

보건분야 - 연구자료
연구원 2002-2-2
H-RD-I-2002-2-2

주물공장 근로자의 건강장애에 관한 역학적 연구II

- 후향성 코호트 구축 및 5년간 사망 원인 분석 -

2001

한국산업안전공단
산업안전보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 연구를 2001년도 산업안전보건연구원의 연구사업 중 “주물공장 근로자의 건강장애에 관한 역학적 연구Ⅱ”에 대한 최종 결과 보고서로 제출합니다.

2001년 11월 30일

제 출 자 : 산업안전보건연구원장 정 호 근
연구책임자 : 책임연구원 안 연 순

요 약 문

1. 과 제 명 : 주물공장 근로자의 건강장애에 관한 역학적 연구II
2. 연구기간 : 2001년 1월 1일부터 2001년 12월 31일
3. 연 구 자 : 산업안전보건연구원 책임연구원 안연순
4. 연구목적 : 주물공장 근로자의 사망률 및 사망원인을 파악하여 비 주물공장 근로자 및 우리나라 인구집단과 비교하고 이를 바탕으로 주물공장 근로자 건강장애 예방전략 수립 및 업무상질병 판정에 기초자료로 활용
5. 연구내용 : 주물공장 및 비 주물공장 종사 근로자의 주요 사인 파악
주물공장 및 비 주물공장 종사 근로자의 조사망률,
직접표준화 사망률, 표준화 사망비 산출
6. 활용계획 : 주물공장 근로자의 주 사망원인을 파악하여 건강장애 예방대책 수립에 기초자료로 활용(예방 목표 질병 설정)
주물공장 근로자 업무상질병 판정의 기초자료로 활용

7. 연구개요 : 주물업 종사 근로자의 사망률 및 사망원인별 사망률을 파악하고, 이 결과를 비 주물업 종사 근로자 및 우리나라 인구집단과 비교하여 주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 건강장애와의 관계를 구명하고자 연구를 실시하였다. 연구방법은 전국 216개 주물공장의 퇴직 및 현직 근로자 19,272명에 대하여 주민등록번호, 입사 및 퇴사일자, 작업부서 등을 조사하였고, 일부 근로자에 대해서는 직업력, 흡연력 등을 함께 조사하였다. 대조군으로 인천지역 한 개 건강진단기관에서 1995년부터 1999년까지 건강진단을 받은 비 주물업 종사 근로자 74,371명에 대하여 주민등록번호, 입사일자, 첫 건강진단 수진일자, 건강진단 항목에 의한 유해인자 노출여부 등을 조사하였다. 연구대상자 중 1995년 1월 1일 이전에 퇴직한 근로자, 1995년을 기준으로 연령이 35세 미만(1960년 이후 출생자)인 근로자를 제외하고 주물업 종사 근로자 9,429명, 비 주물업 종사 근로자 32,851명에 대하여 통계청에 의뢰하여 1995년부터 1999년까지 사망여부 및 사망원인을 조회하였다. 표준인구는 1997년도 35세이상 우리나라 연령군별 연앙인구로 하였다. 연구결과 주물업 종사 근로자 9,429명(38,148인년) 중 212명이 사망하였고 비 주물업 종사 근로자 32,851명(116,408인년) 중 207명이 사망하여 조사망률은 10만명당 각각 555.7, 177.8로 우리나라 인구집단 조사망률 1,122.6의

49.5%, 15.8%이었다. 성과 연령을 보정한 남성 및 여성의 직접표준화사망률은 주물업 종사 근로자가 각각 10만명당 788.7, 87.0이었고, 비 주물업 종사 근로자가 312.0, 88.8로 주물업 종사 근로자는 표준인구집단사망률 1,287.9, 970.0의 각각 61.2%, 9.0%이었고, 비 주물업 종사 근로자는 각각 24.2%, 9.2%이었다.

주물업 종사 남성 근로자의 표준화사망비를 산출하였을 때 전체사망 80, 암사망 92, 위암 67, 간암 124, 폐암 92, 췌장암 67로 간암을 제외하고는 표준화사망비가 모두 100 이하로 표준인구집단에 비하여 낮았다. 그러나, 전체 암, 위암, 폐암의 경우 특정 연령구간별로 표준화사망비가 100 이상이었다(남성 전체 암의 경우 40-44세(SMR 114) 및 65-69세 연령구간(SMR 113), 여성 전체 암의 경우 45-49세(SMR 300) 및 60-64세(SMR 125) 연령구간). 특히 폐암의 경우 40-54세까지 비교적 젊은 연령의 표준화사망비가 100이상으로 주물업 종사자에서 일반 인구집단보다 약 10년 정도 낮은 연령에서 폐암이 발생하였다.

주물업 종사 근로자를 직종별로 생산직과 사무직으로 분류하여 전체사인에 대한 직접표준화사망률을 산출하였을 때 10만명당 사망률이 생산직 남성 997.5, 사무직 남성 350.8로 표준인구집단 사망률 1,287.9의 77.5%, 27.2%로 생산직 근로자의 사망률이 사무직보다 높았다. 직종별 암사

망률은 생산직 남성의 경우 인구 10만명당 436.3으로 표준 인구집단 사망률 351.2의 124.3%이었고, 사무직 남성은 77.4로 표준인구집단 사망률의 22.0%이었다. 로지스틱 회귀분석을 통하여 연령, 성, 입사년도를 통제한 상태에서도 생산직 근로자의 사망위험이 사무직에 비하여 2.7배 높았다. 특히 암의 경우는 생산직이 사무직에 비하여 사망위험도가 4.7배나 높았다.

주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 사망원인을 분석하였을 때 두 집단 모두 암으로 인한 사망이 가장 많았고, 암 사망 순위는 주물업은 간암, 폐암, 위암 순이었고, 비 주물업은 간암, 위암, 폐암 순이었다. 성, 연령, 관찰기간 등을 통제한 상태에서 비 주물업 종사 근로자에 대한 주물업 종사 근로자의 사망위험도는 전체사망 4.1배, 암사망 3.6배, 위암 2.7배, 간암 5.5배, 폐암 3.4배이었다.

기타, 업무관련성에 관계없이 주물업 종사 근로자는 비 주물업 종사 근로자에 비하여 알콜성 간장질환 및 알콜사용에 의한 정신 및 행동장애를 원인으로 많이 사망하였고, 알콜사용에 의한 정신 및 행동장애의 경우 표준화사망비가 125로 일반 인구집단 사망률보다 높았다.

이상의 연구결과를 정리하면 주물업 종사 근로자는 건강 근로자 효과(Healthy worker effect) 및 건강근로자 생존 효과(Healthy worker survival effect)의 영향 등으로 사망

위험이 우리나라 인구집단에 비하여 전체적으로 낮은 것으로 나타났다. 그러나, 일반 인구집단에 비하여 전체 사망원인 중 암사망이 차지하는 비율이 높고, 특정 연령구간에서 암의 표준화사망비가 100이상이고(특히 40대, 50대 젊은 연령에서 폐암의 표준화사망비가 100이상임), 주물업 종사 근로자 중에서 유해인자에 노출되는 생산직의 전체 사망률 및 암사망률이 사무직 근로자보다 높고, 특히 생산직 남성근로자의 암의 표준화사망비가 105로 표준인구집단에 비하여 높은 결과들은 주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 질병발생과의 관계를 시사하는 결과들이다. 또, 비주물업 종사자에 대한 주물업 종사자의 전체사망, 암사망, 호흡기질환 등으로 인한 사망위험도가 통계학적으로 유의하게 높은 것도 주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 질병발생과의 관계를 시사하는 결과이다.

향후 주물업 종사 근로자 코호트의 직업력 및 노출력에 대한 자료보완과 정밀분석을 통해 주물업 종사로 인한 특정 유해인자 노출과 질병발생과의 관계를 밝혀 이를 바탕으로 주물업 종사 근로자 건강장애 예방 정책수립 및 업무상질병 판정의 기초자료로 활용하여야 할 것이다.

8. 중 심 어 : 주물공장 근로자, 사망원인, 표준화사망비, 암, 폐암

차 례

제1장 서론 -----	1
제2장 이론적 배경 -----	7
제3장 연구방법 -----	32
제4장 연구결과 -----	41
제5장 고찰 -----	106
제6장 요약 및 결론 -----	125
참고문헌 -----	130
부 록 -----	143

제1장 서론

주물업은 한국표준산업분류 중분류 27 제1차 금속산업 중 273 소분류 금속주조업을 일컫는 것으로 완제품 또는 반제품 상태의 각종 금속주조물을 제조하는 산업활동을 말한다(통계청, 2000). 주물업 종사 근로자는 유리규산, 석면, 다핵방향족탄화수소, 크롬, 카드뮴 등 중금속 흡에 노출될 수 있는데 이들 물질은 발암성물질로 알려져 있으며 대표적인 표적장기는 폐이다. 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)는 폐암에 대하여 주물공정 자체를 사람에서 충분한 발암 증거가 있는 그룹1으로 분류하고 있고(IARC, 1987), 물질별로는 결정형 유리규산(IARC, 1997) 및 6가 크롬화합물(IARC, 1990), 카드뮴(IARC, 1993) 등 중금속을 그룹1 발암성물질로, 다핵방향족탄화수소 중 벤조파이렌(IARC, 1987)을 사람에서 발암가능성이 높은 그룹2A로 분류하고 있다. 또, 비강암 및 부비동암을 일으키는 물질로 니켈(IARC, 1990)을 그룹1에, 포름알데히드(IARC, 1995)를 그룹 2A로 분류하고 있다. 기타, 유리규산 및 석면은 위암의 발암 관련성 물질로 분류하고 있다.

암 이외에도 주물업에서 사용되는 주물사에 포함된 결정형 유리규산은 규폐증과 신장질환을 발생시키고, 기타 주물업에서 노출될 수 있는 100여가지 이상의 물질들이 근로자들에게 호흡기, 심혈관계, 비뇨생식기 등에 급·만성 건강장애를 일으키는 것으로 알려져 있다.

주물업에서 노출될 수 있는 결정형 유리규산, 석면, 크롬, 카드뮴, 다핵방향족탄화수소 등이 모두 폐암을 일으키는 발암성물질이어서 국제암연구소에서도 주물공정 자체를 폐암의 발암성물질로 규정하고 있지만 많은 역학적연구들은

이들 인자 중 유리규산을 폐암과 가장 밀접한 관계가 있는 유해인자로 판단하고 있다. 주물업에서의 유해인자 노출과 폐암 발생과의 관계를 구명하기 위한 다양한 비례사망연구 또는 표준화사망연구가 있었다(Lloyd 등, 1970; Lerer 등, 1974; Koskela 등, 1976; Gibson 등, 1977; Breslin 등, 1979; Decoufle와 Wood, 1979; Egan 등, 1979; Tola 등, 1979; Palmer와 Scott, 1981; Redmond 등, 1981; Fletcher와 Ades, 1984; Sorahan과 Cooke, 1989; Andjelkovich 등, 1990; Rotimi 등, 1993; Andjelkovich 등, 1994; Sorahan 등, 1994). 그러나, 전체적으로 사망자 수가 많지 않아 사망연구에서 주물업 종사와 폐암과의 관련성에 관한 통계학적 유의성을 검정하는데 실패하거나, 5년 이상 종사자, 다핵방향족탄화수소 노출자 등 몇 개의 아코호트 내에서만 폐암발생이 증가하는 연구결과가 많았다.

주물업 종사와 폐암 발생과의 관계를 구명한 연구 이외에 결정형 유리규산과 폐암발생과의 관계에 대한 연구도 많이 이루어졌다. 국제암연구소 등에서 결정형 유리규산을 발암성이 충분한 물질로 규정하고 있으나 최근에 이루어진 연구조차도 결정형 유리규산과 폐암발생의 관계를 연구한 논문의 방법론상의 문제점 등을 지적하며 결정형 유리규산과 폐암발생의 관계가 불분명하다고 주장하는 연구결과(Hessel 등, 2000)도 있다. 따라서, 주물업에서 유리규산 노출과 폐암발생과의 관계를 밝히는 연구는 다핵방향족탄화수소 등 다른 폐암 유발물질과 흡연 등 혼란변수를 적절히 통제할 수 있는 제대로 설계된 역학적 연구가 수행되어야만 정확히 평가할 수 있다.

주물업 종사와 위암발생(Sorahan과 Cooke, 1989; Andjelkovich 등, 1992; Minder와 Beer-Porizek, 1992; Sorahan 등, 1994), 유리규산 노출과 위암발생(Siemiatycki 등, 1990; Gonzalez 등, 1991; Parent 등, 1998; Tsuda 등, 2001)과의 관계에 대한 역학적 연구가 다수 이루어지고 있는데 연구의 대부분이 위암

발생 위험인자로 알려진 흡연, 식이습관 등이 통제되지 않거나, 용량-반응관계가 없거나, 사망자 수가 적어 통계학적 유의성이 검정되지 않은 결과이다. 연구대상도 주물업에서 유리규산에 노출된 근로자를 추적관찰하는 등의 연구보다는 위암으로 인한 사망자의 직업과 노출을 조사하였을 때 유리규산 노출이 관계가 있었다는 것으로 유리규산과 위암 발생과의 관계를 체계적으로 구명하지 못하고 있다.

유리규산 분진 노출과 신장질환 발생과의 관계에 대한 연구는 흡입된 유리규산 분진이 신장질환을 발생시킬 수 있다는 증거가 임상적인 관찰을 통하여 보고(Saldanha 등, 1975; Bolton 등, 1981)되면서 시작되었다. 이후 유리규산 분진에 노출된 근로자(Ng 등, 1993; Hotz 등, 1995)와 규폐증환자(Boujemaa 등, 1994)에서 신장독성의 증후가 증상 발현 전에 발견된다는 보고가 있었다. 최근에는 유리규산 분진에 노출되는 화강암 채석장 절단작업자(Steenland 등, 1992)와 금광 광부(Steenland 등, 1995)에서 만성신장질환으로 인한 사망이 증가된다는 사망률 연구결과가 있었다. 또, 말기신부전으로 진단된 30-69세 남자 325명을 대상으로 한 환자-대조군 연구에서 유리규산 노출 비차비가 증가되었으며 직업적으로 주물공장, 벽돌공장 및 사상작업자가 위험직업이고, 노출기간이 길수록 더 위험하다는 연구결과가 있다(Steenland 등, 1990).

주물업에서 노출될 수 있는 유해인자가 매우 다양하고 이로 인하여 각종 암을 비롯한 치명적인 건강장애가 발생될 수 있다는 것이 많은 역학연구에서 밝혀지고 있음에도 불구하고 우리나라는 주물업에 대한 적절한 작업환경 평가와 종사자의 건강장애에 대한 연구와 관심이 적다. 정기적인 작업환경측정의 일부로 주물사업장에 대해서도 매년 작업환경측정을 실시하고 있으나 발암물질인 유리규산, 다핵방향족탄화수소 등은 측정하지 않고 있다. 일부 연구에서 주물사업장에 대하여 총분진 중 유리규산의 일종인 석영 함유비율을 측정한 결과

가 있으며 연구에 따라 다소 차이가 있지만 주물사업장 분진 중 석영이 차지하는 비율은 작업공정에 따라 3-14% 수준이었다(피영규 등, 1997; 김현욱 등, 1998).

주물사업장에 대한 유해물질 노출 평가 뿐만 아니라 주물업 종사 근로자의 건강장애와 관련하여서도 연구된 것이 많지 않은데 제조업분야 근로자 진폐증을 연구하는 과정 중 부분적으로 언급된 논문이 주이다(안연순 등, 1997; 구정완 등, 1998; 김경아 등, 1998; 이원철 등, 1998; 장정희 등, 1999). 또, 매년 실시되고 있는 건강진단에서도 진폐증과 소음성난청을 제외하고는 주물업 종사 근로자에서 밝혀진 직업병이 없다. 그러나, 안연순 등(1997)이 인천지역 일부 근로자를 대상으로 한 연구에서 주물업 종사 근로자 중 10년 동안 특수건강진단에서 진폐증으로 판정받은 근로자가 100여명에 이르고, 최근 3년 동안 주물업 종사 근로자에서 인정된 직업병이 비강암(산업보건연구원, 1997), 다발성골수종(산업보건연구원, 1998), 폐암(산업보건연구원 1998; 산업안전보건연구원 1999), 만성신부전(산업안전보건연구원, 1999), 중피종(산업안전보건연구원, 1999) 등 다양하여 주물업 종사 근로자의 건강장애가 매우 심각한 수준이라는 것이 점차 드러나고 있다. 또, 안연순 등(2000)이 의료보험 전산자료를 통하여 주물업 종사 근로자들의 폐암으로 인한 의료이용을 조사하였을 때 50대 남성 주물업 종사 근로자의 폐암으로 인한 의료이용이 비 주물업 종사 근로자에 비하여 10배나 높았다. 따라서, 의료보험자료가 아닌 상병명이 보다 정확한 통계청 사망원인자료, 암등록자료 등을 이용한 역학적 연구의 필요성이 제기되었다.

최근 우리나라에서 대규모 역학조사(최병순 등, 1999)를 통해 탄광부 진폐증에서 발생한 폐암을 진폐증의 합병증으로 인정하여 보상 대상에 포함시키는 과정에서 폐암을 일으키는 유해인자로 유리규산이 제기되었다. 따라서, 진폐증

은 없으나 유리규산 분진에 노출되는 탄광부, 주물업 종사 근로자, 석공 등의 폐암에 대해서는 직업병 인정을 어떻게 결정할 것인가의 문제가 제기되었고 이에 따라 유리규산 노출과 폐암발생과의 관계를 구명하기 위한 역학조사의 필요성이 제기되었다. 또, 폐암 뿐만아니라 주물업 종사 중 노출되는 유리규산을 비롯한 각종 유해물질 노출과 관계가 있는 것으로 알려져 있는 위암과 기타 암에 대한 역학적연구의 필요성도 함께 제기되고 있다. 이미 국외에서 다수의 연구가 이루어지기는 하였으나 우리나라에서의 폐암, 위암 등의 발생경향 및 이들 암과 관련된 위험요인은 외국과는 매우 큰 차이가 있다. 따라서, 국내에서도 주물업 종사 근로자를 대상으로 사망 및 이환에 관한 연구가 필요하다. 주물업 종사로 인한 유해요인 노출과 각종 질병발생과의 관계를 밝히기 위한 역학조사는 과거에 주물사업장에 종사하였거나 현재 주물사업장에 종사하고 있는 근로자를 대상으로 코호트를 구축하고 전향성 또는 후향성 코호트연구를 실시하는 것이 가장 이상적인 방법이다. 그러나, 코호트연구는 많은 시간과 인력이 필요하고 시간과 인력을 투여하여도 근본적으로 노출자료가 존재하지 않는다면 불가능하다. 특히 주물사업장의 경우 대표적인 기피업종의 하나로 종사 근로자의 노령화, 외국인 취업자의 증가, 공장의 폐쇄 및 해외이전으로 머지 않은 장래에 종사 근로자에 대한 직업력과 노출력 등에 대한 자료를 수집하기가 매우 어려워질 것으로 판단된다.

따라서 이 연구는 주물사업장 퇴직 및 현직 근로자로 코호트를 구성하여 주물업 종사 근로자의 사망원인과 사망률 등을 파악하고 이를 비 주물업 종사 근로자 및 우리나라 인구집단과 비교하여 주물업 종사와 질병발생과의 관계를 구명하고자 실시하였다.

이 연구의 구체적인 목적은

첫째, 주물업 종사 경력에 있는 퇴직 및 현직 근로자에 대한 직업 코호트를 구성하여 주물업 종사 근로자의 사망원인 및 사망률을 파악하고, 이를 비 주물업 종사 근로자 및 일반 인구집단과 비교함으로써 주물업 종사와 질병발생과의 관계를 밝히고,

둘째, 주물업 종사자의 직종, 주물업 종류에 따라 사망률 및 사망원인을 분석 비교하여 노출 특성에 따라 사망률에 차이가 있는가를 비교함으로써 주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 질병발생과의 관계를 구명하는 것이다.

제2장 이론적 배경

1. 주물 사업장의 작업공정 및 유해인자

1) 주물업의 종류와 작업공정

주물업은 한국표준산업분류 중분류 27 제1차 금속산업 중 273 소분류 금속주조업을 일컫는 것으로 완제품 또는 반제품 상태의 각종 금속주조물을 제조하는 산업활동을 말한다(통계청, 2000). 주물은 크게 주철주물, 주강주물, 비철주물로 분류할 수 있는데, 주철주물은 탄소를 1.7-4.5% 함유하고 있는 외에도 규소, 망간, 유황 등을 함유하고 있는 철-탄소계 합금으로서 주조성이 좋고 값이 저렴한 재료이기 때문에 기계, 기구에서부터 일용품에 이르기까지 그 용도가 대단히 넓다. 주강주물은 녹인 강철을 주물틀에 주입하여 주조하는 것으로 수축율이 크게 떨어지는 단점이 있다. 또한 주조된 상태만으로는 조직이 거칠고 영성하며 부스러지기 쉽기 때문에 주강품의 변형을 잡기 위한 방법으로서 가열했다가 서서히 식히는 처리를 해야한다. 비철주물은 크게 동합금주물, 경합금주물, 기타 합금주물로 나뉘는데 동합금주물은 동을 모재료로 한 합금으로 내식성, 내마모성, 연전도 및 전도성 등이 뛰어나다. 동합금주물에는 동-주석합금인 청동주물, 청동주물에 연을 가하여 수축 성능을 좋게 한 연청동주물, 동-아연합금인 황동주물, 동에 알루미늄, 철, 망간, 니켈 등을 가하여 기계적 성질을 개량한 고력황동주물 등이 있다(대한산업보건협회, 1992).

