

# TDI

## (톨루엔 디이소시아네이트)

가톨릭대학교 예방의학교실

이 세 훈

**Q : TDI는 무엇이며 어디에 사용되는 물질입니까?**

**A :** TDI는 toluene diisocyanates의 약자로서 달콤한 과일향의 자극성을 가지고 있는 무색 내지 옅은 노란색의 액체이고 우리나라의 산업안전보건법상의 허용한계는 0.005ppm으로 설정되어 있습니다. TDI는 2,4-TDI와 2,6-TDI등 두개의 이성체로 생산되는데 상업용 TDI로는 2,4-TDI함유도가 각각 99.5%이상, 80%, 65%인 것 등 세가지가 있습니다.

TDI를 포함한 isocyanates는 수소원자를 가진 화학물질과 결합하는  $-N=C=O$ 기를 가지고 있기 때문에 물이나 대부분의 산과 결합하여 polymeric urea를 형성하는 매우 활성이 높은 화학물질이어서 경질 및 연질 발포제(foams), 표면코팅, 접착제, 고무제품, 그리고 섬유제품 등에 유용하게 쓰입니다. polyurethane foam은 산업장에서 목재의 페인트, 운송기구, 쿠션, 매트리스, 절연체, 포장 등에 널리 이용되기 때문에 TDI의 생산 및 그 사용량이 점점 증가하고 있습니다. 그러므로 우리나라에서도 이와 관련된 여러 제조업체에서 일하고 있는 적지 않은 근로자들이 TDI에 폭로될 수 있습니다.

흔히 제한된 장소에서 시행하게 되는 목재가구공장의 우레탄발포제 분사작업시 TDI의 폭로농도가

가장 높은 것으로 알려져 있습니다. 더욱이 TDI는 분사시에 분사실내부의 벽면에 먼저 흡착되기 때문에 반응이 늦게 나타날 가능성이 상당히 있어서 작업실내에서의 TDI의 농도가 서서히 낮아지게 마련입니다.

**Q : TDI는 인체에 어떤 장애를 유발합니까?**

**A :** 급성 TDI폭로시에는 눈과 코에 자극증상을 유발하며 농도가 높아짐에 따라 피부자극 증상도 발생합니다. 냄새를 감지할 수 있는 한계는 약 0.1 (0.05~0.13)ppm으로서 현재의 허용농도치인 0.005ppm보다 높습니다. 고농도의 TDI폭로시에는 각막부종, 결막염, 시력장애 등과 같은 안(眼)장애, 두드러기, 피부염, 알러지성 피부염, 습진 등과 같은 피부장애가 있었는데 이에 대한 보고는 그리 많지 않으며 이중 안장애는 폭로제거로서 곧 회복됩니다.

만성적인 TDI폭로는 천식성 감각(感作)반응을 일으킬 수도 있습니다. 우리나라에서도 이미 피아노공장, 가구업체, 냉동기제작, 지퍼공장, 합판공장 등의 근로자들에게서 발생된 TDI에 의한 직업성천식 환자에 대한 보고가 상당수 있어서 이에 관한 관심이 점점 높아지고 있습니다.

TDI폭로시에는 TDI로 인한 직업성천식의 기왕증이 없는 근로자들에서도 폐환기능이 감소된다는

역학적인 보고가 있었습니다. 역학조사에 따르면 직업성천식의 기왕증이 없는 TDI작업자들에 있어서도 기침, 천명(喘鳴 : wheezing), 짧은 호흡, 숨가쁨, 가슴이 답답하다는 등의 증상의 호소율이 TDI폭로전에 비하여 높아지고 이러한 증상의 호소군에서는 폐기능이 감소됩니다.

현재까지 직업적으로 TDI에 폭로된 것과 관련된 건강장해에 대한 증례보고가 외국 뿐만 아니라 우리나라에서도 여러 예가 있었으며 우리나라에서도 관련된 역학조사가 시행된 경우가 있었습니다.

TDI폭로에 의한 암발생과 관련된 역학조사결과와는 극소수이며 ACGIH에서도 발암성 물질로 지정하고 있지는 않습니다. TDI에 의한 직업성 천식환자에게 TDI 기관지유발시험을 하면 심한 기침 및 호흡곤란과 함께 심한 폐기능의 저하가 오며 작업장에서도 비슷한 결과를 초래하는 것으로 보고되어 있고 이점이 진단에 이용되기도 합니다.

**Q : TDI에 의한 직업성천식의 예방대책은 무엇입니까?**

**A :** 천식의 증상이 대개 심하다는 것과 그 질병의 자연사에 있어서 비교적 장기간동안 요양해야되는 점과 같은 이 질병의 증후도를 고려할 때 무엇보다도 예방이 중요합니다.

작업환경을 개선하여 TDI폭로를 제거하거나 감소시키는 노력이 필요합니다. TDI취급작업자는 마스크를 착용하여야 하고 반드시 배기후드를 향하여

분사작업을 해야 합니다. 또한 다른 작업자는 TDI에 폭로되는 것을 예방하기 위하여 별도의 분사실을 설치하여야 합니다.

천식을 비롯한 폐질환 혹은 알러지성 질환이 있거나 기왕력이 있는 사람은 TDI폭로가능한 작업장에 취업되어서는 안됩니다. 정기적인 특수건강진단에서 폐기능검사외에도 위에서 열거한 증상이 있는지(특히 월요일 혹은 휴가가 끝나고 첫 출근날)를 확인해야 합니다. 2차검진 대상자에게는 폐기능검사와 기관지 유발시험 등을 실시하여 TDI로 인한 천식발생의 위험이 있는 근로자인지의 여부를 판정하여야 합니다.

일단 직업성천식을 비롯한 TDI로 인한 건강장해가 있다고 판정 받은 근로자는 사후대책으로서 더 이상 TDI에 폭로되지 않도록 조치를 취해야 합니다. 폭로량을 줄이는 것은 절대로 예방대책이 될 수 없으며 반드시 직종전환을 시켜야 합니다. TDI로 인한 천식발생이 있는 사람은 극미량의 TDI로도 언제든지 천식이 재발될 수 있기 때문입니다. 이러한 사람은 심지어 TDI를 사용하는 공장 근처에만 가도 천식증상이 발생할 수 있습니다. 바꾸어 말하면 TDI로 인한 천식의 발생은 TDI의 폭로량이 얼마나 되는냐 하는점이 문제되는 것이 아니라 TDI가 양에 관계없이 있느냐 혹은 없느냐 하는 것이 문제입니다. 일단 극미량, 예를들어 몇만 혹은 몇십만분의 일 ppm이라도 있으면 완치된 환자라 할지라도 재발될 수 있습니다. 산업보건

