

## 대사증후군 구성요소와 유기용제 노출과의 관계

김상욱<sup>1,2</sup> · 원종욱<sup>2,3,4</sup> · 지선하<sup>2</sup> · 김치년<sup>2,3</sup> · 박용성<sup>5</sup> · 정우진<sup>2,3,4</sup> · 노재훈<sup>2,3,4,\*</sup>

<sup>1</sup>(재)한국의학연구소 여의도센터, <sup>2</sup>연세대학교 보건대학원, <sup>3</sup>연세대학교 산업보건연구소  
<sup>4</sup>연세대학교 의과대학 예방의학교실, <sup>5</sup>강동 경희대학교 병원

## Relationship between the components of metabolic syndrome and the organic solvent exposure

Sang Wook Kim<sup>1,2</sup> · Jong Uk Won<sup>2,3,4</sup> · Sun Ha Jee<sup>2</sup> · Chi Nyon Kim<sup>2,3</sup>  
Yong Sung Park<sup>5</sup> · Woo Jin Jung<sup>2,3,4</sup> · Jaehoon Roh<sup>2,3,4,\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Medical Institute Yeouido center

<sup>2</sup>Graduate School of Public Health, Yonsei University

<sup>3</sup>Institute for Occupational Health, Yonsei University

<sup>4</sup>Department of Preventive Medicine, Yonsei University

<sup>5</sup>Hospital at Gang-dong, Kyung Hee University

(Received 29 November, 2013; Revised 27 February, 2014; Accepted 12 March, 2014)

### Abstract

The purpose of this study is to detect metabolic syndrome components related to exposure of organic solvent through comparison and analysis of metabolic syndrome components between workers at the workplace exposed to organic solvent (toluene, xylene, styrene) and workers at general workplace. During the period from January to December 2010, the survey was conducted against male workers of 168,769 persons with age group 30-59 completed medical checkup, dividing workers at organic solvent exposed work place and workers of general workplace against which comparisons were carried out about the result of general characteristics, blood test. Whether exposed to organic solvent and exposed period relationship with metabolic syndrome components were identified through execution of multiple logistic regression analysis. The prevalence rate of the metabolic syndrome by age was 15.0% for the 30s, 19.8% for the 40s, 22.9% for the 50s. For the whole workers, the prevalence rate of the metabolic syndrome was 17.4% in exposed workplace and 18.4% in general workplace that was higher than the rate in exposed workplace. Even if age, drinking, smoking, exercise, region and BMI were corrected, the exposure to the organic solvent was the higher the significance of blood pressure and fasting glucose were statistically and also the longer the period of exposure was, the higher the significance of blood pressure was statistically. In this study, the exposure to the organic solvent showed a statistically significant relevance with blood pressure and fasting glucose among the metabolic syndrome components and the period of exposure showed a statistically significant relevance with blood pressure. Further researches should be conducted by prospective cohort study about the organic solvent and the metabolic syndrome components supplementing the defects.

**Keywords** : Organic solvent exposed workers, Metabolic syndrome

---

\*Corresponding author  
Tel : +82-2-2228-1867

E-mail : jhroh@yuhs.ac

## 1. 서 론

대사증후군(metabolic syndrome)이란 복부비만, 혈압 상승, 지질대사 이상, 혈당 상승 등이 함께 동반되어 나타나는 대사적 이상 상태를 말하는데(Isomaa, 2001), 생활양식의 변화로 인해 빠른 증가 추세를 보이고 있다(Park, 2003). 대사증후군의 진단 기준은 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서 1998년 처음 제안한 후 수차례 수정되어 현재는 미국 국립심장, 폐, 혈액 연구원(National Heart, Lung, and Blood Institute)에서 제시한 미국 콜레스테롤 교육 프로그램-성인 치료 패널(III)(National Cholesterol Education Program-Third Adult Treatment Panel, NCEP-ATP III)에 의해 제안된 것이 널리 사용되고 있다. 미국 콜레스테롤 교육 프로그램-성인 치료 패널(III)에 의한 대사증후군 진단기준은 허리둘레, 혈압, 중성지방, 고밀도 콜레스테롤, 공복 혈당 중 3가지 이상 이상소견을 보일 때 대사증후군으로 정의되는데, 국내에서는 미국 콜레스테롤 교육 프로그램-성인 치료 패널(III) 정의를 바탕으로 허리둘레의 기준을 WHO의 아시아인 기준으로 수정하여 주로 사용하고 있다(Lee, 2007).

