에 비해 대사증후군의 위험도가 1.657배 높았고, 비만, 고중성지방혈증 및 고혈압이 각각 1.757배, 1.656배, 1.607배 높았다. 흡연자는 비흡연자에 비해 대사증후군의 위험도가 1.359배 높았고, 고 중성지방혈증 1.812배 및 저 HDL-콜레스테롤혈증이 1.849배 높았다. 교대근무 여부에 따른 대사증후군의 유병률은 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 고혈압의 위험도가 교대근무자에서 1.329 배 높았다. 근무 년 수, 운동여부, 가족병력 등에 따른 차이는 관찰되지 않았다.

### 4. V-GTP와 대사증후군과의 관계

혈중 V-GTP 수준과 대사증후군과의 관계를 알아보기 위하여 조사대상자들에 있어서 대사증후군의 구성인자 보유수에 따른 혈중 V-GTP가 63 IU/l 이상인 고 V-GTP 혈중 사람의 분포를 조사한 결과 Table 5와 같다. 즉, 대사증후군의 구성인자 보유수가 많아질수록 고 V-GTP 혈중의 유병률이 증가되어, 구성인자가 없는 경우 9.6%,

**Table 5.** Prevalence of high V-GTP ( $\geq 63$  IU/l) by the number of components of the metabolic syndrome in the subjects

Group	0	1	2	$\geq 3$	Total	$\chi^2$ -value <sup>†</sup>
No. of subjects	437	477	348	342	1604	138.9**
No. of V-GTP $\geq 63$ IU/l (%)	142 (9.6%)	78 (16.4%)	101 (29.0%)	148 (43.3%)	369 (23.0%)	

%: prevalence, <sup>†</sup>: analyzed by Mantel-Haenszel trend test, \*\*: p < 0.01

**Table 6.** The risk of the metabolic syndrome and its components according to the serum V-GTP level in the subjects

Items	Group	V-GTP $\geq 63$ IU/l No. (%)	V-GTP <63 IU/l No. (%)	Odds ratio <sup>†</sup> (95% confidence interval)
Obesity	Yes	194 (12.1)	344 (21.5)	2.625 (2.041-3.377)
	No	175 (10.9)	891 (55.5)	
HyperTG	Yes	232 (14.5)	375 (23.4)	3.384 (2.621-4.370)
	No	137 ( 8.5)	860 (53.6)	
Low HDLC	Yes	50 ( 3.1)	201 (12.5)	0.758 (0.533-1.076)
	No	319 (19.9)	1034 (64.5)	
Hypertension	Yes	217 (13.5)	503 (31.4)	1.887 (1.466-2.428)
	No	152 ( 9.5)	732 (45.6)	
Hyperglycemia	Yes	80 ( 5.0)	127 ( 7.9)	2.406 (1.707-3.391)
	No	289 (18.0)	1108 (69.1)	
Metabolic syndrome	Yes	148 ( 9.2)	194 (12.1)	3.345 (2.534-4.416)
	No	221 (13.8)	1041 (64.9)	

%: prevalence

<sup>†</sup>: Adjusted for age, alcohol, smoking, shift work, exercise and family history

1개인 경우 16.4%, 2개인 경우 29.0% 및 3개 이상 있는 경우 43.3%이었다. 또한, 고 V-GTP 혈증이 대사증후군 및 그 구성인자에 미치는 영향 유무를 알아보기 위하여 조사대상자들의 연령, 음주력, 흡연력, 근무형태, 운동 여부 및 가족병력 등을 보정한 상태에서 대사증후군 및 각 구성인자별로 위험도를 산출한 결과, 고 V-GTP 혈증군이 정상 V-GTP 혈증군에 비해 대사증후군의 위험도가 3.345배로 유의하게 높았고, 대사증후군의 구성인자별로 볼 때 비만의 위험도는 2.625배, 고 TG혈증 3.384배, 고혈압 1.887배 및 공복 시 고혈당은 2.406배 등으로 유의하게 증가되었다(Table 6). 저 HDL-콜레스테롤혈증의 경우 통계적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