주물의 종류에 관계없이 작업공정은 거의 동일한데 크게 제품의 주형제작 (Pattern making), 조형(Molding), 중자(Core making), 용해 및 주입(Melting and pouring), 형해체(Shake-out), 마무리(Fettling) 공정 등 6개 공정으로 구분할 수 있다. 이 중 주형 틀은 목재나 금속으로 제작되는데 대부분의 주물공장은 이 공정을 자체 운영하기보다는 다른 업체로부터 주문하여 사용한다. 조형 및 중자 공정은 주틀 안에 목재 또는 금속재인 제품주형을 세팅시키고 주물사를 잘 채운 후 수작업으로 할 경우는 다지는 붓으로 세게 쳐서 굳혀가며 조형시키고, 기계작업으로 할 때는 기계 조형기 등을 사용하여 압축 공기압 또는 유압을 이용해서 조형하는 작업이다. 이 과정에서 강도를 보강하기 위하여 바인더 등을 사용하기도 한다. 중자는 공동(cavity)이나 구멍(hole)과 같은 주형의 모양을 유지하기 위하여 주형에 삽입하는 열내성을 가진 모양체를 제작하는 공정이다. 용해 및 주입공정은 주철, 주강, 비철 등 금속재료를 용해로에 투입하여 용해된 금속에 탈산, 탈가스 처리를 한 후에 용융금속표면의 산화물이나 부유물 등을 제거하고 용해된 금속을 조형에 붓는 작업이다. 형해체작업은 주입된 주물이 일정시간 방치되는 동안에 응고되면 주물을 주형으로부터 꺼내고 주틀과 모래를 분리하는 작업으로 공기 햄머 등의 도구를 사용하기도 한다. 마무리 공정은 생산된 주철, 주강 제품에 붙은 모래와 불필요한 금속 등을 제거하기 위하여 연삭, 용접 등의 작업을 하는 것이다(Muldoon과 Tollerud, 1996)

2) 주물사업장의 유해인자

주물사업장에는 많은 종류의 유해물질을 사용하거나 작업공정 중 유해물질이 발생하는데 대표적인 것이 조형 및 중자 공정에서 사용되는 주물사에 포함된 유리규산 분진이다. 또, 용해, 주입, 용접 공정에서는 각종 중금속흡과 일산

화탄소가 발생하고, 주입공정에서는 주물사의 결합제로 사용되는 포름알데히드, 이소시아네이트 및 아민류와 용융금속이 유기결합제와 접촉하여 열분해가 일어남으로써 다핵방향족탄화수소 등의 유해물질이 생성되기도 한다(Muldoon 과 Tollerud, 1996)

(1) 유리규산 및 기타 분진

주물 사업장의 유해물질 중 호흡기에 영향을 미치는 주요 인자는 유리규산 분진으로 유리규산은 비결정형, 결정형 및 규산염으로 나눌 수 있고 결정형 구조의 일반 형태로 석영(quartz), 크리스토파라이트(crystobalite), 트리디마이트(tridymite)가 있다(Hogan, 1995). 주물사업장에서 노출될 수 있는 유리규산 분진의 대부분이 석영이지만 주물사업장과 같은 고온에서는 독성이 강한 크리스토파라이트나 트리디마이트 등에 노출될 수 있는데(OSHA, 1991) 이들은 석영과는 다른 결정구조를 갖고 있어 규폐증에 걸릴 위험을 더 크게 하는 것으로 보고되고 있다(Hogan, 1995). 또, 결정형 유리규산은 국제암연구소에서 사람에게서 발암가능성이 충분히 입증된 그룹1 물질로 규정하고 있다(IARC, 1997).

우리나라에서 결정형 유리규산의 노출기준은 석영이 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$, 크리스토파라이트 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$, 트리디마이트 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ 로, 미국산업위생사협회(American College, ACGIH)와 동일하다. 그러나, 결정형 유리규산이 주물공장에서 폐암 등 호흡기질환을 일으키는 주 유해인자임에도 불구하고 우리나라에서 정기적 작업환경측정에서 결정형 유리규산을 측정하는 경우는 거의 없으며 최근 연구 수준의 평가만 이루어지고 있다(정지연 등, 1995; 피영규 등, 1997; 김현욱 등, 1998).

주물사업장의 총분진, 호흡성분진, 석영함유량 등은 주물업의 종류, 작업장

환경개선 정도, 작업방법 등에 따라 차이가 있어 이들 조건이 다른 사업장을 대상으로 하였을 경우 단순 비교할 수 없지만 연구자에 따라 측정치의 절대 값이 다소 차이가 있었다. 개인시료 측정 값의 경우 정지연 등(1995)의 연구에서는 호흡성분진의 농도가 공정별로 1.97-3.26mg/m³로 피영규 등(1997)의 0.85-1.28mg/m³, 김현욱 등(1998)의 0.46-1.06mg/m³보다 높았지만 호흡성분진 중 석영함유량은 1.52-3.91%로 피영규 등(1997)의 4.32-5.36%, 김현욱 등(1998)의 4.29-5.94%보다 낮았다. 개인시료에 측정 값에 있어 공정별 석영함유량은 마무리공정이나 형해체공정이 가장 높았지만 세 연구 모두 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(부록 1). 따라서, 우리나라에서 주물업 종사자에서 공정에 따라 유리규산 노출량에 차이가 있다고 단언하기는 어렵다.

(2) 다핵방향족탄화수소

주물사에 결합제로 사용된 유기 화학물질이 열분해에 의해 다핵방향족탄화수소를 생성하는데 결합제에 따라 다핵방향족탄화수소 발생 농도가 큰 차이가 있다. 그린샌드의 경우 페놀계 우레탄보다 100배 이상의 벤젠 용해성물질(benzene-soluble materials)을 발생시키는 것으로 조사되었다(Muldoon과 Tollerud, 1996)

최근에는 주물업에 종사하는 근로자의 혈액이나 소변시료에서 다핵방향족탄화수소 노출정도를 평가하는 벤조파이렌-알부민 부가물(benzo(a)pyrene-albumine adducts), 다핵방향족탄화수소-DNA 부가물(PAH-DNA adducts), 1-하이드록시파이렌(1-hydroxypyrene) 등과 같은 생물학적 지표에 관한 많은 연구들이 발표되고 있다(Sherson 등, 1990; Santella 등, 1993; Omland 등, 1994; Omland 등, 1996).

(3) 중금속 흡

주물사업장에서 중금속 흡은 용해, 주입 작업 뿐만 아니라 주강의 용접, 재단 작업 중에도 망간 등이 발생한다. 발생하는 중금속 흡의 종류는 용해 금속 재료의 구성에 따라 납, 크롬, 카드뮴, 니켈, 망간 등 다양한 금속흡이 발생할 수 있다. 특히 철강주조업과 비철금속주조업에서 용해 및 주입공정 중에 철강주조업이 주로 망간과 철에 노출되는 반면에 비철금속주조업은 철, 망간 뿐만 아니라 크롬, 카드뮴 등 더 많은 종류의 중금속 흡에 노출되는 것으로 알려져 있다.

2. 주물업 종사 근로자의 건강장애에 관한 역학적 연구결과

1) 주물업 종사 근로자의 건강장애

(1) 암

주물공정 또는 주물업에 종사하며 노출될 수 있는 유리규산, 크롬, 카드뮴, 니켈 등의 유해인자에 의해 발암가능성의 증거가 충분하다고 분류되고 있는 암은 폐암, 비강암 및 부비동암이 대표적이고 위암 등의 관련성이 시사되고 있다.

① 폐암

주물업 종사 중 노출될 수 있는 유해물질과 폐암발생과의 관계를 구명하고자 하는 다양한 형태의 연구가 진행되었고 결과는 많은 연구결과가 폐암발생이 증가한다는 것이었지만, 고용기간과 관계가 없다(용량-반응효과가 없다), 흡연에 의한 효과다 등의 이유로 주물업 종사와 폐암발생이 관계가 없다는 연구결과도 다수 있었다(Andjelkovich 등, 1990; Andjelkovich 등, 1992). 폐암발생에 가장 중요한 역할을 하는 발암물질에 대해서는 유리규산과의 관련성이 가장 많이 언급되고 있고, 다음으로 다핵방향족탄화수소가 원인물질로 주목받고 있다. 기타, 크롬, 니켈, 카드뮴 등을 합금재료로 사용하는 주물업에서는 이런 종류의 중금속 흡도 폐암발생과 관계있는 인자로 지적되고 있다. 주물업에서 폐암발생과 관계있는 다른 유해인자를 통제한 상태에서 개별 유해인자의 노출상태를 평가하는 것이 실제로 불가능하여 공정별로 노출되는 유해인자가 차이가 있다는 것을 이용하여 특별히 한 두가지 유해인자와 폐암발생과의 관계를 밝히려는 연구가 수행되었다. 그러나, 개별 유해인자와 폐암발생과의 관계에 대한 분명한 결론을 내릴 수 있는 연구결과를 도출하지는 못하였다. 또, 연구설계가 주물업 종사자의 폐암으로 인한 사망률을 일반 인구집단과 비교하는 수준으로 각각의 유해인자의 폐암발생에 대한 기여도가 측정되지 못하였고, 흡연 등의 변수도 제대로 통제되지 않았다(Lloyd 등, 1970; Lerer 등, 1974; Koskela 등, 1976; Gibson 등, 1977; Breslin 등, 1979; Decoufle와 Wood, 1979; Egan 등, 1979; Tola 등, 1979; Palmer와 Scott, 1981; Redmond 등, 1981; Fletcher와 Ades, 1984; Sorahan과 Cooke, 1989; Rotimi 등, 1993; Andjelkovich 등, 1994; Sorahan 등, 1994; Cao 등, 1995; Hansen, 1997; Hessel 등, 2000).

유리규산 및 다핵방향족탄화수소 이외에 폐암과 관계가 있다고 제시되는 크롬은 주물업에서는 폐암을 일으키는 주 원인물질로 주목받지 못하고 있다. 크롬과 폐암발생과의 관계는 아연크롬, 납크롬 등 안료에 노출된 근로자에서 발생하는 폐암과의 관계를 연구한 것이 주이다. 주물업에서 니켈, 크롬, 카드뮴 등의 합금 주물업을 대상으로 폐암발생과의 관계를 밝히려는 연구가 수행되었으나 크롬, 니켈, 카드뮴 등 중금속 흡입의 노출이 폐암보다는 만성 호흡기질환과 관계있다고 밝혀지고 있으며 이들 중금속에 노출된 주물업 종사 근로자는 연령과 인종별로 일부집단에서만 폐암발생이 유의한 것으로 밝혀지고 있다 (Cornell과 Landis, 1984; Silverstein 등, 1986; Sorahan 등, 1995).

우리나라에서는 주물업 종사 근로자의 폐암과 관련된 연구가 1편 있었는데 주물공장 근로자에서 2명의 폐암 근로자가 업무상질병으로 인정받은 것(산업안전보건연구원 1998; 산업안전보건연구원 1999)을 계기로 안연순 등(2000)이 의료보험자료를 이용하여 주물업 종사 근로자 와 비 주물업 종사 근로자 의 폐암으로 인한 의료보험 이용을 비교한 것이다. 인천지역에 위치한 한 개 특수건강진단기관에서 1995년 1월부터 1997년 12월까지 3년간 1회 이상 건강진단을 받은 제조업 종사 근로자 28,884명에 대하여 3년간 폐암으로 인한 의료기관 이용을 조사한 결과 주상병명이 폐암인 근로자는 주물업 종사 근로자 1,591명 중 7명, 비 주물업 종사 근로자는 27,293명 중 12명으로 두 집단간에 유의한 차이가 있었다(비차비 10.04, 95% 신뢰구간 3.95-25.55, $p<.001$). 또, 50대 남성 주물업 종사 근로자들의 의료보험 전산자료상 주상병명이 폐암인 경우를 우리나라 50대 남성 폐암 발생률과 비교하였다. 50대 남성 주물업 종사 근로자들은 768명(256명*관찰기간 3년)으로 이 중 5명이 주상병명이 폐암으로 인구 10만 명당 763.4명이 폐암이라고 추정할 수 있는데 이 값을 1995년, 1996년 우리나라 50대 남성의 폐암으로 인한 사망률과 비교하면 비차비가 각각 10.9, 11.0이었

다. 주물업 종사 근로자 중 주상병명이 폐암인 근로자 7명의 연령은 5명이 50대이었고, 작업공정은 후처리 단일공정 또는 후처리와 다른 공정에 종사하는 근로자가 5명이었고, 탈사 단일공정 또는 탈사와 다른 공정에 종사하는 근로자가 4명으로 7명 중 6명은 후처리 또는 탈사 공정에서 작업하였다. 3년 동안의 흉부방사선 촬영결과 규폐증으로 진단된 근로자는 1명뿐이었다.

② 위암

위암은 단일질환으로도 우리나라 전체 사망원인의 5위, 여성 사인의 4위를 차지하는 우리나라에서는 비교적 흔한 질환이다. 세계적으로 위암의 발생률과 그로 인한 사망률은 뚜렷하게 감소하고 있고 우리나라도 감소하는 추세에 있다. 그러나, 아직도 사망자가 남성의 경우 인구 10만명당 30.8명으로 일본(50.2명), 포르투갈(35.9명)에 이어 3위를 차지하고 있고, 여성의 경우는 인구 10만명당 17명으로 일본(27.2명), 포르투갈(35.9명), 헝가리(20.7명), 이탈리아(18.9명), 오스트리아(18.7명), 독일(17.9명)에 이어 세계적으로 7번째로 위암이 많이 발생하는 나라이다(통계청, 1999). 따라서, 위암발생률이 낮은 미국 등 선진 외국에서 실시된 직업적 노출과 위암발생 및 사망과의 관계에 대한 연구결과를 우리나라에 적용하는 것은 문제가 있어 우리나라에서도 위암발생과 관련된 직업적 노출에 대한 발생 및 사망연구가 필요하다.

위암의 명확한 원인은 밝혀져 있지 않지만 역학적 연구결과 위암발생의 위험도는 사회경제적 수준이 낮은 집단에서 높으며, 훈제 또는 소금으로 간한 음식속에 있는 고농도 질산염의 장기간 섭취가 위암발생과 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 또, 헬리코박터 파이로리(*Helicobacter pylori*) 감염도 위암발생 인자로 알려져 있어 국제암연구소에서 그룹1 발암성물질로 규정하고 있다

(IARC, 1994). 기타, 위의 무산증, 위축성위염, 위궤양, 선종성용종, 악성빈혈 등이 위암과 관련된 것으로 알려져 있지만 그 인과관계에 대한 자료들은 신뢰성이 부족하다.

직업과 관련하여 유해물질별, 직종별 위암발생 인자에 대한 연구가 이루어지고 있으나 그 결과는 일관되게 도출되지 않고 있는데 국제암연구소에서 분류한 그룹1에 속하는 물질이나 공정 중 위암과 관련있는 물질은 아직까지 없다. 다만 현재까지 연구된 결과 중 다핵방향족탄화수소, 질삭유, 석면, 유리규산 등의 비유기성 분진과 에틸렌옥사이드에 노출되는 근로자에서 위암이 증가함을 보여주는 역학적 연구결과들이 있으나 관련이 없다는 역학적 연구들도 있다 (Siemiatycki 등, 1986; Kang 등, 1997; Cocco 등, 1999). 또, 위암과 관계있는 물질이 무엇인지는 모르지만 특정 직업군에서 위암이 증가함을 암시하는 역학적 연구결과들이 있는데 이러한 직업군은 주물공, 시멘트공, 탄광부, 고무취급공, 기계공, 목공 등이라는 연구결과(Minder와 Beer-Poriz, 1992; Kato 등, 1990)도 있다.

국제암연구소에서는 주물사업장에서 노출될 수 있는 유해물질 중 유리규산을 위암의 발암가능성이 시사되는 물질로 제시하고 있다. 그러나, 주물업에서 노출되는 근로자를 대상으로 시행된 몇 편의 역학적 연구결과는 유리규산 노출과 위암발생과의 관계에 대하여 일관된 결과가 도출되지 않고 있다(Sorahan과 Cooke, 1989; Andjelkovich 등, 1992; Minder와 Beer-Poriz, 1992; Xu 등, 1996; Parent 등, 1998; Tsuda 등, 2001).

③ 기타 암

기타 주물사업장 근로자와 일반인구집단의 사망률을 비교한 연구에서 주물

업 종사 근로자에서 폐장암, 대장암, 전립선암 등의 발생위험이 증가하였다는 연구결과들이 있다(Decoufle와 Wood, 1979; Carta등, 1992; Rotimi 등, 1993).

주물공장 및 제철, 제강 공장에는 절연물질로 석면이 많이 사용되어 근로자들이 석면에 노출되어 중피종 등이 발생할 수 있다.

(2) 암을 제외한 호흡기질환

① 비특이적 호흡기질환

폐암과 진폐증을 제외하고 주물공장 근로자의 호흡기질환과 관련된 역학적 연구는 많지 않다. 외국에서 실시된 몇몇 연구에서 주물공장 근로자에서 환기능 장애와 호흡기증상이 증가하고 있음을 보여주고 있는데 러시아에서 실시한 코호트 연구에서는 약 50%의 근로자가 폐에 폐색성 및 제한성 장애가 있는 것으로 보고하였다(Mikov, 1974). 또, Marazzine 등(1977)은 폐놀, 포름알데히드 수지 결합제를 사용하는 근로자에서 호흡기증상과 폐색성 환기능장애가 증가한다고 보고하였다(Muldoon과 Tollerud, 1996).

우리나라에서는 구정완 등(1998)이 주물작업 근로자를 대상으로 유리규산 분진이 환기기능에 미치는 영향을 평가하는 연구를 실시한 결과 주물공장에서 유리규산에 노출된 근로자가 비노출 근로자에 비하여 노력성폐활량(FVC)을 제외한 모든 환기능 측정치[1초율(FVC%), 최대중간호기속도(NMF), FVC의 25%, 50%, 75% 시점에서 최대호기기류(FEF₂₅ FEF₅₀ FEF₇₅)]의 평균이 유의하게 낮아 유리규산 분진 노출이 폐색성 환기장애와 연관이 있다고 밝혔다.

② 진폐증

주물업 종사 근로자의 진폐증은 1954년 Ruttner의 연구에서 처음 보고되었다. 진폐증은 노출기간과 비례하는데 주물업 내에서도 작업공정에 따라 규폐증 또는 혼합성 분진에 의한 섬유화(mixed-dust fibrosis)로 인한 진폐증이 달리 발생한다고 보고되고 있다. McLaughlin과 Harding(1956)의 연구에 의하면 주물공장의 마무리공정이 규폐증의 위험이 가장 높고 조형공정의 위험이 가장 낮았다. McBain 등(1961)은 주물공장 근로자의 14%에서 흉부방사선 이상소견이 발견되었고 이 코호트에서 진폐증의 유병률은 약 4%라고 보고하였다(Muldoon과 Tollerud, 1996). 핀란드의 연구결과는 1950년부터 1972년 사이에 고용된 평균 노출기간이 17년인 주물공장 근로자에서 진폐증의 유병률이 3.8%이었고, 노출기간이 10년 이상인 경우는 5.5%이었다(Karava et al, 1976). Kuo 등(1999)은 주물사업장 공정별로 진폐증 유병률을 조사하였는데 용해로와 후처리공정 종사자들이 각각 16.3%, 11.4%로 전체 평균 8.8%보다 높았고 사무직근로자도 유병률이 2.5%라고 보고하였다.

우리나라에서는 안연순 등(1997)이 인천지역의 한 개 특수건강진단기관에서 1986년부터 1996년까지 진폐의증 또는 진폐증 유소견자로 판정받은 근로자 144명을 대상으로 흉부방사선 소견 및 분진 노출력을 조사하였을 때 진폐증을 일으킨 주 노출원이 주물사업장인 경우가 144명 중 93명(64.6%)이었다. 또, 이들의 노출력을 조사하였을 때 첫 노출부터 진폐증 진단시점까지의 평균 주물 분진 노출기간이 18.2년이었다. 관찰기간인 10년 동안 2회 이상 흉부방사선 촬영 기록이 있는 진폐증 근로자의 병형 변화를 관찰하였을 때 병형 변화가 없는 경우가 66.7%, 병형 진행이 21.7%, 병형 호전이 11.6% 이었는데 병형 호전의 경우는 주물사업장에서 주 작업이 용접인 경우가 많았다.

③ 만성기관지염

직업적 노출과 관련된 만성기관지염에 대한 연구는 거의 없지만 주물공장 근로자에 대한 만성기관지염은 비교적 많이 보고되어 왔다. 핀란드의 주물공장 근로자를 대상으로 한 연구에서 만성기관지염은 주물분진보다 흡연과 관련이 있는 것으로 조사되었는데 유병률이 비흡연자, 금연자, 현재 흡연자에서 각각 11%, 24%, 61%이었다(Karava 등., 1976). 그러나, 만성기관지염을 포함한 폐색성 폐질환과 직업적 노출과의 관계에 대해서는 결과가 일관되지 않고 있다 (Morgan, 1978; Becklake, 1985).

우리나라에서는 제조업 종사 근로자 28,884명의 3년간 의료보험 이용자료를 조사하였을 때 분진에 노출되는 근로자가 노출되지 않는 근로자에 비하여 전체 호흡기질환, 급성상기도감염 및 만성하기도질환으로 인한 의료이용이 유의하게 많았다. 이 연구에서 로지스틱회귀분석을 통하여 연령, 성, 사업장 규모 등을 통제한 상태에서 분진 노출유무로 인한 호흡기질환, 급성상기도감염, 만성하기도질환으로 인한 의료이용을 조사하였을 때 만성하기도질환만 분진에 노출되는 근로자의 의료이용이 비노출되는 근로자에 비하여 유의하게 많았다. 이 연구가 호흡기 증상이나 질환을 조사하지 않고 의료이용을 조사한 것으로 의료이용과 관련된 많은 혼란변수들이 존재하긴 하지만 분진 노출과 같은 직업적 요인이 만성기관지염, 기관지천식, 폐기종 등 만성하기도질환과 관계가 있을 가능성은 시사하고 있다고 판단된다(Ahn 등, 2001).

④ 알레르기성 폐질환 : 직업성 천식

체계적인 역학적 연구가 이루어지지지는 않았지만 주물공장 근로자에서 직업

성 천식의 증상과 일치하는 근로자들에 대한 보고가 되고 있는데 유발요인은 페놀 포름알데히드 레진, 헥사메틸렌테트라민(hexamethylenetetramine) 및 디페닐메탄 디이소시아네이트(diphenylmethane diisocyanate)와 같은 결합제이다 (Low and Mitchell, 1985).

우리나라에서는 주물공장 근로자에서 아직 직업성 천식이 보고된 바 없지만 주물업을 포함한 제1차 금속제조업에 종사하는 근로자가 타 업종 종사자에 비하여 천식으로 의료이용을 많이 하였다는 연구결과는 있다(Ahn 등, 2001).

⑤ 기타 호흡기질환

주물공장 근로자들은 산화철이 폐포 및 혈관주변에 축적되어 비섬유성 진폐증(nonfibrogenic pneumoconiosis)을 일으킬 수 있는데 이것이 흉부방사선 사진에서는 결절 음영으로 보여져 섬유성 진폐증으로 오인되는 수가 있다. 순수한 산화철의 흡입은 제한성 폐질환 및 호흡기 장애를 일으키지 않지만 다른 섬유성 분진의 혼합 노출에 의해 섬유성 폐질환이 발생할 수 있다.

순수 흑연은 섬유화를 일으키지 않지만 흑연광산에서 유리규산 등에 오염되는 경우가 흔한데 전기로에 사용되는 탄소 전극(carbon electrodes)의 흑연에 의해 진폐증 소견이 발생한다. 또, 유리규산 노출이 없음에도 탄소 전극을 만드는데 근로자에서 진행성 괴상성 섬유증(progressive massive fibrosis)이 발생한 보고가 있다(Muldoon과 Tollerud, 1996).

(3) 신장질환

유리규산 노출과 신장질환과의 관계를 밝힌 연구는 많으나 주물업에서의 유

리규산 노출보다는 광산이나 요업 등에 종사하면서 노출된 근로자를 대상으로 한 연구가 주이다.

① 유리규산과 신장질환

㉠ 증례보고

1951년 20명의 규폐증 환자에서 20-40%가 신기능 이상이 있다는 보고가 있은 후, 이후 규폐증을 앓고 있는 광부에서(Capezzuto, 1963), 규폐 사망자의 부검연구들에서 유리규산 노출과 신기능이상과의 관계에 대해 보고가 있었다(Kolev 등, 1970; Slavin 등, 1985). 증례보고는 1978년 이후로 활발히 진행되어, 사상, 벽돌제작, 도자기제조, 주물공, 타일제조공, 탄광부 착암공 등에서 신부전 발생이 보고되었으며(Suratt 등, 1977; Giles 등, 1978; Garcia 등, 1980; Saldanha 등, 1975; Bolton 등, 1981; Hauglustaine 등, 1980; Banks, 1983), 노출기간은 2년에서 15년 사이로 다양하였다. 신부전발생 기전을 밝히기 위한 연구들에서는 급속 진행성 사구체신염(rapidly progressive glomerulonephritis)소견이 흔히 나타났고, 특히 항중성구 세포질 항체(Antinutrophil cytoplasmic antibody, ANCA) 등 면역학적지표 양성소견이 흔히 발견되거나, 다른 면역학적 질환이 동반되는 경우가 흔히 보고되었다. 이러한 보고들을 통해 유리규산 노출 근로자에서 신부전 발생 기전은 유리규산에 의한 면역반응을 매개하여 발생된다는 가설이 수립되었다(Slavin, 1985; Osorio 등, 1987; Bonnin 등, 1987; Sherson 등, 1989; Arnalich, 1989; Dracon 등 1990; Gregorini, 1991; Neyer 등, 1994).