대사증후군은 제2형 당뇨병과 심혈관계 질환, 유방암, 대장암 등의 발병을 예측하는 유용한 지표로서 사용될 수 있지만(Braun, 2011; Grundy, 2005; Isomaa, 2001), 아직까지 그 기전이 아직 확실하게 밝혀지지 않고 있다(Hong, 1997; Liese, 1997). 대사증후군 발생기전의 가설 중 대표적인 하나로는 대사증후군이 신체 에너지 불균형과 신경영양학적 조절 기능의 상실에 기인한다고 보고 있다(Woods and Seeley, 2005).

대사증후군은 생활습관뿐만 아니라 환경오염물질의 노출과 관련성을 보이고 있다(Albright and Goldstein, 1996; Merker et al., 2006). 벤젠과 크실렌에 고농도로 노출되는 근로자에서 혈압이 높은 것으로 보고되었고(Kotseva and Popov, 1998), 고농도의 스티렌에 노출되는 근로자가 저농도의 스티렌에 노출되는 근로자보다 심혈관계 질환의 발생 위험이 높다는 보고가 있었다(Seppalainen and Harkonen, 1976). 고농도의 스티렌에 노출되는 근로자가 저농도에 노출되는 근로자에 비해 혈당, 인슐린 및 인슐린 저항성이 높다는 연구가 있었다(Heo et al., 2009). 이러한 연구들은 대사증후군 발생에 있어서 유기용제의 노출과 대사증후군의 관련 가능성을 시사해 주고 있다.

그러나 아직까지 유기용제 노출과 대사증후군 위험인자들 간의 인과관계에 대한 많은 연구는 이루어지지 않고 있으며 연구자에 따라 연구결과에 차이를 보이

것도 있어 추가적인 연구가 필요하다. Seppalainen and Harkonen(1976)은 스티렌의 노출수준 이하 수준에 노출되는 근로자에서 대조군보다 심혈관계 이상자가 많았다고 보고한 반면, Edling and Ekberg(1985)은 스티렌의 1/2 TWA 수준 이하에서는 신경행동학 및 기타의 인체영향이 나타나지 않았다고 하였다. Kaukiainen et al.(2006)의 연구에서는 고밀도 콜레스테롤, 공복혈당은 노출군에서 통계적으로 유의하게 높았지만, 중성지방, 인슐린, 혈압의 농도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다고 보고하였다.

이에 본 연구는 전국적으로 수집된 특수건강검진 결과를 활용하여 톨루엔, 크실렌, 스티렌의 노출이 대사증후군 구성요소에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 대상 및 자료수집

2010년 1월부터 12월까지 전국 7개 검진센터에서 건강검진을 받은 30-59세의 남성 근로자 168,769명을 대상으로 하였다. 톨루엔, 크실렌, 스티렌 단일물질에 대하여 특수건강검진을 받은 근로자 5,436명을 노출군으로 하였다. 톨루엔, 크실렌, 스티렌 이외에 다른 유해인자에 대해 중복되어 특수건강검진을 받은 대상을 제외하였다. 대조군은 일반 건강검진을 받은 근로자 163,333명으로 하였다.

나이, 흡연 습관, 음주 습관, 운동 여부, 재직기간 등의 조사항목은 검진기관의 통합 문진표를 통하여 조사하였고, 재직기간을 노출기간으로 사용하였다. 체질량지수(kg/m<sup>2</sup>)는 몸무게(kg)를 키(m)의 제곱으로 나누어 구하였다. 허리둘레는 똑바로 선 자세에서 숨을 내쉬게 한 뒤 배꼽을 지나는 높이에서 측정하였다. 혈압은 수은혈압계로 측정하였으며, 혈액 채취는 8시간 이상 금식 후 실시하였다.