### 고 찰

일개 철강 사업장 남자 근로자들을 대상으로 한 이번 연구에서 대사증후군의 유병률은 21.3%, 연령보정 유병률은 15.5%이었고, 대사증후군에 영향을 미치는 요인으로는 연령, 음주 및 흡연 등이 해당되었고, 교대근무는 고혈압의 위험요인으로 나타났으며, 근무 년 수, 운동 및 가족병력은 유의하지 않았다. 고 V-GTP 혈증군에서 비만, 고 중성지방혈증, 고혈압, 공복 시 고혈당 그리고 대사증후군의 위험도가 높은 것으로 관찰되었다.

최근까지 보고된 자료 중 연령을 보정한 대사증후군의 유병률은, 본 연구에서 적용한 대사증후군 진단기준과 같은 NCEP-ATP III 기준 중 허리둘레 대신 체질량지수를 비만의 기준으로 하였을 때, 대학병원 건강증진센터 수진자들을 대상으로 보고한 Kim (2002)은 15.1%(남자 15.7%, 여자 14.4%), Park 등(2002)은 13.1%(남자 13.2%, 여자 13.1%), Lym 등(2003)은 18.6%(남자 24.1%, 여자 12.4%)로 본 연구결과와 비슷한 수준이었다. 현재까지 연구·보고된 자료로부터 철강 사업장 근로자와 일반인구 집단 간의 대사증후군 유병률을 직접 비교하기에는 다소 어려움이 있는 것으로 생각되나, 사업장 보건관리의 측면에서 일개 증상군의 유병률이 21.3%라 함은 관리대상 질환군으로서 높은 관심이 필요하다. 근로자 건강검진 자료를 이용하는 연구의 경우 공복이 엄격하게 관리되지 않는 경우 혈당 위양성자가 많아 질 수 있다. 그러나, 이번 연구에서 조사대상자들의 평균 혈당이 99.3 mg/dl로서 병원 건강 검진자 남·녀 15,546명을 대상으로 한 Shin 등(2006)의 연구에서의 평균 혈당 98.56 mg/dl와 비슷하였고, 공복혈당 126 mg/dl 이상의 비율이 4.49%로서 남자 근로자 1,770명을 대상으로 한 Cho 등(2006)의 연구에서의 4.5 %와 비슷하였다.

이번 연구에서 연령군별 대사증후군의 유병률은 30세

미만군이 2.8%, 30~39세군이 17.1%, 40~49세군이 25.7%, 50세 이상군이 31.9%로 연령이 많을수록 증가하였다. 이러한 결과는 연령에 따라 대사증후군의 유병률이 증가한다고 보고한 Kim(2002), Park 등(2002) 및 Lym 등(2003)의 연구결과와 일치한다. 또한 연령은 대사증후군의 구성인자 중 저 HDL-콜레스테롤혈증을 제외한 비만, 고 중성지방혈증, 고혈압 및 공복 시 고혈당의 위험도에 유의한 영향을 주었으며 연령이 1세 많아짐에 따라 대사증후군의 위험도는 1.063배(95% CI: 1.033-1.094)씩 유의하게 증가하는 것으로 추정되었다.

