

# 저농도 유기용제 노출 사업장 근로자의 심혈관질환 위험인자 변화 추적(2008~2012)

김미애

(주)카프로 건강관리실

## Five Year's Follow-up of the Cardiovascular Disease Risk Factors among the Low Level Organic Solvent Exposure Workers

Kim, Mi-Ae

Health Manager, Capro Corporation, Seoul, Korea

**Purpose:** The objective of the present study was to evaluate the effects of occupational exposure to low dose organic solvents on the prevalence of cardiovascular risk factors. **Methods:** Study design was retrospective cohort study subjected on 191 exposures and 118 controls working in a petrochemical manufacture company. The eight indicators related to CVD risk were followed up for five years from 2008 to 2012. The risk level was compared during the follow up years and subject's characteristics, and the change of risk level were analyzed with repeated measures ANOVA and multiple logistic regression analysis. **Results:** At the start year 2008, the rate over cutoff value (ROCV) of BS ( $p < .001$ ) and mean systolic BP ( $p = .017$ ) were higher in organic solvent exposure group and the others showed no difference. And by the subject's characteristics, odds ratio of the ROCV of BS were higher in organic solvent exposure group and work shift group as 2.51 and 3.07. Comparing the results in 2012 to those of 2008, cardiovascular disease risk in organic solvent exposure group was about 1.5 times higher than that of in the control group. **Conclusion:** Gradual increase in the CVD risk was identified in organic solvent exposure group. However, the risk might be influenced by shift work and bad behaviors rather than organic solvent exposure.

**Key Words:** Cardiovascular disease, Organic solvent, Low dose, 5 years follow-up

## 서론

### 1. 연구의 필요성

국내 총 사망자 중 뇌·심혈관질환으로 인한 사망자는 신생물에 의한 사망자에 이어 2, 3위를 차지하는 주요 건강문제 중 하나이다(Korea National Statistical Office, 2014). 또한 업

무상질환자 중 심혈관질환의 업무상재해 통계를 보면 2010년 전체업무상 질병 사망자 817명 중 뇌·심혈관 질환에 의한 사망자는 354명으로 전체 업무상 질병사망의 43%를 차지하고 있으며(Korea Ministry of Employment and Labor, 2011), 특히 화학물질 취급 사업장 근로자의 연도별 뇌·심혈관 발생 빈도가 타 업종에 비해 높은 결과를 보여주었다.

이러한 뇌심혈관질환은 불균형적인 식습관, 흡연, 신체활

**주요어:** 심혈관질환, 유기용제, 저농도, 5년 추적관찰

**Corresponding author:** Kim, Mi-Ae

Health Manager, Capro Corporation, 108-12 Sapyeong-ro, Nam-gu, Ulsan, Korea  
Tel: +82-52-270-9786, Fax: +82-52-270-9794, E-mail: nka24@hanmail.net

- 이 논문은 제1저자 김미애의 박사학위 논문의 축약본임.

- The article is a condensed from of the 1st author's doctoral dissertation from Inje University.

Received: Oct 1, 2014 / Revised: Nov 24, 2014 / Accepted: Apr 25, 2015

동부족, 고혈압, 비만, 이상지질혈증, 당뇨 등 여러 위험인자에 의해 복합적으로 발생하는 것으로 알려져 있으며 이들 위험인자들은 조절 가능한 요인들로서 적절히 관리함으로써 뇌·심혈관질환의 발생률을 낮출 수 있음이 보고되고 있다 (Goldstein et al., 2011).

그러나 사업장 근로자의 경우 부적절한 생활습관 외에 유기용제 노출과 같은 유해환경이 뇌·심혈관계 질환에 영향을 미칠 수 있어 이에 대한 관심과 고려가 필요한 것으로 알려져 있다. 노출군 대상자가 주로 취급했던 물질인 톨루엔, 벤젠은 대표적인 유기용제로 다양한 건강위해가 보고되고 있다. 유기용제 중 톨루엔은 카테콜아민의 부정맥 효과에 대한 심근의 감수성을 증가시켜 심장 및 혈액 독성을 나타내는 것으로 보고되고 있으며(Kristensen, 1994) 벤젠, 자일렌, 스티렌은 고농도로 노출 시 심부정맥 또는 고혈압 등을 발생시킨다는 연구 결과들이 있다(Kotseva & Popov, 1998). 고농도로 노출되어 급성으로 질환이 발생하는 문제 외에도 장기간 저농도에 노출되는 근로자들은 간손상 외 신경계, 신장계, 피부, 심혈관에 유해한 건강 영향을 미친다(Xiao & Levin, 2000). 유해화학물질에 저농도로 만성적으로 노출된 근로자에게 다양한 건강문제가 발생될 수 있음이 보고되고 있다. 단일 벤젠고리 탄화수소계(monocyclic aromatic hydrocarbons, MAHs) 유기용제의 만성적인 저농도 노출은 신경전달계와 Epinephrine 및 Norepinephrine의 생리적 농도변화를 초래하여 뇌·심혈관질환 위험 진단지표 항목에 영향을 주고 있음이 보고되었으며(Heo et al., 2010), 트리클로로에틸렌 등의 유기용제의 만성적인 저농도 노출에서의 인슐린 저항성이 나타난다고 보고하였다(Goh, Chia & Ong, 1998).