본 연구에서 대사증후군의 정의는 변형된 미국 콜레스테롤 교육 프로그램-성인 치료 패널(III)의 진단 기준에 따라 5가지 대사 이상 항목 중 3가지 이상을 만족시키는 경우로 진단하였다(Grundy, 2005). 첫째, 복부비만은 아시아 태평양 지역의 기준에 따라 허리둘레 수치가 남성에서 90cm 이상인 경우(WHO West Pacific Region, 2000), 둘째, 혈압은 수축기 혈압 수치가 130 mmHg 이상이거나 이완기 혈압 수치가 85 mmHg 이상 또는 혈압약을 복용하는 경우, 셋째, 공복시 혈당 수치가 100 mg/dl 이상 또는 당뇨병으로 약물복용을 하고 있는 경우, 넷째, 중성지방 수치가 150 mg/dl 이상인 경우, 다섯째, 고밀도 콜레스테롤은 남성

에서 40 mg/dl 미만 또는 고지혈증 약물 복용인 경우로 정하였다.

**2.2 자료처리 및 분석방법**

자료 분석은 SPSS v 18.0 통계프로그램을 이용하여 필요한 통계처리와 분석을 실시하였다. 연구대상자를 유기용제 노출사업장 근로자와 일반사업장 근로자로 구분하여 대사증후군 유병률과 대사증후군 위험인자들에 대한 비교를 하였다. 연령, 음주, 흡연, 운동 등 대사증후군의 관련요인에 대한 단변량 분석으로 Chi-square test와 Fisher's exact test를 시행하였다. 유기용제 노출유무와 노출기간이 대사증후군에 미치는 영향을 알아보기 위해 각각 요인을 독립변수로 하고 대사증후군 위험인자들을 종속변수로 하여 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하다.

**3. 결 과**

**3.1 연구대상자들의 일반적인 특성**

연구대상자들은 총 168,769명으로 노출군 5,436명, 대조군 163,333 명이였다. 연령은 30세부터 59세에 걸쳐 분포하였으며, 대조군이 40대 미만 연령군에서 노출군 보다 높은 분포를 보였고, 40대 이상 연령군에서는 대조군 보다 노출군이 높은 분포를 보였으며, 노출군의 평균 연령은 41.26 ± 8.61이고 대조군은 41.88 ± 9.25이었다. 체질량지수는 25 kg/m<sup>3</sup> 미만에서는 노출군이 높았으나 25 kg/m<sup>3</sup> 이상에서는 대조군이 높은 빈도를 보였으며, 노출군은 23.8 ± 2.98 kg/m<sup>3</sup>이고 대조군은 24.43 ± 2.97 kg/m<sup>3</sup> 이었다. 흡연 습관은 현재 흡연자가 노출군 2,481명(45.5%), 대조군 73,674명(43.2%)이었다. 음주 습관은 음주군이 노출군에서 4,579명(83.8%), 대조군에서 141,328명(87.6%)을 차지하여 노출군과 대

**Table 1.** General characteristics of subjects

Characteristics	Non-metabolic syndrome (n = 137,850)		Metabolic syndrome (n = 30,919)	
	Exposed group	Control group	Exposed group	Control group
Age (years)*				
30-39	1965(2.9)	64800(97.1)	387(3.2)	11760(96.8)
40-49	1820(3.5)	50579(96.5)	441(3.4)	12630(96.6)
50-59	569(4.0)	13647(96.0)	227(4.0)	5473(96.0)
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )*				
18.5-22.9	1923(3.6)	51554(96.4)	178(5.1)	3316(94.9)
23-24.9	1406(3.0)	45741(97.0)	249(3.7)	6533(96.3)
≥ 25	1105(3.0)	36121(97.0)	584(2.8)	20059(97.2)
Smoking*				
Non-smoker	1220(3.1)	38736(96.9)	225(3.1)	6929(96.9)
Ex-smoker	1262(3.2)	37604(96.8)	281(2.9)	9360(97.1)
Current smoker	1973(3.3)	57057(96.7)	508(3.6)	13617(96.4)
Drinking*				
No	791(4.4)	17346(95.6)	108(3.7)	2806(96.3)
Yes	3663(3.1)	116050(96.9)	905(3.2)	27100(96.8)
Exercise*				
No	933(2.7)	33594(97.3)	209(2.6)	7734(97.4)
Yes	3521(3.4)	99802(74.8)	804(3.5)	22171(96.5)
Region*				
Seoul	723(1.1)	66460(98.9)	206(1.2)	17342(98.8)
Suwon	140(0.9)	15175(99.1)	42(0.8)	5086(99.2)
Daegu	0(0.0)	6168(100.0)	0(0.0)	1528(100.0)
Busan	768(5.2)	13919(94.8)	207(5.4)	3638(94.6)
Gwangju	1977(23.8)	6340(76.2)	559(19.5)	2312(80.5)

