



유기용제 노출 근로자의 노출형태에 따른 생물학적 노출 평가 연구

-고상미량 추출법을 이용한 생체시료 중 유기용제 노출평가

연구책임자 / 이리영

연구기간 / 2009.01.31~2009.10.31

등록번호 / 보건분야-연구자료 연구일 2009-126-1354

근로자의 톨루엔 노출평가를 위한 노출기준이 작업환경 노출기준의 강화로 인해 2.5g/g creatinine에서 1.6g/g creatinine으로 변경되었다.

톨루엔 노출기준이 100 ppm이었던 고농도 유기용제 노출환경에서는 요중 마뇨산이 노출평가 지표로 사용되었으나, 톨루엔 노출 농도가 50 ppm이하인 저농도 노출의 경우는 식품첨가물 등에서 기인하는 마뇨산으로 인해 이에 대한 효용성 문제가 지적된 바 있다.

각 나라에서는 톨루엔의 생물학적 노출평가를 위해 혈액중의 톨루엔을 노출지표로 사용하고 있으나, 혈액 중 톨루엔은 혈액 시료 채취의 어려움으로 인해 우리나라에서 당장 적용하기는 어려운 실정이다.

이에 본 연구에서는 시료 채취가 용이하고 기존 가스크로마토그래피로 비교적 쉽게 접근할 수 있는 방법으로 소변 중 톨루엔을

포함한 복합 유기용제를 고상미량추출법으로 분석하는 방법을 정립하여 소변 중 유기용제분석에 적용하는 경우의 유용성을 확인하고 유기용제 노출 근로자의 노출평가에 활용하고자 하였다.

본 연구에서는 헤드스페이스에 기체 상태로 존재하는 휘발성 유기용제를 고감도로 분석하기 위한 고상미량추출 방법을 응용하였다. 수질분석에서는 고상미량추출 고정상을 시료 속에 담가서 물속의 유기용제를 추출해 내기도 하나, 소변은 매질이 복잡하여 고정상이 오염될 가능성이 커 적절하지 않다고 보아 고상미량추출 고정상을 헤드스페이스에 주입하여 헤드스페이스 공간에 평형 상태를 이루며 존재하는 유기용제를 고정상이 채취하여 GC로 주입하는 방법을 이용하였다.

분석용 미량고상추출용 고정상은 넓은 범위의 유기용제 농도 검출이 가능한 PDMS

100 두께 재질을 사용하였다. 시료 전처리
는 소변 시료 및 표준용액 2.5 mL를 취해 약 1g
의 sodium chloride를 넣은 20 mL 고상미
량추출 헤드스페이스 주입용 바이알에 옮기
고 즉시 마개를 하였다. 바이알을 vortex
mixer에서 30초간 혼합하여 소변을 sodium
chloride로 포화시켰다.

이렇게 전처리가 끝난 시료는 PAL 자동
시료주입기에 SPME station을 장착한 가
스크로마토그래프/불꽃 이온화검출기로 소
변 중 유기용제를 분석하였으며, 잔류물을
용리시키는 온도 프로그램을 사용하여 분석
을 수행하였다.

본 연구 결과, 고상미량추출 헤드스페이
스 기체크로마토그래피/불꽃이온화검출기
를 이용한 소변 중 톨루엔의 검출한계는 6.8
로 헤드스페이스 기체크로마토그래피/질량
분석 선택이온 검출법보다 미량의 소변 중
유기용제 분석이 가능하였다. 소변 중 톨루
엔과 크레아티닌으로 보정한 소변 중 마노
산(카레아티닌 보정)의 상관계수는 0.65로

양호한 상관성을 나타내었다.

사업장 근로자에게서 채취한 소변 시료
48건 중 46건에서 검출된 톨루엔 농도는
20-324 범위였다.

본 연구의 목적은 고상미량추출법을 이용
한 소변 중 유기용제 분석 방법의 정립으로,
현장 근로자의 소변 시료 채취 및 분석 방법
에 대한 응용이 가능하였다.

소변 중 마노산이 저농도 톨루엔 노출군
에 대해서는 노출 지표로 적절하지 않다고
보나, 이번 연구에 사용한 시료에 대한 소변
중 마노산 분석 결과와 소변 중 톨루엔 분석
결과가 양호한 상관관계를 보인 것은 분석
대상이 비교적 고농도 노출군에 해당했기
때문인 것으로 보인다.

향후 연구에서 정립한 분석 방법을 국내
근로자의 유기용제 노출평가에 적용하여 계
속 자료를 축적하면, 새로운 노출평가 지표
로 활용할 수 있을 것으로 기대한다. ☞

제공 | 산업안전보건연구원