

# CARBON DISULFIDE(5)



연세대학교 보건대학원 교수  
김치년

CAS 번호 : 75-15-0

동의어 : Carbon disulphide, Carbon bisulfide, Carbon bisulphide, Carbon sulfide, Sulphocarbonic anhydride, Carbon bisulfur, Dithiocarbonic anhydride, Weeviltox

분자식(Molecular formula) : CS<sub>2</sub>

### BEI 권고

분석대상 물질	채취 시간	BEI	Notation
2-Thioxothiazolidine-4-carboxylic acid(TTCA) in urine	End of shift	0.5 mg/g creatinine	Ns, B

### 소변 중 2-THIOXOTHIAZOLIDINE-4-CARBOXYLIC ACID(TTCA)

### 권고 기준의 타당성

#### 실험실 연구

Rosier와 그 연구진은 6명의 지원자들을 대상으로 실험 챔버 안에서 50W 작업부하 조건하에서 이황화탄소 3 ppm을, 휴식 중 또는 50W 작업부하 조건하에서 이황화탄소 10 ppm을 그리고 50분 휴식기간

동안 이황화탄소 20 ppm에 노출시킨 후 TTCA 배설 양상을 연구했다(Rosier 등, 1987). 이황화탄소의 반감기는 2시간이며, 흡입된 이황화탄소의 0.7%~2.2%가 흡수되어 TTCA로 배설되었다. 이황화탄소 노출과 소변 중 TTCA 배설률( $r=0.70$ )이 가장 높은 상관성을 가졌으며 다음으로 소변 중 농도( $r=0.66$ )와 소변 중 크레아티닌 보정( $r=0.64$ ) 순으로 관찰되었다. 이황화탄소 노출수준이 3 ppm일 경우 평균 TTCA 농도는  $1.08 \pm 0.71$  mg/g creatinine( $0.77 \pm 0.51$  mmol/mol creatinine)으로 관찰되었다.

### 현재 유용한 자료들

이황화탄소 노출에 대한 생물학적 지표로서 TTCA를 권고하는데 이에 대한 충분한 자료들이 보고되었다. 작업 종료 후 또는 한 주 동안의 작업 종료 후에 채취된 소변 중 TTCA 농도는 이황화탄소 노출에 대한 모니터링을 수행하기에 적합하다. 배설농도는 시료채취 당일 날 노출을 파악하기에 가장 좋은 지표이다.

TTCA 측정은 이황화탄소 노출에 대한 비특이적 지표이다. 산업용 화학물질에 노출되거나, 의약품이나 십자화과 채소를 다량 섭취하였을 경우(예를 들면, 양배추, 브로콜리, 무, 상추 등) 그리고 과음을 하였을 때 소변 중으로 TTCA가 배출된다. 과거에는 이황화탄소 노출을 평가하기 위해 요오드-아지드 시험법을 사용했지만 현재 TLV에서는 민감도가 부족하여 권고하지 않고 있다.

### 권고 사항

ACGIH에서는 작업 종료 후 소변을 채취하여 TTCA를 모니터링하도록 권고하고 있다. 권고되고 있는 BEI 0.5 mg TTCA/g creatinine은 현재 이황화탄소 TLV-TWA 1 ppm 노출에 상응한다. 액상 이황화탄소의 피부 노출은 공기 중 이황화탄소 농도와 소변 중 이황화탄소 사이의 관련성에 영향을 줄 수 있다. 시료의 오염 가능성이 있기 때문에, 시료 채취 시간은 매우 중요한 요소이다. 권장된 BEI는 국제단위계(SI) 0.35 mmol/mol creatinine에 해당한다.

## 기타 참조 기준값

독일위원회에서는 작업장 내 화학물질의 건강 유해성 조사에서 “피부노출” 경고표기와 생물학적 허용농도(BAT)는 4 mg TTCA/g creatinine을 권고하고 있으며 소변시료는 노출이 끝난 상태거나 작업이 종료된 후에 채취한다(DFG, 2006). BAT 값은 소변 중 TTCA 농도와 건강 영향 사이의 관계를 기반으로 한다. 핀란드의 건강사회부는 생물학적 허용농도를 2 mmol TTCA/mol creatinine(2.9 mg TTCA/g creatinine)을 권고하며 소변은 작업 종료 후, 일주일 간의 작업 종료 후, 또는 노출 종료 후에 시료채취를 권장한다(Finnish Ministry of Social Affairs and Health, 2005).

## 노출평가의 다른 지표

과거 요오드-아지드 시험법(iodine-azide test)은 Vasak 등(1963)에 의해 광범위하게 사용되었다(Djuric, 1967; 1965; Lauwerys, 1983; NIOSH, 1977; Rosensteel 등, 1974; Rosier 등, 1984). 그러나 요오드-아지드 시험법은 현재 TLV(Campbell 등, 1985; WHO, 1979)에 해당되는 노출을 측정할 만큼 민감성이 충분하지는 않다. 따라서 BEI 위원회에서는 요오드-아지드 테스트를 사용하지 않는 것을 권고하였다.