\*p < 0.05 by chi-square test or Fisher's exact test.

**Table 2.** Odds ratios of each component of metabolic syndrome according to exposure of the organic solvent

Characteristics	Exposed group	Control group	Adjusted OR <sup>†</sup>	95% CI
Waist circumference (cm)*	938(17.3)	39,243(24.0)	0.66	0.60-0.72
Blood pressure (mmHg)*	2,121(39.0)	51,312(31.4)	1.18	1.11-1.26
HDL-cholesterol( mg/dl)	717(13.2)	22,091(13.5)	1.02	0.93-1.11
Triglyceride (mg/dl)	2,070(38.1)	66,870(40.9)	0.93	0.88-1.00
Fasting glucose (mg/dl)*	1,609(29.6)	41,529(25.4)	1.44	1.34-1.54
Metabolic syndrome	945(17.4)	29,974(18.4)	1.01	0.93-1.10

n (%); OR, odds ratio; CI, confidence interval.

\*p < 0.05 by multiple logistic regression analysis.

†adjusted by age, BMI, smoking, drinking, exercise and region.

**Table 3.** Odds ratios of exposed duration and each component of metabolic syndrome

Characteristics	Classification <sup>‡</sup>	Adjusted OR <sup>‡</sup> (95%CI)
Waist circumference (cm)	Group I	1.0
	Group II	0.84(0.68-1.04)
	Group III	0.77(0.59-1.00)
	p for trend	0.1415
Blood pressure (mmHg)*	Group I	1.0
	Group II	1.24(1.08-1.44)
	Group III	1.26(1.05-1.50)
	p for trend	0.2893
HDL-cholesterol (mg/dl)	Group I	1.0
	Group II	1.13(0.92-1.40)
	Group III	1.23(0.96-1.56)
	p for trend	0.0479
Triglyceride (mg/dl)	Group I	1.0
	Group II	0.91(0.78-1.05)
	Group III	1.03(0.86-1.23)
	p for trend	0.8456
Fasting glucose (mg/dl)*	Group I	1.0
	Group II	0.77(0.66-0.90)
	Group III	0.83(0.69-0.99)
	p for trend	0.4952
Metabolic syndrome	Group I	1.0
	Group II	0.93(0.76-1.13)
	Group III	0.95(0.75-1.19)
	p for trend	0.5122

OR, odds ratio; CI, confidence interval.

\*p < 0.05 by multiple logistic regression analysis.

‡group: exposed duration is below 10 years, group: exposed duration is between 10 years and 20 years, group: exposed duration is above 20 years.

‡adjusted by age, drinking, smoking, exercise, region and BMI.

조금 모두에서 음주군이 비음주군에 비하여 높은 빈도 (79.4%), 대조군이 141,328명(74.6%)으로 노출군과 대조군 모두에서 운동군이 비운동군에 비하여 높은 빈도를 보였다. 운동 여부에서 운동군은 노출군이 4,271명

보였다. 지역적 분포는 서울, 수원, 대구지역에서는 대조군이 노출군 보다 높은 분포를 보였으며, 부산, 광주지역에서는 대조군 보다 노출군이 높은 분포를 보였다.

대사증후군과 연령, 체질량지수, 흡연습관, 음주습관, 운동 여부, 지역적 요인과의 관련성을 알아보기 위해 단변량 분석한 결과 대사증후군과 대사증후군이 아닌 사람에게 연령, 체질량지수, 흡연습관, 음주습관, 운동 여부, 지역적 요인에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(Table 1).

