

트리클로로에틸렌의 직무노출 매트릭스 구축 연구

제공 / **산업안전보건연구원**

연구책임자 : 유계목

연구기간 : 2014.11~11.30

등록번호 : 2014-연구원-1127

화학물질에 노출되어 발생하는 건강장해에 대한 예방과 노출작업 관리 및 업무관련성평가를 위해 국내의 주요 유해인자에 대한 직무-노출 매트릭스(Job-Exposure Matrices, JEM)의 구축이 필요하여, 2013년에는 벤젠에 대한 JEM을 구축하여 노출 시기별·업종별·직종별 벤젠의 노출 수준을 분석하고 정리하여 근로자의 과거 벤젠 노출량 추정 등에 활용하고 있다.

과거 노출 추정 연구 2년차인 2014년에는 트리클로로에틸렌(Trichloroethylene, TCE)을 대상 물질로 선정하여 과거 시기별·업종별·직종별로 노출 수준을 추정하여 JEM을 구축함으로써 국내 사업장의 TCE 관리 및 근로자의 과거 노출력 판단에 활용하고자 한다.

TCE의 노출 수준을 보고한 국내 학술논문, 해외 학술논문, 연구보고서, 산업안전보건연구원의 역학조사 보고서, 작업환경측정 결과 등을 대상으로 TCE 노출 시기(작업환경측정시기), TCE 측정 농도, 사업장의 업종, 근로자의 직종 등을 분류하고 조합하여 JEM을 구축하였다.

국내 문헌의 검색은 한국산업위생학회(<http://www.ksoeh.org>), 한국과학기술정보연구원(<http://www.ndsl.kr>), 한국교육학술정보원 학술연구정보서비스(<http://www.riss4u.net>) 등의 홈페이지를 이용하였고 국외 문헌의 검색은 미국 국립의학도서관 PubMed(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>)를

주로 활용하였다.

사업장의 공정은 통계청 고시 제2007-53호의 제9차 한국표준산업분류를 따랐고 근로자의 직종은 통계청 고시 제2007-3호의 제6차 한국표준직업분류를 따랐다. 업종과 직종은 대분류, 중분류, 소분류, 세분류, 세세분류 등 5단계로 구성되고, 통계청의 통계분류 홈페이지(<http://www.kostat.go.kr/kssc>)에 관련 검색어를 입력하면 제시된 코드와 코드명 중에서 적합한 업종 및 직종을 선택할 수 있다.

역학조사보고서는 산업안전보건연구원에서 1992년부터 2013년까지 수행한 역학조사에서 근로자의 질병 원인 유해인자가 TCE인 보고서를 검색하여 연구에 활용하였으며, 작업환경측정결과는 역시 산업안전보건연구원에서 전산 구축하고 있는 2002년부터 2013년까지의 TCE 측정 자료를 연구에 활용하였다.

문헌에서 기하평균과 기하표준편차로 노출수준이 보고된 경우에는 기하평균을 산술평균으로 환산하여 평균과 표준편차를 산술평균으로 기술하였으며, JEM별로 TCE 농도의 측정수(시료수) 차이에 따른 산술평균을 보정하기 위하여 시료수가 가중된(통합된) 산술평균(Weighted Arithmetic Mean, WAM)을 계산하여 사용하였다.

TCE 노출 수준을 보고한 문헌을 검색한 결과 중복을 제외하고 국내 문헌 29건, 국외 문헌 34건을 확보하여 연구에 활용하였다. 국내 문헌의 경우 학술지 논문이 22건이었고, 역학조사보고서 6건, 연구보고서 1건 등이었으며, 국외 문헌은 학술지 논문 15건, 보고서 19건 등 총 34건이었다. 국내와 국외의 문헌에서 보고된 측정 시료수는 각각 419개와 1,972개였다. 2002~2013년도 기간의 작업환경측정자료는 20,753개 사업장의 53,423개의 시료에 대한 작업환경측정결과를 연구에 활용하였다.