그러나 아직 국내 연구에서는 근로자의 뇌·심혈관 질환 발병 위험 요인을 평가하는데 있어 작업 환경적인 원인이나 유해물질 노출을 고려한 연구는 많지 않으며 특히 유기용제의 만성적 저농도 노출에 대한 뇌·심혈관 질환 위험 요인 연구는 미흡한 실정이다. 국내에서 유기용제의 만성적인 저농도 노출이 뇌·심혈관질환 위험 진단지표 항목에 영향을 주고 있음이 보고되었으나(Heo et al., 2010) 6개월 이상 유기용제에 노출된 그룹을 사례군으로 선정하여 비교하는 사례대조군 연구로 비교적 짧은 기간을 선정하고 있어 실제로 근로자들이 평균적으로 장시간 노출되어 근무하는 기간을 고려하여 추적하는 연구는 부족하였다.

산업안전보건공단은 심혈관 질환 예측과 판단에 의미가 있을 수 있다는 견해로 “직장에서의 뇌·심혈관 질환 예방을 위한 발병위험도 평가” 가이드라인을 만들고 적극 활용하도록

권고하고 있다(KOSHA CODE H-11-2004 [Korea Occupational Safety & Health Agency]). 대상 사업장은 2008년부터 뇌·심혈관 질환 발병위험도 평가를 시행하였으며, 발병위험도 평가 결과에 따른 건강증진 및 사후 관리 프로그램을 실시하고 있었다.

이에 본 연구에서는 2008년에서 2012년까지 5년간 유기용제에 노출된 근로자를 후향적으로 추적하여 유기용제 노출여부가 근로자의 뇌·심혈관 질환 위험요인인 체질량지수, 허리둘레, 혈압, 혈당, 중성지방, 총콜레스테롤, 고밀도지단백콜레스테롤, 저밀도지단백콜레스테롤에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 이는 근로자 개인이 가지고 있는 뇌·심혈관질환 건강문제 요인을 교정하는 것 외에도 업무 관련 위험 요인을 파악하여 근로자의 작업환경 관련 뇌·심혈관 질환 예방을 위한 기초자료로 활용하고자 함이다.

## 연구방법

### 1. 연구설계

유기용제 취급 근로자를 대상으로 유기용제 노출 여부가 뇌·심혈관질환 위험 요인에 미치는 영향을 5년간 추적·관찰한 후향적 코호트 연구이다.

### 2. 연구대상 및 자료수집

연구대상은 A석유화학공단의 석유화학제품을 제조하는 유기용제 취급 근로자들 중 2008년도부터 2012년까지 KOSHA CODE H-11-2004 (Korea Occupational Safety & Health Agency)에 의해 2년에 1회 대학병원 산업의학 센터에 의뢰한 뇌·심혈관 질환 발병위험도를 실시한 근로자 345명 중, 2009년도부터 2012년도까지 퇴직한 근로자 36명과 사무직 여자 근로자 5명을 제외한 남성근로자 총 309명이었다. 이들 중 단일물질로 벤젠, 톨루엔, 혼합 유기화합물을 취급하는 근로자 191명을 노출군으로, 사무직 근로자 118명을 대조군으로 하였다.

자료는 발병위험도 평가 시 사용된 진단 지표검사 결과와 설문조사로 수집하였으며 평가전에 연구목적, 방법 및 활용 등에 대해 설명 후 본 연구참여에 대한 서면 동의서를 받았다. 유기용제 노출 수준은 고용노동부 기준의 유기용제 공기 중 농도와 뇨중 대사산물로 측정하였다.

### 3. 연구도구

2008년 4월 2일부터 4월 30일까지의 최초 발병위험도 평가 기간 동안 일반적 특성(질병력, 수술력, 가족력), 건강행위 특성(흡연, 음주, 운동, 약물복용, 식이습관), 작업환경 특성(근무형태, 근무기간, 유해환경 노출 여부)을 조사하였다.

8개 뇌·심혈관질환 위험요인의 비정상 구분 진단 기준은 체질량지수(BMI)는  $25 \text{ kg/m}^2$  이상, 허리둘레(WC)는 90 cm 이상, 혈압(BP)은 140/90 mmHg 이상, 공복혈당(FBS)은 110 mg/dL 이상, 중성지방(TG)은 150 mg/dL 이상, 총콜레스테롤(TC)은 200 mg/dL 이상, 고밀도지단백콜레스테롤(HDL-C)은 40 mg/dL 미만, 저밀도지단백콜레스테롤(LDL-C)은 130 mg/dL 이상을 기준치 초과로 판정하였다.

뇌·심혈관 질환 발병위험도 평가 수준은 KOSHA CODE H-11-2004 (Korea Occupational Safety & Health Agency)에 따라 3단계로 나누어 평가하였다. 1단계는 먼저 고혈압 여부와 정도를 판정하는 것으로 140~159/90~99 mmHg 를 경증(1도 고혈압), 160~179/100~109 mmHg 를 중등도(2도 고혈압), 180/110 mmHg 이상 중증(3도고혈압)으로 분류하였다. 2단계는 고혈압(1~3도), 55세 이상, 흡연, TC 240 mg/dL 이상, LDL-C 160 mg/dL 이상, HDL-C 40 mg/dL 미만, 심혈관 질환 가족력, BMI  $30 \text{ kg/m}^2$  이상, 심방세동 등의 위험인자 하나 보유당 1점씩을 더하고, HDL-C 60 mg/dL 이상은 1점을 감하여 평점을 계산하였다. 좌심실비대, 단백뇨, 죽상경화증, 고혈압성 망막증, 당뇨병, 뇌혈관 질환, 심혈관 질환, 말초혈관 질환, 신장 질환 등의 표적장기 손상과 동반 질병상태를 파악한 후, 3단계는 이상의 결과를 종합하여 최종 판정으로 정상군, 저위험군(1도 고혈압이면서 위험인자가 없을 때), 중등도위험군(2도 고혈압 이거나 위험인자 1~2개, 표적장기 손상이 없을 때), 고위험군(3도 고혈압 이거나 위험인자가 3개 이상, 표적장기 손상이 있을 때)의 4군으로 평가하였다.