### 3.2 유기용제 노출에 따른 대사증후군 위험요인의 교차비

유기용제 노출이 대사증후군과 대사증후군의 위험요인에 미치는 영향을 알아보기 위해 연령, 체질량지수, 흡연습관, 음주습관, 운동 여부, 지역적 요인을 보정하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 유의한 요인으로 허리 둘레, 혈압, 공복 혈당이었고, 고밀도 콜레스테롤, 중성지방, 대사증후군이 유의하지 않았다. 허리 둘레는 노출군이 대조군에 비하여 0.66(95% CI 0.60-0.72)으로 유의하게 낮았으며, 혈압과 공복혈당은 노출군이 대조군에 비하여 각각 1.18(95% CI 1.11-1.26), 1.44(95% CI 1.34-1.54)으로 유의하게 높았다. 대사증후군에 대한 교차비는 1.01(95% CI 0.93-1.10)으로 노출군이 대조군에 비하여 높았으나, 통계적으로 유의하지는 않았다(Table 2).

유기용제 노출기간과 대사증후군 위험인자들간의 관계를 알아보기 위하여 노출기간 별로 3개의 그룹으로 나누고 연령, 체질량지수, 흡연습관, 음주습관, 운동 여부, 지역적 요인을 보정하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 노출기간에 따라 10년 미만은 그룹, 10년 이상 20년 미만은 그룹, 20년 이상은 그룹 으로 분류하였다. 허리둘레의 교차비는 그룹 보다 그룹 이 낮아졌고, 그 밖에 혈압, HDL-콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당, 대사증후군은 그룹 보다 그룹 의 교차비가 높아졌다(Table 3).

## 4. 고 찰

본 연구는 유기용제 노출에 따른 대사증후군 영향을 알아보기 위해 톨루엔, 크실렌, 스티렌의 단일물질에 대하여 특수건강진단을 받은 근로자와 일반건강검진을 받은 근로자를 비교 분석하였다. 연령, 체질량지수, 흡연습관, 음주습관, 운동 여부, 지역 요인에 대하여 대사증후군과 대사증후군이 아닌 그룹으로 나누어 단변량 분석한 결과 모든 항목에서 유의한 차이가 있었고, 대사증후군과 유기용제 노출간의 상관관계를 알아보기

위하여 유기용제 노출군과 대조군을 연령, 체질량지수, 흡연습관, 음주습관, 운동 여부, 지역 요인을 보정하여 로지스틱 회귀분석한 결과 혈압, 공복 혈당 항목에서 통계적으로 유의하게 높았다. 유기용제 노출기간이 길어질수록 혈압, 공복 혈당에 대한 교차비가 증가하였다.

2009년 김양현 등의 연구에서 생산직 근로자의 대사증후군 유병률은 14.0%, 사무직 근로자의 대사증후군 유병률은 19.6%이었는데, 이 결과는 이번 연구 결과 노출군 17.3% 대조군 18.4% 와 비교하여 유사한 범위를 확인할 수 있다(Kim, 2009).

