

# The effect of personal factor on the relationship between carbon disulfide exposure and urinary 2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid levels in rayon manufacturing workers

(인조견사 제조 근로자들을 대상으로 이황화탄소노출과 요중2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid(TTCA)농도 수준에 영향을 주는 개인적 요인에 관한 연구)

출처 : *Science of the total Environment* 322 (2004): 51-62

저자 : Tzu-Chieh Chou, Tung-Sheng Shih, Hamm-Min Sheu, Shu-Ju Chang, Chin-Chang Huang, Ho-Yuan Chang

## 1. 연구배경

이황화탄소는 인조견사, 셀로판 그리고 사염화탄소 제조 산업 등에서 많이 사용되는 물질이다. 사람들에서 이황화탄소 노출에 의해서 신경, 심장혈관, 생식기능에 대한 장애가 온다고 이미 잘 알려져 있다.

이 연구의 목적은 공기중 이황화탄소의 노출과 요중 2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid(TTCA) 농도 사이에서 개인적요인(개인위생, 보호구, 피부노출)이 어떤 영향을 미치는가를 연구하는 것이다.

## 2. 연구방법

### 2-1. 연구대상 및 방법

연구대상 공장은 타이완에 있는 레이온 공장으로 총 여섯 개의 단위공정으로 나누

어져 있으며 각각의 단위공정은 비스코스 공정(Viscose), 방적 이전 공정(Pre-spinning), 방적 공정(Spinning), 후 처리 공정(Post-treatment), 포장(Packing) 그리고 관리(Administration)이다.

각각의 단위 공정에서 작업하는 근로자를 대상으로 생물학적 모니터링 전후 호흡영역(Breathing-zone)에서 NIOSH method에 따라 황산염이 포함되어있는 건조튜브를 장착하여 시료를 채취하였다.

공기 시료채취 유량은 10ml/min, 시료채취 시간은 220분 이었고, 분석은 PFD가 부착된 가스크로마토그래피를 사용하였다. 측정결과를 기초로 이황화탄소 노출농도에 따라 고노출군(high group, spinning), 중간노출군(intermediate group, viscose, pre-spinning) 그리고 저노출군(low

group, packing, administration)으로 나누었다.

## 2-2. 개인 요인(Personal factors)에 대한 측정

이황화탄소 노출에 대한 잠재적인 영향과 요증 TTCA 수준의 관계를 알아보기 위해 설문지와 개인 면접 인터뷰를 실시하였다. 개인요인은 3개의 영역(개인위생, 개인보호구 착용, 피부노출)으로 조사하였다. 개인위생 항목에서는 손을 씻는 방법, 횟수, 샤워하는 습관을 조사하고, 개인보호구 착용 항목에서는 개인보호구를 착용하는 습관을 조사하였다. 피부노출 항목에서는 외상(lesions), 흉터(scars), 질병(diseases)과 작

업동안 피부에 화학물질이 노출되는지에 대해 조사하였다.

## 2-3. 소변 채취와 TTCA 측정

최소 6시간을 연속적으로 근무한 모든 근로자를 대상으로 소변을 채취하였다. 채취한 소변 샘플은 냉동고에서 -20℃로 보관하였고 2주안에 모든 샘플은 역상-액체크로마토그래피를 이용하여 분석하였다.

## 3. 결과

65명의 근로자를 대상으로 조사하였고, 평균나이는 41.9세, 평균근무일수는 20.9년이었다. 남성의 비율이 56%였으며, 술을 섭

표 1. Simple linear regression analyses of naturally log-transformed TTCA (mg/g Cr) with naturally log-transformed carbon disulfide (CS<sub>2</sub> in ppm) exposure levels and other personal factors.

	Variable	Log(TTCA)		
		n	Reg.coef.	Cor.coef.
CS <sub>2</sub> exposure level	CS <sub>2</sub> cone.(ppm)	53	0.19	0.24
	Hand washing	53	-0.10	-0.04
Personal hygiene domain	Hand washing methods	53	0.37	0.12
	Shower right after work	53	-0.39*	-0.32*
	Respirator	49	-0.33*	-0.29*
Personal protective equipment use domain	Gloves	53	-0.29*	-0.30*
	Apron	52	-0.47*	-0.33*
	Skin injury	51	0.31	0.10
Skin exposure domain	Skin scar	38	0.19	0.06
	Skin disease	52	1.53*	0.35*
	Skin chemical contact	52	0.05	0.02

표 2. The stepwise multi-linear regression analyses on naturally log-transformed TTCA (mg/g Cr) with CS<sub>2</sub> exposed levels and other personal factors shown significance in the simple linear regression tests

