

주물업의 직업병과 역학조사

산업안전보건연구원 직업병연구센터 / 김 은 아

기원전 수천 년 전 인류가 금속을 발견하고 주형을 사용해서 복잡한 형상을 만들 수 있게 되면서, 주물업은 인간과 떼어 수 없는 관계를 맺게 되었다. 주물의 역사가 오래된 만큼, 산업사회에서 주물업은 산업의 기초가 되는 역할을 해왔는데, 한국에서 주물산업의 발전은 1960년대 말 이후 양적, 질적 성장을 하게 되었다.

주물업은 그 역사가 오래된 만큼이나 작업환경에서 노출되는 유해요인도 다양하기 때문에 산업보건 분야에 입문하게 되는 전문가들은 필수적으로 공부해야 하는 업종으로 주물업을 손꼽기도 한다.

주물업 근로자들이 노출되는 유해요인은 매우 다양해서, 조선업과 더불어 직업병의 백화점으로 불리기도 하는데, 유리규산, 석면, 다핵방향족탄화수소, 크롬, 니켈 등 몇 가지 발암물질에 노출된다. 발암물질 외에도 소음에 노출되고 있고 일부 업종에서는 비파괴검사를 동반할 경우 전리방사선에 노출되

기도 한다.

이러한 다양한 유해요인으로부터 짐작할 수 있듯이, 국내외 문헌을 검토해 보면, 주물 공장 근로자들에서 발생할 수 있는 건강장애는 매우 다양하여 암, 신장질환 등 치명적인 질환이 많고, 진폐증, 호흡기질환 등 만성적으로 근로자들의 삶의 질과 노동력에 영향을 주는 건강장애가 많다.

그런데, 2000년대까지 주물업 종사자에 대한 국내 산업보건계의 연구는 거의 대부분이 진폐증에 대한 연구나 조사였고, 다양한 질병에 대한 위험을 조사하지 못하고 있었다. 하지만 국내외 문헌을 통해 주물업이 위험한 직종이라는 것을 알고 있었기 때문에 주물업에 대한 전격적인 조사가 필요하다는 것은 산업보건계가 인식하고 있는 문제였다.

우리나라 주물업에서 발견된 직업병

폐암은 주물업 근로자에 대한 산업안전보건연구원의 역학조사 중 가장 많이 조사된 질환이었다.

1999년에는 7년 이상 주물공장 조형공으로 일한 47세 여성의 폐암이 직업병으로 발견되었다. 이 근로자는 발병 전 두세 곳의 주물공장에서 조형공으로 일하면서 주물사의 주성분인 유리규산과 중금속 흡 등에 노출되었는데, 이로 인해 폐암이 발생한 것이라고 추정되었다. 이후 20년간 주물업에 근무한 남성 근로자를 비롯하여 9명의 폐암을 조사하고, 업무관련성이 있다는 판단을 내렸다.

림프조혈기계암은 도장작업이나 석유화학공장에서 주로 발생하는 것으로 알려져 있었는데, 1998년 산업안전보건연구원은 주물업종에서 10년 이상 근무한 조형공에서 발생된 다발성골수종을 조사하였다.

다발성골수종은 림프조혈기계암의 일종으로 벤젠이나 방사선 노출이 원인으로 작용할 수 있는 것으로 알려져 있었다. 그런데, 주물업 조형공의 일을 살펴보면 주물을 만드는 과정에서 많은 분진에 노출되기는 하지만 벤젠에 노출된다고 상상하기는 어려웠다.

당시 현장을 조사했던 산업안전보건연구원은 주물사에 섞는 경화제에서 벤젠이 함유되어 있지는 않았지만 벤젠이 발생 가능

한 것을 파악하였다. 작업환경평가에서 공기 중 시료를 분석한 결과, 미량의 벤젠(0.16 - 0.21 ppm)이 검출되었는데, 이는 경화제의 주성분인 크실렌술폰산의 벤젠고리가 주조과정에서 발생하는 고열에 의해 깨어져 벤젠이 발생하는 것으로 추정되었다. 그리고 이 사업장은 과거에 경화제로 크실렌술폰산이 아니라 벤젠술폰산을 성분으로 하는 제품을 쓴 것으로 파악되었다.

따라서 이 근로자의 다발성골수종은 다년간 주물공장에서 노출된 벤젠에 의해 발생되었다고 판단하였다. 한편, 주물공장에서 취급하는 경화제가 열반응에 의해 벤젠을 발생시킬 수 있다는 것은 2006년 발표된 논문에 의해서도 확인할 수 있었다.” 산업안전보건연구원은 2001년, 2005년에 주물공장 근로자에서 발생된 골수성백혈병, 비호지킨 림프종 등을 조사하여 업무관련성이 있다고 판단하였다.

주물공장에서는 과거 취급했었던 석면으로 인해 악성중피종이 발견되기도 하였으며, 발암성 중금속을 취급한 근로자에서는 비강암이 발생하기도 하였다.

