번호 11-4

| | | |
|---|---|---|
| 제 목 | 국문 | 우리 나라의 일부 공단 근로자 및 인근 주민의 혈중 다이옥신 농도 평가 |
| | 영문 | Serum levels of PCDDs/PCDFs in workers and the neighbor residents in Korea |
| 저자 및 소속 | 국문 | 신동천, 박성은, 양지연, 이지호, 김연제*, 김명수*<br>연세대학교 의과대학 예방의학교실 및 환경공해연구소<br>*한국과학기술연구원 생체대사연구센터 |
| | 영문 | Shin DC, Park SE, Yang JY, Lee JH, Kim YJ* and Kim MS*<br>Dept. of Preventive Medicine & Public Health, College of Medicine, Institute for Environmental Research, Yonsei Uni., Seoul, Korea<br>*Korea Institute of Science & Technology, Seoul, Korea |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 분 야 | 보건관리 ( )<br>역 학 ( )<br>환 경 ( ○ ) | 발 표 자 | 일반회원 ( ○ )<br>전 공 의 ( ) | 발표 형식 | 구 연 ( ○ )<br>포스터 ( ) |
| 진 행 상 황 | 연구완료 ( ), 연구중 ( ○ ) → 완료 예정 시기 : 1999년 11월 | | | | |

1. 연구목적

PCDDs(polychlorinated dibenzo-p-dioxins) 및 PCDFs(polychlorinated dibenzofurans)는 전 세계에 폭넓게 분포되어 있는 환경 오염물질로서, 최근 환경 호르몬의 주요 물질로 의심되면서 더욱 관심의 대상이 되고 있다. 환경 중 다이옥신류 화합물들의 배출량은 극미량이기는 하나 높은 지용성 물질로써 환경 매체간 이동 및 먹이사슬을 통해 생체농축현상을 일으키는 것이 밝혀지면서 그로 인한 유해성 야기되기 시작하였다. 특히, 1994년 미국 EPA에서 다이옥신에 대한 재평가를 통해 다이옥신이 인간에게 있어서 발암 물질이라는 증거를 찾을 수 없지만 발암물질일 수 있다는 가능성을 제시하고 있어, 선진국에서는 다이옥신류 화합물에 대한 적극적인 연구가 진행되고 있다.

미국, 일본 등의 선진국가들은 1980년대부터 다이옥신류 화합물의 인체 축적성 및 부하량을 평가하기 위해 인체 시료(혈액, 지방조직 및 모유)에서의 농도를 측정하기 시작하였으며, 특히, 혈중 다이옥신 농도는 인체 부하량을 평가하는 지표로서 연구되고 있다.

이에 비해 국내에는 중화학 공업의 발전과 더불어 다이옥신류 화합물이 배출될 수 있는 환경이 오래 전에 조성되어 왔음에도 불구하고 실제로 언제부터, 얼마나 우리에게 노출되어 왔는지에 대한 자료는 매우 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 서울인근의 공단지역에 근로하는 근로자 및 인근 주민들을 대상으로 혈중 PCDDs 및 PCDFs의 농도를 평가함으로서 혈중 오염 농도를 바탕으로 한 인체 부하량(body burden) 및 일일 인체 노출량을 추계하고자 한다.

2. 연구 방법

우리 나라에서의 혈중 PCDDs/PCDFs 농도를 평가하기 위해 본 연구소에서는 1999년 서울 인근 공단 근로자와 인근 거주 주민 중 지원자들을 연구 대상자(근로자 8명, 주민 8명)로 선정하였다. 연구 대상자들은 혈액응고방지제가 포함되지 않은 혈액백(300cc 용량)을 이용하여 약 150cc의 혈액을 채혈하였으며 이때 개인생활 습성을 고려하기 위해 설문조사도 함께 실시하였다. 채취한 혈액은 4℃ 이하의 아이스박스에 보관하여 실험실로 운반하였으며, 실험실에 도착 즉시 원심분리기를 이용하여 serum만을 분리, 분취 후 -20℃ 이하의 냉동실에서 분석하기 전까지 보관하였다.

Serum 중 PCDDs/PCDFs 농도를 정량 분석하기 위한 방법은 미국 환경보호청 Method 8290과 1613을 일부 변형하여 적용하였으며, 표준물질들은 Method 1613의 검량선 농도에 따라 15종류의 내부표준물질을 사용하여 정성 및 정량 확인하였다.