국내 문헌에서 TCE 노출 수준은 1970년부터 보고되었는데 5년 간격으로 구간을 구분하면 1970~1974년에 5건, 1985~1989년에 5건, 1990~1994년 7건, 1995~1999년 4건, 2000~2004년 3건, 2005~2009년 6건, 2010~2011년에 1건의 문헌이 보고되었다(일부 문헌은 2개 시기 이상의 TCE 노출수준을 보고하였으므로 시기별 보고 문헌의 개수를 합하면 순 보고문헌 수 29개보다 많게 된다). 1975~1979년과 1980~1984년의 기간에는 TCE 노출 수준이 보고된 문헌을 찾을 수 없었다.

통계청 통계분류에서는 우리나라의 표준산업을 세세분류 기준으로 1,145개로 구분하고 있는데 국내 문헌에서 보고된 업종은 22개 업종으로서 통계청 세세분류 전체 업종의 1.92%에서 TCE 노출 수준이

보고되었다. 그 중 금속압형제조업(25913)에서 208개의 측정시료가 보고되어 전체 시료 419개의 49.6%를 차지하였다. 또한 세세분류 직종 기준으로는 13개 직종에서 노출 수준이 보고되었는데 금속 세척기 조작용(84211)이 24개 문헌, 344개 시료에서 보고되어 전체 시료 419개의 82.1%를 차지하였다.

1970~1974년의 경우 통합노출수준이 425.96 ppm이고 현재의 국내 TWA 노출기준인 50 ppm에 비해 월등히 높는데, 당시의 농도는 직독식 기기에 의해 측정된 값으로서 정확도는 떨어지지만 TCE를 취급하는 사업장의 농도가 매우 높았음은 틀림없다. 그 시기와 더불어 1985~1989년 역시 통합노출수준이 99.00 ppm으로서 현재의 국내 노출 기준을 초과하는 높은 농도였다.

국외 문헌에서는 세세분류 업종 기준으로 그 외 기타 고무제품 제조업(22199) 등 14개 업종에서 TCE 노출 수준이 보고되었고, 국내 문헌과 마찬가지로 금속압형제품 제조업(25913)에서 가장 많은 보고가 이루어졌는데 21개 문헌, 1,562개 시료로서 전체 시료수의 79.2%를 차지하였다.

2002~2013년의 작업환경측정결과 532개 업종에서 TCE에 대한 작업환경측정이 이루어졌는데 전체 53,423개의 시료 중 39.97%를 차지하는 21,353개의 시료에서는 TCE가 검출되지 않았다. 2002년도의 평균 농도는 8.29 ppm이었고 2013년도의 평균 농도는 1.95 ppm이었으며 최근 연도일수록 TCE 농도가 낮아지는 경향을 보였다.

5년 간격 시기별로 국내 문헌(표 57), 국외 문헌(표 61), 작업환경측정결과(표 66~68) 등에서 보고된 TCE 농도를 비교한 결과 각각의 보고치의 차이가 심해 세 형태의 문헌을 통합한 JEM을 구축할 수 없다는 결론을 내렸으며 각각의 문헌에서 보고된 자료를 별도의 노출 수준으로 정리하였다.

본 연구의 JEM 구축에 활용된 국내 및 국외 문헌 사례의 경우 근로자의 작업 공정 또는 인접 공정에서 TCE 또는 TCE 혼합물질을 취급하는 장소에서의 노출 수준이다. 따라서 TCE로 인한 질병과 작업환경과의 관련성 여부를 규명하는데 있어 과거 노출 근거 자료로 TCE JEM을 활용할 수 있다. 특히 국내 문헌 JEM에서 전체 직종의 82.1%가 금속 세척기 조작용이었으므로 TCE를 이용한 세척 작업자의 경우 본 TCE JEM을 활용한 과거 노출 수준의 추정에 매우 유용하다. 또한 본 연구 결과는 TCE의 유해인자 노출 및 국가의 건강영향 감시 체계 수립의 기초자료로도 활용할 수 있다. 🍷