㉞ 단면적 연구

평균 16년 간 유리규산에 노출된 33명의 남자 근로자들에서 알부민과 alpha-1-microglobulin (AMG)의 소변중 배설이 유의하게 증가되어있음이 보고된 이후((Ng 등, 1992), Hotz 등(1995)이 평균 노출력 15.2개월인 근로자들의 신기능 장애의 유병율이 높음을 보고했다. 이러한 결과는 직업적인 유리규산 노출이 만성적 비가역적 신기능 이상을 발생시킬 수 있고, 규폐가 없는 근로자에서 2년 이하의 노출에서도 신기능저하가 나타날 수 있음을 의미한다.

㉟ 코호트 연구

미국국립산업안전보건연구원(NIOSH)에서 실시한 2,412명의 광부코호트 조사 결과, 말기신부전 발생율이 높고, 전신질환에 의한 신부전보다 신실질 손상에 의한 신부전 비율이 더 높고, 10년 이상 근무한 사람들에서 더 높은 만성신부전 발생이 증가되었다는 사실을 밝혀냈다. 결론적으로 유리규산 노출은 말기신부전 발생을 증가시켰으며, 특히 사구체신염에 의한 만성신부전 발생이 큰 증가를 보였고 노출농도가 높은 집단과 노출기간이 긴 경우 더 높은 발생률을 보이는 등의 용량-반응 관계를 보였다. 미국국립산업안전보건연구원 코호트의 평균 노출기간은 8년이었으며 노출농도는 0.04 mg/m³이었다. 따라서 저자들은 이 연구의 결과가 유리규산 노출과 만성신부전 발생과의 관련성에 대한 증거가 된다고 판단하여 현재 미국산업안전보건청(OSHA)의 유리규산 노출 기준인 0.09mg/m³으로는 유리규산에 의한 신장독성을 예방하기 어렵다고 하였다 (Calvert, 1997; Wilike, 1997).

㉔ 환자-대조군 연구

말기신부전으로 진단된 30-69세 남자 325명을 대상으로 환자-대조군 연구를 하였을 때 유리규산 노출 관련 비차비가 증가되었으며 직업적으로 주물공장, 벽돌공장 및 사상작업에서의 유리규산노출이 위험하였고, 노출기간이 길수록 위험하였다(Steenland, 1990). Nuyts 등(1995)은 모래, 시멘트, 석탄, 암석 등 유리규산 함유물에 대한 노출이 만성신부전과 관련되어 있음을 밝혔다. 유럽의 혈액투석 및 신장이식협회(Uropean Dialysis and Transplantation Association)에 따르면 매년 새로 발생하는 신부전의 3%는 독성물질에 의해 발생하는 것으로 추정하고 있으며, 일부 연구자는 원인불명의 만성신부전이나, 사구체신염, 미분류의 실질성 신염으로 진단된 경우의 50% 이상이 독성물질에 의한 말기신부전일 가능성이 있으므로 현재까지의 독성물질에 의한 신부전의 보고는 그 유병율이 과소추정 되고있다고 하였다.

(4) 심혈관계질환

주물업 종사 근로자에서 심혈관계질환이 증가한다는 몇몇 역학적 연구들이 수행되어 왔으며 유해인자로 일산화탄소가 지적되고 있다. 그러나, 주물업 종사자에서 허혈성심장질환 등 심혈관계질환, 폐암, 폐기종 등이 함께 증가하는 것으로 나타나 허혈성심장질환의 증가가 흡연에 의한 영향으로 흡연을 통제 한 후에는 증가하지 않는다는 역학적 연구결과도 있다(Andjelkovich 등, 1990; Andjelkovich 등, 1994; Koskela, 1994).

(5) 기타

기타 주물업에서 유리규산에 노출되어, 급성 실리콘단백증, 진행성 전신성 경화증, 전신성 홍반성 낭창, 류마티드양 관절염 및 피부근염 등의 결체조직 질환과 혈관염 등이 발생하는 것으로 보고되고 있다(Beuchner과 Ansari, 1969; Suratt 등, 1977; Slavin 등, 1985; Koeger, 1995).

3. 건강근로자 효과

1) 건강기준에 의한 선택(health-based selection)

(1) 건강근로자 효과

건강근로자 효과는 근로자 집단이 보통 일반인구집단보다 낮은 사망률을 갖는 경향으로 정의되며 1보다 낮은 표준화사망비로 보통 표현된다. 그러나 건강근로자 효과는 현역근로자 효과(active worker effect) 및 건강관련이동(health-related mobility)과 같은 용어로 불리는 근로자 집단의 낮은 이환률 및 긴 기대여명 등을 설명하는데도 사용된다.

1885년 Ogle에 의해 건강근로자 효과가 처음 보고되었는데 Ogle는 직업 코호트에서 사망률이 낮은 3가지 요인에 대하여 언급하였는데 첫째, 고용단계에서 건강근로자의 선택, 둘째, 보다 건강한 근로자의 고용유지, 셋째, 추적기간으로 추적기간이 길수록 코호트의 관찰사망자 수가 기대 사망자 수와 비슷해진다는 것이다(Fox와 Collier, 1976).

건강근로자 효과로 인한 표준화사망비의 문제점을 보완하기 위한 여러 평가

방법들이 제안되었는데 Goldsmith(1976)는 표준화사망비 대신 비례사망비(PMR)를 산출할 것을 제안하였다. Sterling과 Weinkam(1986)은 건강근로자 효과가 전 연령에 걸친 다양한 사인에 있어 재향군인 사망률을 20-40% 감소시킨다고 측정하였다. Wen 등(1983)은 직업코호트에서 현역의 비율이 감소함에 따라 표준화사망비가 점차 증가하는 것을 보여줌으로써 현역 근로자의 비율이 건강근로자 효과를 결정하는 가장 중요한 요인이라고 하였다. 건강근로자 효과는 많은 요인에 따라 다양하게 발생하므로 어떤 한 가지 방법론의 도입으로 해소될 수 없다.

(2) 건강근로자 효과에 영향을 미치는 요인

건강근로자 효과는 사망원인, 노출 등에 따라 다른데 예를 들면 심혈관계질환이나 호흡기질환보다 암의 경우 적게 나타난다(Lloyd와 Ciocco, 1969; Seltzer와 Jablon, 1974; Anderson과 Cowan, 1976; Enterline, 1976; Fox와 Collier, 1976; Hernberg, 1980; Decoufle와 Wood, 1979).

건강근로자 효과는 노출, 직업 또는 작업내용 이외에도 몇 가지 조정인자에 의해서 영향을 받는다. 연령, 성 및 인종 등의 기타 인구학적 인자가 건강 근로자 효과를 결정한다. 젊은 근로자 집단이 나이가 더 많은 집단보다 더 큰 건강 근로자 효과를 나타낸다(Fox와 Collier, 1976; McMichael, 1976). 젊은 근로자들은 선천성질환 또는 만성질환등 고용을 저해하는 사람이 포함된 일반 인구집단보다 입사시에 더 좋은 건강상태를 갖고 있다. 연령이 증가함에 따라 건강하지 않은 사람들은 힘이 덜 든 작업에 남거나 질병으로 인하여 퇴직하게 된다(Anderson과 Cowan, 1976; McMichael, 1976; Gilbert, 1982; Roupe와 Svanborg, 1982). McMichael(1976)에 의하면 건강근로자 효과는 75세가 되어야

사라진다고 하였고 Blanc 등(1994)은 70세 이상에서도 고용이 사망률에 가장 큰 영향을 미치는 인자라고 하였다.

건강근로자 효과는 성별로도 차이가 있는데 이러한 차이는 경제활동 인구에서 여성이 차지하는 부분이 남성보다 작다는 사실에 의해 설명되어 왔다. 이 결과 비교집단이 되는 여성 일반 인구집단은 남성 일반 인구집단보다 더 많은 건강한 사람들을 포함하게 된다(Valkonen, 1982; Baillargeon 등, 1998; Lea 등, 1999).

인종에 따라서도 차이가 있는데 미국에서 건강근로자 효과는 백인보다 비백인에서 더 크다(Lloyd와 Ciocco; Redmond와 Breslin, 1975; McMichael, 1976; Decoufle와 Wood, 1979). 백인에 비하여 비백인은 실업률이 높고 빈곤하고, 병들고, 위험한 직업에서 일하는 사람의 비율이 더 높다. 더욱이 두 집단의 비교 집단의 질이 다르다. 일하는 백인은 평균 중산층 백인 집단과 비교되는 반면에 일하는 비백인 집단은 백인집단보다 낮은 사회계층의 비율이 더 큰 평균 비백인 집단과 비교되기 때문이다.

몇몇 연구가 사회집단(social groups)이나 결혼상태, 지리적위치, 직업 등 사회인구학적 범주(socioeconomic categories)간의 사망률 차이에 관하여 보고하고 있다(Kitagawa와 Hauser, 1973; Nagi와 Stockwell, 1973; Jeune, 1977; Fox와 Adlstein, 1978; Yerakaris와 Kim, 1978; Olsen과 Sabroe, 1979; Sauli, 1979; Valkonen, 1982). 사회경제적 범주에 의한 직업 특수 사망률 차이에 관한 연구(Ott 등, 1976; Shindell 등, 1978; Gilbert 등, 1982)에서 암을 제외한 사망원인은 사회경제상태가 감소함에 따라 증가한다는 것을 구명하였다. 낮은 사회 계층에서 전반적인 사망률이 더 높다는 것은 건강근로자 효과가 고임금 기술직 근로자에서 더 분명하게 나타난다는 것을 의미한다(Olsen과 Sabroe, 1979; Sauli, 1979). Valkonen(1995)은 핀란드의 상류 사무직 남성 근로자와 생산직

남성 근로자 사이에 6년의 기대여명 차이가 있다고 보고하였는데 두 가지 요인의 가능성을 고려하였다. 즉, 사회경제적 지위가 사회, 물리적 위험 인자에 영향을 미쳐 사망률 및 이환률에 영향을 미치거나 직접적 또는 간접적으로 개인의 사회경제적 지위와 건강상태에 영향을 미치는 인자가 있다는 것이다. 사회경제적 상태는 생활습관에도 영향을 준다. 흡연, 음주, 식이, 보건교육, 의료이용 등의 생활습관의 차이는 사회계층간에 건강 차이를 증가 또는 감소시킬 수 있고 이로 인하여 건강근로자 효과가 달리 나타난다(Goldsmith, 1977; Holme 등, 1977; Yeracaris와 Kim, 1977; Lynch와 Oelman, 1981; Valkonen, 1982).

실업자 집단은 건강위험이 증가되어 있는 특수집단으로 사망통계 및 특정 연구에서 실업자가 정신질환 등 다양한 질병으로 고생하거나 기대여명이 짧은 것으로 나타나고 있다(Kitagawa와 Hauser, 1973; Ackerman과 Vaeth, 1978; Sauri, 1979; Valkonen, 1982; Moser 등, 1984; Marikainen, 1990). 사회적 선택(social selection) 및 건강 선택(health selection)은 상호혼재에 있어 구분하기 매우 힘들다. Fox와 Adelstein(1978)은 사망 차이를 분석하고 사망이 작업환경에 의해 영향을 받는 부분과 생활방식에 의해 영향을 받는 부분을 측정하고자 하였다. 연구자들은 직업간 사망률 차이를 연구하기 위하여 사회계층을 표준화하였다. 직접적인 직업적 영향에 의한 사망률 차이를 측정하기 위하여 사회계층 특수사망률(social class-specific death rates)에 대한 기대사망자수를 산출하였다. 연구결과 사망률의 직업간 차이의 약 18%만이 직업과 관련이 있다고 하였는데, 암사망률 차이의 12%만이 직업과 관련이 있다고 나타났고, 순환기 및 호흡기질환이 약 30%로 직업관련 차이가 큰 것으로 나타났다.

(3) 건강에 근거한 직업선택

일반 인구집단과 비교하여 고용상태에 있는 근로자들은 평균적으로 더 좋은 건강상태를 갖고 있어 사망률과 이환률이 낮다. 경제적으로 비고용상태에 있는 인구집단은 기대여명이 더 짧은 시설 수용자들, 환자들, 실업자들 및 반사회적인 사람들과 같은 특수집단을 포함한다(Kitagawa와 Hauser, 1973; Sauli, 1979).

건강근로자 효과의 가장 중요한 이유는 작업 강도의 선택(selection of the work force)에 있다(Seltzer과 Jablon, 1974; Goldsmith와 Thresh, 1977; Wen과 Tsai, 1982, Koskela, 1997). 이것은 근로자 스스로의 선택과 고용주의 선택 둘로 구성된다. 직업의 선택은 근로자의 관심, 교육정도, 가족, 거주지 및 직업 개방도(job openings) 등에 의해 결정된다. 반면에 근로자들은 건강상태에 근거해서 작업에 선택된다(Kasl 등, 1972; Gilbert, 1982; Knutsson과 Akerstedt, 1992). 주물작업, 화강암작업 등 육체적으로 힘든 작업을 하는 근로자나 코호트는 심혈관계 질환 및 근골격계 질환의 건강상태에 근거하여 사전선택(preselection)된다(Paffenbarger 등, 1977; Menotti와 Puddu, 1979; Yu 등, 1984; Koskela, 1997). 육체적 경작업으로의 역 건강선택(negative health selection)은 사망률 및 이환률이 증가하는 왜곡된 결과를 가져온다. 산업의 종류에 따라서도 근로자의 건강 및 연령, 성, 직업훈련, 사회적 필요조건 등 고용과 관련된 요인에 대한 요구가 달라 건강한 사람들이 그렇지 못한 사람보다 더 쉽게 작업에 선택된다.

더 건강한 근로자들이 작업장에 남아 있게 되고, 건강하지 못한 근로자들은 건강을 이유로 해고될 수 있다. 건강근로자 선택으로부터 발생하는 편견(bias)은 현직에 있거나 생존해 있는 근로자만을 대상으로 연구할 경우 작업과 건강 장애와의 관계를 발견하는 것을 방해할 수 있다(Eisen 등, 1995). 여러 가지 직업 중 건강으로 인한 스스로의 작업선택은 심혈관계, 호흡기 및 근골격계질환

의 증상 때문에 나타나는 것으로 알려져 있다(Hernberg, 1983; Broder 등, 1985; Chan-Yeung 등, 1989; Emst 등, 1989).

Vinni와 Hakama(1980)는 10년 동안 직업을 바꾼 전체 핀란드 인구 중에서 무작위 추출을 하여 추적조사를 하였다. 5년 동안 사망률 연구를 하였을 때 건강근로자 선택효과(healthy population selection effect)가 약 30%라는 것을 밝혔는데 고용상태에 있는 근로자의 사망률은 65세 이전에 은퇴한 사람들 사망률의 50%이었다. 연구자들은 생존근로자 효과(survivor population effect)도 산출하였는데 동일한 직업분야(occupational category)에 남아 있던 사람들의 사망률은 65세 이전에 퇴직한 사람들 사망률의 60%이었다. 또, 한 직업에서 다른 직업으로 전환한 사람들의 사망률은 동일한 직업군에서 근무하던 사람들 사망률의 90%이었다. 결론적으로 퇴직한 사람들의 사망률이 높고 직업을 바꾼 사람들의 사망률은 전체 인구집단보다 더 건강하였다.

기술을 요하는 직업은 건강 선택이 증가하는 경향이 있다. 이들 직업군에서 역 건강선택이 발견될 수도 있는데, 어떤 장애를 가진 근로자들이 장애자 보호를 위한 직업(shelterd job)을 얻을 수 있기 때문이다. 경제성장 및 후퇴와 같은 환경이 근로자의 건강 및 사회적 선택 기준을 어느 정도 조절할 수 있다. 예를 들면 경제주기와 사망과의 관계에 대한 연구에서 경제 후퇴기 동안 허혈성 심장질환이 증가하는 것을 보여주고 있다(Kasl, 1979; Lew, 1979; Bunn, 1980). 이와 관련하여 경제성장기와 경제후퇴기에 고용된 근로자의 사망률 차이에 대한 몇몇 연구도 있다(Koskela 등, 1976).

(4) 코호트의 정의와 추적기간

서로 다른 코호트 구성 기준과 추적기간의 다양성은 직업 사망 연구의 결과

를 변화시킨다. 동일한 사업장을 대상으로 코호트를 구성하였어도 고정 코호트(cross-sectionally based chort)는 비고정 코호트(longitudinal entry chort)와 다른 결과를 가져올 수 있다. 고정코호트는 단면연구 디자인과 같이 건강선택(health selection out of jobs)에 의해 영향을 많이 받고 비고정코호트는 특히 전직(turnover)이 빠른 직업에서 노출과 질병과의 관계를 약화시키기 쉽다.

Weiss(1989)는 코호트 정의에 의한 편견에 관하여 연구하였는데 타당도가 높은 역학적 연구결과는 단면적 코호트보다 초기코호트(inception chort)에서 얻을 수 있다고 하였다. 연구설계에 따라 결과의 방향이 같을지라도 전체사망률은 다를 수 있고 원인별 사망률의 차이도 나타날 수 있다. 더욱이 코호트의 제한, 예를 들어 특정 연령집단만 포함하거나 짝짓기를 하거나 최소 노출기간 등을 설정하면 연구의 결과를 변화시킨다.

코호트 추적기간이 사망률에 영향을 주는데 추적기간이 길어질수록 코호트 연령 및 사망가능성이 증가한다. 일반 인구집단에 비하여 근로자들의 사망은 고용 시작 직후 가장 낮는데 Fox와 Collier(1976)가 직업에 들어간지 5년이내인 남성 근로자들의 모든 원인의 사망이 기대치의 37%로 낮다고 보고하였다. 특히 순환기계질환과 호흡기계질환은 21%로 낮았고, 암은 45%수준이었다. 코호트 참가 추적 15년후에는 이런 효과가 사라져 모든 사망원인에 대하여 상대위험도가 0.94, 암이 1.12, 순환기 및 호흡기계질환이 0.91과 0.93이었다. 그러나, Goldblatt 등(1991)은 통계학적 모형에 의해 건강 근로자 효과가 추적기간이 진행되어도 완전히 사라지지 않는 것을 확인하였다.

Shindell 등(1978)은 건강근로자 효과를 사망의 정보편견(information bias)으로 간주하였다. 그러나, Wang과 Miettinen(1982)은 Shindell 등의 결론을 비평하였는데 그 이유는 건강근로자 효과는 두 인구집단의 왜곡된 비교의 결과이지(selection bias) 정보의 비교불가(incomparability)에 의한 것이 아니라는 것

이다.

코호트 관찰기간에 따른 층화분석은 추적기간에 따라 표준화사망비가 다를 수 있도록 보여주기 위하여 많이 수행되어 왔다. 추적기간에 따른 분석은 질병의 잠복기간이 연구될 때도 중요하고(Rothman, 1981; Burack, 1983; Stewart와 Hunting, 1988) 이러한 분석결과는 아코호트의 코호트 진입기간이 다양할 때도 필요하다(Wen과 Tsai, 1982; Weiss, 1989).

2) 건강근로자 효과를 최소화하기 위한 방법론적 요인

(1) 비교집단의 선택

직업코호트를 이용한 사망연구는 적절한 비교집단을 찾는 것이 어려운데 가능한 연구에서 밝히고자 하는 노출의 영향을 제외하고는 다른 조건은 동일한 비교 코호트를 찾아야 한다. 이런 어려움 때문에 일반 인구집단이 일반적으로 비교집단으로 사용되지만 결점이 있다. 건강근로자 효과(health-based selection)와 강한 노출(strong life-shortening exposure)이 없기 때문에 직업 코호트는 일반 인구집단보다 일반적으로 낮은 사망률을 보인다. 따라서 다른 직업 집단이 비교집단으로 타당하다. 타당도가 더 높은 연구결과를 얻기 위해서는 일반 인구집단과의 비교와 더불어 몇 개의 직업 코호트와 코호트내의 서로 다른 아집단을 비교하는 것이 가장 좋다.

(2) 분석방법의 다양화

적절한 분석방법은 연구설계에 달려 있으며 조사사망률, 보정사망률, 직접 또

는 간접표준화사망률, 비례사망비, 표준화사망비 및 사망비차비 등의 측정방법은 서로 다른 사망률을 보여 줄 수 있다. 즉, 분석방법이 직업 사망연구의 결과를 변화시킬 수 있으므로 서로 다른 연구의 결과를 해석하고 비교할 때와 연구결과의 일관성이 없을 때 다양한 분석방법이 고려되어야 한다.

제3장 연구방법

1. 연구대상

1) 주물업 종사 근로자 코호트

1998년 전국 5인이상 사업장 작업환경실태조사(한국산업안전공단, 1998)에서 주물사업장(표준산업분류 소분류 273)으로 분류된 470개 사업장을 대상으로 창사이후 퇴직 및 현직 근로자에 대하여 근로자 성명, 주민등록번호, 입사일자, 퇴사일자, 작업부서에 대한 자료를 수집하였다. 470개 사업장 중 34개 사업장(7.2%)은 주물사업장이 아닌 것으로 확인되었고, 3회에 걸친 우편수집과 직접 방문으로 최종 216개 주물사업장으로부터 22,000여명에 대한 자료를 수집하였다. 이 중 2개 이상의 사업장에서 명단을 제출한 근로자를 정리하고, 주민등록번호를 확인할 수 없는 근로자 등을 제외한 수가 19,272명이었다.

19,272명 중 마지막 사업장에서 1994년 12월 31일 이전에 퇴직한 근로자(실제로 주물업종에서 완전히 퇴직하였는지 여부는 알 수 없으며 주물업종에서의 퇴직보다는 타 주물사업장으로 전직하였을 가능성이 더 높음)와 1995년 기준으로 만 35세 미만(1960년 이후 출생자) 근로자 9,843명을 제외하고 9,429명을 연구대상으로 하였다.

2) 비 주물업 종사 근로자 코호트

주물업 종사 근로자와 비교하기 위하여 비 주물업 종사 근로자로 코호트를 구성하였다. 비 주물업 종사 근로자 코호트는 인천지역에 위치한 한 개 건강진단기관에서 1995년부터 1999년까지 건강진단을 받은 비 주물업 종사 근로자 74,371명의 전산자료(사업장명, 사업장 업종, 주민등록번호, 입사일자, 건강진단 유해인자 종류)를 이용하였다.

주물업 종사 근로자와 동일하게 74,371명 중 1995년 기준으로 만35세 미만인 1960년 이후 출생자 41,520명을 제외하고 32,851명을 연구대상으로 하였다.