한편, 만성신부전도 주물공장에서 발생하였다. 주물공장에서 10년 이상 기계설비 수리작업을 한 남성 근로자에서 만성신부전을 검토하던 중, 유리규산은 신장조직에 영향을 줄 수 있으며 장기간 고농도로 계속 노출될

경우 신장기능의 부전을 가져올 수 있음을 알게 되었고, 이 근로자의 신장질환이 유리 규산 노출과 관련 있다고 판단하게 되었다.

그 외에도 산업안전보건연구원은 역학조사 과정에서 주물공장의 중량물이나 나쁜 작업 자세는 근골격계질환을 발생시키기도 하였고, 여러 가지 분진과 중금속 등에 의해 간질성폐질환과 천식이 발생하기도 한다는 것을 파악하게 되었다.

전국 주물업종 역학조사

이러한 주물업의 직업병 발생 동향을 볼 때, 산업안전보건연구원은 우리나라 주물업종 근로자들에서 실제 암질환 등이 얼마나 발생하고 있는지 실태를 파악할 필요성이 있다고 판단하여, 2000년과 2001년에 전국 주물업 사업장에 대한 역학조사를 기획하게 되었다. 이 연구는 두 단계로 실시되었다. 2000년에는 주물업 근로자의 코호트를 구축하여, 일반 국민에 비해 암질환 발생이 증가하였는지를 보기 위해 자료 분석 중심의 조사를 실시하였다. 사업장 및 근로자에 대한 직접조사는 2001년도에 실시하였다.

2000년의 조사는 1998년도 산업안전보건공단의 작업환경실태조사를 통하여 주물업으로 분류된 470개 사업장 중 조사에 응한

216개 사업장에 대하여 근로자 직업력, 건강진단 결과, 작업환경측정 결과 등에 대한 전부 또는 일부 자료조사를 실시하였다.

최종 조사 대상은 35세 이상 근로자 9,429명이었다. 이들에게서 1995년부터 1999년까지 사망 원인을 조사한 결과, 우리나라 인구집단의 사망률에 비해서는 건강근로자 효과로 인하여 낮은 수준이나 인천지역에 근무하는 근로자보다는 사망률이 3배 이상 높은 수준이었다.

암질환에 대한 표준화 사망비(standardized mortality ratio, SMR)를 계산한 결과, 일반 국민은 100으로 간주했을 때 주물업 종사 남성 근로자는 전체 사망 80, 암 사망 92, 위암 67, 간암 124, 폐암 92, 횡장암 67로 간암을 제외하고는 표준화사망비가 모두 100 이하로 표준인구집단에 비하여 낮았다. 그러나 전체 암, 위암, 폐암의 경우 특정 연령대에서 표준화사망비가 100 이상으로 일반국민보다 높았다.

남성 전체 암은 40-44세(SMR 114) 및 65-69세(SMR 113) 연령구간, 여성 전체 암의 경우 45-49세(SMR 300) 및 60-64세(SMR 125) 연령구간에서 일반국민보다 높은 수치를 보였다. 특히 폐암의 경우 40-54세까지 비교적 젊은 연령의 표준화 사망비가 100 이상으로 주물업 종사자에서 일반인구집단보다 약 10년 정도 낮은 연령에서

폐암이 발생함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 특정 연령대 주물업 종사자에서 폐암 등의 위험이 증가하고 있다는 단서를 제공하였다.²³⁾

이듬해인 2001년에는 주물사업장의 유해 인자를 정량적으로 평가하고 근로자들의 건강상태를 조사하여 노출과 질병 발생과의 관계를 밝히기 위한 역학조사를 실시하였다. 조사대상은 15개 주물 사업장 425명 근로자들이었다. 이들에게서 호흡기질환, 간장질환, 신장질환 등에 대한 건강조사와 호흡성 유리규산 분진, 다핵방향족탄화수소, 각종 중금속(크롬, 니켈, 망간) 흡, 벤젠, 포름알데히드, 페놀, 암모니아 등에 대한 노출조사를 실시하였다.

조사 결과, 진폐를 비롯한 호흡기질환검사, 신장질환검사 등에서 다수의 유소견자가 발견되었다. 전체 15개 사업장 중 13개 사업장에서 방사선 소견상 진폐의증(0/1) 이상의 진폐증 유소견자가 발견되었고 2개 사업장만이 진폐증 유소견자가 없었다.

425명에 대한 흉부방사선 촬영 결과, 국제노동기구에서 분류한 방사선 소견상 진폐증 1형(1/0, 1/1, 1/2)이 35명, 의증이 24명으로, 진폐의증 이상 근로자가 59명으로 전체 조사대상자의 13.9%이었다. 이 중 흉부방사선 소견상 진폐증 1형 근로자 35명과 2명 이상의 방사선과전문의가 진폐의증이라

고 판단한 근로자 1명을 요양신청자로 결정하였다.

