

# 有害物質暴露에 의한 生物學的 指標

高麗大醫大 環境醫學研究所

金 光 鍾

## I. 序 言

오늘날 각종 산업장에서 취급하는 化學物質의 種類는 이루 헤아릴 수 없이 많으며 그 數는 나날이 증가해 가고 있다.

최근 세계보건기구(WHO), 유엔환경계획(U NEP), 그리고 국제노동기구(ILO)가 共同으로 조사한 자료에 의하면, 오늘날 세계에서 널리 사용되고 있는 化學物質은 모두 5萬여종에 이르고 있는데 每年 500~1,000여종의 新製品이 開發, 生産되고 있다고 한다. 이에 比하여 이들 化學物質에 의한 生體 健康危害 여부 또는 그 程度를 판단하는 成分分析, 動物實驗 등의 檢사는 化學物質의 開發에 뒤따르지 못하고 있다는 것이다. 또한 有害性 檢査는 品目에 따라서는 그 結果 判定에 몇 年 또는 몇 십년의 장구한 세월이 요구되고 있다.

한편 産業場에서 제조 또는 취급하고 있는 化學物質은 이들 物質에 장기간 폭로 됨으로써 근로자에게 직업성질환을 유발 시켰음을 과거의 경험에 의하여 대부분 판명 되었다.

우리나라는 1981년 산업안전보건법이 제정 公布된 以後 근로자의 직업병 조기 발견을 위한 특수건강진단 檢査항목에 유기용제 50종, 特定 化學物質 44종, 重金屬 11종, 粉塵 3종 등의 진단검사 항목을 열거하고 있다.

1983년도 全國 特殊健康診斷機關에서 실시한 건강진단 실시 결과를 보면 총 수검자수 269,773명중 소음, 진동등 물리적인자에 의한 수검자는 130,831명(48.5%), 유기용제, 분진등 화학적

인자에 의한 수검자는 138,942명(51.5%) 이었다. 이를 같은 년도의 일본의 유해인자별 수검율과 비교할 때 일본의 화학적인자에 의한 수검율은 총수검자수 1,602,647명중 1,122,180명인 70%를 차지하여 우리나라보다 높았다.

또한 1983년도 한국과 일본의 유해인자별 직업병 유소견율은 화학적인자에서 일본이 4.4%, 한국 2.8%로서 일본이 한국보다 약 1.6배 높은 직업병 유소견율을 보였다.

이와같은 결과는 국가별 업종별 사업체수 및 근로자수 분포에 의한 결과라고 생각 할 수도 있으나 특수검진 대상자 선정이나 진단 방법, 또는 제도상의 차이가 있지 않나 생각된다.

과거에는 산업장에서의 유해 化學物質의 제조 또는 취급에 의하여 주로 급성중독이 중요시 되어 왔으나, 근래에 산업이 發達하고 醫學技術이 진보 됨에 따라 상기한 여러 化學物質에 의한 만성중독이 큰 문제로 대두 되고 있으며 至大한 관심을 기울려야 할 것이다.

有害化學物質에 의한 만성중독 진단의 難點을 든다면 다음과 같다. 첫째, 문제되는 有害物質의 종류가 다양하기 때문에 일반인의 관심이 分散 된다는 것, 둘째로, 일반적으로 만성중독의 증상을 早期發見하기 어렵고 설사 약간의 異常이 있다 하더라도 빈혈, 현기증, 신경통등 他疾患에서도 흔히 볼 수 있는 症狀이어서 각기 중독에 特異인 症狀를 잡기 어렵다는 것, 셋째, 豫防的 견지에서 작업환경내에서 發生하는 有害物質은 물리적 有害因子인 소음, 진동등의 측정

방법과 달라서 有害物質 하나하나에 따라서 채취법, 分析法이 다를 뿐만아니라 고가의 정밀기기 및 장비에 의한 기술적인 定量分析을 필요로 한다.

따라서 有害化學物質 暴露에 의한 근로자의 健康障害를 早期發見 및 早期診斷을 위해서는 고도의 전문적인 지식과 풍부한 경험이 요구된다.

산업장에서 化學物質의 有害度를 化學物質의 曝露량에 따른 生體反應(dose-response relationship)을 파악하여 허용한계를 設定하고, 曝露량이 이 許容濃度 以下로 되게끔 作業環境管理 및 作業管理를 유도 함이 實用的인 것이다.

이에 저자는 有害化學物質 暴露에 의한 生物學的의 指標의 評價에 관한 一般的인 方法에 關하여 논하고자 한다.