적당량의 음주는 혈중 HDL-콜레스테롤을 높여 심혈관 질환을 예방하는 효과가 있다고 알려져 있지만 지속적인 과음은 중성지방, 혈압 및 공복 시 혈당을 높혀 심혈관 질환이나 당뇨병 발생에 기여하는 것으로 알려져 있다(Lee 등, 1998). 이번 연구에서 음주는 비만, 고 중성지방혈증, 고혈압의 위험도를 유의하게 증가시키는 것으로 나타났으며, 대사증후군의 위험도를 1.657배(95% CI: 1.175-2.337) 증가시키는 것으로 추산되었다. 이번 연구에서 흡연은 대사증후군 구성인자 중 고 중성지방혈증 및 저 HDL-콜레스테롤혈증의 위험요인인 것으로 조사되었으며, 대사증후군의 위험도를 1.359배(95% CI: 1.017-1.816) 증가시키는 것으로 나타났다. 이는 흡연이 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 및 중성지방을 증가시키고, HDL-콜레스테롤을 감소시킨다는 보고(Lee 등, 1998)와 일치되는 결과이다. 비만의 경우 과거 흡연은 비교위험도가 1.543으로 높게 나타나 비만의 위험요인으로 나타났으나 현재 흡연은 통계적으로 유의하지 않았다. 현재 흡연에 비해 과거 흡연에서 비만의 위험도가 높게 관찰된 것은 금연의 효과로서 에너지 섭취량의 증가, 안정시 대사율 저하, 신체 활동량 저하, lipoprotein lipase의 활성도 증가 등(Filozof 등, 2004)으로 일부 이해되고 있으나 향후 좀 더 연구되어야 할 것으로 사료된다.

산업화로 인해 24시간 작업하는 사업장과 근로자가 증가된 현 시점에서 교대근무는 흔한 근무형태가 되었다. 그러나 교대근무는 그 형태와 관계없이 작업시간대의 일시적 변화를 통해 근로자의 생체리듬을 교란시킬 수 있는 한 요인으로 작용할 수 있으며(Park, 1993), 체질량지수의 증가(Parkes, 2002; van Amelsvoort 등, 2004), 고혈압(Sakata 등, 2003), 고 중성지방혈증(Karlsson 등, 2003), 관상동맥질환(Knutsson 등, 1990; Kawachi 등, 1995) 등이 위험요인이 된다고 보고된 바 있다. 그러나 본 연구에서는 교대근무 영향력 분석에서 고혈압의 위험요인(OR: 1.329, 95% CI: 1.038-1.700)으로 나타났으나, 나머지 구성요인과는 통계적으로 유의한 관련성이 관찰되지 않았다. 또한, 규칙적이고 지속적인 운동과 당뇨와 고혈압 등의 가족병력이

대사증후군의 위험요인으로 제시된 바 있으나(Liese 등, 1997; Wamala 등, 1999; Hunt 등, 2000), 이번 연구에서는 통계적으로 유의한 관련성이 관찰되지 않았다. 또한, Choi(2006)은 201명의 생산직 남자 근로자들 상대로 한 연구에서 신체활동량과 같은 건강행태요인이 대사증후군의 예측변수로 제시한 바 있다.

V-GTP는 간담도계질환을 반영하는 민감한 지표로 이용되며, 심장 및 신장 질환, 비만, 갑상선기능항진증 및 바비투레이트 등에 의해 그 활성도가 증가된다(Allen 등, 2000). 또한 V-GTP는 고혈압(Miura 등, 1994; Lee 등, 2002; Lee 등 2004), 제2형 당뇨병(Perry 등, 1998; Lee 등, 2003; Nakanishi 등, 2003), 뇌졸중(Jousilahti 등, 2000)과도 관련이 있다고 보고되어 있으며, 음주의 생화학적인 지표로도 널리 이용되어져 왔다.

이번 연구에서 V-GTP와 대사증후군과의 관련성을 조사한 결과, 고 V-GTP 혈중 유병률은 대사증후군 구성인자의 수와 유의한 양의 상관성이 있는 것으로 관찰되었고, 고 V-GTP 혈중군에서 비만, 고 중성지방혈증, 고혈압 및 공복시 고혈당의 위험도는 각각 2.625배, 3.384배, 1.887배, 2.406배이었고, 대사증후군의 위험도는 3.345 배인 것으로 관찰 되었다.