Cor.Coeff.	Dependent Variable	Model#	n	Intercept	Independent variables					Model		
					CS <sub>2</sub> conc. Reg. coef.	Skin disease. Reg. coef.	Apron Reg. coef.	Shower right after work Reg.coef.	Gloves Reg. coef.		Respirator reg. coef.	
	Log(TTCA)	Model1	53	0.24	0.19						0.24	
		Model2	52	-1.05	0.15	1.39*						0.40*
		Model3	51	0.10	0.12	1.30*	-0.29					0.45*
		Model4	52	-0.70	0.06	1.39*		0.48				0.45*
		Model5	52	-0.38	0.10	1.26*			-0.21			0.45*
		Model6	48	-0.34	0.15	1.30*				-0.20		0.47*

취하는 사람이 46.2%, 흡연을 하는 사람이 43.1%였다.

개인 요인에 대한 3가지 항목 결과에서 주목되었던 점은 피부노출에 관한 항목으로, 피부 외상 79%, 피부 흉터 60% 피부 질환 91% 그리고 피부 노출이 50%로 높게 조사되었다.

개인요인과 이황화탄소 노출농도 그리고 요중 TTCA 농도의 관련성을 알아보기 위하여 요중 TTCA 농도(mg/g 크레아틴)와 공기 중 이황화탄소 농도(ppm)를 자연 로그로 전환시켜(naturally log-transformed) 단순 선형회귀분석을 실시한 결과 아래의 표1과 같다.

개인 요인에 따른 요중 TTCA 수준의 관련성을 알아본 결과 표 2와 같다. 근무 후 샤워 실시(Shower right after work), 보호장갑 착용(Gloves), 호흡 보호구 착용

(Respirator), 불침투성 앞 치마 착용(Apron), 피부 질병(Skin disease)이 요중 TTCA 농도에 영향을 미치는 개인적 요인으로 결론을 내렸다.

Step wise 하였을 때는 피부질병만이 통계적으로 유의하게 남아있는 개인적 요인으로 조사되었다.

#### 4. 결론

이황화탄소 피부노출에 많은 영향을 받는 근로자는 개인보호구의 철저한 사용이나 작업 장소 변경을 통한 관리가 필요하다.

향후 레이온 산업 및 이황화탄소 취급 근로자에 대한 피부 노출 문제에 대해 철저한 감시와 많은 연구가 필요하다고 결론을 내렸다. ☺

제공 | 편집위원 노재훈

## 참 고 문 헌

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. 2002. TLVs and BEIs: threshold limit values for chemical substances and physical agents; biological exposure indices. Cincinnati, Ohio: ACGIH.
- Arbetarskyddsstyrelsen. Occupational injuries 1984. 1987. Stockholm, Sweden: Statistics, Sweden.
- Campbell L, Jones AH, Wilson HK. Evaluation of occupational exposure to carbon disulphide by blood, exhaled air and urine analysis. *Am J Ind Med* 1985;8:143 –.153.
- Central Bureau of Statistics. Statistics of Occupational Accidents. The Hague: Staatsuitgeverij, 1985.
- Chang HY, Chou TC, Wang PY, Shih TS. Biological monitoring of occupational exposure to carbon disulfide: focus on the kinetics of urinary TTCA by continuous urine collection among rayon factory workers. *Toxicol Ind Health* 2002;18:1 –.14.
- Chen CW, Shih TS, Li CC, Chou JS. High performance liquid chromatographic determination of 2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid as a marker of occupational exposure to carbon disulfide. *Chromatographia* 2001;53:665 –.668.
- Chu CC, Huang CC, Chen RS, Shih TS. Polyneuropathy induced by carbon disulphide in viscose rayon workers. *Occup Environ Med* 1995;52:404 –.407.
- Chu CC, Huang CC, Chu NS, Wu TN. Carbon disulfide induced polyneuropathy: sural nerve pathology, electrophysiology and clinical correlation. *Acta Neurol Scand* 1996;94:258 –.263.
- Chuang HY, Lee ML, Chao KY, Wang JD, Hu H. Relationship of blood lead levels to personal hygiene habits in lead battery workers: Taiwan, 1991–.1997. *Am J Ind Med* 1999;35:595 –.603.
- Cohen AE, Paulus HJ, Keenan RG, Schell LD. Skin absorption of carbon disulfide vapor in rabbits. *Arch Ind Health* 1958;17:164 –.167.
- Cox C, Hee SS, Tolos WP. Biological monitoring of workers exposed to carbon disulfide. *Am J Ind Med* 1998;33:48 –.54.
- Drexler H, Goen T, Angerer J, Abou-el-ela S, Lehnert G. Carbon disulphide. I. External and internal exposure to carbon disulphide of workers in the viscose industry. *Int Arch Occup Environ Health* 1994;65:359 –.365.
- Drexler H, Goen T, Angerer J. Carbon disulphide. II. Investigations on the uptake of CS<sub>2</sub> and the excretion of its metabolite 2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid after