본 章에서 논한 生物學的分析(biological analysis) 또는 生體監視(biological monitoring)用語는 呼氣, 尿, 血液, 눈물, 땀등과 같은 體液 分析, 化學物質의 과거폭로 評價를 위한 손톱, 毛등과 같은 生體 구성분의 分析을 가리킨다.

## II. 生物學的의 모니터링의 有用性

생물학적 모니터링은 작업중 有害物質에 曝露된 후 人體內에 吸入되어 分布된 有害物質을 측정하는 것이기 때문에 철저한 作業環境管理에 의한 豫防效果를 대신하지는 못한다. 그러나 작업환경관리의 事後管理 및 評價 내지는 補完點을 찾는 데 있으며 그밖에 작업환경관리로서 불가능한 부분 등에 다음과 같은 유용성이 있다.

### 1) 예기치 못한 근로자 曝露에 대한 정보 제공

有害物質이 호흡기계통 등으로 침입한 것 이외에 예기치 않게 피부침입경로나 보호구 결합이 생겨 틈사이로 침입한 경우에 해당 유해물질에 의한 피해가 나타나기 전에 보완할 수 있도록 한다.

### 2) 中毒에 대한 의사의 치료대책의 지침

각종 有害化學中毒의 치료제(해독제) 자체도 不作用에 의한 危害要素를 안고 있다. 따라서

中毒의 程度를 알아야 치료제의 필요량, 투여기간 등 적절한 치료 방침을 세울 수 있다.

### 3) 허용기준이상의 曝露시에 작업조정 有害物質

에 과량 曝露시에 근로자의 작업장소를 변경한다 즉 허용량과 曝露量과의 관계를 추적함으로써 허용량 이상의 曝露량이 되기 전에 작업변경 등의 조치를 취할 수 있다.

### 4) 入社 採用前 Screen

근로자는 有害物質에 대한 감수성이 각각의 物質에 따라 個人差가 있을 수 있다. 특히 대사장애, 효소기능장애가 있는 근로자에서는 毒性症狀의 發現濃度가 정상인보다 상당히 낮아 심각한 문제를 야기시킬 수 있다. 이러한 이상반응자를 채용전에 조기발견한다는 것은 일반건강진단 실시로는 어렵다.

### 5) 同一 標的 장기에 영향을 미치는 현 化學物質 曝露에 대한 TLV 평가의 확인

근로자가 동일 표적장기에 영향을 미치는 한 개 이상의 化學物質에 현재 曝露되었을 때, 한개의 化學物質에 대해 안전하다는 허용기준은 혼합 化學物質 曝露에 比하여 안전하지는 않다.

즉 두개 이상의 有害物質에 曝露될 때 各各의 物質보다 毒性이 強함으로 TLV 평가를 확인키 위해 生物學的의 모니터링이 必要하다.

### 6) 주변감시의 확인

개인모니터링, 수동식주변모니터링, 자동식주변모니터링 등은 가장 많이 사용되는 작업환경 측정 방법인데 이러한 측정방법들은 어디까지나 근로자가 호흡하는 공기중 曝露농도만을 나타내나 실제 다른 주변 환경에 의하여 흡수되거나 감시되지 않는 농도로 측정되어 독성을 감지할 수 없는 弱點이 있다. 따라서 주기적인 생물학적 모니터링은 이러한 감시체계를 보완 내지는 확인할 수 있다.

## III. 生物학적 모니터링 방법

1) 생물학적 모니터링의 피검물

- 가) 체액성분(尿, 血液, 눈물, 땀, 타액, 大便, 척수액, 모유 등)
- 나) 생체구성분(모발, 손톱, 태반 등)

2) 분석방법

- 가) 직접분석법 : 인체 성분에서 해당 물질 또는 代謝物을 직접 측정 하는 것(예 : 혈중연)
- 나) 간접분석법 : 측정대상 물질이 인체의 장기나 조직에 영향을 주어 2차적으로 변화된 상태를 분석함으로써 원인물질에 의한 영향을 간접적으로 추정하는 것(예 : 유기인체에 의한 영향, 血中 코린에스타제)
- 다) 피검물별 생물학적 지표의 장단점

(1) 尿

尿中 대산물 측정은 有害物質 그 자체 보다는 生體內에 負荷된 化學物質의 量을 간접적으로 추정하는 경우가 많다.