3) 표준인구

표준화사망률을 계산하기 위하여 1997년도 35세이상 우리나라 연령군별 연앙인구를 표준인구로 사용하였다. 또, 각 연령군별, 사망원인별 사망자 수 및 사망률을 표준인구 집단의 연령별, 사망원인별 사망자 수 및 사망률로 이용하였다.

표준인구에 대한 자료는 통계청에서 발간한 1997년 사망원인분석 통계연보를 이용하였다. 표준인구를 1997년 우리나라 인구로 설정한 것은 이 연구의 관찰기간 5년동안의 중앙값이 1997년이기 때문이다.

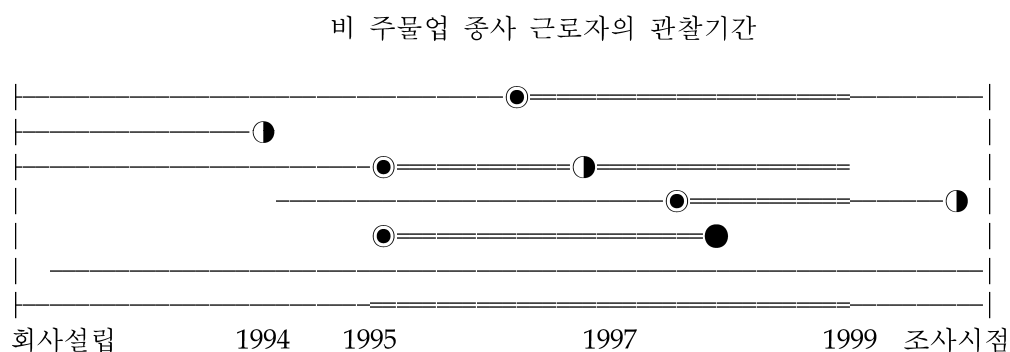
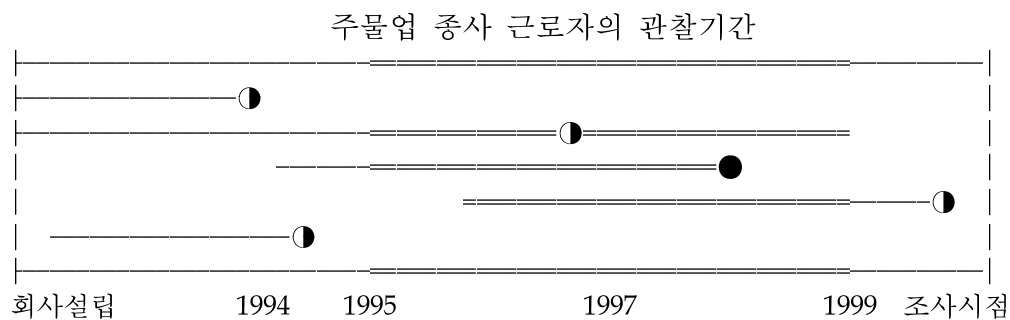
4) 관찰기간(추적기간)

주물업 종사 근로자는 1995년 1월 1일부터 1999년 12월 31일까지 최종 근무하였던 사업장의 입사일을 기준으로 월단위로 관찰기간을 계산하였다. 즉, 1994년 1월 1일에 최종 사업장에 입사한 근로자의 경우 1995년 1월부터 관찰한 것으로 관찰기간을 계산하였고, 1996년 7월 15일에 입사한 근로자의 경우는

1996년 7월부터 관찰한 것으로 관찰기간을 계산하였다.

비 주물업 종사 근로자는 최종 근무하였던 사업장에서 1995년 1월 1일부터 1999년 12월 31일 사이에 최초로 실시한 건강진단 수진일을 기준으로 월단위로 관찰기간을 계산하였다. 즉, 최종 사업장에 1993년 5월 입사하였으나 1995년 1월 1일에 건강진단을 받은 근로자의 경우 1995년 1월부터 관찰한 것으로 관찰기간을 계산하였고, 1995년 7월 1일 입사하여 1996년 7월 15일에 건강진단을 수진한 근로자의 경우는 1996년 7월부터 관찰한 것으로 관찰기간을 계산하였다.

관찰 종료시점은 두 집단 모두 사망자의 경우 사망일을 기준으로 하였고, 사망하지 않은 퇴직자의 경우, 통계청 사망자료에서 추적이 가능하므로 1999년 12월 31일까지 관찰한 것으로 계산하였다.



- 재직기간
- ══ 관찰기간
- 건강진단일자
- 퇴직일자
- 사망일자

그림 1. 주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 관찰기간

2. 노출평가

1) 주물업 종사 근로자

주물업 종사 근로자의 노출과 사망과의 관계를 구명하고자 직무-노출 매트릭스(job-exposure matrix)구성을 위한 자료를 수집하였다. 자료는 전수조사가 불가능하여 일부사업장, 일부근로자에 대한 조사만을 실시하였다. 사업장에 대해서는 5년 동안의 작업환경측정결과표를 수집하였고, 조사표를 고안하여(부록 1) 사업장 개요 및 유해인자 등을 조사하였다.

근로자에 대한 조사는 근로자용 조사표(부록 3)를 고안하여 60개 사업장 1,000여명에 대하여 첫 직업 종사 이후 근무하였던 사업장에 대한 업종, 근무기간, 작업부서 등의 직업력을 조사하였다. 또, 흡연력, 직업력에 대하여 53개 사업장 849명에 대한 조사를 실시하였다.

그러나, 이 연구에서는 자료 불충분으로 직무-노출 매트릭스를 이용하여 노출을 평가하지 못하였고, 주물업 종사 근로자를 크게 생산직과 사무직으로 분류하여 생산직의 경우 노출로, 사무직의 경우 비노출로 평가하였다. 또, 주물업

종사자를 한국표준산업분류 세분류에 따라 철강주조업과 비철금속주조업 종사자로 분류하여 평가하였다.

2) 비 주물업 종사 근로자

비 주물업 종사 근로자는 종사 업종이 이질적이고(부록 4), 노출 물질이 다양하여 특정 업종이나 몇 가지 물질에 대한 노출 정보만으로 노출과 사망과의 관계를 평가 할 수 없어 특수건강진단 수진 여부 및 수진 항목으로 노출을 평가하였다. 즉, 1995년부터 1999년까지 수진한 건강진단 종류 및 특수건강진단 항목을 조사하여 분진, 석면, 유기용제, 특정화학물질, 크롬, 카드뮴, 기타 중금속 및 방사선에 대하여 1회라도 특수건강진단을 받았으면 각각의 물질에 노출된 것으로 평가하였고, 각 물질에 대하여 건강진단을 받지 않았으면 유해인자에 노출되지 않은 것으로 평가하였다.

3. 전체 사망률 및 사망원인별 사망률 분석

1) 사망유무 및 사망원인 조사

연구대상으로 결정된 주물업 종사 근로자 9,429명, 비 주물업 종사 근로자 32,851명에 대하여 통계청에 1995년부터 1999년까지 사망일자, 사망여부 및 사망원인 조회를 의뢰하였다.

2) 관찰인년

사망을 계산의 분모가 되는 성별, 연령구간별 관찰인년은 1995년부터 1999년까지 1년단위로 계산하여 합하였다. 5세단위로 각 연도별 관찰인년을 구하여 합한 값을 5세단위 연령구간별 관찰인년으로 하였다. 예를 들면, 1994년 1월에 입사한 36세 근로자는 1995년부터 1997년까지 35-39세 구간에 각각 1년씩 관찰된 것으로 계산되고, 1998년에는 40세가 되므로 1998년과 1999년에는 40-44세 연령구간에 각각 1년씩 관찰된 것으로 계산된다. 각각의 근로자에 대하여 이와 같이 산출된 관찰인년을 합하여 근로자별 총관찰인년이라 하였고, 전체근로자에 대해서 연령구간별 연도별 관찰인년을 합하여 총관찰인년을 산출하였다(부록 5).

3) 전체사망을 및 사망원인별 사망률 비교

주물업 종사 근로자 및 비 주물업 종사 근로자의 10만 관찰인년별 사망자수를 조사사망률로 산출하였다. 또, 1997년 우리나라 35세 이상 인구를 표준인구로 연령과 성을 표준화하여 직접표준화사망률 및 표준화사망비를 산출하였다.

조사사망률, 직접표준화사망률 및 표준화사망비는 각 대상집단에 대한 전체 사망률, 5세단위 연령구간별 특수사망률, 주요 사망원인별 사망률을 산출하였다.

(1) 표준인구집단과의 전체사망률 및 사망원인별 사망률 비교

주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 전체 사망 및 암으로 인한 사망을 표준인구 집단의 사망자 수 및 사망률로 표준화하여 비교하였다.

또, 사망자 수가 일정 수 이상 되거나, 기존의 연구결과 주물업 종사와 관련이 있는 것으로 알려진 폐암, 위암, 간암, 혈액암, 췌장암, 간장질환, 정신질환, 뇌혈관질환, 뇌혈관질환 이외의 순환기질환 및 외인으로 인한 남성의 사망원인을 남성 표준인구의 사망자수와 사망률로 표준화하여 직접표준화사망률 및 표준화사망비를 산출하여 비교하였다.

(2) 주물업 종사 근로자의 노출에 따른 전체사망률 및 암사망률 비교

① 철강주조업 및 비철금속주조업 종사자의 전체사망률 및 암사망률 비교

주물업 종사 근로자의 노출에 따른 전체사망률 및 암사망률을 비교하기 위하여 주물업 종사자를 사업장의 세분류업종에 따라 철강주조업 종사 근로자와 비철금속주조업 종사 근로자의 전체사망률 및 암사망률을 계산하여 비교하였다. 사망률은 각각의 집단에 대하여 전체사망 및 암사망으로 인한 조사망률, 직접표준화사망률, 표준화사망비를 산출하였다.

② 사무직 근로자와 생산직 근로자의 전체사망률 및 암사망률 비교

주물업 종사 근로자를 사무직과 생산직으로 분류하여 각각의 집단에 대하여 전체사망 및 암사망으로 인한 조사망률, 직접표준화사망률, 표준화사망비를 산출하였다.

(3) 비 주물업 종사 근로자의 유해인자 노출에 따른 전체사망 및 암사망률 비교

비 주물업 종사 근로자를 유해인자 노출 및 비노출 근로자로 분류하여 각각의 집단에 대하여 전체사망 및 암사망으로 인한 조사망률, 직접표준화사망률, 표준화사망비를 산출하였다.

(4) 연도별 전체사망률 및 암사망률 비교

주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 추적기간 편차(length bias)의 영향을 평가하고자 두 집단의 연도별 전체사망률 및 암사망률을 산출하였다. 두 집단의 연도별 전체사망 및 암사망에 대하여 조사망률, 직접표준화사망률, 표준화사망비를 산출하였다.

(5) 주물업 종사자와 비 주물업 종사자의 전체사망 및 사망원인별 사망 위험도 비교

일반인구 집단과의 비교에서 나타나는 건강근로자 효과를 배제하고 통계학적 유의성을 검증하기 위하여 주물업 종사 근로자와 비 주물업 종사 근로자의 전체 사망 및 사망원인별 사망위험도를 계산하였다.

사망위험도는 주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 성, 연령, 관찰기간에 차이가 있어 로지스틱 회귀분석을 통하여 이들 3가지 요인을 통제한 상태에서 사망원인별 사망위험도를 계산하였다. 로지스틱 회귀모형은 전체 연구대상 근로자, 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자를 대상으로 각각의 모형을 수립하여 적합성을 평가 후 사망위험도를 계산하였다.

각 모형의 종속변수는 사망유무 및 암, 위암, 간암, 폐암, 췌장암, 혈액암, 뇌

혈관질환, 호흡기질환, 간장질환, 손상·중독 및 외인으로 인한 사망유무로 설정하였다. 독립변수는 전체 연구대상자 모형의 경우 성, 연령, 관찰기간을, 전체 남성 근로자 모형의 경우 연령과 관찰기간을, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자의 경우 연령으로 설정하였다. 기타 입사년도, 노출기간, 직종, 유해인자 노출상태 등의 독립변수는 다중공선성과 정보부족, 모형 부적합성 등의 이유로 모형에서 제외하였다.

4. 연구에 사용된 변수의 정의

연구에 사용된 변수 중 암, 위암, 폐암 등 질병명은 한국표준질병사인분류 개정 3판의 3단위 항목에 근거하여 분류하였다. 예를 들어 간암이라 함은 한국표준질병사인분류 C22 간 및 간내담관의 악성신생물이고, 폐암이라 함은 C34 기관지 및 폐의 악성신생물을 의미한다.

제4장 연구결과

1. 연구대상 근로자의 특성

주물업 종사 근로자 9,429명 중 남성이 8,139명(86.3%), 여성이 1,290명(13.7%)이었고, 비 주물업 종사 근로자는 32,851명 중 남성이 23,198명(70.6%), 여성이 9,653명(29.4%)으로 두 집단간에 성비에 유의한 차이가 있었다($p<.001$).

연령은 두 집단 모두 35-39세의 비율이 가장 높았는데 주물업 종사 근로자가 2,836명(30.1%), 비 주물업 종사 근로자가 11,079명(33.7%)이었다. 평균연령은 주물업 종사 근로자 44.95세, 비 주물업 종사 근로자 44.14세로 두 집단간에 평균연령에 유의한 차이가 있었다($p<.001$).

주물업 종사 근로자의 직종은 생산직이 8,284명(87.9%), 사무직이 1,145명(12.1%)으로 생산직의 비율이 높았다. 소속 사업장 세분류업종별로는 철강주조업 종사자가 8,033명(85.2%), 비철금속 주조업 종사자가 1,396명(14.8%)으로 철강주조업 종사자의 비율이 높았다. 비 주물업 종사 근로자는 소음, 진동을 제외한 분진, 석면, 유기용제, 특정화학물질, 중금속, 방사선 등의 유해인자에 1가지 이상 노출된 근로자가 15,813명(48.1%), 노출되지 않는 근로자가 17,038명(51.9%)으로 유해인자에 노출되지 않는 근로자의 비율이 높았다.

관찰기간은 두 집단 모두 48개월부터 60개월까지의 비율이 가장 높았는데 주물업 종사 근로자가 6,641명(70.4%), 비 주물업 종사 근로자가 18,932명(57.6%)이었다. 평균 관찰기간은 주물업 종사 근로자가 48.8개월, 비 주물업 종

사 근로자가 42.5개월로 두 집단간에 평균 관찰기간에 유의한 차이가 있었다 ($p<.001$).

관찰 시작년도는 두 집단 모두 1995년의 비율이 가장 높았는데 주물업 종사 근로자가 6,801명(72.1%), 비 주물업 종사 근로자가 19,051명(58.0%)이었다.

최종 사업장 입사년도는 관찰기간인 1995년부터 1999년 중에 입사한 근로자의 비율이 가장 높아 주물업 종사 근로자가 3,656명(38.8%), 비 주물업 종사 근로자가 10,170명(31.0%)이었다(표 1).

표 1. 연구대상 근로자의 특성

1) 변수	주물업 종사 근로자	비 주물업 종사 근로자
성		
남성	8,139(86.3)	23,198(70.6)
여성	1,290(13.7)	9,653(29.4)
노출상태	직종 생산직 사무직 세분류 업종 철강주조업 비철금속주조업	유해인자 노출 비노출
	8,284(87.9) 1,145(12.1) 8,033(85.2) 1,396(14.8)	15,813(48.1) 17,038(51.9)
연령(세)		
35-39	2,836(30.1)	11,079(33.7)
40-44	2,198(23.3)	8,034(24.5)
45-49	1,845(19.6)	6,366(19.2)
50-55	1,377(14.6)	4,326(13.2)
55-59	796(8.4)	2,049(6.2)
60-65	272(2.9)	606(1.8)
65-69	76(0.8)	170(0.5)
70-	29(0.3)	264(0.8)
평균연령(세)	44.95±7.55	44.14±7.49
관찰인년(개월)		
12개월 미만	869(9.2)	2,537(7.7)
12-24개월	585(6.2)	2,184(6.6)
24-36개월	660(7.0)	4,516(13.7)
36-48개월	674(7.1)	4,682(14.3)
48-60개월	6,641(70.4)	18,932(57.6)
평균관찰인년(개월)	48.81±18.18	42.54±15.95
관찰시작년도(년)		
1995	6,801(72.1)	19,051(58.0)
1996	626(6.6)	4,678(14.2)
1997	622(6.6)	4,485(13.7)
1998	556(5.9)	2,141(6.5)
1999	824(8.7)	2,496(7.6)
입사년도(년)		
1960년 이전	3(.0)	0(.0)
1960-1964	4(.0)	16(.0)
1965-1969	17(.2)	130(.4)
1970-1974	59(.6)	584(.8)
1975-1979	288(3.1)	2,356(7.2)
1980-1984	885(9.4)	4,116(12.5)
1985-1989	1,891(20.1)	6,300(19.2)
1990-1994	2,626(27.9)	9,179(27.9)
1995-1999	3,656(38.8)	10,170(31.0)

1) 각 변수의 특성은 1995년도 기준임

2. 연구대상 사망 근로자의 특성

1995년부터 1999년까지 5년동안 사망한 근로자는 주물업 종사 근로자가 212명, 비 주물업 종사 근로자가 207명이었다.

성별로는 주물업 종사 근로자는 212명 중 남성이 205명(96.7%), 여성이 7명(3.3%)이었고, 비 주물업 종사 근로자는 207명중 남성이 175명(84.5%), 여성이 32명(15.5%)이었다.

사망시 연령은 주물업 종사 근로자는 50-55세에 사망한 근로자가 46명(21.7%)으로 가장 많았고, 비 주물업 종사 근로자는 55-59세에 사망한 근로자가 66명(31.9%)으로 가장 많았다. 사망시 평균 연령은 주물업 종사 근로자가 52.3세, 비 주물업 종사 근로자가 56.1세로 주물업 종사 근로자의 평균 연령이 비 주물업 종사 근로자에 비하여 유의하게 낮았다($p<.001$).

사망근로자의 노출상태는 주물업 종사 근로자의 경우 생산직이 199명(93.9%), 사무직이 13명(6.1%)으로 생산직이 많이 사망하였다. 또, 사업장 세부 업종별 사망자는 철강주조업 종사자가 179명(84.4%), 비철금속주조업 종사자가 33명(15.6%)으로 철강주조업 종사자가 많이 사망하였다. 비 주물업 종사 근로자는 소음, 진동을 제외한 분진, 석면, 유기용제, 특정화학물질, 중금속, 방사선 등의 유해인자에 1가지 이상 노출된 근로자가 92명(44.4%), 노출되지 않는 근로자가 115명(55.6%)으로 유해인자에 노출되지 않는 근로자가 많이 사망하였다.

관찰기간은 주물업 종사 근로자는 36개월부터 48개월까지가 54명(25.5%)으로 가장 많았고, 비 주물업 종사 근로자는 24개월부터 36개월까지가 56명(27.1%)으로 가장 많았다. 평균 관찰기간은 주물업 종사 근로자가 31.2개월, 비 주물업

종사 근로자가 28.3개월로 두 집단간에 평균 관찰기간에 유의한 차이가 없었다.

사망근로자의 관찰 시작년도는 두 집단 모두 1995년의 비율이 가장 높았는데 주물업 종사 근로자 198명(93.4%), 비 주물업 종사 근로자 144명(69.6%)이었다.

최종 사업장 입사년도는 주물업 종사 근로자는 1985년부터 1989년사이에 입사한 근로자가 70명(33.0%)으로, 비 주물업 종사 근로자는 1990년부터 1994년사이에 입사한 근로자가 79명(38.2%)으로 가장 많았다(표 2).

표 2. 연구대상 사망 근로자의 특성

변수	주물업 종사 근로자	비 주물업 종사 근로자
성		
남성	205(96.7)	175(84.5)
여성	7(3.3)	32(15.5)
노출상태	직종 생산직 사무직 세분류 업종 철강구조업 비철금속구조업	유해인자 노출 비노출
	199(93.9) 13(6.1) 179(84.4) 33(15.6)	92(44.4) 115(55.6)
사망시 연령(세)		
35-39	12(5.7)	0(0.0)
40-44	33(15.6)	1(.5)
45-49	39(18.4)	35(16.9)
50-55	46(21.7)	57(27.5)
55-59	36(17.0)	66(31.9)
60-65	27(12.7)	25(12.1)
65-69	14(6.6)	8(3.9)
70-	5(2.4)	15(7.2)
평균연령	52.30±8.90	56.11±7.02
관찰인년(월)		
12개월 미만	45(21.2)	41(19.8)
12-24개월	31(14.6)	45(21.7)
24-36개월	44(20.8)	56(27.1)
36-48개월	54(25.5)	40(19.3)
48-60개월	38(17.9)	25(12.1)
평균관찰인년(월)	31.18±17.33	28.25±15.11
관찰시작년도(년)		
1995	198(93.4)	144(69.6)
1996	6(2.8)	36(17.4)
1997	6(2.8)	25(12.1)
1998	2(.9)	2(1.0)
입사년도(년)		
1960년 이 전	1(.5)	0(.0)
1960-1964	0(.0)	0(.0)
1965-1969	1(.5)	1(.5)
1970-1974	1(.5)	6(2.9)
1975-1979	9(4.2)	14(6.8)
1980-1984	20(9.4)	19(9.2)
1985-1989	70(33.0)	30(14.5)
1990-1994	67(31.6)	79(38.2)
1995-1999	43(20.3)	58(28.0)

3. 직업력 및 흡연력이 조사된 주물업 종사 근로자의 특성

1) 직업력

주물업에 종사하는 60개 사업장 1,000명 근로자에 대하여 직업력을 조사하였다. 주물업 종사 근로자의 직업력을 크게 3군으로 분류하면 첫째, 현재 종사하고 있는 사업장이 첫 사업장은 아니나 조사시점까지 주물업에만 종사한 경우, 둘째, 현재 종사하고 있는 사업장이 농업, 상업 등 자영업을 제외하고는 첫 사업장인 경우, 셋째, 과거에 농업, 상업 등 자영업을 제외한 타 업종에 종사한 직업력이 있으면서 현재 또는 과거에 주물업에 종사하였던 경우이다. 첫째, 둘째의 경우는 직업력 중 주물업 이외에 농업, 상업 등 자영업을 제외하고 타업종에 종사한 경력이 없는 경우이고, 셋째는 과거에 주물업 이외의 업종에 종사한 경력이 있는 경우이다.

주물업 이외 타업종 종사경력이 없는 근로자는 861명(86.1%)으로 이 중 현재 근무하고 있는 주물사업장이 첫 사업장인 경우가 292명(33.9%), 첫 사업장이 아닌 경우가 569명(66.1%)이었다. 주물업 이외에 타업종 종사경력이 있는 근로자는 139명(13.9%)이었다.

주물업 이외 타업종 종사경력이 없는 근로자 중 현 직장이 첫 직장이 아닌 근로자, 현 직장이 첫 직장인 근로자, 타업종 종사 직업력이 있는 근로자의 첫 주물업종 노출연령은 각각 평균 24.0세, 32.6세, 30.9세로 타업종 종사경력이 없고 현 직장이 첫 직장이 아닌 근로자의 첫 노출연령이 가장 낮았다($p<.001$). 세 집단의 총 주물사업장 근무기간은 각각 평균 224개월, 79개월, 146개월로 타업종 종사경력이 없고 현 직장이 첫 직장이 아닌 근로자의 근무기간이 가장

길었다($p<.001$).