벤젠, 톨루엔, 혼합 유기화합물의 공기중 노출 수준은 2008년 3월 28일부터 4월 1일까지와 2012년 3월 21일부터 4월 17일까지 2회 측정된 평균치를 사용하였다. 저유량 개인시료 포집기를 이용하여 근로자의 호흡구에서 6시간 이상 포집하였다. 측정은 전문기관에 의뢰하여 불꽃이온화검출기(FID) 가스크로마토그래피로 분석하였다.

대사산물 배설량은 2008년 3월 28일 부터 4월 1일까지 와 2012년 3월 28일 부터 4월 1일까지 2회 측정된 평균치를 사용하였다. 해당 취급 근로자의 작업종료 시점에 소변을 채취한 후 측정하였으며 벤젠의 대사산물 Muconic Acid (MA), 톨루

엔 대사산물인 Hippuric Acid (HA)를 각각 의뢰기관인 산업의학 센터에서 분석하였다. HA는 노중 크레아티닌 치로 보정한 결과를 사용하였다.

### 4. 자료분석

Predictive Analytics Software (PASW, ver. 21.0, SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA)을 이용하여 관찰 시작연도의 유기용제 노출군과 대조군의 일반적 특성 및 뇌·심혈관질환 위험요인 비교는  $\chi^2$  test와 t-test로 분석하였다. 유기용제 노출군의 공기중 노출 수준 및 노중 대사산물의 특성은 평균과 표준편차로 기술하였으며, 특성별 위험요인 수준 비교와 변화는 로지스틱회귀분석을 실시하였으며, 관찰시작 연도에 유의한 차이를 보인 공복혈당의 위험요인 수준 연도별 변화는 반복측정분산(RM-ANOVA)으로 분석 하였다. 뇌·심혈관 질환 발병 위험도 수준은 2008년도 기준으로 1단계 및 2단계 상승을 종속변수로, 제 특성과 노출 여부를 독립변수로 하여 다중로지스틱회귀 분석을 시행하였다. 통계적 유의성의 판단기준은  $\alpha = .05$ 로 하였다.

## 연구결과

### 1. 일반적 특성 및 근무 특성

대상 근로자들은 대부분(97%) 기혼자였고 40대가 74%로 평균연령은 43.8세였으며, 노출군의 평균연령이 대조군보다 낮았다( $p = .079$ ). 노출군의 96%가 고졸, 대조군의 43%가 대졸 이상으로 두 군간 교육수준이 차이를 보였다( $p < .001$ ). 평균근무기간은 18.8년으로 노출군이 대조군 보다 약간 짧았으며, 노출군의 99%, 대조군의 27%가 교대근무를 하였다( $p < .001$ )(Table 1).

### 2. 관찰시작 연도(2008년)의 뇌·심혈관 질환 위험요인 기준치 초과율

관찰시작 연도인 2008년의 주요 심혈관 질환 위험요인 분포에서 기준치 초과율은 WC, BP, FBS, TC, LDL-C는 노출군이 BMI, TG, HDL-C는 대조군이 각각 높았으며 공복혈당( $p < .001$ )과 수축기혈압( $p = .017$ )이 유의한 차이를 보인 것을 제외하고는 대부분에서 유의한 차이가 없었다(Table 2).

**Table 1.** General and Job Characteristics of the Subjects

(N=309)

Characteristics	Categories	Total	Exp. (n=191)	Cont. (n=118)	p
			n (%)	n (%)	
Age (year)	≤ 39	55 (17.8)	33 (31.3)	22 (18.6)	.002
	40~49	230 (74.4)	151 (79.1)	79 (66.9)	
	≥ 50	24 (7.8)	7 (3.7)	17 (14.4)	
	M±SD (range)	43.8±5.0 (26~51)	43.4±5.0 (26~51)	44.4±4.9 (32~51)	
Education	High school	240 (77.7)	183 (95.8)	57 (48.3)	< .001 <sup>†</sup>
	College	16 (5.2)	6 (3.1)	10 (8.5)	
	≥ University	53 (17.2)	2 (1.0)	51 (43.2)	
Marriage	Married	300 (97.1)	184 (96.3)	116 (98.3)	.491 <sup>†</sup>
	Single	9 (2.9)	7 (3.7)	2 (1.7)	
Work duration (year)	≤ 20	248 (80.3)	169 (88.5)	79 (66.9)	< .001 <sup>†</sup>
	21~30	54 (17.5)	17 (8.9)	37 (31.4)	
	≥ 31	7 (2.3)	5 (2.6)	2 (1.7)	
	M±SD (range)	18.8±5.2 (3~33)	18.5±5.0 (3~31)	19.2±5.6 (9~33)	
Work shift (n=303)	No	84 (27.7)	2 (1.0)	82 (73.2)	< .001 <sup>†</sup>
	Yes	219 (72.3)	189 (99.0)	30 (26.8)	