이러한 결과는 비만에 대해 여러 연구자들에 의해 보고된 V-GTP와 체질량지수와의 관련성에 대한 연구(Rantala 등, 2000; Miyake 등, 2003) 및 간조직내 중성지방 축적과 V-GTP 활성도와와의 연관성에 대한 연구·보고(Braun 등, 1985; Allaway 등, 1988) 등과 일치되는 결과이다. 고혈압의 경우 인슐린을 보정하였을 때 V-GTP와 고혈압 간에는 관련성이 없다고 보고된 바 있으나(Ikai 등, 1995), Yamada 등(1991), Miura 등(1994), Rantala 등(2000) 등 여러 학자들에 의해 V-GTP는 고혈압과 관련성이 있는 것으로 보고되어 있다. 또한 우리나라의 제철소 근로자 8,170명을 상대로 한 Lee 등(2002)과 Lee 등(2004)의 연구에서도 V-GTP와 고혈압 간에 관련성이 있는 것으로 보고된 바 있다. V-GTP는 공복시 고혈당에서 증가되는데 이는 인슐린 부족에 의한 것으로 이해되고 있으며(Watkins 등, 1998; Ishida 등, 2000), Shin 등(2006)은 건강한 남자를 대상으로 한 2년 추적 연구에서 혈중 V-GTP를 당뇨 진단 및 당뇨병의 발생을 예측할 수 있는 민감한 지표로 제시한 바 있다. V-GTP 활성도와 HDL-cholesterol과의 관계에 있어서 알코올 섭취량이 많은 군에서 V-GTP는 HDL-cholesterol과 양의 상관성이 있는 것으로 보고된 바 있으나(Szegedi 등, 2000), 이번 연구에서는 고 V-GTP 혈중과 저 HDL-cholesterol 간에는 관련성이 없는 것으로 관찰되었다. 상술한 기존의 연구·보고와 이번 연구결과로 미루어 볼 때 V-GTP는 대사증후군

구성인자 및 대사증후군 발생을 어느 정도 시사할 수 있는 조기 지표 중 하나로서 그 가능성이 제시된다.

이번 연구는 일개 철강 사업장 근로자를 대상으로 한 단면연구로서 조사대상자가 매우 제한적이며, 위험요인과 대사증후군과의 관계에 있어서도 선후관계가 명확하지 않을 수 있다. 또한, 이번 연구의 자기기입식 설문조사에 의한 정보편견 등이 연구의 제한점으로 작용하였으리라 보이며, 향후 이에 대한 좀 더 보완·연구가 필요하다고 생각한다.

우리나라는 급속한 고령화 및 서구식 생활습관의 만연 등으로 비만, 고 중성지방혈증, 저 HDL-콜레스테롤혈증, 고혈압 및 당뇨의 유병률이 지속적으로 증가되고 있어, 궁극적으로 심혈관계 관련 질환에 의한 사망이 늘어날 것으로 전망되므로 대사증후군의 조기발견을 통한 효율적인 예방 및 관리가 요구되고 있다. 본 연구 결과에 의하면 음주와 흡연 등 개별 근로자의 생활행태 개선을 위한 적극적인 보건교육과 관리가 요구되며, 또한 사업장 건강검진에서 흔히 이용되는 검사항목인 V-GTP가 대사증후군의 조기 색출지표의 하나로서 그 가능성이 제시되었다.

## 요 약

**목적:** 대사증후군은 심혈관계 질환의 이환과 이로 인한 사망률을 증가시키는 것으로 알려져 있으며, 비만, 고 중성지방혈증, 저 HDL-콜레스테롤혈증, 고혈압, 공복 시 고혈당 등에서 3개 항목 이상을 만족한 경우로 정의된다. 간기능 검사 중 V-GTP는 간세포 손상에 대한 생체지표로 흔히 사용되는 검사이며, 고혈압, 제 2형 당뇨병 및 뇌졸중과도 관련이 있음이 밝혀져 있다. 이번 연구에서는 일개 철강 사업장내 근로자들의 대사증후군의 유병률과 위험요인 및 대사증후군과 V-GTP와의 관련성을 알아보았다.

