



## 흡입독성연구 필요성에 대한 사회적 공감대가 필요한 때



안전보건공단  
산업안전보건연구원  
유해성연구부장  
**임 철 흥**

### 1. 화학물질이 주는 이익과 대가

화학물질은 원소와 원소 간의 화학반응에 의하여 만들어진 화합물을 의미한다. 이러한 화학물질은 의약품, 농약, 생활용품 등에 사용되어 생명연장, 굶주림의 해결뿐 아니라 쾌적한 환경 등 인류복지를 증진시키고, 생활 수준을 개선하는데 많은 기여를 하고 있다. 현재 이미 1억 종 이상의 화학물질이 개발되었으며, 이 중 10만 이상이 실생활에서 사용되고 있다. 우리나라에서도 매년 500종에 이르는 화학물질이 새롭게 사용되고 있다. 그러나 화학물질의 사용이 증가하면 증가 할

수록 사람과 환경에 대한 위협도 증가하고 있다. 임신부의 입덧 방지제로 개발된 탈리도마이드는 화학물질을 의약품으로 개발하는 것이 얼마나 위협적일 수 있음을 알게 해 주었고 살충제로 개발된 DDT(Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane)는 오랜 기간 환경에 치명적인 영향을 주었다.

화학물질로 인한 일련의 사건을 교훈 삼아 인류는 화학물질을 사용하기에 앞서 예방적 차원에서 실험동물 등을 이용하여 화학물질의 유해성을 확인하고 그 결과에 기초한 유해성·위험성 평가 시스템을 도입하였다.

유해성·위험성 평가 시스템의 첫 단계는 화학물질의 유해성을 확인하는 것으로 실험동물 등을 이용한 독성시험을 실시하여 자료를 얻고 있다. 가끔 사람에게서의 자료에 의해 유해성이 확인되기도 하지만, 이러한 경우는 예외적인 경우로 사람에게 대한 유해성을 가장 정확하게 확인할 수 있지만, 가장 바람직하지 않은 경우일 것이다. 이미 그 화학물질이 사람에게 나쁜 영향을 주었다는 뜻이기 때문이다.

유해성 확인을 위한 독성시험은 비교적 저비용의 단기 노출 영향시험(급성 독성, 유전독성 스크리닝 시험 등)도 있지만, 더 큰 비용이 들어가는 중기노출 영향시험(아만성 독성 등)도 필요하며, 때에 따라서는 아주 많은 시간과 노력이 소요되는 만성노출 영향시험(만성 독성 등)도 필요할 수 있다. <표1>에서는 화학물질의 유해성 종류와 그 유해성을 확인하기 위한 독성시험 방법을 나타내었다.

<표1> 인체건강 유해성 및 시험방법

유해성	시험방법
급성독성	급성 경구독성시험, 급성 경피독성시험, 급성 흡입독성시험 등
피부 부식성/자극성	토끼를 이용한 피부 자극성시험 등
심한 눈 손상/자극성	토끼를 이용한 눈 자극성시험 등
호흡기 또는 피부 과민성	기니피그를 이용한 폐 반응시험 등
생식세포 변이원성	설치류 우성치사 돌연변이시험, 포유류 골수 염색체 이상 시험 등
발암성	발암성시험 등
생식독성	발생독성시험, 생식독성시험 등
특정표적장기독성 - 1회 노출	급성독성시험 등
특정표적장기독성 - 반복노출	90일 반복노출 독성시험 등
흡인유해성	동적점도 측정시험 등

## 2. 화학물질의 호흡기 노출에 의한 영향

화학물질은 음식물과 음료를 통하여 입으로 삼키거나(경구 노출), 피부를 통하여 흡수되거나(경피 노출) 호흡기를 통하여 흡수된다(흡입 노출). 이 중 의약품을 제외하고는 입을 통하여 삼키는 경우는 매우 예외적이고 산업현장 또는 생활환경에서 화학물질의 노출은 피부를 통하거나 호흡기를 통한 것이 대부분이다. 특히, 호흡기 노출은 작업환경에서 화학물질에 노출되는 대부분의 경로이고, 일

부 생활환경에서도 이루어지고 있다. 또한, 피부와 달리 딱딱한 보호막이 없으며, 알지 못하는 사이에 흡입되는 경우가 많으므로 유해성·위험성 평가에 있어 호흡기 노출에 의한 영향 평가는 필수적이다.

그러나 화학물질의 유해성을 확인하는 과정에서 흡입독성시험자료에 근거하여 호흡기로 흡수되는 화학물질의 영향을 평가하는 경우는 매우 드물다. 즉, 호흡기 노출에 의한 영향을 평가하고자 할 경우에도 흡입독성시험 자료보다는 경구독성시험 자료를 이용하여 평가하는 경우가 더 많다. 이용할 수 있는 흡입독성시험자료가 거의 없기 때문이다.

흡입독성시험자료가 부족한 이유는 흡입독성시험은 경구독성시험보다 수행하기 어렵고 비용도 많이 들기 때문이다. 대부분의 경우 호흡기 노출이 주요 경로인 산업화학물질에 대해서도 특별한 경우를 제외하면 경구독성시험자료가 있다면 추가로 흡입 독성시험자료를 요구하지 않고, 이론적 생체 흡수량을 이용하여 유해성을 추정하는 평가방법이 이용되고 있다. 실제로 호흡기로 노출되지만 폐에 직접 영향을 주지 않는 일부 유기용제의 유해성·위험성 평가는 경구독성시험자료만으로 평가가 가능한 경우도 있다.