Exp.=exposed group; Cont.=control group; p by  $\chi^2$  test; p<sup>†</sup> by t-test; p<sup>†</sup> by Fisher's exact test.**Table 2.** Base Line (2008 year) Cardiovascular Risk and Abnormal Rate

Variables	Categories	Total (n=309)	Exp. (n=191)	Cont. (n=118)	p
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	≥ 25	100 (32.4)	61 (31.9)	39 (33.1)	.839
		24.0±2.4	24.1±2.5	23.9±2.3	
WC (cm)	≥ 90	49 (15.9)	34 (17.8)	15 (12.7)	.234
		83.7±6.4	84.0±6.5	83.2±6.2	
SBP (mmHg)		129.9±10.3	131.0±10.5	128.2±9.8	.017 <sup>†</sup>
DBP (mmHg)		82.3±7.9	82.5±8.5	81.8±6.8	.417 <sup>†</sup>
BP (mmHg)	≥ 140/90	19 (6.1)	15 (7.9)	4 (3.4)	.113
FBS (mg/dL)	≥ 110	70 (22.7)	54 (28.3)	16 (13.6)	.003
		102.9±20.5	106.2±22.9	97.7±14.3	
TG (mg/dL)	≥ 150	136 (44.0)	83 (43.5)	53 (44.9)	.802
		166.2±107.6	164.3±104.0	169.3±113.5	
TC (mg/dL)	≥ 200	82 (26.5)	52 (27.2)	30 (25.4)	.728
		182.8±31.9	182.4±30.5	183.5±34.0	
HDL-C (mg/dL)	< 40	49 (15.9)	26 (13.6)	23 (19.5)	.169
		51.9±13.1	52.5±13.0	50.8±13.3	
LDL-C (mg/dL)	≥ 130	35 (11.3)	25 (13.1)	10 (8.5)	.214
		97.7±31.1	96.95±30.0	98.8±32.8	

Exp.=exposed group; Cont.=control group; p by  $\chi^2$  test; p<sup>†</sup> by t-test; BMI=body mass index; WC=waist circumference; SBP=systolic blood pressure; DBP=diastolic blood pressure; BP=blood pressure; FBS=fasting blood sugar; TG=triglyceride; TC=total cholesterol; HDL=high density lipoprotein; LDL=low density lipoprotein.

### 3. 노출군의 유기용제 공기중 노출 수준 및 대사산물 농도

공기 중 유기용제의 노출 수준은 벤젠은 0.000~0.410 ppm, 톨루엔은 0.000~0.704 ppm, 혼합 유기화합물은 0.000~0.788 ppm이었으며, 뇨중 대사산물 농도는 류코산은 평균 0.092

mg/g creatinine, 최대 0.910 mg/g creatinine 까지, 마뇨산은 평균 0.067 g/g creatinine, 최대 0.600 g/g creatinine까지였다. 이 농도는 모두 노동부 허용기준치 미만의 낮은 농도의 노출수준이었다(Table 3).

**Table 3.** Concentrations of Ambient and Urinary Metabolites in Exposed Workers

(N=199)

Chemical	Categories (Threshold limit value)	M±SD	Range
Benzene	Exposure (1 ppm)	0.092±0.172	0.000~0.410
	Muconic acid (1,0 mg/g creatinine)		0.000~0.910
Toluene	Exposure (100 ppm)	0.067±0.140	0.000~0.704
	Hippuric acid (2,5 g/g creatinine)		0.000~0.600
Mixed solvent	Exposure (ppm)		0.000~0.788

**4. 관찰 연도와 대상자 특성에 따른 뇌·심혈관 질환 위험인자 기준치 초과율 비교**

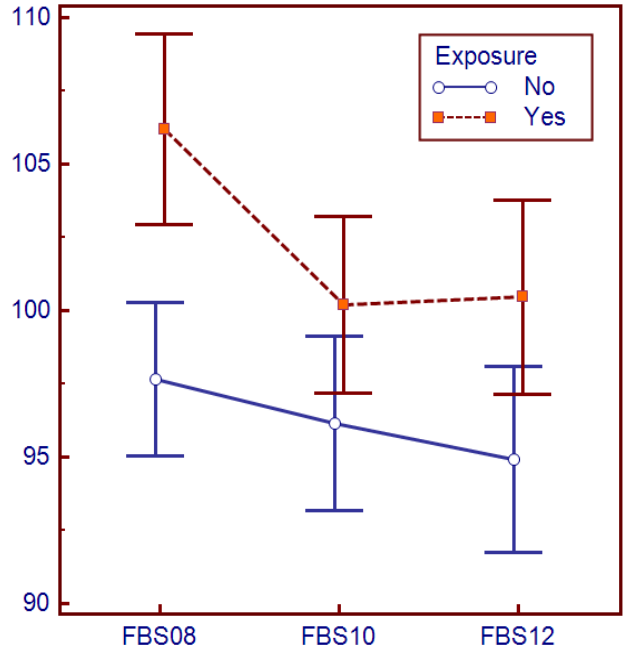
연도별로는 2008년 기준으로 BMI 초과율(>25 kg/m<sup>2</sup>)은 2010년 1.11배, 2012년 1.31배 높아졌으나 유의한 차이는 아니었고, BP 초과율(≥140/90 mmHg)은 2010년 7.63배, 2012년 3.24배로 2010년에 크게 높아졌다가 2012년에는 다시 낮아졌지만 여전히 2008년에 비해 유의하게 높았다. 반면, FBS 초과율(≥110 mg/dL)은 2010년 0.61배, 2012년 0.63배, TG 초과율(≥150 mg/dL)은 2010년 0.54배, 2012년 0.46배 유의하게 낮아졌다. TC 초과율(≥200 mg/dL)은 2010년 2.45배, 2012년 3.21배, LDL-C 초과율(≥130 mg/dL)은 2010년 5.61배, 2012년 8.97배로 유의하게 높아졌고, HDL-C 기준치 초과율(<40 mg/dL)은 2010년 0.77배로 낮아졌다가 2012년 다시 1.12배로 높아졌지만 유의한 증가는 아니었다.