- occupational exposure. *Int Arch Occup Environ Health* 1995;67:5 -10.
- Dutkiewicz T, Baranowska B. The significance of absorption of carbon disulfide through the skin in the evaluation of exposure. In: Brieger H, Teisinger J, editors. *Toxicology of carbon disulfide*. New York: Excerpta Medica Foundation, 1966. p. 50-51.
  - Graham DG, Amarnath V, Valentine WM, Pyle SJ, Anthony DC. Pathogenetic studies of hexane and carbon disulfide neurotoxicity. *Crit Rev Toxicol* 1995;25:91 -112 (Review.).
  - Henry RJ, Cannon DC, Winkleman JW. Automated determination of serum and urine creatinine. In: Henry RJ, Cannon DC, Winkleman JW, editors. *Clinical Chemistry, Principles and Technics*. New York: Harper and Row, 1974. p. 552 -555.
  - Limasset JC, Simon P, Poirot P, Subra I, Grzebyk M. Estimation of the percutaneous absorption of styrene in an industrial situation (published erratum appears in *Int Arch Occup Environ Health* 1999 72:489). *Int Arch Occup Environ Health* 1999;72:46 -51.
  - Luo JC, Chang HY, Chang SJ, Chou TC, Chen CJ, Shih TS, Huang CC. Elevated triglyceride and decreased high-density lipoprotein level in carbon disulfide workers in Taiwan. *J Occup Environ Med* 2002;45(1):73 -78.
  - Matthias CG, Morrison JH. Occupational skin diseases, United States. Results from the bureau of labor statistics annual survey of occupational injuries and illnesses, 1973 through 1984. *Am J Ind Med* 1988;124:1519 -1524.
  - Meuling WJ, Bragt PC, Braun CL. Biological monitoring of carbon disulfide. *Am J Ind Med* 1990;17:247 -254.
  - National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 1994. Method 1600. In: *NIOSH Manual of Analytical Methods*. Eller PM, Cassinelli ME, eds. Cincinnati, Ohio: US Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Physical Sciences and Engineering.
  - Occupational Safety and Health Administration (OSHA). 1995. *Occupational Safety and Health Standards for the Construction Industry*. CFR. Code (29 CFR 1910.1000) of Federal regulations. Washington, DC: US Government.
  - Riihima`ki V, Kivisto H, Peltonen K, Helpio E, Aitio A. Assessment of exposure to carbon disulfide in viscose production workers from urinary 2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid determinations. *Am J Ind Med* 1992;22:85 -97.
  - Rosier J, Vanhoorne M, Grosjean R, Van de Walle E, Billemont G, Van Peteghem C. Preliminary evaluation of urinary 2-thio-thiazolidine-4-carboxylic-acid (TTCA) levels as a test for exposure to carbon disulfide. *Int Arch Occup Environ*

Health 1982;51:159 -.167.

- Rosier J, Veulemans H, Masschelein R, Vanhoorne M, Van Peteghem C. Experimental human exposure to carbon disulfide. II. Urinary excretion of 2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid (TTCA) during and after exposure. *Int Arch Occup Environ Health* 1987;59:243 -.250.
- Sato A. Confounding factors in biological monitoring of exposure to organic solvents. *Int Arch Occup Environ Health* 1993;65(1 Suppl):S61 -.S67.
- Shih TS, Chou TC, Chang HY, Wu CC, Wang PY. Accumulation of urinary 2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid (TTCA) among the workers occupationally exposed to a week-long exposure to carbon disulfide. *Sci Total Environ* 2003;308(1-3):37 -.47.
- Simon P, Nicot T, Dieudonne M. Dietary habits, a nonnegligible source of 2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid and possible overestimation of carbon disulfide exposure. *Int Arch Occup Environ Health* 1994;66:85 -.90.
- Stetkiewicz J, Wronska-Nofer T. Updating of hygiene standards for carbon disulfide based on health risk assessment. *Int J Occup Med Environ Health* 1998;11:129 -.143.
- Vaaranen V, Vasama M, Alho J. *Occupational Diseases in Finland in 1987*. Vantaa, Finland: Publication Office of the Occupational Health, 1984.
- van Doorn R, Delbressine LP, Leijdekkers CM, Vertin PG, Henderson PT. Identification and determination of 2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid in urine of workers exposed to carbon disulfide. *Arch Toxicol* 1981;47:51 -.58.