이 연구의 대상집단인 1995년 기준 35세 이상 근로자의 주물사업장 근무기간은 각각 251개월, 143개월, 181개월로 세 집단 모두 주물사업장에 평균 10년 이상 근무하였다(표 3).

2) 흡연력

53개 사업장 849명 근로자 중 흡연자가 500명(58.9%), 비흡연자가 285명(33.6%), 금연자가 64명(7.5%)으로 흡연력이 있는 근로자가 564명(66.4%)이었다.

남성은 750명 중 흡연자 495명(66.0%), 비흡연자 192명(25.6%), 금연자 63명(8.4%)으로 흡연력이 있는 근로자가 558명(74.4%)이었다. 여성은 99명 중 흡연자 5명(5.1%), 금연자 1명(1.0%)으로 흡연력이 있는 근로자가 6명(6.1%)이었다.

생산직 근로자 710명 중 흡연자 437명(61.5%), 비흡연자 219명(30.8%), 금연자 54명(7.6%)으로 흡연력이 있는 근로자가 491명(69.2%)이었다. 사무직은 139명 중 흡연자가 63명(45.3%), 금연자가 10명(7.2%)으로 흡연력이 있는 근로자가 73명(52.5%)으로 생산직에 비하여 흡연률이 유의하게 낮았다($p<.001$).

이 연구의 대상집단인 1995년 기준 35세 이상의 근로자는 남성 생산직의 경우 349명 중 흡연자 219명(62.8%), 비흡연자 90명(25.8%), 금연자 40명(11.5%)으로 흡연력이 있는 근로자가 259명(74.2%)이었다. 사무직은 46명 중 흡연자가 25명(54.3%), 금연자가 4명(8.7%)으로 흡연력이 있는 근로자가 29명(63.0%)으로 생산직 남성의 흡연률이 사무직 남성 근로자에 비하여 유의하게 높았다($p<.001$)(표 4).

표 4. 연구대상 근로자의 흡연력

단위 : 명⁽¹⁾%

		전체 주물업 종사자			35세 이상 주물업 종사자		
		남성	여성	전체	남성	여성	전체
생산직	흡연자	432(67.1)	5(7.5)	437(61.5)	219(62.8)	5(9.4)	224(55.7)
	비흡연자	158(24.5)	61(92.5)	219(30.8)	90(25.8)	48(90.6)	138(34.3)
	금연자	54(8.4)	0(0.0)	54(7.6)	40(11.5)	0(0.0)	40(10.0)
	계	644(100.0)	66(100.0)	710(100.0)	349(100.0)	53(100.0)	402(100.0)
사무직	흡연자	63(59.4)	0(0.0)	63(45.3)	25(54.3)	0(0.0)	25(48.1)
	비흡연자	34(32.1)	32(97.0)	66(47.5)	17(37.0)	6(100.0)	23(44.2)
	금연자	9(8.5)	1(3.0)	10(7.2)	4(8.7)	0(0.0)	4(7.7)
	계	106(100.0)	33(100.0)	139(100.0)	46(100.0)	6(100.0)	52(100.0)
전체	흡연자	495(66.0)	5(5.1)	500(58.9)	224(55.7)	5(8.5)	249(54.8)
	비흡연자	192(25.6)	93(93.9)	285(33.6)	138(34.3)	54(91.5)	161(35.5)
	금연자	63(8.4)	1(1.0)	64(7.5)	40(10.0)	0(.0)	44(9.7)
	계	750(100.0)	99(100.0)	849(100.0)	402(100.0)	59(100.0)	454(100.0)

¹⁾ 백분율은 세로열 백분율임

4. 연구대상 집단의 사망률

1) 비표준화 사망률

(1) 연구대상 전체 근로자

1995년부터 1999년까지 5년 동안 주물업 종사 근로자 9,429명(38,148인년) 중 212명이 사망하였고, 비 주물업 종사 근로자는 32,851명(116,408인년) 중 207명이 사망하였다. 인구 10만명당 사망률은 주물업 종사 근로자는 555.7, 비 주물업 종사 근로자는 177.8이었다. 표준인구인 1997년도 우리나라 35세 이상 인구의 사망률 1,122.6과 비교하였을 때 주물업 종사 근로자는 표준인구 사망률의

49.5%, 비 주물업 종사 근로자는 15.8%이었다.

성별로는 주물업 종사 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 사망률이 623.5, 여성이 132.9이었고, 비 주물업 종사자는 남성이 212.9, 여성이 93.5로 두 집단 모두 남성의 사망률이 높았다.

연령군별 사망률은 주물업 종사 근로자의 경우 65-69세의 사망률이 2,364.9로 가장 높았고, 55-59세 및 70세 이상 연령군을 제외하고 표준인구의 연령군별 사망률보다 높았다. 비 주물업 종사 근로자의 경우 70세 이상 연령군의 사망률이 1,117.7로 가장 높았으나 표준인구의 연령군별 사망률보다 높은 연령군은 없었다.

성별 연령군별 사망률은 남성의 경우 주물업 종사 근로자는 65-69세의 사망률이 2,527.1로 가장 높았고, 비 주물업 종사 근로자의 경우 70세 이상 연령군의 사망률이 1,152.1로 가장 높았으나 두 집단 모두 남성 표준인구의 연령군별 사망률보다 높은 연령군은 없었다 (표 5).

(2) 40세 이상 70세미만 근로자

비 주물업 종사 근로자의 경우 35-39세에 사망한 근로자가 없고, 70세 이상 연령군은 5세 단위로 세분류하여 계산할 경우 사망률이 연령군에 따라 매우 큰 차이가 나므로, 두 집단간 사망률 및 표준인구 집단과의 사망률의 비교성을 높이기 위하여 35-39세 및 70세 이상 연령군을 제외하고 40대, 50대, 60대 사망률을 계산하였다.

주물업 종사 근로자의 경우 100,000명당 648.0, 비 주물업 종사 근로자의 경우 199.1로 표준인구 사망률 736.7의 88.0%, 27.0%이었다. 성별로는 주물업 종사 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 사망률이 735.1, 여성이 148.3이었고,

비 주물업 종사자는 남성이 242.0, 여성이 105.6으로 두 집단 모두 남성의 사망률이 높았다(표 6).

2) 직접표준화 사망률

(1) 연구대상 전체 근로자

1997년 35세 이상 우리나라 남성 및 여성의 5세 단위별 연앙인구를 표준인구로 하여 성과 연령을 표준화한 두 집단의 직접표준화 사망률은 인구 10만명당 주물업 종사 근로자가 424.1, 비 주물업 종사 근로자가 196.0으로 표준인구 집단 사망률 1,122.6의 37.8%, 17.5%이었다.

남성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 주물업 종사 근로자가 788.7, 비 주물업 종사 근로자가 312.0으로 표준인구 집단 사망률 1,287.9의 61.2%, 24.2%이었다. 여성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 주물업 종사 근로자가 87.0, 비 주물업 종사 근로자가 88.8로 표준인구 집단 사망률 970.0의 9.0%, 9.2%이었다(표 6).

(2) 40세 이상 70세미만 근로자

1997년 40세 이상 70세 미만 우리나라 남성 및 여성의 5세 단위별 연앙인구를 표준인구로 하여 성과 연령을 표준화한 두 집단의 직접표준화 사망률은 인구 10만명당 주물업 종사 근로자가 487.1, 비 주물업 종사 근로자가 236.9로 표준인구 집단 사망률 736.7의 66.1%, 32.2%이었다.

남성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 주물업 종사 근로자가 861.8, 비

주물업 종사 근로자가 346.0으로 표준인구집단 사망률 1,042.6의 82.7%, 33.2%이었다. 여성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 주물업 종사 근로자가 131.0, 비 주물업 종사 근로자가 133.2로 표준인구집단 사망률 446.0의 29.4%, 30.0%이었다(표 6).

3) 표준화사망비

(1) 연구대상 전체 근로자

1997년 35세 이상 우리나라 남성 및 여성의 5세 단위 연령구간별 사망률을 표준인구의 사망률로 하여 두 집단의 기대 사망자 수를 산출하였을 때 주물업 종사 근로자는 270명, 비 주물업 종사 근로자는 733명으로 표준화사망비(Standardized Mortality Ratio, SMR)가 각각 0.77, 0.28이었다.

남성의 기대 사망자 수는 주물업 종사 근로자는 255명, 비 주물업 종사 근로자는 647명으로 표준화사망비가 각각 0.80, 0.27이었다(표 6).

(2) 40세 이상 70세미만 근로자

1997년 40세 이상 70세 미만 우리나라 연앙인구의 5세 단위 연령구간별 사망률을 표준인구의 사망률로 하여 두 집단의 기대 사망자 수를 산출하였을 때 주물업 종사 근로자는 236명, 비 주물업 종사 근로자는 584명으로 표준화사망비가 각각 0.83, 0.33이었다.

남성의 기대 사망자 수는 주물업 종사 근로자는 222명, 비 주물업 종사 근로자는 504명으로 표준화사망비가 각각 0.85, 0.32이었다(표 6).

5. 연구대상 집단의 19장 분류에 의한 사망원인

주물업 종사 근로자, 비 주물업 종사 근로자의 사망원인을 한국표준질병사인 분류 19장으로 분석하였다. 두 집단 모두 사망원인이 19장 중 11장으로 분류되었다. 주물업 종사 근로자의 사망원인은 1장 특정 감염성 및 기생충성 질환(A00-B99) 5명, 2장 신생물(C00-D38) 73명, 4장 내분비, 영양 및 대사질환(E00-E90) 3명, 5장 정신 및 행동장애(F00-F99) 5명, 6장 신경계의 질환(G00-G99) 1명, 9장 순환기계의 질환(I00-I99) 38명, 10장 호흡기계의 질환(J00-J99) 5명, 11장 소화기계의 질환(K00-K93) 30명, 14장 비뇨생식기계의 질환(N00-N99) 2명, 18장 달리 분류되지 않은 증상, 징후와 임상 및 검사의 이상(R00-R99) 6명, 19장 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과(S00-T98) 43명 및 사인미상 1명이었다(부록 6)(표 7).

비 주물업 종사 근로자의 사망원인은 1장 특정 감염성 및 기생충성 질환(A00-B99) 6명, 2장 신생물(C00-D38) 81명, 4장 내분비, 영양 및 대사질환(E00-E90) 1명, 6장 신경계의 질환(G00-G99) 2명, 9장 순환기계의 질환(I00-I99) 44명, 10장 호흡기계의 질환(J00-J99) 1명, 11장 소화기계의 질환(K00-K93) 20명, 13장 근골격계 및 결합조직의 질환(M00-M99) 1명, 14장 비뇨생식기계의 질환(N00-N99) 1명, 18장 달리 분류되지 않은 증상, 징후와 임상 및 검사의 이상(R00-R99) 8명, 19장 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과(S00-T98) 41명 및 사인미상 1명이었다(부록 6)(표 7).

두 집단의 사인 중 상위 3위까지는 주물업 종사 근로자의 경우 신생물 73명(34.4%), 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과 43명(20.3%), 순환기계의 질환 38명(17.9%)이었고, 비 주물업 종사 근로자의 경우는 신생물 81명(39.1%),

순환기계 질환 44명(21.3%), 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과 41명(19.8%)이었다(표 7).

6. 연구대상 집단의 주요 사망 원인별 사망률

1) 암

주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 사망원인 1위인 암의 비표준화사망률, 표준화사망률 및 표준화사망비를 산출하였다.

(1) 전체 암

① 연구대상 전체 근로자

주물업 종사 근로자의 암의 비표준화사망률은 10만명당 191.4, 직접표준화사망률은 180.8, 표준화사망비는 0.91이었다. 남성 근로자의 경우는 비표준화사망률은 10만명당 209.9, 직접표준화사망률은 314.5, 표준화사망비는 0.92이었다.

비 주물업 종사 근로자의 경우 비표준화사망률은 10만명당 69.6, 직접표준화사망률은 81.6, 표준화사망비는 0.38이었다. 남성 근로자의 경우는 비표준화사망률은 10만명당 84.0, 직접표준화사망률은 139.6, 표준화사망비는 0.38이었다(표 8).

② 40세 이상 70세 미만 근로자

주물업 종사 근로자의 암의 비표준화사망률은 10만명당 213.9, 직접표준화사망률은 199.2, 표준화사망비는 0.92이었다. 남성 근로자의 경우는 비표준화사망률은 10만명당 236.4, 직접표준화사망률은 318.2, 표준화사망비는 0.93이었다.

비 주물업 종사 근로자의 경우 비표준화사망률은 10만명당 73.6, 직접표준화사망률은 85.3, 표준화사망비는 0.39이었다. 남성 근로자의 경우는 비표준화사망률은 10만명당 89.2, 직접표준화사망률은 130.9, 표준화사망비는 0.38이었다 (표 8).

(2) 폐암, 위암, 간암, 췌장암

주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 주요 암은 간암, 위암, 폐암으로 이 세 종류의 암이 주물업 종사 근로자는 52명(남성 50명), 비 주물업 종사 근로자는 49명(남성 43명)으로 전체 암에서 차지하는 비율이 각각 71.2%, 59.0%이었다.

세 종류 주요 암 및 췌장암에 대하여 남성에서의 비표준화 사망률, 직접표준화사망률 및 표준화사망비를 산출하였다.

① 위암

주물업 종사 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 36.4, 직접표준화사망률은 52.6, 표준화사망비는 0.67로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 36.9, 직접표준화사망률은 64.2, 표준화사망비는 0.63으로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다.

비 주물업 종사 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 18.3, 직접표준화사망률은 29.2, 표준화사망비는 0.33으로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 18.1, 직접표준화사망률은 20.8, 표준화사망비는 0.32로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다(표 9).

② 간암

주물업 종사 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 79.1, 직접표준화사망률은 102.2, 표준화사망비는 1.24로 표준인구집단보다 사망률이 높았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 92.4, 직접표준화사망률은 106.4, 표준화사망비는 1.25로 표준인구집단보다 사망률이 높았다.

비 주물업 종사 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 19.5, 직접표준화사망률은 23.2, 표준화사망비는 0.31로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 22.7, 직접표준화사망률은 26.7, 표준화사망비는 0.32로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다(표 9).

③ 폐암

주물업 종사 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 36.5, 직접표준화사망률은 37.2, 표준화사망비는 0.92로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 44.3, 직접표준화사망률은 54.2, 표준화사망비는 1.00으로 표준인구집단 사망률과 비슷하였다.

비 주물업 종사 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 14.6, 직접표준화사망률은 29.2, 표준화사망비는 0.38로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 15.1, 직접표준화사망률은 28.0, 표준화사망비는 0.38로 표준인구집단 사망률보다 낮았다(표 9).

④ 췌장암

주물업 종사 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 6.1, 직접표준화사망률은 4.2, 표준화사망비는 0.67로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 7.4, 직접표준화사망률은 6.2, 표준화사망비는 1.00으로 표준인구집단 사망률과 비슷하였다.

비 주물업 종사 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 11.0, 직접표준화사망률은 11.2, 표준화사망비는 1.29로 표준인구집단보다 사망률이 높았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 13.6, 직접표준화사망률은 16.4, 표준화사망비는 1.50으로 표준인구집단 사망률보다 높았다(표 10).

2) 간장질환 및 알콜사용에 의한 정신 및 행동장애

(1) 간장질환

주물업 종사 근로자의 경우 연구대상 전체 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 76.0, 직접표준화사망률은 65.0, 표준화사망비는 0.84로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화

사망률은 88.7, 직접표준화사망률은 88.5, 표준화사망비는 8.86으로 표준인구집단 사망률보다 낮았다.

비 주물업 종사 근로자의 경우 연구대상 전체 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 21.1, 직접표준화사망률은 25.0, 표준화사망비는 0.21로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 27.2, 직접 표준화사망률은 36.4, 표준화사망비는 0.22로 표준인구집단 사망률보다 높았다(표 10).

(2) 알콜사용에 의한 정신 및 행동장애

주물업 종사 근로자의 경우 연구대상 전체 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 15.2, 직접표준화사망률은 13.6, 표준화사망비는 1.25로 표준인구집단보다 사망률이 높았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 14.9, 직접표준화사망률은 13.6, 표준화사망비는 1.33으로 표준인구집단 사망률보다 높았다.

비 주물업 종사 근로자는 알콜사용에 의한 정신 및 행동장애로 사망한 근로자가 없었다(표 10).

3) 순환기질환

(1) 뇌혈관질환

주물업 종사 근로자의 경우 연구대상 전체 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 57.8, 직접표준화사망률은 85.3, 표준화사망비는 0.70으로 표준인구집

단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 66.5, 직접표준화사망률은 81.7, 표준화사망비는 0.78으로 표준인구집단 사망률보다 낮았다.

비 주물업 종사 근로자의 경우 연구대상 전체 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 21.9, 직접표준화사망률은 32.5, 표준화사망비는 0.26으로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 27.2, 직접표준화사망률은 47.4, 표준화사망비는 0.35로 표준인구집단 사망률보다 낮았다(표 11).

(2) 기타 순환기질환

주물업 종사 근로자의 경우 연구대상 전체 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 57.8, 직접표준화사망률은 73.7, 표준화사망비는 0.86으로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 66.5, 직접표준화사망률은 101.1, 표준화사망비는 0.95로 직접표준화사망률이 표준인구집단의 사망률 94.4보다 높았다.

비 주물업 종사 근로자의 경우 연구대상 전체 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 20.7, 직접표준화사망률은 34.8, 표준화사망비는 0.30으로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 21.2, 직접표준화사망률은 36.4, 표준화사망비는 0.33으로 표준인구집단 사망률보다 낮았다(표 11).

4) 손상, 중독 및 외인에 의한 특정결과

손상, 중독 및 외인에 의한 특정결과는 표준인구를 주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 합으로 정하였다. 주물업 종사 근로자의 경우 연구대상 전체 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 121.7, 직접표준화사망률은 118.2, 표준화사망비는 1.82로 표준인구집단보다 사망률이 높았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 133.0, 직접표준화사망률은 129.8, 표준화사망비는 1.71로 표준인구집단보다 사망률이 높았다.

비 주물업 종사 근로자의 경우 연구대상 전체 남성 근로자의 비표준화사망률은 10만명당 40.2, 직접표준화사망률은 41.7, 표준화사망비는 0.65로 표준인구집단보다 사망률이 낮았다. 40세 이상 70세 미만을 대상으로 하였을 경우 비표준화사망률은 49.9, 직접표준화사망률은 51.5, 표준화사망비는 0.69로 표준인구집단 사망률보다 낮았다(표 11).

7. 주물업 종사 근로자의 세분류업종 및 직종별 사망률 비교

1) 세분류업종별 사망률

주물업 종사 근로자를 세분류 업종에 따라 철강주조업 종사자와 비철금속주조업 종사자로 분류하여 전체 사망률 및 암사망률을 비교하였다.

(1) 전체 사망률

① 비표준화 사망률

㉠ 연구대상 전체 근로자

주물업 종사 근로자 9,429명(38,148인년) 중 철강주조업 종사자는 8,033명(32,479인년)으로 이 중 179명이 사망하였고, 비철금속주조업 종사자는 1,396명(5,771인년) 중 33명이 사망하였다. 인구 10만명당 사망률은 철강주조업 종사 근로자는 551.1, 비철금속주조업 종사 근로자는 571.8로 비철금속주조업 종사 근로자의 사망률이 더 높았다. 표준인구인 1997년도 우리나라 35세 이상 인구의 사망률 1,122.6과 비교하였을 때 철강주조업 종사 근로자는 표준인구 사망률의 49.1%, 비철금속주조업 종사 근로자는 50.9%이었다.

성별로는 철강주조업 종사 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 사망률이 611.7, 여성이 160.5이었고, 비철금속주조업 종사자는 남성이 693.0, 여성이 0.0으로 비철금속주조업 종사 남성 근로자의 사망률이 더 높았다(표 12).

㉡ 40세 이상 70세미만 근로자

철강주조업 종사 근로자의 경우 10만명당 610.7, 비철금속주조업 종사 근로자의 경우 658.0으로 표준인구 사망률 736.7의 82.9%, 89.3%이었다. 성별로는 철강주조업 종사 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 사망률이 681.8, 여성이 182.9이었고, 비철금속주조업 종사자는 남성이 811.5, 여성이 0.0으로 비철금속주조업 종사 남성 근로자의 사망률이 더 높았다(표 12).

② 직접표준화 사망률

㉠ 연구대상 전체 근로자

1997년 35세 이상 우리나라 남성 및 여성의 5세 단위별 연앙인구를 표준인구로 하여 성과 연령을 표준화한 두 집단의 직접표준화 사망률은 인구 10만명당 철강주조업 종사 근로자가 415.5, 비철금속주조업 종사 근로자가 476.0으로 표준인구 집단 사망률 1,122.6의 37.0%, 42.4%이었다.

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 철강주조업 종사 근로자가 749.1, 비철금속주조업 종사 근로자가 991.4으로 표준인구 집단 사망률 1,287.9의 58.2%, 77.0%이었다. 여성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 철강주조업 종사 근로자가 107.3으로 표준인구 집단 사망률 970.0의 11.1%이었다(표 12).

㉞ 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 직접표준화 사망률은 인구 10만명당 철강주조업 종사 근로자가 479.0, 비철금속주조업 종사 근로자가 531.4로 표준인구 집단 사망률 736.7의 65.0%, 72.1%이었다.

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 철강주조업 종사 근로자가 813.6, 비철금속주조업 종사 근로자가 1,090.4로 표준인구 집단 사망률 1,042.6의 78.0%, 104.6%로 비철금속주조업 종사 남성 근로자의 경우 표준인구 집단의 사망률보다도 높았다(표 12).

③ 표준화사망비

㉟ 연구대상 전체 근로자

1997년 35세 이상 우리나라 남성 및 여성의 5세 단위 연령구간별 사망률을 표준인구의 사망률로 하여 두 집단의 기대 사망자 수를 산출하였을 때 철강주조업 종사 근로자는 234명, 비철금속주조업 종사 근로자는 40명으로 표준화사망비가 각각 0.76, 0.83이었다.

성별로는 남성의 기대 사망자 수는 철강주조업 종사 근로자는 217명, 비철금속주조업 종사 근로자는 37명으로 표준화사망비가 각각 0.79, 0.89이었다(표 12).

㉠ 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 기대 사망자 수를 산출하였을 때 철강주조업 종사 근로자는 201명, 비철금속주조업 종사 근로자는 34명으로 표준화사망비가 각각 0.82, 0.91이었다.

성별로는 남성의 기대 사망자 수는 철강주조업 종사 근로자는 190명, 비철금속주조업 종사 근로자는 34명으로 표준화사망비가 각각 0.83, 0.97이었다(표 12).

(2) 암사망률

① 비표준화 사망률

㉠ 연구대상 전체 근로자

철강주조업 종사자 8,033명(32,479인년) 중 61명이 암으로 사망하였고, 비철

금속주조업 종사자 1,396명(5,771인년) 중 12명이 암으로 사망하였다. 인구 10만명당 암사망률은 철강주조업 종사 근로자는 187.8, 비철금속주조업 종사 근로자는 207.9로 비철금속주조업 종사 근로자의 암사망률이 더 높았다. 표준인구의 암사망률 261.8과 비교하였을 때 철강주조업 종사 근로자는 표준인구 암사망률의 71.7%, 비철금속주조업 종사 근로자는 79.4%이었다.

성별로는 철강주조업 종사 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 암사망률이 202.7, 여성이 91.7이었고, 비철금속주조업 종사자는 남성이 252.0, 여성이 0.0으로 비철금속주조업 종사 남성 근로자의 암사망률이 더 높았다(표 13).

