

ETO폭로에 관한 후향성코호트 연구에 있어서 통계학적 모형을 이용한 폭로량 추정

안연순

후향성 산업역학연구에서 연구대상 전기간 동안의 개개인에 대한 폭로자료를 얻기는 매우 힘들다. 이런 경우 역학자나 산업위생기사의 패널(panel)을 통해 폭로에 대한 정보를 얻는 주관적인 방법이 많이 이루어져 왔는데, 이런 주관적인 방법을 객관화하기 위하여 개개인의 과거에 일어난 폭로에 관한 정보를 통계학적 모형을 이용하여 구하려는 시도가 최근 많이 이루어지고 있다.

Hornung등(Am J Ind Med 1994;25:825-836)은 살균산업에 종사하는 근로자들의 ethylene oxide (ETO)와 관련된 코호트 사망연구에서 정보가 없는 근로자에 대한 과거 폭로정도를 구하기 위하여 가중다중회귀모형(weighted multiple regression model)을 이용한 통계학적 모형을 수립하여 모형의 신뢰성과 타당성 등을 평가하였다.

방법론적으로 자료의 수집 및 평가, 모델설정, 모델평가의 3단계 과정을 밟았다. 1단계인 모델 설정을 위한 자료수집 과정에서는 살균산업을 취급하고 있는 32개 공장에 대해 20개의 연구기관이 연구에 참여하였는데, 자료를 수집하는 동안 NIOSH의 산업위생기사들과 역학자들은 과거 ETO 측정 자료의 질과 이용가능성, 근로자의 작업력, 작업환경개선과 같은 폭로수준에 영향을 줄수 있는 인자와 관련된 정보를 종합적으로 평가하여 모델설정이 가능한 데이터를 결정하였는데 이 과정에서 16개 연구기관은 ETO에 대한 개인포집 측정자료의 부족, 시료포집과 분석방법에 대한 자료 부족, 시료 측정상의 업무에 대한 정보부족 등의 이유로 제외

되었다. 모델에 이용된 자료는 특정 년도에 특정 업무 및 위치에서의 charcoal tube를 이용하여 개인포집방법으로 측정된 측정치의 산술평균값을 이용하였고, 신뢰도를 평가하기 위하여 표준편차를 구하였다.

2단계 모델수립과정에서는 폭로수준에 영향을 미칠수 있는 모든 독립변수를 예측하여 다중공선성이 발생하지 않고, 정보가 부족한 독립변수는 상관이 높은 다른 변수로 대체하는 과정을 통하여 독립변수를 조정하여 최종적으로는 폭로범주, 생산품의 종류, 연령, 시간(달력), 배출물, 환기상태, 작업장 면적 등을 독립변수로 확정하였다. 또 종속변수를 로그변형시켜 폭로에 있어서 음의 값이 나오는 것을 막고, 변이계수의 역수를 취하여 가중치($WT = 1/(\log(CV^2/n+1))$)를 부여하였다. 모델을 설정하는 과정에서 6개 공장의 46개 시료의 측정치는 제외시켰는데 이는 모델설정후 모델을 평가하는 과정에서 이 측정값과 모델에 의해서 나온 측정값을 비교하여 모델의 정확성을 평가하기 위하여서 이다.

마지막으로 모델의 타당성 및 신뢰성을 포함한 정확성을 평가하기 위하여 보편적으로 이용하는 3가지 방법을 사용하였는데, 첫번째 방법은 자료분산(data splitting) 또는 교차-타당성(cross-validation)을 이용하는 방법이고, 두번째는 산업위생 분야에 지식과 경험이 많은 패널집단에서 예측한 값과 모델에 의해 예측된 값을 비교하는 것이고, 세번째는 모델을 이용하여 산업사망연구를 위한 직

업-폭로표를 실제로 작성하여 비교하는 방법인데 이 연구에서는 위의 3가지 방법을 모두 이용하여 모델의 적합성을 평가하였다. 평가한 결과 모델설정에서 측정된 측정값을 표준값으로 가정했을때, 모델의 결정계수가 0.85($R^2=0.85$)인 상태에서 편차(bias)가 적고 정밀도(precision)가 매우 높았다. 또 11개 산업위생사 패널과 비교했을때 9개 패널보다 편차가 적고, 정밀도에 있어서는 모든 패널보다 높아서 모델에 의한 예측치가 패널의 예측치보다 더 우수한 것으로 나타났다.

이러한 결과는 향후 후향성 코호트 연구에서 정보가 없는 폭로치를 예측하는데 매우 객관적이고 정확한 값을 제공하고, 컴퓨터의 소프트웨어를 이

용하여 많은 값을 자동적으로 구할수 있는 장점이 있으나 나름대로 아래의 몇가지 제한점이 있는데, 첫째는 폭로를 예측할수 있는 다양한 정보가 거의 대부분에서 결측치가 없어야 하고, 독립변수가 조정가능해야 하며(3차항 이상이나 상호작용은 해석하기 힘들어 독립변수를 조정하는 과정중 주관이 개입될 여지가 많다), 모델을 평가하는 과정중 기준치가 된 측정값을 가장 이상적인 표준값으로 가정해야 하는 제한점과 현재는 예측치 못한 변수가 상당부분 존재할 것이라는 점으로 향후 이런 제한점을 해결하기 위한 연구가 많이 이루어져야 하겠다. ♣

알아봅시다!

클로로나프탈린 (chloronaphthalene)

사례 전신장애로서의 간장해 증례가 많은 사람으로부터 보고되었다. 그리고 지원자에 의한 실험에 의하면, 트리-, 테트라-, 헵타-, 옥타클로로나프탈린은 전혀 좌창형성이 없었으나, 펜타 및 헥사클로로나프탈린 유도체는 대단히 중증의 염소좌창을 형성한다.

일본의 전기제작공장에서 13명의 작업자에게 안면, 경부의 접촉피부염이 발생되었다는 보고가 있었으나 이때에는 간, 신, 체장검사에 이상이 없었다고 한다.

증상 흡입, 경구 및 피부접촉이라도 흡수되어 중독을 일으킨다.

특히 아급성·만성중독이 문제이다. 전신장애로서는 대량섭취에 의한 치사적인 급성황색간 위축증이나 비치사적인 간질환의 발생이 보고되었다. 이러한 중독의 발생은 염소함유량과 관계가 있으며 펜타- 및 헥사클로로나프탈린이 특히 문제시 되고 있다. 간장해 이외에 특징적인 것은 피부장해이며 작업자에 관한 보고도 많다.

이 피부장해는 증식성변화를 주로 하는 병증과 염증성 변화를 주로 병증(접촉피부염)이 있는데, 전자, 특히 좌창성피진(염소좌창)을 주요병증으로 한다. 이 피진은 소양감이 있으며, 안면, 경부에 번지기 쉽고 치유에 2기간을 요한다. 접촉피부염으로는 광과민성 피부염이 생길수 있다.