**방법:** 수도권 소재 일개 철강 사업장 남자 근로자 1,604명을 대상으로 대사증후군의 구성요소(체질량지수, 중성지방, HDL-콜레스테롤, 수축기와 이완기 혈압, 공복 시 혈당)와 V-GTP, 교대근무 여부, 음주력, 흡연력, 운동 여부 및 가족병력 등을 조사하여 분석하였다.

**결과:** 일개 철강 사업장 근로자에 있어서 대사증후군의 유병률은 21.3%, 연령 보정 유병률은 15.5%이었다. 대사증후군에 영향을 미치는 역학적 요인은 연령(OR: 1.063, 95% CI: 1.033-1.094), 음주(OR: 1.657, 95% CI: 1.175-2.337) 및 흡연(OR: 1.359, 95% CI: 1.017-1.816) 등 이었고, 교대근무는 고혈압(OR: 1.329, 95% CI: 1.038-1.700)에만 영향을 주었다. 고 V-GTP 혈중군에서 대사증후군의 구성인자인 비만, 고

중성지방혈증, 고혈압 및 공복시 고혈당의 위험도는 각각 2.625, 3.384, 1.887, 2.406이었고, 대사증후군의 위험도는 3.345이었다.

결론: 이번 연구결과로 볼 때, 철강 사업장에서 대사증후군에 대한 적극적인 관리를 위하여 금주와 금연 등 생활태 개선에 위한 보건교육이 요구되었고, V-GTP가 대사증후군의 조기 색출지표로서의 가능성이 제기되었다.

