



트리클로로에틸렌(Trichloroethylene)(7)



연세대학교
보건대학원 교수
김치년

CAS 번호 : 79-01-6

동의어 : Trichloroethene

분자식(Molecular formula) : $\text{ClHC}=\text{CCl}_2$

RECOMMENDED BEI®

분석물질	시료채취시간	BEI®	경고주석
소변 중 트리클로로아세트산	End of shift at end of workweek	15 mg/L	Ns
혈액 중 트리클로로에탄올*	End of shift at end of workweek	0.5 mg/L	Ns
혈액 중 트리클로로에틸렌	End of shift at end of workweek	-	Sq
호기 중 트리클로로에틸렌	End of shift at end of workweek	-	Sq

* Without hydrolysis; Ns(Nonspecific); Sq(Semi-quantitative)



호기 중 트리클로로에틸렌

권고기준의 타당성

호기 중 트리클로로에틸렌 농도는 트리클로로에틸렌에 통합 노출의 특이적인 지표로 사용될 수 있다. 권고 기준치는 Nomiyma(1971) 식으로부터 산출할 때 공기 중 노출기준인 TLV-TWA 10 ppm의 보호수준과 유사하게 보호 가능성을 제공한다. 예를 들어, 호기 시료를 8시간 1회 노출 후 16시간 이후에 채취하였을 경우 0.21 ppm 값이 산출된다. 따라서 작업 주 동안 체내에 트리클로로에틸렌이 지속적으로 축적되어 호기 중 농도가 증가한다. 실험 자원 대상자들을 바탕으로 실시한 Stewart(1974) 등의 연구에서 5번째 노출 전에 호기 중 트리클로로에틸렌 농도는 대략 0.44 ppm으로 관찰되었다. 50 ppm(주 5일, 하루 8시간) 이하의 노출을 시뮬레이션하면 예상되는 농도는 0.45 ppm으로 예측된다.

수학적 모델(Droz와 Fernandez, 1978)에서는 트리클로로에틸렌 노출에 대한 생물학적 모니터링을 하기 위한 가장 좋은 방법은 노출 이전과 이후의 폐포 공기를 채취하는 것이라고 제안하였다. 해당 시뮬레이션은 100, 200, 300 ppm의 농도 수준에서 수행되었으며 선형적인 결과가 관찰되었다.

대상자(n=9)를 선정하여 실시한 챔버 실험연구에서 트리클로로에틸렌 100 ppm의 농도에 4시간 동안(Pleil와 Lindstrom, 1998) 노출 시킨 후 다양한 간격으로 호기 시료를 채취하였다. 호기 시료의 경우 참가자들 사이에서 다양한 농도로 관찰되었다(0.001~0.15 mg/L). 연구자들은 혈중 농도를 예측하기 위해 흡입 모델링을 실시하였다.

권고사항

ACGIH는 트리클로로에틸렌에 대한 특이성이 높은 노출 지표로 호기 중 트리클로로에틸렌 모니터링을 권고하고 있다. 모니터링은 작업장에서 발생하는 트리클로로에틸렌에 대한 노출을 대상으로 제안하고 있다. 측정치의 변동은 채취 시간과 작업자의 활동과 신체조건에 따라 크게 달라진다. 따라서 노출량과 관련 있는 값으로 사용하지 않는 것이 좋다. 이 수치는 “반 정략적” 표기가 권고된다.

기타 참고치

Lauwerys(1983)는 0.5 ppm에 16시간 지속적인 노출 후일 경우 호기 중 트리클로로에틸렌에 대한 잠정적 최대 허용 노출을 10 ppm으로 권고하였다.

다른 노출 지표

혈액 중 트리클로로아세트산을 트리클로로에틸렌 노출 지표로서 권고하였다(Monster 등, 1979).

소변 중 트리클로로에탄올 배설(Ogata 등, 1971)과 소변 중 트리클로로에탄올/트리클로로아세트산 비율(Messite, 1974)은 더 많은 정보가 확보되면 또 다른 노출지표의 가능성이 있다.

이탈리아에서는 소변 중 트리클로로에틸렌을 대상으로 생물학적 지표 연구가 진행되고 있다 (Imbriani 등, 2001). 연구자들은 소변 중 트리클로로에틸렌 농도가 0.026 mg/L이면 이에 대응하는 TWA는 50 ppm으로 평가하였다. 이러한 결정은 더 광범위하게 사용되고 더 나은 평가가 될 수 있다.