소변 및 혈액 중 이황화탄소 측정은 노출 후 즉시 채취할 것을 제안하였다(Herber, 1976; Teisinger & Soucek, 1949). Lam과 Distefano는 흰쥐를 이황화탄소에 노출 시켰을 때, 혈액과 결합한 이황화탄소 농도가 4시간 동안 연속적으로 증가되었고, 이후에 32시간 동안 상승곡선이 관찰되었다(Lam & DiStefano, 1982). 제거의 경우 반감기는 2시간과 43시간으로 두 개의 양상으로 관찰되었다. 이황화탄소 노출평가에서 혈액 중 Acid-labile 형태의 이황화탄소(Campbell 등, 1985)와 혈장 또는 용혈 내의 톨루엔-3,4-디티올(free 또는 단백질 결합 형태)의 분석(Johnson 등, 1983; Valentine 등, 1999)은 유용하게 이용된다. 그러나 BEI 위원회에서는 인간 대상의 연구가 부족하므로 이러한 방법을 권고하지 않는다.

호기분석에 대한 노출 모니터링은 한 개의 연구에서만 보고되었다(Campbell 등, 1985). 자료가 부족하기 때문에 ACGIH에서는 앞선 방법들을 권고 하지 않는다.

Djuric과 연구진들은 이황화탄소에 대한 노출평가로 작업자들에게 디설피람을 투여한 후 소변 중 diethylthiocarbamate를 측정 하는 방법을 권고하였다(Djuric, 1967; WHO, 1979, 1981). 이 방법은 ACGIH에서는 권고하지 않았다. ☹️

BEI의 역사적 변화

Date	Action	Determinant	Sampling Time	BEI	Notation
1986년	제안	소변 중 2-Thioxothiazolidine-4-carboxylic acid (TTCA)	작업종료 후	5 mg/g creatinine	
1988년	채택	소변 중 2-Thioxothiazolidine-4-carboxylic acid (TTCA)	작업종료 후	5 mg/g creatinine	
2009년	제안	소변 중 2-Thioxothiazolidine-4-carboxylic acid (TTCA)	작업종료 후	0.5 mg/g creatinine	Ns, B

참고 문헌

1. ACGIH®: Documentation of the TLVs® and BEIs®, 7th Ed. 2006 Supplement. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, OH (2006).
2. Campbell L; Jones AH; Wilson HK: Evaluation of occupational exposure to carbon disulphide by blood, exhaled air, and urine analysis. *Am J Ind Med* 8:143-153 (1985).
3. DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft): List of MAK and BAT Values 2006: Maximum Concentrations and Biological Tolerance Values at the Workplace. Wiley-VCH, Weinheim, FRG. DFG, Commission for Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area (2006).
4. Djuric D: Determination of Carbon Disulphide and Its Metabolites in Biological Material. In: *Toxicology of Carbon Disulfide*, pp 52-61, H Breiger, J Teisinger (Eds). Excerpta Medica Foundation, Amsterdam (1967).
5. Djuric D; Surducki N; Berkes I: Iodine-azide test on urine of persons exposed to carbon disulphide. *Br J Ind Med* 22:321-323 (1965).
6. Drexler H; Goen T; Angerer J; et al.: Carbon disulphide. I. External and internal exposure to carbon disulphide of workers in the viscose industry. *Int Arch Occup Environ Health* 65:359-365 (1994).
7. Finnish Ministry of Social Affairs and Health: HTP-arvot 2005. Kirjapaino öhrling, Tampere, Finland (2005).
8. Herber RF: The application of a new carbon disulfide exposure test in occupational health. *Int Arch Occup Environ Health* 38:115-120 (1976).
9. Johnson BL; Boyd J; Burg JR; et al.: Effects on the peripheral nervous system of workers' exposure to carbon disulfide. *Neurotoxicology* 4:53-65 (1983).
10. Lam CW; DiStefano V: Behavior and characterization of blood carbon disulfide in rats after inhalation. *Toxicol Appl Pharmacol* 64:327-334 (1982).
11. Lam CW; DiStefano V: Blood-bound carbon disulfide: an indicator of carbon disulfide exposure, and its accumulation in repeatedly exposed rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 70:402-410 (1983).
12. Lam CW; DiStefano V: Characterization of carbon disulfide binding in blood and to other biological substances. *Toxicol Appl Pharmacol* 86:235-242 (1986).
13. Lam CW; DiStefano V; Morken DA: The role of the red blood cell in the transport of carbon disulfide. *J Appl Toxicol* 6:81-86 (1986).