분석 전처리 방법은 serum 25ml를 분액 깔대기에 넣고 내부표준물질을 첨가한 후 potassium oxalate를 0.5g, 초순수탈이온수 2~3ml, formic acid 10ml을 추가하여 흔든 다음, ethanol 25ml을 넣은 후 다시 흔든다. n-Hexane 50ml씩 3회 추출한 후 유기용매층을 분리하여 약 10ml 정도 남도록 증발시킨다. 미리 준비된 florisil column을 통과시켜 방해물질 일부를 제거하고 acid/base 추출(conc.-sulfuric acid and 20% KOH)을 한 후 hexane층을 activated carbon column에 통과시킨 다음, toluene으로 PCDDs/PCDFs를 추출한다. 이 toluene을 증발 건고 후 recovery solution으로 make up하여 기기에 주입하여 분석을 한다. 정량을 위한 표준물질은 Cambridge Isotope Laboratories(Andover, Massachusetts, USA)의 Method 1613 표준물질을 구입하여 사용하였다.

분석 대상물질은 17종의 PCDDs/PCDFs congener이며, I-TEF(International-Toxic Equivalence Factor)를 적용하여 이들의 상대 독성 등가 농도(Toxic Equivalence : TEQ)를 산출하였다. 본 연구에서 HRGC-HRMS를 이용한 serum중 PCDDs/PCDFs의 정량분석은 한국과학기술연구원의 생체대사분석센터에서 수행하였다.

## 3. 연구 결과

연구 대상자 중 근로자의 경우에는 평균 36세(24~47세)의 남성으로서, 평균 근무 연수는 4년(1년 2개월~11년 7개월)이며, 이 중 5명은 흡연자이고, 나머지 3명은 비흡연자이었다. 인근 거주 주민의 경우에는 평균 38세(32~44세)의 비흡연 주부들이며, 연구 대상지역에 거주한 지 2.8년(1~4년)이 되는 것으로 조사되었다.

총 16개의 시료 중 3개의 시료에서 모든 PCDDs/PCDFs congener가 불검출되었으며, PCDDs/PCDFs congener 중 TCDD와 PeCDD는 모든 시료에서 불검출되었다(Fig 1). 근로자들의 혈중 PCDDs/PCDFs의 평균 농도는 1.02TEQ pg/㎖ of serum(0.02~4.96TEQ pg/㎖ of serum)이며, 인근 거주 주민들의 혈중 평균 농도는 0.19TEQ pg/㎖ of serum(0.02~0.42TEQ pg/㎖ of serum)으로 평가되었다.

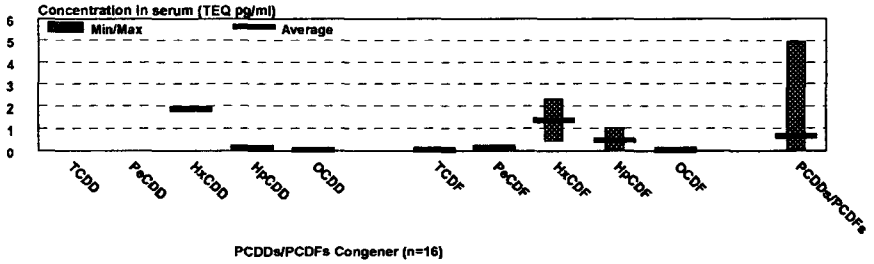


Figure 1. Concentration of PCDDs/PCDFs congener in serum of subjects

## 4. 고찰

다이옥신은 현재 미국 환경보호청에 의해 인체에 유력한 발암물질로 평가되고 있으며, 세계보건기구에서는 성인의 일일 허용섭취량을 1~4TEQ pg/kg/day로 권고하고 있다. 일반적으로 다이옥신의 인체 노출 경로는 주로 오염된 식품 섭취에 의한 것으로 알려져 있다. 따라서, 다이옥신 인체 노출량은 식습관과 매우 밀접한 것으로 평가되고 있으며, 이로 인해 국가간의 노출 패턴이나 인체 부하량이 매우 다른 것으로 연구, 보고되고 있다.

본 연구에서 혈중 PCDDs/PCDFs congener 중 TCDD의 농도가 모든 시료에서 검출한계(0.008 TEQ pg/㎖) 이하인 것으로 측정되었으며, 이러한 결과는 우리 나라 일부 산모의 모유(신동천 등, 1998)나 일부 성인의 지방 조직(강윤석 등, 1997)중 PCDDs/PCDFs congener의 함유량 패턴과 유사한 것으로 나타났다. 이에 비해 미국, 독일 등의 선진국에서는 혈중 PCDDs/PCDFs 농도 중 TCDD의 함유량이 10% 정도로 평가되고 있어, 우리 나라의 다이옥신 이성질체들간의 구성(profile)이 선진국들과는 다소 다른 패턴인 것으로 평가되었다