대상자 특성별 비교에서는 노출군이 대조군 보다 FBS 초과율 2.51배, 교대 근무군에서 교대근무를 안하는 군보다 FBS 초과율 3.07배, 과거질병력 있는 군에서 없는 군보다 BMI 초과율 2.40배, WC 초과율 3.03배, BP 초과율 3.85배, FBS 초과율 2.60배, TC 초과율 1.93배 유의하게 높았고, 식사를 규칙적으로 하는 군에서 하지 않는 군보다 FBS 초과율이 0.46배 유의하게 낮았다.

노출군에서 대조군 보다 BP 초과율 2.43배, LDL-C 초과율 1.63배 높았지만 통계적으로 유의한 차이는 아니었고, 그 외 다른 특성별 기준 초과율은 유의한 차이가 없었다(Table 4).

**5. 공복혈당의 위험요인 수준의 관찰연도별 변화**

2008년, 2010년, 2012년 총 3회 측정의 공복혈당 변화에 대한 반복측정 분산분석(RM-ANOVA)의 결과는 Figure 1과 같다. 노출군과 대조군 간에 유의한 차이가 있었고(p=.003), 두 군 모두에서 유의하게 감소하였으며(p<.001), 노출 여부



Between group (case, control) p=.003, Within the group (Change in the corresponding group by the measurement year) p<.001, Interaction (group and measurement year) p=.122

**Figure 1.** RM-ANOVA Results of FBS Change.

와 측정 연도를 동시에 고려하여 판정한 결과(interaction)에서는 노출군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었다(p=.122) (Figure 1).

**6. 뇌·심혈관 질환 발병위험도 위험수준 분포 및 변화**

뇌·심혈관 질환 발병위험도 고위험군은 대조군 보다 약 1.5배 높았으나 2008년(p=.185), 2012년(p=.08) 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었으며 2008년과 2012년의 비교에서 뇌·심혈관 질환 발병위험도 위험수준 증가율도 노출군과 대조군 간에 거의 차이가 없었다(Table 5).

**Table 4.** Cardiovascular Risk Change by the Subjects' Characteristics after Five Years (Over criteria's OR, 95% CI)

Variables	Categories	BMI (≥ 25 kg/m <sup>2</sup> )	WC (≥ 90 cm)	BP (≥ 140/90 mmHg)	FBS (≥ 110 mg/dL)	TG (≥ 150 mg/dL)	TC (≥ 200 mg/dL)	HDL-C (< 40 mg/dL)	LDL- (≥ 130 mg/dL)
Groups	Cont.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Exp.	0.95 (0.58~1.55)	1.49 (0.77~2.87)	2.43 (0.79~7.50)	2.51 (1.36~4.64)*	0.94 (0.59~1.50)	1.10 (0.65~1.85)	0.65 (0.35~1.20)	1.63 (0.75~3.52)
Measurement year	2008	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	2010	1.11 (0.79~1.55)	1.33 (0.88~2.01)	7.63 (4.53~12.86)*	0.61 (0.41~0.92)*	0.54 (0.39~0.75)*	2.45 (1.75~3.43)*	0.77 (0.49~1.21)	5.61 (3.69~8.52)*
	2012	1.31 (0.94~1.82)	1.25 (0.83~1.90)	3.24 (1.87~5.61)	0.63 (0.42~0.94)*	0.46 (0.33~0.64)*	3.21 (2.29~4.50)*	1.12 (0.74~1.72)	8.97 (5.91~13.61)*
Work duration (year)	≤ 20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	≥ 20	0.85 (0.46~1.56)	1.40 (0.68~2.87)	0.75 (0.21~2.66)	0.80 (0.40~1.61)	0.86 (0.49~1.51)	1.33 (0.72~2.45)	1.59 (0.79~3.24)	1.24 (0.55~2.87)
Education	High school	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	College	0.67 (0.21~2.13)	-	-	0.20 (0.03~1.51)	1.33 (0.48~3.66)	0.63 (0.18~2.30)	0.78 (0.17~3.59)	0.49 (0.06~3.81)
	≥ University	0.86 (0.45~1.65)	0.58 (0.24~1.46)	0.51 (0.12~2.30)	0.52 (0.23~1.17)	1.19 (0.65~2.16)	1.09 (0.56~2.11)	1.28 (0.59~2.76)	0.76 (0.28~2.06)
Work shift	No	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Yes	1.05 (0.61~1.80)	1.99 (0.89~4.48)	1.08 (0.38~3.09)	3.07 (1.45~6.53)*	0.93 (0.56~1.54)	1.18 (0.66~2.12)	1.10 (0.54~2.25)	1.98 (0.79~4.97)
Alcohol intake	No	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Yes	1.02 (0.42~2.45)	1.42 (0.41~4.93)	1.62 (0.21~12.70)	1.73 (0.29~1.83)	0.84 (0.37~1.90)	0.62 (0.26~1.45)	0.73 (0.26~2.06)	0.93 (0.26~3.29)
Meal	Irregular	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Regular	0.89 (0.55~1.43)	0.45 (0.23~0.88)*	0.92 (0.36~2.36)	0.46 (0.26~0.82)*	0.81 (0.52~1.28)	1.14 (0.68~1.89)	0.86 (0.46~1.59)	0.83 (0.41~1.70)
Past history	No	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Yes	2.40 (1.36~4.21)*	3.03 (1.57~5.85)*	3.85 (1.49~9.92)*	2.60 (1.43~4.73)*	1.59 (0.91~2.76)	1.93 (1.08~3.47)*	1.68 (0.84~3.36)	1.38 (0.61~3.11)