㉔ 40세 이상 70세미만 근로자

철강주조업 종사 근로자의 경우 10만명당 212.3, 비철금속주조업 종사 근로자의 경우 233.5로 표준인구 암사망률 246.4의 86.2%, 94.8%이었다. 성별로는 철강주조업 종사 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 암사망률이 230.2, 여성이 104.5이었고, 비철금속주조업 종사자는 남성이 288.0, 여성이 0.0으로 비철금속주조업 종사 남성 근로자의 암사망률이 철강주조업 남성근로자의 암사망률보다 높았다(표 13).

② 직접표준화사망률

㉕ 연구대상 전체 근로자

두 집단의 직접표준화 암사망률은 인구 10만명당 철강주조업 종사 근로자가 164.1, 비철금속주조업 종사 근로자가 275.0으로 표준인구 집단 암사망률 261.8

의 62.7%, 105.0%로 비철금속주조업 종사 근로자의 암사망률이 철강주조업 종사 근로자 및 표준인구집단의 암사망률보다 높았다.

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화 암사망률은 철강주조업 종사 근로자가 265.8, 비철금속주조업 종사 근로자가 572.7으로 표준인구 집단 암사망률 351.3의 75.7%, 163.1%로 비철금속 주조업 남성 근로자의 암사망률이 철강주조업 종사 근로자 및 표준인구집단 남성의 암사망률보다 높았다. 여성의 인구 10만명당 직접표준화 암사망률은 철강주조업 종사 근로자가 70.2로 표준인구 집단 암사망률 179.3의 39.2%이었다(표 13).

㉔ 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 직접표준화 암사망률은 인구 10만명당 철강주조업 종사 근로자가 187.6, 비철금속주조업 종사 근로자가 253.3로 표준인구 집단 암사망률 246.4의 76.1%, 102.8%로 비철금속주조업 종사 근로자의 암사망률이 철강주조업 종사 근로자 및 표준인구집단의 암사망률보다 높았다. .

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화 암사망률은 철강주조업 종사 근로자가 274.1, 비철금속주조업 종사 근로자가 519.8로 표준인구 집단 암사망률 345.4의 79.4%, 150.5%로 비철금속주조업 종사 남성 근로자의 경우 표준인구집단의 암사망률보다도 높았다(표 13).

③ 표준화사망비

㉕ 연구대상 전체 근로자

두 집단의 기대 암사망자 수를 산출하였을 때 철강주조업 종사 근로자는 69명, 비철금속주조업 종사 근로자는 12명으로 표준화사망비가 각각 0.88, 1.00이었다.

성별로는 남성의 기대 암사망자 수는 철강주조업 종사 근로자는 64명, 비철금속주조업 종사 근로자는 11명으로 표준화사망비가 각각 0.89, 1.09이었다(표 13).

㉔ 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 기대 암사망자 수를 산출하였을 때 철강주조업 종사 근로자는 63명, 비철금속주조업 종사 근로자는 11명으로 표준화사망비가 각각 0.90, 1.00이었다.

성별로는 남성의 기대 사망자 수는 철강주조업 종사 근로자는 59명, 비철금속주조업 종사 근로자는 10명으로 표준화사망비가 각각 0.90, 1.10이었다(표 13).

2) 직종별 사망률

주물업 종사 근로자를 생산직과 사무직으로 분류하여 전체 사망률 및 암사망률을 비교하였다.

(1) 전체 사망률

① 비표준화 사망률

㉠ 연구대상 전체 근로자

주물업 종사 근로자 9,429명(38,148인년) 중 생산직 근로자가 8,284명(33,497인년)으로 이 중 199명이 사망하였고, 사무직 근로자는 1,145명(4,789인년) 중 13명이 사망하였다. 인구 10만명당 사망률은 생산직 근로자는 594.1, 사무직 근로자는 271.5로 생산직 근로자의 사망률이 더 높았다. 표준인구인 1997년도 우리나라 35세 이상 인구의 사망률 1,122.6과 비교하였을 때 생산직 근로자는 표준인구 사망률의 52.9%, 사무직 근로자는 24.2%이었다.

성별로는 생산직 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 사망률이 666.8, 여성이 148.9이었고, 사무직 근로자는 남성이 318.2, 여성이 0.0으로 남성, 여성 모두 생산직 근로자의 사망률이 더 높았다(표 14).

㉡ 40세 이상 70세미만 근로자

생산직 근로자의 경우 10만명당 661.3, 사무직 근로자의 경우 287.3으로 표준인구 사망률 736.7의 89.8%, 39.0%이었다. 성별로는 생산직 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 사망률이 748.5, 여성이 167.5이었고, 사무직 근로자는 남성이 343.4, 여성이 0.0으로 남성, 여성 모두 생산직 근로자의 사망률이 더 높았다(표 14).

② 직접표준화 사망률

㉠ 연구대상 전체 근로자

두 집단의 직접표준화 사망률은 인구 10만명당 생산직 근로자가 530.1, 사무직 근로자가 168.4으로 표준인구집단 사망률 1,122.6의 47.2%, 15.0%이었다.

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 생산직 근로자가 997.5, 사무직 근로자가 350.8으로 표준인구 집단 사망률 1,287.9의 77.5%, 27.2%이었다. 여성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 생산직 근로자가 98.5로 표준인구 집단 사망률 970.0의 10.2%이었다(표 14).

㉔ 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 직접표준화 사망률은 인구 10만명당 생산직 근로자가 537.9, 사무직 근로자가 203.2로 표준인구 집단 사망률 736.7의 73.0%, 27.6%이었다.

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 생산직 근로자가 948.4, 사무직 근로자가 416.9로 표준인구 집단 사망률 1,042.6의 91.0%, 40.0%로 생산직 남성 근로자의 사망률이 더 높았다(표 14).

③ 표준화사망비

㉕ 연구대상 전체 근로자

두 집단의 기대 사망자 수를 산출하였을 때 생산직 근로자는 230명, 사무직 근로자는 43명으로 표준화사망비가 각각 0.87, 0.30이었다.

성별로는 남성의 기대 사망자 수는 생산직 근로자는 214명, 사무직 근로자는 40명으로 표준화사망비가 각각 0.90, 0.33이었다(표 14).

㉞ 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 기대 사망자 수를 산출하였을 때 생산직 근로자는 205명, 사무직 근로자는 31명으로 표준화사망비가 각각 0.90, 0.35이었다.

성별로는 남성의 기대 사망자 수는 생산직 근로자는 193명, 사무직 근로자는 29명으로 표준화사망비가 각각 0.92, 0.38이었다(표 14).

(2) 암사망률

① 비표준화 사망률

㉞ 연구대상 전체 근로자

생산직 근로자 8,284명(33,497인년) 중 70명이 암으로 사망하였고, 사무직 근로자 1,145명(4,789인년) 중 3명이 암으로 사망하였다. 인구 10만명당 암사망률은 생산직 근로자는 209.0, 사무직 근로자는 62.6으로 생산직 근로자의 암사망률이 더 높았다. 표준인구인 1997년도 우리나라 35세 이상 인구의 암사망률 261.8과 비교하였을 때 생산직 근로자는 표준인구집단 암사망률의 79.8%, 사무직 근로자는 23.9%이었다.

성별로는 생산직 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 암사망률이 229.2, 여성이 85.1이었고, 사무직 근로자는 남성이 73.4, 여성이 0.0으로 남성, 여성 모두 생산직 근로자의 암사망률이 더 높았다(표 15).

㉞ 40세 이상 70세미만 근로자

생산직 근로자의 경우 10만명당 233.6, 사무직 근로자의 경우 78.4로 표준인구 암사망률 246.4의 94.8%, 31.8%이었다. 성별로는 생산직 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 암사망률이 258.0, 여성이 95.7이었고, 사무직 근로자는 남성이 93.7, 여성이 0.0으로 남성, 여성 모두 생산직 남성 근로자의 암사망률이 더 높았다(표 15).

② 직접표준화사망률

㉠ 연구대상 전체 근로자

두 집단의 직접표준화 암사망률은 인구 10만명당 생산직 근로자가 242.6, 사무직 근로자가 37.1로 표준인구 집단 암사망률 261.8의 92.7%, 14.2%로 생산직 근로자의 암사망률이 더 높았다.

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화 암사망률은 생산직 근로자가 436.2, 사무직 근로자가 77.4으로 표준인구 집단 암사망률 351.3의 124.2%, 22.0%로 생산직 남성 근로자의 암사망률이 사무직 근로자 및 표준인구집단 남성의 암사망률보다 높았다. 여성의 인구 10만명당 직접표준화 암사망률은 생산직 근로자가 63.8로 준인구 집단 암사망률 179.3의 35.6%이었다(표 15).

㉡ 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 직접표준화 암사망률은 인구 10만명당 생산직 근로자가 225.2, 사무직 근로자가 55.0으로 표준인구 집단 암사망률 246.4의 91.4%, 22.3%로 생

산직 근로자의 암사망률이 더 높았다.

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화 암사망률은 생산직 근로자가 361.3, 사무직 근로자가 112.8로 표준인구 집단 암사망률 345.4의 104.6%, 32.7%로 생산직 남성 근로자의 경우 사무직 및 표준인구집단 남성의 암사망률 보다 높았다(표 15).

③ 표준화사망비

㉠ 연구대상 전체 근로자

두 집단의 기대 암사망자 수를 산출하였을 때 생산직 근로자는 68명, 사무직 근로자는 12명으로 표준화사망비가 각각 1.03, 0.25이었다.

성별로는 남성의 기대 암사망자 수는 생산직 근로자는 63명, 사무직 근로자는 11명으로 표준화사망비가 각각 1.05, 0.27이었다(표 15).

㉡ 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 기대 암사망자 수를 산출하였을 때 생산직 근로자는 64명, 사무직 근로자는 10명으로 표준화사망비가 각각 1.02, 0.30이었다.

성별로는 남성의 기대 사망자 수는 생산직 근로자는 60명, 사무직 근로자는 9명으로 표준화사망비가 각각 1.02, 0.33이었다(표 15).

3) 주물업 종사 근로자의 사망 및 암사망에 영향을 주는 요인

(1) 로지스틱 회귀분석 모형 설정

변수 상호간의 영향을 통제된 상태에서 주물업 종사 근로자의 사망 및 암사망에 영향을 미치는 변수를 밝히기 위하여 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 종속변수는 전체질환 및 암으로 인한 사망유무로 설정하고 독립변수는 연령과 관찰기간은 연속변수로 나머지 성(남, 녀), 입사년도(1995년 이전, 1995년-1999년), 직종(사무직,생산직), 세분류업종(철강주조업, 비철금속주조업) 등은 이분형변수로 하여 모형을 설정하였다. 독립변수 중 관찰기간과 세분류업종 변수는 이분형분석에서 사망 및 암사망 유무와 유의한 관계가 없거나 두 변수를 추가시 모형이 적합하지 않아 최종 로지스틱 회귀모형에서 제외하였다.

(2) 로지스틱 회귀분석결과

로지스틱 회귀분석결과 전체사망 및 암사망 모두 성, 연령, 직종, 입사년도가 유의한 설명변수로, 연령이 증가할수록, 여성에 비하여 남성이, 1995년 이전에 입사한 사람이 1995년부터 1999년 사이에 입사한 사람에 비하여, 생산직 근로자가 사무직 근로자에 비하여 전체사망 및 암으로 인한 사망위험이 유의하게 증가하였다.

전체사망의 경우 남성이 여성에 비하여 4.9배($p<.001$), 생산직이 사무직에 비하여 2.7배($p<.001$), 입사년도가 1995년 이전인 근로자가 1995년부터 1999년 사이에 입사한 사람에 비하여 2.3배($p<.001$) 사망 위험이 높았다.

암사망의 경우 남성이 여성에 비하여 2.8배($p<.05$), 생산직이 사무직에 비하여 4.7배($p<.01$), 입사년도가 1995년 이전인 근로자가 1995년부터 1999년 사이

에 입사한 사람에 비하여 3.1배($p<.001$) 암사망 위험이 높았다(표 16).

표 16. 주물업 종사 근로자의 사망 및 암사망의 로지스틱 회귀분석 결과

독립변수	전체사망				암사망			
	회귀 계수	유의 확률	위험도	신뢰구간	회귀 계수	유의 확률	위험도	신뢰구간
연령	.079	.000	1.082	1.065- 1.099	.107	.000	1.112	1.084- 1.142
성	1.590	.000	4.903	2.306-10.423	1.040	.044	2.828	1.027- 7.784
직종	.975	.001	2.651	1.492- 4.710	1.547	.010	4.695	1.452-15.186
입사년도	.823	.000	2.276	1.620- 3.199	1.119	.001	3.062	1.603- 5.847

8. 비 주물업 종사 근로자의 유해인자 노출에 따른 사망률 비교

비 주물업 종사 근로자를 유해인자 노출 및 비노출 근로자로 분류하여 전체 사망률 및 암사망률을 비교하였다.

1) 전체 사망률

(1) 비표준화 사망률

① 연구대상 전체 근로자

비 주물업 종사 근로자 32,851명(116,278인년) 중 유해인자 노출 근로자가 15,813명(59,027인년)이었고 이 중 92명이 사망하였고, 유해인자 비노출 근로자는 17,038명(57,251인년) 중 115명이 사망하였다. 인구 10만명당 사망률은 유해

인자 노출 근로자는 155.9, 유해인자 비노출 근로자는 200.9로 유해인자 비노출 근로자의 사망률이 더 높았다. 표준인구인 1997년도 우리나라 35세 이상 인구의 사망률 1,122.6과 비교하였을 때 유해인자 노출 근로자는 표준인구 사망률의 13.9%, 유해인자 비노출 근로자는 17.9%이었다.

성별로는 유해인자 노출 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 사망률이 191.0, 여성이 80.1이었고, 유해인자 비노출 근로자는 남성이 234.7, 여성이 109.7로 남성, 여성 모두 유해인자 비노출 근로자의 사망률이 더 높았다(표 17).

② 40세 이상 70세미만 근로자

유해인자 노출 근로자의 경우 10만명당 175.6, 유해인자 비노출 근로자의 경우 230.5로 표준인구 사망률 736.7의 23.8%, 31.3%이었다. 성별로는 유해인자 노출 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 사망률이 219.6, 여성이 90.2이었고, 유해인자 비노출 근로자는 남성이 275.0, 여성이 124.7로 남성, 여성 모두 유해인자 비노출 근로자의 사망률이 더 높았다(표 17).

(2) 직접표준화 사망률

① 연구대상 전체 근로자

두 집단의 직접표준화 사망률은 인구 10만명당 유해인자 노출 근로자가 447.2, 유해인자 비노출 근로자가 200.2으로 표준인구집단 사망률 1,122.6의 39.8%, 17.8%이었다.

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 유해인자 노출 근로자가 868.2, 유해인자 비노출 근로자가 295.3으로 표준인구 집단 사망률 1,287.9의 67.4%, 22.9%이었다. 여성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 유해인자 노출 근로자가 58.4, 비노출 근로자가 111.4로 표준인구 집단 사망률 970.0의 6.0%, 11.5%이었다(표 17).

② 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 직접표준화 사망률은 인구 10만명당 유해인자 노출 근로자가 208.6, 유해인자 비노출 근로자가 262.8로 표준인구 집단 사망률 736.7의 28.3%, 35.7%이었다.

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화사망률은 유해인자 노출 근로자가 335.8, 유해인자 비노출 근로자가 361.8로 표준인구 집단 사망률 1,042.6의 32.2%, 34.7%로 유해인자 비노출 근로자의 사망률이 더 높았다(표 17).

(3) 표준화사망비

① 연구대상 전체 근로자

두 집단의 기대 사망자 수를 산출하였을 때 유해인자 노출 근로자는 313명, 유해인자 비노출 근로자는 418명으로 표준화사망비가 각각 0.29, 0.28이었다.

성별로는 남성의 기대 사망자 수는 유해인자 노출 근로자는 268명, 유해인자 비노출 근로자는 377명으로 표준화사망비가 각각 0.29, 0.26이었다(표 17).

② 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 기대 사망자 수를 산출하였을 때 유해인자 노출 근로자는 285명, 유해인자 비노출 근로자는 296명으로 표준화사망비가 각각 0.30, 0.36이었다.

성별로는 남성의 기대 사망자 수는 유해인자 노출 근로자는 243명, 유해인자 비노출 근로자는 259명으로 표준화사망비가 각각 0.29, 0.34이었다(표 17).

2) 암사망률

(1) 비표준화 사망률

① 연구대상 전체 근로자

유해인자 노출 근로자 15,813명(59,027인년) 중 35명이 암으로 사망하였고, 유해인자 비노출 근로자 17,038명(57,251인년) 중 46명이 암으로 사망하였다. 인구 10만명당 암사망률은 유해인자 노출 근로자는 59.3, 유해인자 비노출 근로자는 80.4로 유해인자 비노출 근로자의 암사망률이 더 높았다. 표준인구인 1997년도 우리나라 35세 이상 인구의 암사망률 261.8과 비교하였을 때 유해인자 노출 근로자는 표준인구집단 암사망률의 22.7%, 유해인자 비노출 근로자는 30.7%이었다.

성별로는 유해인자 노출 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 암사망률이 69.5, 여성이 37.4이었고, 유해인자 비노출 근로자는 남성이 98.2, 여성이 32.3으로 남성은 비노출 근로자가 여성은 노출 근로자가 암사망률이 더 높았다(표 18).

② 40세 이상 70세미만 근로자

유해인자 노출 근로자의 경우 10만명당 61.3, 유해인자 비노출 근로자의 경우 89.2로 표준인구 암사망률 246.4의 24.9%, 36.2%이었다. 성별로는 유해인자 노출 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 암사망률이 71.1, 여성이 42.1이었고, 유해인자 비노출 근로자는 남성이 112.2, 여성이 36.7로 남성은 비노출 근로자가 여성은 노출 근로자가 암사망률이 더 높았다(표 18).

(2) 직접표준화사망률

① 연구대상 전체 근로자

두 집단의 직접표준화 암사망률은 인구 10만명당 유해인자 노출 근로자가 304.0, 유해인자 비노출 근로자가 78.3으로 표준인구 집단 암사망률 261.8의 116.1%, 29.9%로 유해인자 노출 근로자의 암사망률이 더 높았다.

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화 암사망률은 유해인자 노출 근로자가 606.3, 유해인자 비노출 근로자가 129.6으로 표준인구 집단 암사망률 351.3의 172.6%, 36.9%로 생산직 남성 근로자의 암사망률이 유해인자 비노출 근로자 및 표준인구집단 남성의 암사망률보다 높았다. 여성의 인구 10만명당 직접표준화 암사망률은 유해인자 노출 근로자가 24.7, 비노출 근로자가 31.0으로 표준인구 집단 암사망률 179.3의 13.8%, 17.3%이었다(표 18).

② 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 직접표준화 암사망률은 인구 10만명당 유해인자 노출 근로자가 72.1, 유해인자 비노출 근로자가 97.3으로 표준인구 집단 암사망률 246.4의 29.3%, 39.5%로 유해인자 비노출 근로자의 암사망률이 더 높았다.

성별로 남성의 인구 10만명당 직접표준화 암사망률은 유해인자 노출 근로자가 109.0, 유해인자 비노출 근로자가 150.7로 표준인구 집단 암사망률 345.4의 31.6%, 43.6%로 유해인자 비노출 남성 근로자의 암사망률이 더 높았다(표 18).

(3) 표준화사망비

① 연구대상 전체 근로자

두 집단의 기대 암사망자 수를 산출하였을 때 유해인자 노출 근로자는 94명, 유해인자 비노출 근로자는 118명으로 표준화사망비가 각각 0.37, 0.39이었다.

성별로는 남성의 기대 암사망자 수는 유해인자 노출 근로자는 77명, 유해인자 비노출 근로자는 103명으로 표준화사망비가 각각 0.36, 0.40이었다(표 18).

② 40세 이상 70세미만 근로자

두 집단의 기대 암사망자 수를 산출하였을 때 유해인자 노출 근로자는 89명, 유해인자 비노출 근로자는 94명으로 표준화사망비가 각각 0.34, 0.49이었다.

성별로는 남성의 기대 사망자 수는 유해인자 노출 근로자는 73명, 유해인자 비노출 근로자는 80명으로 표준화사망비가 각각 0.32, 0.51이었다(표 18).

3) 비 주물업 종사 근로자의 사망 및 암사망에 영향을 주는 요인

(1) 로지스틱 회귀분석 모형 설정

변수 상호간의 영향을 통제된 상태에서 비 주물업 종사 근로자의 사망 및 암사망에 영향을 미치는 변수를 밝히기 위하여 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 종속변수는 전체질환 및 암으로 인한 사망유무로 설정하고 독립변수는 연령, 및 관찰기간은 연속변수로 나머지 성(남, 녀), 입사년도(1995년 이전, 1995년-1999년), 유해인자 노출(노출, 비노출), 등은 이분형변수로 하여 모형을 설정하였다. 독립변수 중 관찰기간은 사망 및 암사망 유무와 유의한 관계가 없고 변수를 추가시 모형이 적합하지 않아 최종 로지스틱 회귀모형에서 제외하였다.

(2) 로지스틱 회귀분석결과

로지스틱 회귀분석결과 전체사망 및 암사망 모두 성, 연령, 입사년도가 유의한 설명변수로, 연령이 증가할수록, 여성에 비하여 남성이, 1995년 이전에 입사한 사람이 1995년부터 1999년 사이에 입사한 사람에 비하여 전체사망 및 암으로 인한 사망위험이 유의하게 증가하였다.

전체사망의 경우 남성이 여성에 비하여 1.9배($p<.001$), 입사년도가 1995년 이전인 근로자가 1995년부터 1999년 사이에 입사한 사람에 비하여 1.8배($p<.001$) 사망 위험이 높았다.

암사망의 경우 남성이 여성에 비하여 2.0배($p<.05$), 입사년도가 1995년 이전

인 근로자가 1995년부터 1999년 사이에 입사한 사람에 비하여 2.3배($p<.01$) 암 사망 위험이 높았다(표 19).

표 19. 비 주물업 종사 근로자의 사망 및 암사망의 로지스틱 회귀분석 결과

독립변수	전체사망				암사망			
	회귀 계수	유의 확률	위험도	신뢰구간	회귀 계수	유의 확률	위험도	신뢰구간
연령	.112	.000	1.119	1.103- 1.134	.124	.000	1.132	1.107- 1.158
성	.662	.001	1.939	1.322- 2.844	.676	.033	1.966	1.055- 3.665
유해인자	.183	.215	1.201	.899- 1.603	.190	.424	1.209	.760- 1.924
입사년도	.574	.001	1.776	1.275- 2.474	.815	.004	2.260	1.301- 3.926

9. 주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 연도별 사망률 비교

주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 추적기간이 통계학적으로 유의한 차이가 있어 이로 인한 편차의 영향을 평가하기 위하여 연도별로 사망률 및 암사망률을 산출하였다.

1) 전체 사망률

(1) 비표준화 사망률

주물업 종사 근로자의 연도별 사망자 수는 1995년 39명, 1996년 30명, 1997년 41명, 1998년 55명, 1999년에 47명이 사망하여 10만명당 사망률이 각각 619.3, 427.2, 532.8, 668.6, 527.7로 1998년 사망률이 가장 높았다. 비 주물업 종사 근로자의 연도별 사망자 수는 1995년 9명, 1996년 28명, 1997년 38명, 1998

년 66명, 1999년에 66명이 사망하여 10만명당 사망률이 각각 96.5, 134.7, 146.7, 227.1, 210.6으로 1998년 사망률이 가장 높았다.