산업안전보건연구원은 요양신청 대상자 36명 중 소재파악이 가능한 32명(진폐증 1형 31명, 진폐의증 1명)에 대하여 의사소견서가 첨부된 요양신청서를 발급하고 요양신청을 하도록 지도하였다. 요양신청 후 진폐정밀진단 결과 흉부방사선 소견상 진폐증(흉부방사선 소견상 1/0 이상)으로 진단되면 건강관리수첩을 발급받도록 조치하였다. 흉부방사선상 진폐의증으로 진단받은 근로자들은 2002년 특수건강진단 후 다시 진폐의증 이상으로 진단될 경우 요양신청 하도록 조치하였다.

신장질환 유무를 평가하기 위하여 혈중 요소질소 및 크레아티닌과 요중 베타2-마이크로글로블린, 요잠혈 유무, 요단백 유무 등을 측정하였다.

혈중 요소질소 및 크레아티닌이 증가한 근로자는 전체 근로자 중 1명밖에 없었다. 요중 베타2-마이크로글로블린이 500 µg 이상 검출되는 근로자가 15명 있었고, 요단백이 검출되는 근로자가 5명, 요잠혈이 관찰되는 근로자가 57명이었다.

이들 근로자들에게 검출되는 요단백, 요잠혈, 베타2-마이크로글로블린 등만으로 신장질환이 있다고 결론내릴 수는 없으나

유리규산에 노출되는 근로자들은 사구체질 환 등 신장질환과의 관련성이 높으므로 주기적인 추적조사가 필요하다고 판단되었다.

특히, 고혈압이나 신장질환 등의 병력이 없는 상태에서 진폐증이 있고 이들 신장질환을 나타내는 지표가 증가해 있는 근로자가 8명 있었는데 이들 근로자는 유리규산 노출과 관련 있을 가능성을 배제할 수 없었다.

간장 이상을 나타내는 5개 지표(ALT, AST, r-GT, ALP, LDH)와 종양지표인 α -FP에 대한 조사도 실시하였다.


그 결과, 5개 지표 중 1개 이상 이상 값을 보인 근로자는 121명이었는데 알코올성간장 질환이 의심되는 r-GT만 상승된 근로자가 대부분이었다. 종양지표가 9이상인 근로자는 4명이었다. r-GT만 상승된 근로자는 금주, 식이조절 및 주기적 간기능 검사를 하도록 사후조치 하였고 ALT, AST 등이 함께 상승한 근로자는 초음파 등을 하도록 지도하였다. 종양지표가 상승해 있는 근로자도 간 및 관련 장기 검사를 하도록 지도하였다.

작업환경평가는 현재까지 법적으로 이루어지지 않는 유리규산분진과 다핵방향족탄화수소에 대하여 평가하였는데 15개 사업장

중 유리규산분진이 노출기준인 0.1 mg/m^3 를 초과하는 사업장이 한 개 있었다.

다핵방향족탄화수소는 14개(1개는 중자작업만 하므로 미측정) 대상사업장의 조형 및 주입공정에서 검출되었는데 노출기준을 초과하지는 않았으나 일부 사업장에서 발암성물질로 알려진 벤조(b)플루란텐 및 벤조(k)플루란텐이 검출되었다.

중금속 농도는 용해나 주입공정에서 측정하였는데 대부분의 측정값이 노출기준의 10%에도 미치지 못하여서 주물 사업장에서 중금속 노출은 높지 않은 것으로 평가되었다.

산업안전보건연구원이 구축한 주물공장 근로자에 대한 코호트는 이후에도 계속 연구되어, 최근에 발표된 국제학술지에는 한국의 주물공장 근로자에서 폐암의 표준화 발생비가 145(111-187), 림프조혈기계암 표준화 발생비가 158(100-237)로 보고되었다. 즉, 주물공장 근로자에서 폐암과 백혈병 등의 발생 위험이 일반국민보다 약 1.5배와 1.6배 높다는 결과로 나타나 주물업이 한국에서도 직업성암의 발생위험이 높다는 것을 보여주었다.⁴⁾ 

☉ 참고 문헌

1. 오도석, 이성민, 이병재, 김영주. 주조공정에서의 벤젠 발생원 규명에 관한 연구. 한국산업위생학회지 2006;16(1): 27-35.
2. 안연순. 주물공장 근로자 건강장애에 관한 역학적 연구 I -주물공장 근로자의 사망원인에 관한 연구. 산업안전보건연구원 2000. p 1-39.
3. 안연순. 주물공장근로자 건강장애에 관한 역학적 연구 II -후향성 코호트 구축 및 5년간 사망원인 분석. 산업안전보건연구원 2001. p 1-143.
4. Ahn YS, Won JU, Park RM. Cancer morbidity of foundry workers in Korea. J Korean Med Sci 2010; 25(12):1733-41