Exp. =exposed group; Cont. =control group; OR=odds ratio; 95% CI=95% confidence interval; BMI=body mass index; WC=waist circumference; BP=blood pressure; FBS=fasting blood sugar; TG=triglyceride; TC=total cholesterol; HDL=high density lipoprotein; LDL=low density lipoprotein; \**p*<.05.

**Table 5.** Cardiovascular Risk Level and Changes by the Exposure

Variables	Groups	n (%)	OR (95% CI)	p
Higher CVD Risk in 2008	Exp. (n=191)	44 (23.0)	1.56 (0.86~2.83)	.185
	Cont. (n=118)	19 (16.1)	1.00	
Higher CVD Risk in 2012	Exp. (n=191)	124 (64.9)	1.56 (0.98~2.49)	.080
	Cont. (n=118)	64 (54.2)	1.00	
CVD Risk Level Change (2008 vs 2012)				
One step risk upgrade	Exp. (n=191)	121 (63.4)	1.03 (0.64~1.65)	.993
	Cont. (n=118)	74 (62.7)	1.00	
Two step risk upgrade	Exp. (n=191)	47 (24.6)	0.92 (0.54~1.55)	.848
	Cont. (n=118)	31 (26.3)	1.00	
Three step risk upgrade	Exp. (n=191)	7 (3.7)	1.08 (0.31~3.79)	.850
	Cont. (n=118)	4 (3.4)	1.00	

Exp.=exposed group; Cont.=control group; OR=odds ratio; 95% CI=95% confidence interval; adjusted by baseline subject's characteristics (age, education, work duration, work shift, alcohol, meal regularity, past history); p by  $\chi^2$  t-test.

## 논 의

본 연구결과 대상자의 평균연령이 43.8세로 높고, 근무기간이 19년으로, 고용노동부(Korea Ministry of Employment and Labor, 2011) 조사에 의하면 우리나라 전체 근로자들의 근무연수가 6년으로 보고된 결과와 비교하면 본 연구대상 사업장은 장기 근무자가 높게 분포하고 있는 것을 알 수 있다. 유기용제의 노출기간이 뇌·심혈관 질환의 위험 인자와 관련이 있는 것으로 보고(Kaukiainen et al., 2004)되고 있으므로 장기 근무 유기용제에 노출되는 근로자에 대한 각별한 관심이 요구된다.

2008년도 관찰 시작년도의 심혈관 질환 위험 요인 수준인 임상검사 진단지표 BMI, WC, SBP, DBP, BP, FBS, TG, TC, HDL-C, LDL-C의 수준은 만성적인 유기용제 노출 근로자를 대상으로 한 Heo 등의 연구(2009)에서 SBP, HDL, TC, FBS가 노출군에서 유의한 증가를 나타냈는데 본 연구에서는 SBP, FBS가 노출군에서 유의한 증가를 보였다.

노출군의 위험요인 초과율은 같은 진단 기준으로 비교하였을 때, 2011년도 국민건강영양조사 결과의 40대 남자 BMI 42.6%, HBP 31.2%, TC 10.4%, 전자 제조업체 남성근로자(Choi, 2005) TG 48.3%, FBS 2.5%, 철강사업장 근로자(Mun et al, 2007) TG 42.3% FBS 15.5% 등에 비해 본 연구에서는 TG와 TC는 비슷한 수준이었으나 FBS 28.3%는 타 연구보다 크게 높았다. 유병률이 특히 높은 위험요인에 대한 우선적 관리는 사업장 단위의 뇌·심혈관질환 예방에 중요한 목표가 될 수 있다.