본 연구에서 고밀도 콜레스테롤, 중성지방을 제외한 혈압, 공복 혈당이 대조군에 비하여 노출군이 통계적으로 유의하게 높은 결과를 보였고 허리둘레는 노출군이 대조군에 비하여 통계적으로 유의 낮았다. Kotseva and Popov(1998)의 연구에서 석유화학 사업장에서 유기용제에 고농도로 노출되는 경우 그렇지 않은 경우에 비하여 고혈압 유병률이 통계적으로 유의하게 높은 것을 보고하였다. Kaukiainen et al.(2004)의 연구에서 혼합 유기용제에 노출된 근로자가 공복혈당이 통계학적으로 유의하게 증가되었다. Heo et al.(2009)의 연구에서는 스티렌을 취급하는 근로자가 대조군보다 공복혈당이 통계학적으로 유의하게 높았고, Won(2009)의 연구에서 톨루엔, 크실렌, 스티렌이 포함된 혼합 유기용제에 노출되는 근로자에 대한 연구에서 혼합 유기용제 노출은 공복혈당과 인슐린저항성을 증가시킨 것을 보였으며, Kaukiainen et al.(2006)의 연구에서는 유기용제에 노출되는 기간이 길수록 수축기혈압을 유의하게 증가시킨다고 보고하였다. Kim et al.(2008)는 톨루엔, 크실렌, 스티렌 노출과 대사증후군 구성인자와의 상관관계를 살펴본 결과에서 대조군의 허리, 엉덩이 둘레, 복부지방 두께가 노출군보다 통계적으로 유의하게 높았다. 이러한 연구들과 본 연구의 결과를 종합해 볼 때 유기용제의 노출이 혈압, 공복 혈당을 높인다는 일치는 결과를 알 수 있다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 노출군 설정에 있어 유기용제 노출 판단을 측정 자료가 아닌 특수건강진단 자료를 활용하였다. 이는 간접적으로 노출군 추정하는 방식으로 노출군 분류가 잘못 될 가능성이 있다. 그러나 연구대상을 전국적으로 수집하였고, 특수건강진단이 법적 구속력이 있어 비교적 유기용제 사용 유무를 정확히 구분할 수 있다.

둘째, 근로자의 재직기간을 노출기간으로 사용하였다. 이처럼 근로자들이 재직기간 동안 계속 유기용제에 노출되었다고 가정하는 것은 노출이 과대평가 될 수 있다. 그러나 재직기간과 노출기간은 상당한 상관관계

가 있어 노출기간의 대리지표로 사용이 가능하였다.

셋째, 연구대상 선정에 있어서 지역별 산업단지 규모의 차이로 인해 노출군과 대조군 설정지역별 연구대상자 분포의 차이가 있어 연구결과에서 지역적 요인을 통계적 방법으로 보정하였다.

이 연구의 장점으로는 기존 연구들은 일부 사업장 또는 지역에서 조사된 결과를 활용하였으나, 다양한 사업장에서 전국적인 규모로 연구 대상을 선정하여 유기용제 노출과 대사증후군의 관련성에 대하여 연구한 점이다.

#### 4. 결 론

본 연구는 유기용제 노출과 대사증후군 위험인자들의 관련성을 찾아내는 것이 목적으로 노출군과 대조군으로부터 유기용제 노출유무, 노출기간에 따른 대사증후군 위험인자와의 관계를 통계분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 대사증후군 관련 요인을 알아보기 위해 연령, 체질량지수, 흡연습관, 음주습관, 운동 여부, 지역 요인에 대하여 대사증후군과 대사증후군이 아닌 그룹으로 나누어 단변량 분석한 결과 모든 항목에서 유의한 차이가 있었다.

2. 대사증후군과 유기용제 노출기간의 상관관계를 알아보기 위하여 유기용제 노출군과 대조군을 연령, 체질량지수, 흡연습관, 음주습관, 운동 여부, 지역 요인을 보정하여 로지스틱 회귀분석한 결과 혈압, 공복 혈당 항목에서 통계적으로 유의하게 높았다.

3. 유기용제 노출기간이 길어질수록 혈압, 공복 혈당에 대한 교차비는 증가하였다.

본 연구 결과에서 톨루엔, 크실렌, 스티렌의 단일물질에 대하여 특수건강진단을 받은 근로자와 일반건강검진을 받은 근로자간의 대사증후군의 유병률의 통계적 유의한 차이는 없었다. 그러나 대사증후군의 구성요소 중 혈압과 공복혈당은 노출군이 대조군에 비하여 통계학적으로 유의한 수준으로 높았으며, 노출기간이 길어질수록 혈압과 공복혈당의 교차비가 높아졌다. 따라서 유기용제 노출 근로자의 건강관리에 있어 고혈압과 고혈당을 우선적으로 관리할 필요가 있다.

#### References

Albright, J. F., Goldstein, R. A., 1996. Airborne pollutants and the immune system. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery* 114(2), 232-238.

Braun, S., Bitton-Worms, K., LeRoith, D., 2011. The link between the metabolic syndrome and cancer. *International Journal of Biological Sciences* 7(7), 1003.