비 주물업 종사 근로자에 대한 주물업 종사 근로자의 사망률의 비는 1995년 6.42, 1996년 3.17, 1997년 3.63, 1998년 2.94, 1999년 2.51로 연도별로 감소하였다.

성별로는 주물업 종사 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 사망률이 1995년 715.9, 1996년 462.7, 1997년 604.1, 1998년 747.7, 1999년 586.6이었고 비 주물업 종사 근로자는 1995년 106.4, 1996년 157.1, 1997년 158.4, 1998년 272.7, 1999년 271.1로 비 주물업 종사 남성 근로자에 대한 주물업 종사 남성의 사망률의 비는 1995년 6.73, 1996년 2.95, 1997년 3.81, 1998년 2.74, 1999년 2.16으로 연도별로 감소하였다(표 20).

(2) 직접표준화 사망률

1997년 35세 이상 우리나라 남성 및 여성의 5세 단위별 연앙인구를 표준인구로 하여 성과 연령을 표준화한 직접표준화 사망률은 주물업 종사 근로자의 경우 1995년 437.5, 1996년 308.1, 1997년 354.6, 1998년 545.5, 1999년 374.7이었고 비 주물업 종사 근로자는 1995년 105.7, 1996년 200.3, 1997년 129.7, 1998년 236.9, 1999년 233.1로 비 주물업 종사 근로자에 대한 주물업 종사 근로자의 사망률의 비는 1995년 4.14, 1996년 1.54, 1997년 2.73, 1998년 2.30, 1999년 1.61로 연도별로 감소하였다.

성별로는 주물업 종사 남성의 경우 1995년 911.1, 1996년 530.4, 1997년 688.0, 1998년 972.5, 1999년 690.2이었고 비 주물업 종사 근로자는 1995년 116.0, 1996년 257.1, 1997년 171.2, 1998년 389.8, 1999년 424.3으로 비 주물업

종사 남성 근로자에 대한 주물업 종사 남성 근로자의 사망률의 비는 1995년 7.85, 1996년 2.06, 1997년 4.02, 1998년 2.49, 1999년 1.63으로 연도별로 감소하였다(표 20).

(3) 표준화사망비

주물업 종사 근로자의 표준화사망비는 1995년 1.04, 1996년 0.66, 1997년 0.76, 1998년 0.89, 1999년 0.66이었고 비 주물업 종사 근로자는 1995년 0.17, 1996년 0.24, 1997년 0.24, 1998년 0.35, 1999년 0.30으로 비 주물업 종사 근로자에 대한 주물업 종사 근로자의 표준화사망비의 비는 1995년 6.12, 1996년 2.75, 1997년 3.17, 1998년 2.54, 1999년 2.20으로 연도별로 감소하였다.

성별로는 주물업 종사 남성 근로자의 경우 1995년 1.10, 1996년 0.66, 1997년 0.79, 1998년 0.91, 1999년 0.67이었고 비 주물업 종사 근로자는 1995년 0.15, 1996년 0.22, 1997년 0.21, 1998년 0.34, 1999년 0.31로 비 주물업 종사 남성 근로자에 대한 주물업 종사 남성 근로자의 표준화사망비의 비는 1995년 7.33, 1996년 3.00, 1997년 3.76, 1998년 2.68, 1999년 2.16으로 연도별로 감소하였다(표 20).

2) 암사망률

(1) 비표준화 사망률

주물업 종사 근로자의 연도별 암사망자 수는 1995년 18명, 1996년 6명, 1997년 15명, 1998년 14명, 1999년에 20명이 사망하여 10만명당 사망률이 각각

285.9, 85.4, 194.9, 170.2, 224.5로 1995년 사망률이 가장 높았다. 비 주물업 종사 근로자의 연도별 암사망자 수는 1995년 1명, 1996년 12명, 1997년 14명, 1998년 24명, 1999년에 30명이 사망하여 10만명당 사망률이 각각 10.7, 57.7, 54.1, 82.6, 95.7로 1999년 사망률이 가장 높았다.

비 주물업 종사 근로자에 대한 주물업 종사 근로자의 암사망률의 비는 1995년 27.23, 1996년 1.48, 1997년 3.60, 1998년 2.06, 1999년 2.35이었다.

성별로는 주물업 종사 근로자의 경우 인구 10만명당 남성의 암사망률이 1995년 330.4, 1996년 82.6, 1997년 211.4, 1998년 183.4, 1999년 247.7이었고 비 주물업 종사 근로자는 1995년 0.0, 1996년 61.5, 1997년 71.0, 1998년 92.5, 1999년 126.5로 비 주물업 종사 남성 근로자에 대한 주물업 종사 남성 근로자의 암사망률의 비는 1996년 1.34, 1997년 2.98, 1998년 1.98, 1999년 1.96이었다(표 21).

(2) 직접표준화사망률

1997년 35세 이상 우리나라 남성 및 여성의 5세 단위별 연앙인구를 표준인구로 하여 성과 연령을 표준화한 직접표준화 사망률은 주물업 종사 근로자의 경우 1995년 219.8, 1996년 109.8, 1997년 190.2, 1998년 169.5, 1999년 185.9이었고 비 주물업 종사 근로자는 1995년 12.8, 1996년 107.1, 1997년 37.3, 1998년 111.9, 1999년 102.7로 비 주물업 종사 근로자에 대한 주물업 종사 근로자의 사망률의 비는 1995년 17.17, 1996년 1.03, 1997년 5.10, 1998년 1.51, 1999년 1.81이었다.

성별로는 주물업 종사 남성 근로자의 경우 1995년 457.9, 1996년 172.9, 1997년 345.6, 1998년 240.6, 1999년 340.7이었고 비 주물업 종사 근로자는 1995년

0.0, 1996년 161.7, 1997년 68.9, 1998년 178.7, 1999년 202.5로 비 주물업 종사 남성 근로자에 대한 주물업 종사 남성 근로자의 사망률의 비는 1996년 1.07, 1997년 5.02, 1998년 1.35, 1999년 1.68이었다(표 21).

(3) 표준화사망비

주물업 종사 근로자의 경우 1995년 1.68, 1996년 0.45, 1997년 0.94, 1998년 0.75, 1999년 0.91이었고 비 주물업 종사 근로자는 1995년 0.07, 1996년 0.37, 1997년 0.31, 1998년 0.43, 1999년 0.46으로 비 주물업 종사 근로자에 대한 주물업 종사 근로자의 표준화사망비의 비는 1995년 24.0, 1996년 1.22, 1997년 3.03, 1998년 1.74, 1999년 1.98이었다.

성별로는 주물업 종사 남성 근로자의 경우 1995년 1.80, 1996년 0.41, 1997년 0.94, 1998년 0.75, 1999년 0.93이었고 비 주물업 종사 근로자는 1995년 0.0, 1996년 0.33, 1997년 0.34, 1998년 0.40, 1999년 0.50으로 비 주물업 종사 남성 근로자에 대한 주물업 종사 남성 근로자의 표준화사망비의 비는 1996년 1.24, 1997년 2.76, 1998년 1.88, 1999년 1.86으로 연도별로 감소하였다(표 21).

10. 주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 사망위험도 비교

주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 성, 연령, 관찰기간에 차이가 있어 로지스틱 회귀분석을 통하여 이들 3가지 요인을 통제한 상태에서 사망원인별 사망위험도를 비교하였다. 로지스틱 회귀모형은 전체 연구대상 근로자, 남성 근로

자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자를 대상으로 각각 모형을 수립하여 적합성을 평가하였다.

각 모형의 종속변수는 사망, 암사망, 위암, 간암, 폐암, 췌장암, 혈액암, 뇌혈관질환, 호흡기질환, 간장질환, 손상, 중독 및 외인으로 인한 사망유무로 설정하였다. 독립변수는 전체 연구대상자 모형의 경우 성, 연령, 관찰기간을, 전체 남성 근로자 모형의 경우 연령과 관찰기간을, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자의 경우 연령으로 설정하였다. 기타 입사연도, 노출기간, 직종, 유해인자 노출상태 등의 독립변수는 다중공선성과 정보부족, 모형 부적합성 등의 이유로 모형에서 제외하였다.

1) 전체 사망

전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 사망할 위험도가 각각 4.066배, 4.319배, 3.779배로 유의하게 높았다($p < .001$)(표 22).

2) 암

(1) 전체 암

전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 암으로 사망할 위험도가 각각 3.564배, 3.650배, 3.449배로 유의하게 높았다($p < .001$)(표 22).

(2) 위암

전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 위암으로 사망할 위험도가 각각 2.708배, 2.809배, 3.075배로 유의하게 높았다($p<.001$) (표 22).

(3) 간암

전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 간암으로 사망할 위험도가 각각 5.513배, 5.614배, 4.537배로 유의하게 높았다($p<.001$) (표 22).

(4) 폐암

전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 폐암으로 사망할 위험도가 각각 3.391배, 3.468배, 3.537배로 유의하게 높았다($p<.001$) (표 22).

(5) 기타 암

전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자

로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 췌장암으로 사망할 위험도가 각각 0.746배, 0.746배, 0.741배로 낮았으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 혈액암으로 사망할 위험도가 각각 3.155배, 2.110배, 2.280배로 높았으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(표 22).

3) 순환기질환

(1) 뇌혈관질환

전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 뇌혈관질환으로 사망할 위험도가 각각 3.013배, 3.665배, 2.944배로 유의하게 높았다($p<.001$)(표 22).

(2) 기타 순환기질환

전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 기타 순환기 질환으로 사망할 위험도가 각각 3.767배, 4.025배, 4.371배로 유의하게 높았다($p<.001$)(표 22).

4) 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과

전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 외인으로 사망할 위험도가 각각 3.940배, 4.038배, 3.186배로 유의하게 높았다($p<.001$) (표 22).

5) 기타

(1) 호흡기질환

주물업 종사 근로자는 호흡기질환으로 5명이 사망하였고 비 주물업 종사 근로자는 1명만이 사망하였다. 전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 호흡기질환으로 사망할 위험도가 각각 17.584배, 17.583배로 유의하게 높았다($p<.001$) (표 22).

(2) 간장질환

전체 연구대상 근로자, 전체 남성 근로자, 1995년에 관찰을 시작한 남성 근로자 모형에서 비 주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자가 간장질환으로 사망할 위험도가 각각 4.461배, 4.607배, 4.081배로 유의하게 높았다($p<.001$) (표 22).

(3) 알콜사용에 의한 정신 및 행동장애

주물업 종사 근로자에서 알콜사용에 의한 정신 및 행동장애로 5명이 사망한 데 비하여 비 주물업 종사 근로자에서는 이로 인하여 사망한 근로자가 없었다.

(4) 신장질환

유리규산 노출과 관계 있는 것으로 알려져 있는 신장질환은 주물업 종사 근로자에서 2건, 비 주물업 종사 근로자에서 1건 발생하였다. 주물업 종사 근로자의 사인은 만성신부전과 상세불명의 신부전이었고, 비 주물업 종사 근로자는 급성신부전으로 사망하였다.

제5장 고찰

1. 연구방법에 대한 고찰

1) 주물업 종사자 코호트 구축에 관한 고찰

이 연구는 국내에서 처음으로 직업 코호트를 구성하여 후향성코호트 연구를 시도한 것에서 의의를 찾을 수 있다. 그러나, 코호트를 구성하는 대부분의 근로자가 현직 근로자이고 추적기간이 짧아 건강근로자 효과가 커서 주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 질병발생과의 관계를 구명하는데 몇 가지 제한점을 갖고 있다. 대부분의 직업 코호트연구가 추적기간이 경과함에 따라 재분석을 시도하는 것처럼 이 연구도 향후 추적기간이 길어짐에 따라 사망과 건강근로자 효과가 어떤 양상으로 변화하는가를 주기적으로 분석하는 것이 필요하다.

이 연구는 주물업 종사자 코호트를 구축하는 과정에서 몇 가지 제한점을 갖고 있는데 첫째, 연구에 포함된 주물사업장 및 주물업 종사 근로자의 대표성에 문제가 있을 가능성이 있다. 이 연구에서 주물업 종사 근로자로 코호트를 구성하기 위하여 주물사업장을 파악한 방법은 1998년 한국산업안전공단에서 실시한 작업환경실태조사이고 대상사업장이 470개이었다. 이들 사업장에 코호트 구성의 취지를 설명하는 편지를 보내고 파악이 가능한 퇴직 및 현직 근로자 명단(주민등록번호), 입사 및 퇴사일자, 작업부서 등에 대한 자료를 우편수집하였다. 또, 사업장의 일반적 특성과 세분류업종, 취급물질 종류 등을 파악할 수 있는 사업장용 조사표를 고안하여 우편조사를 실시하였고, 작업부서 또는 공정별

유해인자 종류와 노출정도를 평가하기 위하여 최근 5년간 작업환경측정결과보고서를 우편으로 수집하였다. 마지막으로 근로자에 대하여 근로자용 조사표를 고안하여 직업력, 질병력, 흡연력 등에 대한 우편조사를 실시하였다(일부 방문 면접조사). 조사결과 470개 사업장 중 34개는 주물업종이 아닌 것으로 밝혀졌고, 216개 사업장에서 조사자료의 전부 또는 일부를 우편수집 하였다(일부 방문 면접조사). 216개 사업장에서 수집된 근로자 명단은 약 22,000여명이었으나 이 중 주민등록번호 등이 없어 추적 불가능한 근로자, 2개 이상의 사업장에 근무하여 명단에 2회 이상 기입된 근로자, 1개 사업장에 2회 이상 입·퇴직한 근로자 등을 정리하여 19,272명으로 주물업 종사 근로자 코호트를 확정하였다. 이러한 코호트 구축과정은 사업장이나 근로자가 조사에 응하지 않은 경우는 코호트에서 누락되어 조사에 응한 사업장 및 근로자와 조사에 응하지 않은 사업장 및 근로자가 사망유무나 사망원인이 차이가 있다면 반응도에 따른 편견(response bias)이 발생하여 코호트 구성원의 대표성이 감소될 수 있다.

둘째, 조사에 응한 사업장도 회사 설립초기부터 근로자에 관한 인사자료가 보관된 사업장이 거의 없어 재직근로자 및 추적기간 중 퇴직한 근로자 중심으로 코호트가 구성되었다. 따라서, 현직 근로자의 비율이 높고, 추적기간이 짧아 기존의 연구를 통하여 건강근로자 효과를 크게 하는 구성원들로 코호트가 구성되어 선택편견(selection bias)이 추적기간이 긴 기존의 직업 코호트보다 더 크다고 할 수 있다. 더욱이 주물업종이 육체적으로 중노동을 요구하는 작업으로 기존의 문헌(Koskela, 1997)에 의하면 작업강도가 클수록 건강한 근로자만이 지속적으로 고용을 유지하게 되므로 이러한 주물업종의 특성도 건강근로자 효과를 크게 하는 방향으로 작용하였다고 유추할 수 있다. 이 문제점은 향후 추적기간이 길어짐에 따라 재분석을 통하여 크기를 추정할 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, 코호트 구성원의 노출에 관한 정보가 주물업 종사로 인한 노출과 질병과의 관계를 밝히기에 매우 제한적으로 조사되었는데 이로 인하여 정보편견(information bias)인 분류오류(misclassification)가 발생할 수 있다. 노출에 관한 정보는 주물업 종사유무 및 종사기간에 대한 것과 주물업 종사 중 부서나 공정에 따라 어떤 유해인자에 얼마만큼 노출되었는가의 2가지로 대별될 수 있다. 이 연구에서 주물업 종사유무는 마지막 종사 사업장으로 기준을 정할 경우 분류오류가 거의 없다고 판단된다. 그러나, 이러한 기준 이외에 일반적으로 직업 코호트 연구에서 특정직업에의 종사여부, 즉, 작업경력을 인정하는 기준으로 종종 사용되는 4가지 기준(첫 번째 작업, 마지막 작업, 가장 오래동안 일한 작업, 가장 유해한 작업) 중 마지막 작업 이외에 다른 기준을 적용할 때는 주물업 종사 경력에서 제외될 수 있는 근로자도 일부 포함되어 있을 것이다. 따라서, 이 연구에서 노출군인 주물업 종사자와 대조군인 비 주물업 종사자를 가장 오래동안 일한 작업 등으로 재분류할 경우 분류가 변하는 경우도 존재할 가능성은 있다. 그러나, 이 연구에서 이러한 분류오류는 거의 없다고 판단하여도 무방한데, 직업력에 대하여 모집단의 약 5.2%(19,272명 중 1,000명), 연구대상집단의 6.9%(9,429명 중 646명)를 조사하였을 때 주물업 이외에 타업종 종사경력이 있는 근로자도 평균 181개월(15년)을 주물업에 종사한 것으로 밝혀졌기 때문이다.

이 연구에서는 주물업 종사경력보다는 주물업에 종사하면서 노출된 유해물질과 노출량에 대한 평가가 상대적으로 미흡하였다. 주물사업장에서 노출될 수 있는 유해인자는 유리규산 등을 포함한 각종 분진, 석면, 다핵방향족탄화수소, 크롬, 카드뮴 등의 중금속 흡, 결합제 및 이형제로 사용되는 유기용제와 화학물질, 일산화탄소 등 매우 다양한데 이 중 유리규산, 석면, 다핵방향족탄화수소, 크롬, 카드뮴 등 몇 가지 물질이 발암성물질로 알려져 있다. 따라서 노출과

사망원인인 질병과의 관련성을 구명하기 위해서는 근로자의 노출물질 종류와 노출량에 대한 평가가 필수적이다. 이러한 노출평가는 최종 근무하였던 사업장 뿐만 아니라 전 직업력을 통하여 이루어져야 한다. 따라서 코호트 구성원 전체에 대하여 전 생애를 통하여 종사하였던 직업, 작업내용, 본인의 작업공정 또는 인근공정에서 노출된 유해인자의 종류 및 양, 작업환경 개선과 생산량 변화 등으로 인한 연간 유해물질의 질적 양적 변화 등에 대하여 조사하여 종합적으로 노출을 평가하여야 한다. 이런 노출평가를 직무-노출 매트릭스(Job-Exposure Matrix)라는 도구를 통하여 평가하지만 완벽한 직무-노출 매트릭스를 구성하는 것은 거의 불가능하다. 현재도 코호트가 구성되는 과정이어서 노출에 대하여 자료조사가 제대로 이루어지지 못하였지만 시간과 인력을 투입하여도 자료를 보충하는데는 상당한 한계가 있을 것으로 판단된다.

이 연구에서는 주물사업장 근로자의 노출을 단순화하여 2가지 방법(생산직/사무직, 철강주조업/비철금속주업)으로 분류하였는데 이러한 단순분류가 노출평가의 복잡성을 고려할 때 많은 한계가 있는 것은 사실이다. 그러나, 국내에서 이루어진 기존의 연구(정지연 등, 1995; 피영규 등, 1997; 김현욱 등, 1998) 결과를 보면 주물사업장에서 노출되는 유해물질 중 폐암발생의 주요인자인 석영농도가 공정별로 유의한 차이가 있음이 연구의 일부에서만 검정되었고, 공정별 농도의 높고 낮음이 연구자에 따라 일관성이 없어 주물사업장에서 공정별로 노출을 평가하는 것이 실제로는 중요한 의미가 없으므로 이 연구에서 노출을 단순분류하였어도 연구결과에 큰 영향을 미쳤을 것으로 판단되지는 않는다. 이러한 이유는 이 연구에서 알 수 있는 것처럼 216개 사업장에 종사하는 35세 이상 근로자가 전·현직을 합하여도 9,429명으로 대부분의 사업장이 근로자 50인미만인 소규모로 동일 작업공간내에 모든 공정이 위치하고 있어 실제로 주물공장내에서의 공정구분이 큰 의미가 없기 때문이다.

이 연구에서 단위 사업장내에서 작업공정에 따른 노출물질의 종류와 양은 노출을 평가하는데 큰 의미가 없을 것이라고 위에서 설명하였다. 그러나, 단위 사업장의 세분류업종에 따라 사용되는 재료나 주물 제작방법에 차이가 있어 이로 인하여 노출과 건강장애와의 관계에 영향을 미칠 수는 있을 것으로 판단되어 근로자를 철강주조업 종사자와 비철금속주조업 종사자로 분류하여 평가하였다. 기존의 문헌에 의하면(대한산업보건협회, 1992) 두 세분류업종에서 노출될 수 있는 유해인자의 가장 큰 차이는 중금속흡으로 비철금속주조업 종사자가 철강주조업 종사자에 비하여 철이나 망간 뿐만아니라 크롬, 카드뮴, 알루미늄, 아연, 구리 등 중금속 흡에 다양하게 노출되는 것으로 기술되어 있다. 따라서, 이러한 중금속흡의 노출차이가 사망원인에 어떤 영향을 미치는 가를 밝히기 위하여 근로자를 두 집단으로 분류하여 평가하였다. 그러나, 이러한 노출 분류기준도 크게 2가지 문제점이 있는데 첫째는 사업장이 두 가지 제품을 모두 생산하는 곳이 많으며, 둘째는 근로자도 한 사업장에만 종사하는 것이 아니어서 전 직업력을 통해서 보면 하나의 세분류업종에 종사한 것으로 분류할 수 없다는 것이다.

넷째, 이 연구에서 연구대상자를 35세 이상으로 제한하였는데 이것은 35세 이상 근로자의 경우 약 10년 동안 주물업에 종사하여 유해인자에 노출된 것을 가정한 것이다. 이 연구에서 전수조사는 하지 못하였지만 연구대상자 9,429명의 6.9%인 646명에 대하여 직업력을 조사하였는데 주물업 이외에 타업종에 종사경력이 없는 근로자가 543명(84.1%)이었고 타업종에 종사한 경력이 있는 근로자가 103명(15.9%)이었다. 그러나, 타업종에 종사한 경력이 있는 근로자도 주물업에 재직한 기간이 평균 181.4개월로 15년 이상 주물사업장에 종사하였으므로 이 연구 대상자들의 건강장애를 10년 이상 주물사업장 유해인자 노출과 관련하여 평가하려는 연구 가정은 크게 문제가 있다고 판단되지는 않는다.

마지막으로 코호트 구성원의 노출과 사망원인과의 관계를 밝히는데 있어 혼란변수(confounding variable)로 작용할 수 있는 흡연력, 음주력, 질병력, 사회경제적 특성에 대한 조사가 미흡하여(모집단의 4.4%, 연구대상집단의 4.8%에서 흡연력 조사) 분석을 통하여 이러한 변수들의 영향을 적절히 통제하지 못하였다. 이러한 혼란변수들은 노출과 사망원인과의 관계뿐만 아니라 건강근로자 효과의 양과 질에도 영향을 미치므로 향후 코호트 보완시 추가조사가 필요한 부분이다.

2) 비 주물업 종사 근로자 코호트 구축에 관한 고찰

이 연구에서 주물업 종사자의 사망률과 비교하기 위하여 1997년 우리나라 인구집단의 사망률을 사용하였는데 기존의 연구에서 일반 인구집단을 비교군으로 사용하는 경우 건강근로자 효과로 인하여 직업 코호트의 사망률이 과소평가되므로 다른 직업 코호트를 비교집단으로 사용하도록 권유하고 있다. 따라서, 이 연구에서 주물업 이외의 업종에 종사하는 근로자들로 코호트를 구축하여 주물업 종사자의 사망률과 비교하였는데 대조군 코호트로서 몇 가지 제한점을 갖고 있다.