2008년, 2010년, 2012년 총 3회 측정의 대상자 특성별 심혈관질환 위험요인 기준치 초과율의 단변량 분석에서 근무기간, 노출, 교육, 교대근무, 음주, 식습관, 과거질병력의 독립변수들을 보정한 뇌·심혈관질환 위험 진단지표 인자는 FBS에서 교대근무 3.07배, 노출여부 2.51배, 과거질병력 2.60배 유의하게 높았고, 식사를 규칙적으로 하는 군에서 0.46배 유의하게 낮았다. 공복혈당 유병률이 노출군에서 유의하게 높게 나타난 결과는 국내연구가 많지 않기 때문에 상대적 비교는 어려우나 스테렌 취급 근로자를 대상으로 한 연구에서 공복혈당이 유의하게 높게 나타난 결과와 같았다(Heo, 2008). Kaukiainen (2004) 등은 혼합 유기용제 노출 근로자에게 대조군보다 공복혈당이 유의한 증가를 보고하였고, 저농도 TCE (Trichloro-ethylene) 노출 근로자에게 인슐린 저항성을 초래하여 혈당을 상승 시키는 연구결과가 있다(Goh et al., 1998). 이러한 결과들은 유기용제의 노출이 간기능을 저하시키고(Chen et al., 1997), 간기능의 저하는 간에서 당의 생성과 대사의 불균형을 일으켜 결과적으로 인슐린 저항성을 초래하는 것으로 설명하고 있다(Boden, 1996).

과거질병력 있는 군에서 BMI 초과율 2.40배, WC 초과율 3.03배, BP 초과율 3.85배, FBS 초과율 2.60배, TC 초과율 1.93배 유의하게 높았는데 대사증후군에 영향을 미치는 생활습관 행위는 흡연, 운동, 과거병력 등이 있고(Kim, 2007), 비만 과거질병력이 있는 경우 고혈압, 당뇨 같은 생활습관 병과 특히 밀접한 관련을 보이는 것으로 나타났다(Lee, 2000). 식사를 규칙적으로 하는 군에서 공복혈당 유병률이 낮은 것은 규칙적인 식사패턴은 혈당조절에 중요한 요인 중 하나이며,

불규칙한 식사는 저혈당과 고혈당을 반복적으로 일으켜 혈당 조절을 어렵게 한다(Ahn et al., 2008) 따라서 대상자들이 건강행위로 교정 가능한 비만 및 신체활동과 식이요법 등을 관리하도록 함으로써 생활습관 중재가 뇌·심혈관질환 발병을 예방할 수 있다고 할 수 있다.

FBS는 노출군에서 최초 관찰년도 부터 비정상률 변화가 유의하게 높게 나타난 결과를 보였으며, 2008년도 이후 총 3회 측정의 반복측정분산 분석 결과 에서도 대조군 보다 유의하게 높았다. 만성적인 저농도 유해화학물질의 노출은 생체내 항상성 조절인자의 변화를 초래할 수 있으므로 개인보호구 착용 등의 방법으로 체내 흡수량을 최소화시키는 것이 심혈관계 질환의 위험을 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다(Heo et al., 2010). 또한 공복혈당은 유해화학물질 노출 근로자의 심혈관 질환 위험요인의 가장 우선순위로 관리 하여야 하며 교대근무, 과거병력, 식이습관 등의 생활습관 관리와 함께 근무환경 등을 고려한 건강증진 프로그램을 중재하여 할 것으로 보인다.

뇌·심혈관 질환 발병위험도 분류 결과, 나타난 고위험군은 노출군이 높게 나타났으며 위험수준 1단계 증가율이 노출군에서 1.03배 높았으나 통계적으로 의미 있지 않았으며 2단계 이상 및 3단계 증가율이 거의 차이가 없었던 것은 질병관리에 서 조기의 보다 적극적인 개입 및 관리가 중요하다는 것을 의미한다. 음주를 하는 경우 0.40배 오히려 낮았는데 음주가 심혈관계 질환 위험요인에 미치는 영향은 복잡적이고 다양하게 보고되고 있다. 적절한 알코올섭취는 심혈관계 질환에 대하여 예방 효과를 가진다고 알려져 있지만 다량의 알코올섭취는 혈압을 높이고 평균 공복혈당을 높여 심혈관계 질환 및 당뇨병의 발생이 증가한다(Suh, Shaten, Culter, & Kuller, 1992).

Goezte 등이 발표한 전체근로자 43,000명의 근로자중 고위험군 4,586명을 대상으로 위험요인과 위험도 점수 조사 후 생활습관 교정 및 의학적 중재를 실시하여 대조군과 비교한 결과 흡연, 음주, 운동, 식습관, 혈압, 혈당 등의 전반적인 위험도가 감소하였다(Goetzel, 2002). 본 연구대상자들도 초기 관찰연도에 노출군에 증가를 보였던 요인들에 대한 운동, 식습관 등의 생활습관 중재와 의학적 중재가 즉각적으로 시행되어 공복혈당, 중성지방이 뚜렷한 감소효과를 보였다.

이러한 결과들을 볼 때 대상 근로자들의 작업환경이나 위험요인 수준들의 임상 진단지표 변화와 건강수준을 주기적으로 평가하여 노출군의 차이를 보이는 요인들에 대한 집중관리가 필요하며 생활습관 교정 및 의학적 중재를 적용하여 뇌·심혈관질환을 예방하여야 할 것이다.

적은 대상수와 불충분한 관찰기간으로 노출군과 대조군의

분류에서 선택편견의 게재 가능성 등의 제한점 있으며 공기중 노출 수준이 모두 허용 기준치 보다 훨씬 낮고 대사산물의 검출량과 검출되는 대상자수가 너무 적어 개인별 노출수준에 따른 혈당과의 관련성은 분석하지 못하였다. 하지만, 기존의 단면적 연구에서 벗어나 장기간·저농도 유기용제 노출 여부가 근로자의 뇌·심혈관질환 위험 요인에 미치는 영향을 추적·조사 하였다는데 연구의 의의가 있다.