### 참고문헌

- 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* 1998;15:539-53.
- Allaway SL, Ritchie CD, Robinson D. Detection of alcohol-induced fatty liver by computerized tomography. *J R Soc Med* 1988;81:149-51.
- Allen JP, Litten RZ, Fertig JB, Sillanaukee P. Carbohydrate-deficient transferrin  $\gamma$ -glutamyltransferase, and macrocytic volume as biomarkers of alcohol problems in women. *Alcohol Clin Exp Res* 2000;24:492-6.
- Borud O, Mortensen B, Mikkelsen IM, Leroy P, Wellman M. Regulation of gamma-glutamyltransferase in cisplatin-resistant and sensitive colon carcinoma cells after acute cisplatin and oxidative stress exposures. *Int J Cancer* 2000;88:464-8.
- Braun JP, Vuillaume A, Benard P, Rico AG. Enzyme patterns of the organs of the goose. Effects of fattening on liver enzymes. *Ann Rech Vet* 1985;16:293-5.
- Cho JJ, Kim JY, Byun JS. Occupational stress on risk factors for cardiovascular diseases and metabolic syndrome. *Korean J Occup Environ Med* 2006;18:209-20. (Korean)
- Choi ES. The metabolic syndrome and associated risk factors among male workers in an electronics manufacturing company. *Korean J Occup Environ Med* 2006;18:35-45. (Korean)
- Filozof C, Fernandez Pinilla MC, Fernandez-Cruz A. Smoking cessation and weight gain. *Obes Rev* 2004;5:95-103.
- Heinemann L, Heuchert G. Cardiovascular system. In: *Cardiovascular System in Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*. 4th ed. International Labour Office Pub. Geneva. 1998. pp 3.2-4.
- Hunt KJ, Heiss G, Sholinsky PD, Province MA. Familial history of metabolic disorders and the multiple metabolic syndrome: the NHLBI family heart study. *Genet Epidemiol* 2000;19:395-409.
- Ikai E, Ishizaki M, Suzuki Y, Ishida M, Noborizaka Y, Yamada Y. Association between hepatic steatosis, insulin resistance and hyperinsulinaemia as related to hypertension in alcohol consumers and obese people. *J Hum Hypertens* 1995;9:101-5.
- International Obesity Task Force. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. WHO Western Pacific Region. 2000.
- Ishida H, Yamashita C, Kuruta Y, Yoshida Y, Noshiro M. Insulin is a dominant suppressor of sterol 12 alpha-hydroxylase P450(CYP8B) expression in rat liver: possible role of insulin in circadian rhythm of CYP8B. *J Biochem (Tokyo)* 2000;127:57-64.
- Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsen B, Lahti K, Nissen M, Taskinen MR, Groop L. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2001;24:683-9.
- Jousilahti P, Rastenyte D, Tuomilehto J. Serum gamma-glutamyl transferase, self-reported alcohol drinking, and the risk of stroke. *Stroke* 2000;31:1851-5.
- Karlsson BH, Knutsson AK, Lindahl BO, Alfredsson LS. Metabolic disturbances in male workers with rotating three-shift work. Results of the WOLF study. *Int Arch Occup Environ Health* 2003;76:424-30.
- Kawachi I, Colditz GA, Stampfer MJ. Prospective study of shift work and risk of coronary heart disease in women. *Circulation* 1995;92:3178-82.
- Korea National Statistical Office. Statistics of the Cause of Death in Korea, 2005. Korea National Statistical Office. 2006. (Korean, translated by Mun et al.)
- Kim BS. Prevalence of metabolic syndrome for Koreans - among the clients of comprehensive medical examination center in one university hospital. *Korean J Health Prom Dis Prev* 2002;2:17-26. (Korean)
- Kim SH, Lee JN, Leem JH, Hong YC. Effect of commuting time on male worker's serum gamma-glutamyltransferase level. *Korean J Occup Environ Med* 2002;14:418-25. (Korean)
- Knutsson A, Akerstedt T, Jonsson BG. Prevalence of risk factors for coronary artery disease among day and shift work. *Occup Med* 1990;5:391-415.
- Lee DH, Jacobs DR Jr, Gross M, Kiefe CI, Roseman J, Lewis CE, Steffes M. Gamma-glutamyltransferase is a predictor of incident diabetes and hypertension: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study. *Clin Chem* 2003;49:1358-66.
- Lee DH, Ha MH, Kim JR, Gross M, Jacobs DR. Gamma-glutamyltransferase, alcohol, and blood pressure: a four year follow-up study. *Ann Epidemiol* 2002;12:90-6.
- Lee DH, Ha MH, Kim KY, Jin DG, Jacobs DR. Gamma-glutamyltransferase: an effect modifier in the association between age and hypertension in a 4-year follow-up study. *J Hum Hypertens* 2004;18:803-7.
- Lee KS, Park CY, Meng KH, Bush A, Lee SH, Lee WC, Koo JW, Chung CK. The association of cigarette smoking and alcohol consumption with other cardiovascular risk factors in men from Seoul, Korea. *Ann Epidemiol* 1998;8:31-8.