신장 기능 손상의 지표가 제안되었지만(Mally 등, 2006; Green 등, 2006), ACGIH에서는 생리학적 또는 의학적 조건 변화를 노출 평가 영역에 포함시키지 않는 것으로 간주하고 있다. ☹

ACGIH의 트리클로로에틸렌에 대한 BEI의 역사적 변화

연도	행위	분석 물질	시료채취시간	BEI	경고주석
1984	제안	Trichloroacetic acid in urine	End of workweek	100 mg/L	G *
		Trichloroacetic acid and trichloroethanol in urine	End of shift at end of workweek	320 mg/g creatinine 300 mg/L	G *
		Free trichloroethanol	End of shift at end of workweek	4 mg/L	G *
		Trichloroethylene in end-exhaled air	Prior to shift at end of workweek	0.5 ppm	**
1986	채택	Trichloroacetic acid in urine	End of workweek	100 mg/L	G *
		Trichloroacetic acid and trichloroethanol in urine	End of shift at end of workweek	320 mg/g creatinine 300 mg/L	G *
		Free trichloroethanol	End of shift at end of workweek	4 mg/L	G *
		Trichloroethylene in end-exhaled air	Prior to shift at end of workweek	0.5 ppm	**
1987	편집	Trichloroacetic acid in urine	End of workweek	100 mg/L	Ns
		Trichloroacetic acid and trichloroethanol in urine	End of workweek at end of shift	300 mg/L 320 mg/g creatinine	Ns
		Free trichloroethanol in blood	End of shift at end of workweek	4 mg/L	Ns
		Trichloroethylene in end-exhaled air	Prior to shift at end of workweek	0.5 ppm	Cf
1991	개정	Trichloroacetic acid in urine	End of workweek	100 mg/L	
		Trichloroacetic acid and trichloroethanol in urine	End of shift and end of workweek	300 mg/g creatinine -	
		Free trichloroethanol in blood	End of shift at end of workweek	4 mg/L	Sq
1991	제안	Trichloroethylene in end-exhaled air	Prior to shift at end of workweek	-	
		Trichloroethylene in blood	-	-	Sq
1993	채택	Trichloroacetic acid in urine	End of workweek	100 mg/g creatinine	Ns
		Trichloroacetic acid and trichloroethanol in urine	End of shift and end of workweek	300 mg/g creatinine	Ns
		Free trichloroethanol in blood	End of shift at end of workweek	4 mg/L	Ns
		Trichloroethylene in blood	-	-	Sq
		Trichloroethylene in end-exhaled air	-	-	Sq
2007	제안	Trichloroacetic acid in urine	End of shift at end of workweek	15 mg/L	Ns
		Trichloroethanol* in blood *without hydrolysis	End of shift at end of workweek	0.5 mg/L	Ns
		Trichloroethylene in blood	End of shift at end of workweek	-	Sq
		Trichloroethylene in end-exhaled air	End of shift at end of workweek	-	Sq
2008	채택	Trichloroacetic acid in urine	End of shift at end of workweek	15 mg/L	Ns
		Trichloroethanol* in blood *without hydrolysis	End of shift at end of workweek	0.5 mg/L	Ns
		Trichloroethylene in blood	End of shift at end of workweek	-	Sq
		Trichloroethylene in end-exhaled air	End of shift at end of workweek	-	Sq



참고 문헌

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Trichloroethylene. In: Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 7th ed, ACGIH, Cincinnati, OH (2001).
2. American Conference of Governmental Industrial Hygienists: 2006 draft Documentation supporting the Notice of Intended Changes for a Trichloroethylene TLV. Available for purchase online at: <http://www.acgih.org/store/> (2006).
3. Droz PO; Fernandez JG: Trichloroethylene exposure. Biological monitoring by breath and urine analyses. *Br J Ind Med* 35:35 - 42 (1978).
4. Green T; Dow J; et al.: Biological monitoring of kidney function among workers occupationally exposed to trichloroethylene. *Occupational and Environmental Medicine* 61(4):312-7 (2006).
5. Imbriani M; Niu Q; Negri S; Ghittori S: Trichloroethylene in urine as biological exposure index. *Ind Health* 39:225 - 230 (2001).
6. Lauwerys RR: Industrial Chemical Exposure: Guidelines for Biological Monitoring, pp. 87-91, Biomedical Publications, Davis, CA (1983).
7. Mally A; Walker CL; et al.: Analysis of renal cell transformation following exposure to trichloroethylene in vivo and its metabolite S-(dichlorovinyl)-L-cysteine. *Toxicology* 224:108 - 118 (2006).
8. Messite J: Trichloroethylene commentary. *J Occup Med* 16:194 - 197 (1974).
9. Monster AC; Boersma G; Duba WC: Kinetics of trichloroethylene in repeated exposure of volunteers. *Int Arch Occup Environ Health*, 42:283 - 292 (1979).
10. Nomiya K: Estimation of trichloroethylene exposure by biological materials. *Int Arch Arbeitsmed* 27:281 - 292 (1971).
11. Ogata M; Takatsuka Y; Tomokuni K: Excretion of organic chlorine compounds in the urine of persons exposed to vapours of trichloroethylene and tetrachloroethylene. *Br J Ind Med* 28:386 - 391 (1971).
12. Pleil J; Fisher J; Lindstrom A: Trichloroethene levels in human blood and exhaled breath from controlled inhalation exposure. *Environ Health Perspect* 106: 573 - 580 (1998).
13. Pleil J; Lindstrom A: Exhaled human breath measurement method for assessing exposure to halogenated volatile organic compounds. *Clin Chem* 43:723 - 730 (1997).
14. Stewart R; Hake C; Peterson J: Use of breath analysis to monitor trichloroethylene exposures. *Arch Environ Health* 29(1):6 - 13 (1974).