## 결론 및 제언

본 연구는 5년 동안 3회에 걸친 뇌·심혈관 질환 발병위험도 평가에 대한 건강수준 지표들을 추적관찰 함으로써 위험요인 변수들의 변화 및 수준을 파악하고 저농도 유기용제 노출군에서 혈당의 유의한 결과와 특성별 위험요인을 확인하였다. 하지만, 노출군의 상대적 위험 증가는 유해물질 노출 여부에 의한 직접적 영향 보다는 교대근무 등 근무 행태와 상대적으로 나쁜 생활습관 등에 보다 많은 영향을 받은 것으로 판단된다. 노출 근로자의 뇌·심혈관 질환 위험 예방관리 시 노출관리 강화와 더불어 개인의 생활습관을 고려한 통합형 관리가 필요하다.

## REFERENCES

- Ahn, H. J., Han, K. A., Koo, B. K., Kim, H. J., Kim, H. J., Park, K. S., et al. (2008). Analysis of meal habits from the viewpoint of regularity in Korean Type 2 diabetic patients. *Korean Diabetes Journal*, 32, 68-76.
- Boden, G. (1996). Fatty acids and insulin resistance. *Diabetes Care*, 19, 394-395.
- Chen, J. D., Wang, J. D., Tasi, S. Y., & Chao, W. I. (1997). Effects of occupational and nonoccupational factors on liver function tests in workers exposed to solvent mixtures. *Archives of Environmental Health*, 52, 270-74.
- Choi, E. S. (2005). The metabolic syndrome and associated risk factors among male workers in an electronics manufacturing company. *Korean Journal Occupational Environmental Medicine*, 18(1), 35-45.
- Goetzel, R. Z., Ozminkowski, R. J., Bruno, J. A., Rutter, K. R., Isaac, F., & Wang, S. (2002). Long-term impact of Johnson & Johnson's Health & Wellness Program on health care utilization and expenditures. *Journal Occupational Environmental Medicine*, 44(1), 21-29.
- Goh, V. H., Chia, S. E., & Ong, C. N. (1998). Effects of chronic exposure to low doses of trichloroethylene on steroid hormone and insulin levels in normal men. *Environmental Health*



- Perspectives*, 106, 41-44.
- Goldstein, L. B., Bushnell, C. D., Adams, R. J., Appel, L. J., Braun, L. T., Chaturvedi, S., et al. (2011). Guidelines for the primary prevention of stroke a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 42(2), 517-584.
- Heo, K. H. (2008) *Effects of styrene exposure on the metabolic syndrome*. Unpublished doctoral dissertation, The Catholic University of Korea, Seoul.
- Heo, K. H., & Koo, J. W. (2010). Influence of epinephrine and norepinephrine on the risk of metabolic syndrome occurrence in workers exposed to hazardous chemicals. *Journal Korean Occupational Health Nursing*, 19(1), 88-96.
- Heo, K. H., Koo, J. W., Won, Y. L., Kim, M. G., Ko, K. S., Lee M. Y., et al. (2009) Changes of physiological levels of the risk factors contributing to induction of metabolic syndrome in workers chronically exposed to styrene. *Journal of Korean Occupational Environmental Hygiene*, 19(1), 30-38.
- 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 Environmental & Health*, 77, 39-46.
- Kim, H. J. (2007). *Health lifestyle behaviors associated with metabolic syndrome in a rural community*. Unpublished master's thesis's, Chonnam National University, Gwangju.
- Korea Ministry of Employment and Labor. (2011). Statistics of occupational injuries and disease. Available: <http://www.moel.go.kr/index.jsp>
- Korea Ministry of Health and Welfare. (2011) Korea National Health and Nutrition Examination Survey. <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
- Korea National Statistical Office. (2014). Cause of death statistics. Retrieved September 23, from [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/2/6/2/index.board](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/6/2/index.board)
- Korea Occupational Safety and Health Agency. (2012). Occupational accidents and diseases statistics. Available: <http://www.kosha.or.kr/index.jsp> [cited 17August].
- Korea Occupational Safety and Health Agency. Risk assessment for the prevention of cardio-cerebrovascular disease at workplace (KOSHA CODE H-11-2004).[cited 2007 Feb] Available: <http://www.kosha.net>
- 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.
- Kristensen, T. S. (1994). Cardiovascular disease and the work environment. IN; Encyclopedia of environmental control technology, Houston, Gulf Publishing, 217-243.
- Lee, B. H. (2000). *The relations hip between body mass index and subjective health status perception in Korean women*. Unpublished master's thesis's, Yonsei University, Seoul.
- Mun, J. H., Lee, S. J., & Park, J. D. (2007). The risk factors of metabolic syndrome and its relation with  $\gamma$ -GTP in steel-mill workers. *Diabetes Research Clinical Practice*, 19(1), 17-25.
- Suh, I., Shaten, B. J., Cutler, J. A., & Kuller, L. H. (1992). Alcohol use and mortality from coronary heart disease: The role of high density lipoprotein cholesterol. The Multiple Risk Factor Intervention Trial Research Group. *Annals of Internal Medicine*, 116(11), 881-887.
- Xiao, J. Q., & Levin, S. M. (2000). The diagnosis and management of solvent-related disorders. *American Journal of Industrial Medicine*, 37, 44-61.