- Liese AD, Mayer-Davis EJ, Tyroler HA, Davis CE, Keil U, Schmidt MI, Brancati FL, Heiss G. Familial components of the multiple metabolic syndrome: the ARIC study. *Diabetologia* 1997;40:963-70.
- Lym YL, Hwang SW, Shim HJ, Oh EH, Chang YS, Cho BL. Prevalence and risk factors of the metabolic syndrome as defined by NCEP-ATP III. *J Korean Acad Family Med* 2003;24:135-43. (Korean)
- Ministry of Labor. Statistics of Industrial Accident in Korea, 2005. Ministry of Labor. 2006. (Korean, translated by Mun et al.)
- Miura K, Nakagawa H, Nakamura H, Tabata M, Nagase H, Yoshida M. Serum gamma-glutamyl transferase level in predicting hypertension among male drinkers. *J Hum Hypertens* 1994;8:445-9.
- Miyake Y, Eguchi H, Shinchi K, Oda T, Sasazuki S, Kono S. Glucose intolerance and serum aminotransferase activities in Japanese men. *J Hepatol* 2003;38:18-23.
- Nakanishi N, Nishina K, Li W, Sato M, Suzuki K, Tatara K. Serum gamma-glutamyltransferase and development of impaired fasting glucose or type 2 diabetes in middle-aged Japanese men. *J Int Med* 2003;254(3):287-95.
- National Cholesterol Education Program-Adults Treatment Panel III. Executive summary of the third report of the national cholesterol education program expert panel on detection evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults. *JAMA* 2001;285:2486-97.
- Park JS. Health management and prevention of occupational fatigue in the shift-workers. Korea Occupational Safety and Health Agency. Incheon. 1993. (Korean, translated by Mun et al)
- Park JS, Park HD, Yun JW, Jung CH, Lee WY, Kim SW. Prevalence of the metabolic syndrome as defined by NCEP-ATP III among the urban Korean population. *Korean J Med* 2002;63:290-8. (Korean)
- Parkes KR. Shift work and age as interactive predictors of body mass index among offshore workers. *Scand J Work Environ Health* 2002;28:64-71.
- Perry IJ, Wannamethee SG, Shaper AG. Prospective study of serum gamma-glutamyltransferase and risk of NIDDM. *Diabetes Care* 1998;21:732-7.
- Rantala AO, Lilja M, Kauma H, Savolainen MJ, Reunanen A, Kesaniemi YA. Gamma-glutamyl transpeptidase and the metabolic syndrome. *J Int Med* 2000;248:230-8.
- Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 1988;37:1595-607.
- Sakata K, Suwazono Y, Harada H, Okubo Y, Kobayashi E, Nogawa K. The relationship between shiftwork and the onset of hypertension in male Japanese workers. *J Occup Environ Med* 2003;45:1002-6.
- Shin JY, Lim JH, Koh DH, Kwon KS, Kim YK, Kim HC, Lee YC, Lee JH, Nam MS, Hong SB, Park SG. Serum gamma-glutamyltransferase levels and the risks of impaired fasting glucose in healthy men: a 2-year follow-up. *J Prev Med Public Health* 2006;39:353-8. (Korean)
- Szegedi A, Muller MJ, Himmerich H, Angheliescu I, Wetzel H. Carbohydrate-deficient transferrin (CDT) and HDL cholesterol (HDL) are highly correlated in male alcohol dependent patients. *Alcohol Clin Exp Res* 2000;24:497-500.
- Trevisan M, Liu J, Bahsas FB, Menotti A. Syndrome X and mortality: a population-based study. *Am J Epidemiol* 1988;148:958-66.
- van Amelsvoort LG, Schouten EG, Kok FJ. Impact of one year of shift work on cardiovascular disease risk factors. *J Occup Environ Med* 2004;46:699-706.
- Wamala SP, Lynch J, Horsten M, Mittleman MA, Schenck-Gustafsson K, Orth-Gomer K. Education and the metabolic syndrome in women. *Diabetes Care* 1999;22:1999-2003.
- Watkins JB, Klaunig JE, Smith HM, Cornwell P, Sanders RA. Streptozotocin-induced diabetes increased gamma-glutamyl-transpeptidase activity but not expression in rat liver. *J Biochem Mol Toxicol* 1998;12:219-25.
- Yamada Y, Ishizaki M, Kido T, Honda R, Tsuritani I, Ikai E, Yamada H. Alcohol, high blood pressure, and serum  $\gamma$ -glutamyl transpeptidase level. *Hypertension* 1991;18:819-26.
- Yokoyama H, Hirose H, Moriya S, Saito I. Significant correlation between insulin resistance and serum gamma-glutamyl transpeptidase (gamma-GTP) activity in non-drinkers. *Alcohol Clin Exp Res* 2002;26:91S-4S.