따라서 有害物質을 직접 측정치 못한 단점은 있으나 피검물을 쉽게, 그리고 반복하여 얻을 수 있는 장점이 있다.

(2) 血液

血液은 生體內 化學物質量을 비교적 가깝게 推定할 수 있는 점은 尿나 呼氣보다 유리하다고는 할 수 있으나 수시로 채혈해야 하는 점 등 실제로 적용시키는데 있어서는 이들보다 實用性이 뒤떨어진다.

(3) 모발

모발 역시 생물학적 모니터링의 피검물로 사용되고 있으며, 주로 일부 중금속의 모발 중 함량이 폭로량에 비례하는 경우가 있다.

모발은 생물학적 모니터링을 시행하는 데 용이하나 모발을 싸고 있는 지방에 吸着된 人體外의 부분까지도 포함 될 수 있다는 점과 최근 폭로량의 動的變化를 파악하기 어렵다는 短點이 있다.

(4) 呼氣

呼氣를 이용한 생물학적 모니터링 대상이 되는 작업장중 化學物質은 Benzene, CCl<sub>4</sub>, Styrene, toluene, Vinyl chloride, chloride monomer, methanol 등 주로 유기용제 등이다.

호기 속의 化學物質量은 폭로후 2시간 이내에 被檢物을 채취, 分析해야 하며, 측정치가 생체내에 포함된 量중 최근 피폭량을 나타내는 지표이다. 또한 呼氣속의 化學物質量은 時間이 경과됨에 따라 규칙적으로 감소하는 경향이 있다.

이외의 특징으로는 呼氣中 化學物質을 직접 분석 가능하여 代謝物에 依한 原因物質 推定에서 올 수 있는 오차가 개입되지 않고 피폭 정도를 빨리 판단할 수 있으며 特異性이 좋은 gas-chromatograph 技法을 사용함으로써 非生物學的의 指標物에 依한 간접 영향을 적게 받는다.

피검물별 화학물질별 생물학적 지표의 예

피 검 물	인체 성분 분석표	대 산 물 및 화 학 물 질
I. 소 변		
Benzene	Indirect	Phenol
Toluene	"	Hippuric acid
Xylene	"	Methylhippuric acid
Stysene	"	Phenylglyoxylic acid, Mandelic acid, Hippuric acid
Trichloroethylene	"	Trichloroacetic acid, 총삼염화물, Trichloroethanol
1. 1. 1-Trichloroethane	"	"
Acetone	Direct	Acetone
Methylchloride	"	Methylchloride
Pb	Indirect	Coproporphyrine, Aminolevulinic acid

	Pb	Direct	Pb
	Cd	"	Cd
	Cr	"	Cr
	Hg	"	Hg
II. 혈액			
유기인제		Indirect	Cholinestrase
Dichloromethane		"	Carboxyhemoglobine
Nitro glycol		Direct	Nitroglycol
Pb		Indirect	Protoporphyrin
Pb		Direct	Pb
Hg		"	Hg
Cd		"	Cd
III. 호기			
유기용제		Direct	Benzene, CCl <sub>4</sub> , Styrene, Toluene 등
IV. 모발			
중금속		Direct	Hg, Cd, Cr, As, Cu, Zn, Fe, Be, Al 등

## 행 동 중 독 학

가톨릭 의과대학 예방의학교실  
이 병 국

최근들어 산업중독학 분야에서 현재 적용하고 있는 유해물질의 공기중 허용농도의 기준설정의 타당성에 대한 검토가 활발히 진행되고 있다. 허용기준의 설정에 현재 적용하는 여러 검사기준들이 타당한가?

과거에는 찾아내지 못했던 유해물질 폭로로 인한 건강장해가 의학발전에 따라 조기진단이 가능해짐에 따라 확실한 임상증상이 나타나기 전에 외부자극에 의한 인체의 생리, 심리적 변화를 측정함으로써 건강장해의 기준을 이와같은 무

증상 변화로 대처하자는 의견이 주장되고 있다. 특히 뇌계통의 기능변화를 즉 생리적이던 심리적적이던간에 과연 바람직하지 않은 건강장해로 볼 것인지, 아니면 인체가 외부자극에 대한 대응기능으로 대처하는 과정의 일부로 볼 것인지에 대한 의견은 분분하다. 허나 최근들어 사람의 수행능력(performance ability)을 측정하여 외부자극 물질의 영향을 검토한 보고들이 많이 발표되고 있고, 지난 20년간의 공기중 허용기준의 변화를 보면 점차로 엄격한 건강기준의 적용