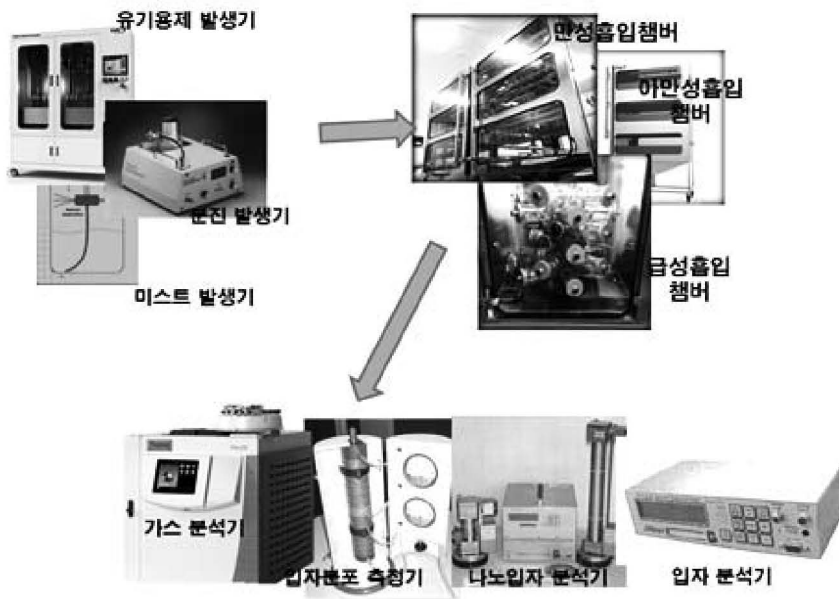
사실 우리나라는 흡입독성연구 인프라가 비교적 잘 갖추어진 나라에 속한 편이다. 특히 나노물질 연구 및 개발이 활발하게 진행됨에 따라 흡입독성연구에 대한 관심은 더욱 증가하고 있다. 첨단산업의 비타민으로 알려질 정도로 에너지, 반도체 등 첨단산업에서 활용성이 높아지고 있는 나노물질의 인체영향을 확인하기 위해서는 흡입독성시험 자료가 필수적이기 때문이다. 나노물질은 대부분 호흡기로 흡수되어 폐에 일차적인 영향을 주기 때문에 경구독성시험자료로는 타당성 있는 유해성·위험성 평가가 어렵기 때문이다.

이제까지 흡입독성연구의 중요성이 저평가 되었다면, 최근 흡입독성연구의 필요성에 대한 사회적 공감대가 만들어지고 있는 것 같다. 2011년부터 사회적 문제로 주목받은 가슴기 살균제 사건은 화학물질의 유해성·위험성 평가에 흡입독성의 중요성을 극명하게 보여주고 있다. 가슴기 살균제 사건은 가슴기 살균제를 사용한 많은 임산부 및 영유아가 원인 미상 폐 질환으로 인하여 사망한 것을 말한다.

이 사건으로 현재까지 200명 이상이 사망하였다. 사건이 이렇게까지 커진 것은 호흡기로 노출되는 화학제품을 개발하면서 호흡기에 대한 영향을 평가하지 않았으며, 심지어 아무런 과학적 근거 없이 인체에 무해하다고 주장하여 화학물질에 약한 임산부 및 영유아가 무방비로 노출되었기 때문이다. 화학물질이 호흡기로 노출되면 얼마나 심각한 결과를 초래할 지에 대해 알았다면 이와 같은 어처구니없는 일은 발생하지 않았을 것이다.

### 3. 흡입독성연구는 어떻게?

흡입독성연구를 수행하기 위해서는 특수시설과 설비가 필요하다. 먼저 화학물질을 가스, 증기 또는 에어로졸 형태로 발생시키는 시험물질 발생장치가 필요하며, 다음으로 작업장 또는 생활환경과 유사하게 시험동물이 생활하면서 시험물질에 노출되는 흡입챔버가 필요하며, 마지막으로 흡입챔버에서 발생한 화학물질을 측정하는 분석장치가 필요하다. 시험물질을 발생시키는 장치로는 가스발생기, 증기발생기, 미스트 발생기 또는 분진 발생기 등이 있으며, 흡입챔버에 발생시킨 시험물질의 농도를 측정하는 장치로는 가스크로마토그래피, 입자계수기, 공기포집기 등이 있다(그림1). 이러한 특수시설과 설비를 운용할 전문인력이 필요하다는 것 또한 너무나 당연한 사실이다.



〈그림1〉 흡입독성시험 시스템

### 4. 흡입독성연구는 사회적인 공감대가 필요

이상과 같이 흡입독성연구를 수행하기 위해서는 고비용과 함께 추가적인 전문인력이 필요하다. 따라서 사회적으로 흡입독성연구가 꼭 필요하다는 인식하고 공감대가 형성되지 않으면 흡입독성 연구를 수행하는 것은 너무나 어려운 일이다. 이러한 이유로 민간연구소에서 흡입독성연구를 수행

하기는 쉽지 않으며, 따라서 우리나라의 경우 신뢰성이 인정되는 우수시험실운영기준(GLP, Good Laboratory Practice)에 따라 흡입 독성을 수행할 수 있는 기관은 산업안전보건연구원과 함께 안전성 평가연구소, 한국건설생활환경시험연구원 3곳뿐으로 산업안전보건연구원과 같은 준정부기관이거나 정부의 지원을 받는 연구기관이다.

최근 우리나라에서 흡입독성연구에 대한 관심이 급격히 증가하고 있다. 호흡기 이외의 경로로 노출된 독성시험자료로는 호흡기 노출 화학물질의 유해성을 적절하게 확인할 수 없다는 것을 절실히 느꼈기 때문이다. 개인적으로 흡입독성연구의 필요성이 일회성으로 끝나는 것이 아니라 지속적인 관심이 유지되어 제2의 가습기 살균제 사건이 우리나라에서는 일어나지 않도록 하는데 기여하였으면 한다. 🙏