Edling, C., Ekberg, K., 1985. No acute behavioural effects of exposure to styrene: a safe level of exposure. *British Journal of Industrial Medicine* 42(5), 301-304.

Grundy, S. M., Cleeman, J. I., Daniels, S. R., Donato, K. A., Eckel, R. H., Franklin, B. A., Gordon, D. J., Krauss, R. M., SAverage, P. J., Smith, S. C., 2005. Diagnosis and management of the metabolic syndrome an American Heart Association/ National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement. *Circulation* 112(17), 2735-2752.

Hong, Y., Pedersen, N. L., Brismar, K., de Faire, U., 1997. Genetic and environmental architecture of the features of the insulin-resistance syndrome. *American Journal of Human Genetics* 60(1), 143.

Heo, K. H., Koo, J. W., Won, Y. L., Kim, M. G., Ko, K. S., Lee, M. Y., Kim, T. K., Kim, K. W., 2009. Predictors of metabolic syndrome among shipyard workers and its prevalence. *Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine* 21(3), 209-217.

Isomaa, B., Almgren, P., Tuomi, T., Forsen, B., Lahti, K., Nissen, M., Taskinen, M., Groop, L., 2001. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes care* 24(4), 683-689.

Kaukiainen, A., Martikainen, R., Luoma, K., Taskinen, H., Helin, K., Vehmas, T., 2006. Effect of industrial solvent exposure on blood pressure and liver ultrasound echogenicity. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health* 32, 54.

Kaukiainen, A., Vehmas, T., Rantala, K., Nurminen, M., Martikainen, R., Taskinen, H., 2004. Results of common laboratory tests in solvent-exposed workers. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 77(1), 39-46.

Kim, K. W., Lee, M. Y., Ryu, H. W., KO, K. S., Kim, T. G., Won, Y. L., Heo, K. H., Kim, M. G., 2008. Exposure of hazardous chemicals and metabolic syndrome (I). Center for Occupational Disease Research, Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA.

Kotseva, K., Popov, T., 1998. Study of the cardiovascular effects of occupational exposure to organic solvents. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 71, S87-91.

Lee, S. Y., Park, H. S., Kim, D. J., Han, J. H., Kim, S. M., Cho, G. J., 2007. Appropriate waist circumference cutoff points for central obesity in Korean adults. *Diabetes research and Clinical Practice* 75(1), 72-80.

Liese, A. D., Mayer-Davis, E. J., Tyroler, H. A., Davis, C. E., Keil, U., 1997. Familial components of the multiple

- metabolic syndrome: the ARIC study. *Diabetologia* 40(8), 963-970.
- Lim, W. Y., 2009. (The) Effects of Long Term, Low Level Exposure of Monocyclic Aromatic Hydrocarbons on Worker's Insulin Resistance. Korea University.
- Mutti, A., Falzoi, M., Romanelli, A., Bocchi, M. C., Ferroni, C., Franchini I., 1988. Brain dopamine as a target for solvent toxicity: effects of some monocyclic aromatic hydrocarbons. *Toxicology* 49(1), 77-82.
- Park, Y. W., Zhu, S., Palaniappan, L., Heshka, S., Carnethon, M. R., Heymsfield, S. B., 2003. The metabolic syndrome: prevalence and associated risk factor findings in the US population from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Archives of Internal Medicine* 163(4), 427-436.
- Seppalainen, A. M., Harkonen, H., 1976. Neurophysiological findings among workers occupationally exposed to styrene. *Scand. J. Work Environ. Health* 3, 140-146.
- Health Communications Australia Pty Limited, 2000. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. [cited 2000 August 21]; Available from: URL:[http://www.idi.org.au/obesity\\_report.htm](http://www.idi.org.au/obesity_report.htm)
- The Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES III), 2005. Korea Centers for Disease Control and Prevention.
- Woods, S. C., Seeley, R. J., 2005. Hormonal mediation of energy homeostasis in obesity, diabetes and related disorders. *Drug Discovery Today: Disease Mechanisms* 2(3): 321-326.