첫째, 이 연구에서 비교집단으로 이용된 비 주물업 종사 근로자는 인천지역에 위치한 일 개 건강진단기관에서 1995년 1월 1일 이후 건강진단을 받은 근로자로 구성원의 종사 업종이 이질적이고, 노출된 유해인자도 주물업 종사 근로자와 동일한 경우도 있어 비교군으로서 적절하지 않다. 주물업 종사 근로자와 동일한 유해인자에 노출되는 경우 노출과 관련된 질병이 비 주물업 종사 근로자에서도 발생하므로 비 주물업 종사 근로자와 주물업 종사 근로자와의 사망률 차이를 작게하는 결과가 산출된다. 그러나, 국제암연구소(IARC)에서 주

물공정 자체를 사람에서 발암증거가 충분한 그룹1으로 분류한 것에 근거하여 주물업 종사와 비 주물업 종사로 분류하여 비교집단을 선정하는 것으로 간주하면 대조군으로서의 문제는 작다고 판단할 수 있다.

둘째, 이 연구에서 일반 인구집단과 비교시 발생할 수 있는 건강근로자 효과를 최소화하기 위하여 비 주물업 종사자 코호트와 비교하였으나 코호트의 특성이 주물업 종사자와 달라 건강근로자 효과가 두 집단에서 다르게 나타남으로써 건강근로자 효과를 배제하기 위한 비교집단으로 적절하지 못한 결과가 도출되었다. 예를 들면 주물업 종사자에 비하여 비 주물업 종사자의 평균 추적기간이 짧았는데 이 경우 주물업 종사 근로자보다 건강근로자 효과가 더 크게 나타나게 되어 두 집단의 사망률 차이를 크게 하는 방향으로 결과가 도출되게 된다. 이 연구에서 관찰시작연도가 1995년인 근로자가 주물업 종사자의 경우 72.1%인데 비하여 비 주물업 종사자는 58%로 이러한 차이가 두 집단의 건강근로자 효과의 크기를 다르게 하여 사망률에 영향을 주었을 것이라는 의미이다. 건강근로자 효과는 추적기간 뿐만 아니라 동일한 추적기간일 경우 첫 고용연령, 고용기간, 질병발생 위험연령 등에도 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있는데, 단순히 현 사업장에서의 고용기간만을 비교할 경우에는 비 주물업 종사자가 주물업 종사자에 비하여 고용기간이 길었다(관찰시작 연도인 1995년 이전에 입사한자 근로자의 비율이 비 주물업 종사자는 69%, 주물업 종사자가 61%임). 또, 입사연도를 이용하여 첫 고용연령을 추정할 경우 비 주물업 종사자가 더 젊은 연령에 고용이 시작된 것으로 계산된다. 여기서 고용기간이 긴 것은 건강근로자 효과를 더 크게 하고 더 젊은 연령에 고용된 것은 건강근로자 효과를 더 적게 하는 것으로 기존의 연구결과 알려져 있다. 또, 육체적 중노동일 경우 경노동에 비하여 건강근로자 효과가 더 큰 것으로 밝혀져 있는데 (Koskela, 1997) 이에 의하면 주물업 종사자가 건강근로자 효과가 더 크다는

것을 의미한다. 따라서, 이 연구에서 이러한 요인들이 복합적으로 작용하여 건강근로자 효과에 영향을 미치게 되므로 현재의 결과만으로는 두 집단의 건강근로자 효과의 크기와 방향이 비교하고자 하는 사망률에 어떤 영향을 미쳤는가가 정확히 판단하기 어렵다. 다만 위의 건강근로자 효과에 영향을 미치는 요인 중 추적기간이 가장 중요한 인자로 알려져 있고, 이 연구에서 두 집단의 연도별 사망률을 비교하였을 때 비 주물업 종사자에서 연도별로 사망률이 증가하는 것이 주물업 종사자에 비하여 상대적으로 큰 경향을 보여 전체적으로 비 주물업 종사자가 건강근로자 효과가 더 큰 것으로 추정할 수 있다. 따라서, 두 집단을 비교할 때 건강근로자 효과가 동일한 방향과 크기로 작용하도록 코호트 구성원을 제한하여 아코호트를 비교하는 방법 등을 사용할 필요가 있고 이 연구에서도 이러한 분석을 시도하였는데 1995년에 관찰을 시작한 남성근로자로 제한한 것이 그 예이다. 그러나, 이 결과는 전체 코호트에서의 분석결과와 차이가 없었다.

셋째, 이 연구에서 비 주물업 종사자의 경우 연령과 입사년도, 현 재직 사업장의 업종, 노출 유해인자 종류 이외에 주물업 종사자에 비하여 퇴직일자, 직업력, 흡연력 등이 조사되지 않아 주물업 종사자에 비하여 노출과 질병과의 관계에 작용하는 혼란변수의 영향을 더 추정하기 어렵다. 향후 주물업 종사 코호트의 보완과 함께 보완이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

2. 연구결과에 대한 고찰

주물업 종사 근로자의 사망률을 1997년 우리나라 인구를 표준인구로 하여 성과 연령을 보정한 상태에서 1997년 우리나라 인구집단 및 비 주물업 종사

근로자와 비교하였을 때 전체적으로 우리나라 인구집단 사망률의 37.8%, 비 주물업 종사 근로자의 216.4%로 우리나라 인구집단에 비하여 낮고, 비 주물업 종사 근로자에 비하여 높았다. 이 결과에 대한 해석은 건강근로자 효과를 고려하여 설명해야 하는데 주물업 종사 근로자가 주로 현직 근로자 또는 추적기간 중 퇴직한 근로자로 구성되어 있어 건강근로자 효과, 특히 건강근로자 생존효과가 커서 일반 인구집단의 사망률보다 매우 낮은 수준을 보인 것이라고 설명할 수 있다. 직업 코호트의 사망률 연구에서 초기 추적기간 동안에는 코호트의 사망률이 일반 인구집단에 비하여 낮다는 연구결과(Fox와 Collier, 1976; Gilbert, 1982; Pearce 등, 1986)가 많았는데 Fox와 Collier(1976)는 추적기간이 5년이내인 남성의 모든 원인의 사망이 기대치의 37%로 낮았으며, 추적 15년이 지나야 건강근로자 효과가 거의 없어졌다고 하였다. 추적기간과 더불어 건강근로자 효과를 결정하는 가장 중요한 인자가 현직근로자의 비율인데 많은 연구자(Fox와 Collier, 1976; Vini와 Hakama, 1980; Delzell과 Monson 1981; Wen과 Tsai, 1982; Blanc 등, 1994, Vanhoorne 등, 1995)들이 퇴직근로자에 비하여 현직근로자들의 건강근로자 효과, 특히 건강근로자 생존효과가 크다고 보고하고 있다. 따라서, 이 연구의 주물업 종사자나 비 주물업 종사 근로자 코호트 구성원이 주로 현직 근로자인 것을 고려하면 일반인구집단에 비하여 사망률이 낮은 것은 충분히 설명될 수 있다고 판단된다.

이 연구에서 주물업 종사 근로자나 비 주물업 종사 근로자가 일반인구집단에 비하여 건강근로자 효과로 인하여 사망률이 낮다는 것을 성, 사인 등으로 분류하여 고찰하면 기존의 건강근로자 효과를 밝히는 연구결과와 일치하므로 이 연구의 결과가 건강근로자 효과로 인하여 많은 편차가 있음을 좀 더 분명히 알 수 있다. 우선 기존의 연구에서 여성이 남성에 비하여 건강근로자 효과가 크다고 알려져 있는데(Baillargeon 등, 1998; Lea 등, 1999) 이 연구에서도

주물업, 비 주물업 모두 여성 근로자가 남성 근로자에 비하여 모든 원인의 사망률이 낮았다. 물론 남성과 여성이 흡연, 음주 등 개인적 생활습관과 유해인자 노출 등 사망에 영향을 줄 수 있는 위험인자가 다른 것이 건강근로자 효과로 인한 사망률의 차이보다 더 큰 영향을 미친다는 것은 배제할 수 없다. 그러나, 일반인구집단에서의 남성, 여성 사망률의 차이보다 이 연구의 두 직업 코호트 구성원에서 남성과 여성의 사망률 차이가 더 큰 것은 여성 근로자에서 건강근로자 효과가 더 클 가능성을 암시하는 결과라고 판단할 수도 있다.

주물업 및 비 주물업 종사 남성 근로자의 전체사인으로 인한 사망률이 표준 인구집단의 61.2%, 24.2%인데 비하여 암사망률은 각각 89.5%, 39.8%이었고, 뇌혈관질환은 49.2%, 18.7%이었다. 이러한 결과는 암은 건강근로자 효과가 다른 질병에 비하여 적고, 뇌혈관 및 심장질환 등 순환기질환은 건강근로자 효과가 더 크다는 기존의 연구결과(Fox와 Collier, 1976; Gielbert 등, 1982)와 일치한다.

이 연구에서 건강근로자 효과로 인하여 일반인구집단보다 사망률이 낮은 것으로 결과로 나타났지만 여러 측면에서 분석을 시도할 때 건강근로자 효과에도 불구하고 주물업 종사 중 유해인자 노출로 인한 사망률 증가를 암시하는 결과들이 있다. 그 증거는 세 가지로 대별되는데 첫째, 주물업 종사자를 생산직과 사무직으로 분류하여 사망률을 산출하였을 때 유해인자 노출과 관계있는 생산직의 사망률이 통계학적으로 유의하게 높았다. 둘째는 주물업 종사 근로자들이 비 주물업 종사 근로자들에 비하여 노출과 관계있는 것으로 알려진 각종 사인으로 인한 사망률이 더 높다는 것이다. 마지막으로 주물업 종사자의 전체 사인으로 인한 사망률이 일반인구집단에 비하여 낮지만 특정 사인이나 특정 연령구간에서의 사망률은 일반 인구집단보다 높아 노출로 인한 질병발생 증가의 가능성을 시사하고 있다는 것이다(표 23)(표 24)(표 25)(표 26).

주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 사망이 관계 있다는 위의 세 가지 근거들의 긍정적, 부정적 측면을 고찰해 보면 다음과 같다. 첫째 근거인 주물업 종사자내에서 생산직이 사무직보다 사망률이 높다는 것은 노출과 질병발생과의 관계를 입증하는 가장 명백한 증거로 판단되는데 사무직은 생산직에 대한 내부대조군으로 기존의 역학적 연구에서 건강근로자 효과와 다른 혼란변수의 영향이 적게 나타나는 가장 이상적인 비교집단으로 알려져 있기 때문이다. 연구결과 생산직 근로자의 전체사인 및 암으로 인한 사망률이 사무직 근로자의 314.7%, 653.3%이었고 생산직 남성의 암사망률은 표준인구집단 암사망률의 124.2%로 표준인구집단 암사망률보다도 높았다. 특히, 연구결과에서 제시하지는 않았지만 주물업 종사 중에 노출되는 유리규산, 다행방향족탄화수소 등에 의하여 발생하는 것으로 알려져 있는 폐암과 위암의 경우 폐암은 13명 중 12명이 위암은 12명 모두 생산직 근로자에서 발생하였다. 이러한 직종별 사망률의 차이는 연령, 성, 입사기간 등을 통제한 로지스틱 회귀분석에서도 유의한 것으로 나타났다. 다만 이 연구에서 흡연력을 조사하였을 때 생산직 남성 근로자가 사무직 남성 근로자보다 흡연률이 유의하게 높았던 것은 주물업 종사 근로자에서 노출과 질병발생과의 관계에 혼란변수가 작용할 수 있음도 고려해야 함을 보여주고 있다. 그러나, 흡연력을 포함하여 이 연구에서 조사가 이루어지지 않은 질병발생에 영향을 미치는 다른 변수들의 종류와 영향은 이 연구의 결과만으로는 단언하기 어렵다.

주물업 종사자의 노출을 철강주조업과 비철금속주조업으로 분류하여 평가하였을 때 비철금속주조업 종사 남성 근로자들의 전체사인 및 암으로 인한 사망률이 철강주조업 종사 남성 근로자의 132.3%, 215.5%로 높았다. 그러나, 기존의 연구에서 비철금속주조업 종사자는 철강주조업 종사자보다 크롬, 카드뮴 등 중금속흡에 더 노출되는 것으로 알려져 있지만 비철금속주조업 종사자에서 이

러한 중금속에 대한 추가노출이 사망률에 영향을 미쳤다고 판단하기는 어렵다. 특히 크롬, 카드뮴 등 중금속흡 노출과 관계있는 폐암의 경우는 두 세분류업종에서 사망률 차이가 없었고, 성, 연령, 입사기간을 통제한 로지스틱회귀분석에서도 두 집단간에 암으로 인한 사망위험도에 유의한 차이가 없어 현재까지의 분석결과로는 노출로 인한 사망률 증가 효과는 아닌 것으로 판단된다. 또, 연구방법에 대한 고찰에서 언급한 것처럼 사업장이 철강주조업과 비철금속주조업을 겸하고 있고, 근로자도 전 주물직업력을 통하여 한 종류의 세분류업종에만 종사하는 것이 아니므로 두 세분류업종간 사망률의 차이를 노출차이에 의한 것으로 판단하는 것은 현재로서는 무리가 있다.

주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 사망이 관계 있다는 것을 시사하는 두 번째 근거인 주물업 종사 근로자들이 비 주물업 종사 근로자들에 비하여 노출과 관계 있는 것으로 알려진 각종 사인으로 인한 사망률이 더 높다는 사실에 대한 고찰은 첫 번째 근거보다 건강근로자 효과를 해석하는데 더 유의해야 한다. 주물업 종사자 코호트와 비 주물업 종사자 코호트에서 건강근로자 효과가 다르게 나타남으로써 연구결과에 미치는 영향에 대해서는 연구방법에 대한 고찰 중 비 주물업 종사 근로자 코호트 구축에 관한 고찰에서 충분히 언급하였으므로 연구결과에 대한 고찰에서는 생략하고자 한다. 다만 비 주물업 종사 근로자 코호트가 추적기간 등에서 주물업 종사 근로자 코호트보다 건강근로자 효과가 더 크게 나타나 사망률이 낮다는 것을 반박하는 결과를 몇 가지만 제시하면 첫째, 주물업과 비 주물업 종사자에서 건강근로자 효과가 다르게 나타날 수 있는 추적 시작연도와 성을 동일조건이 되도록 코호트를 제한하여 분석하였을 때도 주물업 종사 근로자의 전체 사인, 암, 호흡기질환 등으로 인한 사망률이 비 주물업 종사 근로자에 비하여 유의하게 높았다. 이러한 연구결과를 동일한 위험인자에의 노출, 예를 들면 흡연 등, 효과로 해석할 수도 있으나 직

업적 노출 이외에 두 집단의 다른 특성에 대하여 조사하지 못한 상태에서 동일 위험인자에 의한 효과라고 단언하는 것은 무리가 있다. 이 연구에서 흡연력을 조사하였을 때 주물업 종사 근로자의 경우 남성 흡연률이 55.7%, 생산직 남성 근로자의 흡연률이 62.8%로 우리나라 인구집단의 흡연률보다 낮았다. 또, 이 연구에서 사망률을 비교한 폐암, 위암, 심혈관계질환, 호흡기질환 등이 모두 주물업 종사자에서 증가하는 것으로 기존의 연구에서 밝혀진 원인들이어서 비주물업 종사 근로자에 비하여 주물업 종사 근로자의 사망위험이 증가한 것을 유해인자 노출과 관련이 없다고 할 수 없다. 둘째, 비 주물업 종사 근로자는 이변량분석이나 다변량분석 모두에서 사망이 유해인자 노출과 관계없는 것으로 밝혀졌다. 암사망률의 경우 유해인자 노출집단의 직접표준화사망률이 표준인구집단보다 1.7배나 높은 것으로 계산되었으나 정밀분석한 결과 70세이상에서 61인년의 관찰기간동안 사망자가 5명이나 발생하여 도출된 결과에 불과하다. 비 주물업 종사 근로자에서 분진, 카드뮴, 크롬 등 폐암과 관계있는 유해인자에 노출된 근로자는 15명 중 분진에 노출된 근로자 4명뿐이었다. 이러한 결과는 주물업 종사자에서 유해인자 노출과 질병발생이 관계있는 것으로 밝혀진 것과는 다른 결과로 주물업 종사 근로자에서 비 주물업 종사 근로자보다 특정 원인으로 인한 사망률이 높은 것은 두 집단의 다른 건강근로자 효과 때문이 아니라 상당부분 주물업종사로 인한 유해인자 노출과 관련있을 수 있음을 시사하는 증거라고 판단된다.

마지막으로 주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 질병발생이 관계가 있을 것으로 판단하는 근거인 주물업 종사자에서 특정사인이나 특정연령에서의 사망률이 건강근로자 효과에도 불구하고 일반인구집단보다 높다는 사실에 대한 고찰은 다음과 같다. 이 연구에서 남성 전체 암의 경우 40-45세, 65-69세에서 표준인구집단보다 높았고(표준화사망비가 각각 1.14, 1.13), 여성 전체 암의 경

우는 45-49세, 60-64세에서 표준인구 집단보다 암사망률이 높았다(표준화사망비가 각각 3.0, 1.25)(표 26). 남성 위암의 경우는 35-40세, 60-65세, 65-69세에서 표준인구 집단보다 암사망률이 높았고(표준화사망비가 각각 2.22, 1.03, 1.43)(표 25)(표 26), 남성 폐암의 경우는 40-45세, 45-50세, 50-55세에서 표준인구 집단보다 암사망률이 높았다(표준화사망비가 각각 1.43, 2.50, 1.30)(표 25)(표 26). 특히, 주물업 종사와 관계있는 것으로 밝혀져 있는 폐암의 경우 이 연구에서 사망자의 평균연령이 52.1세이었고, 40대와 50대 초반에서 표준인구 집단보다 높은 사망률을 보여 주물업 종사 중 노출된 유해인자가 폐암을 발생시키거나 적어도 폐암 발생 연령을 10년이상 단축시키는 효과가 있음을 시사하고 있다. 이러한 결과는 안연순 등(2000)이 의료보험 자료에서 주물업 종사자의 폐암으로 인한 의료이용을 관찰하였을 때도 폐암으로 인한 의료이용이 일반인구 집단에 비하여 10년 정도 젊은 나이에 증가하였던 것과 일치하는 결과이다. 또, 주물업 종사자를 유해인자 노출에 따라 생산직과 사무직으로 분류하여 사망률을 분석하였을 때 생산직 남성의 암사망률이 표준인구집단 암사망률의 124.2%로 표준인구집단보다 높았던 결과도 주물업 종사 유해인자 노출과 암발생과의 관련성을 시사하는 증거로 평가할 수 있다.

이 연구결과 주물업 종사로 인한 노출과 관계가 적다고 하여도 주물업 종사 근로자에서 알콜성 간장질환과 알콜 의존증으로 인한 사망이 비 주물업 종사 근로자나 표준인구 집단에 비하여 유의하게 높게 나타난 결과는 주물업 종사 근로자 건강장애 예방정책을 수립하는데 중요한 정보로 유용되어야 할 것이다. 특정 유해인자가 노출과 직접적 관련이 없다고 하여도 주물업이라는 환경에 근무하는 근로자들에게 음주를 더 많이 하도록 촉진하는 요인이 있다면 주물사업장 건강증진 프로그램에 금주정책이 반드시 포함되어야 할 것이다.

이 연구는 주물업 종사 근로자의 사망원인별 사망률을 우리나라 인구집단

및 비 주물업 종사 근로자 집단과 비교하여 주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 특정 질병과의 관계를 밝히고자 실시하였다. 그러나, 고찰에서 언급한대로 코호트의 추적기간이 짧아 건강근로자 효과가 크게 나타남으로써 우리나라 인구집단과의 비교결과는 대부분의 사망원인별 사망률이 우리나라 인구집단보다 낮은 것으로 나타났다. 향후 장기 추적을 통하여 관찰기간이 길어지고 코호트 구성원 중 퇴직근로자 비율이 증가되어 건강근로자 효과가 감소되고, 이번 분석대상에서 제외하였던 35세 미만 근로자들이 연구대상에 포함되어 통계학적으로 유의성 검증이 가능한 충분한 대상자 수가 확보된 후 재분석 한다면 이번 분석결과와는 다른 결과가 도출될 것으로 추정된다. 또, 건강근로자 효과의 감소와 같은 자연적 시간경과로 얻어질 효과이외에 노출평가 자료 및 질병 발생과 관계있는 흡연력, 음주력 등 근로자의 생활습관과 사회경제적 특성에 대한 자료보완을 통하여 코호트 정보의 충실도를 높인 후 혼란변수를 적절히 통제된 상태에서 재분석이 시도되어야 할 것이다. 연구결과에 대한 고찰은 이런 방법의 코호트 보완 후 이루어져야 합리적인 설명이 가능할 것으로 판단된다.

제6장 요약 및 결론

주물업은 완제품 또는 반제품 상태의 각종 금속주조물을 제조하는 산업활동으로 주물업 종사 근로자는 유리규산, 석면, 다핵방향족탄화수소, 크롬, 카드뮴 등의 발암성물질에 노출될 수 있고 대표적인 표적장기는 폐이다. 국제암연구소는 폐암에 대하여 주물공정 자체를 사람에서 충분한 발암 증거가 있는 그룹1으로 분류하고 있고, 물질별로는 결정형 유리규산 및 6가 크롬화합물, 카드뮴 등 중금속을 그룹1 발암성물질로, 다핵방향족탄화수소 중 벤조파이렌을 그룹2A로 분류하고 있다. 또, 비강암 및 부비동암을 일으키는 물질로 니켈을 그룹1에, 포름알데히드를 그룹 2A로 분류하고 있다. 기타, 유리규산 및 석면은 위암의 발암 관련성 물질로 분류하고 있다. 암 이외에도 주물사에 포함된 결정형 유리규산은 규폐증과 신장질환을 발생시키고, 기타 주물업에서 노출될 수 있는 100여가지 이상의 물질들이 호흡기, 심혈관계, 비뇨생식기 등에 급·만성 건강장애를 일으키는 것으로 알려져 있다.

따라서, 이 연구는 주물사업장에 종사하고 있는 퇴직 및 현직 근로자에 대한 직업 코호트를 구성하여 주물업 종사 근로자의 사망률 및 사망원인별 사망률을 파악하고, 이를 비 주물업 종사 근로자 및 우리나라 인구집단과 비교하여 주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 건강장애와의 관계를 구명하고자 실시하였다.

연구방법은 전국 216개 주물공장의 퇴직 및 현직 근로자 19,272명에 대하여 주민등록번호, 입사 및 퇴사일자, 작업부서 등을 조사하였고, 일부 근로자에 대해서는 직업력, 흡연력 등을 함께 조사하였다. 대조군으로 인천지역 일 건강진단기관에서 1995년부터 1999년까지 건강진단을 받은 비 주물업 종사 근로자

74,371명에 대하여 주민등록번호, 입사일자, 첫 건강진단 수진일자, 건강진단 항목에 의한 유해인자 노출여부 등을 조사하였다. 연구대상자 중 1995년 1월 1일 이전에 퇴직한 근로자, 1995년을 기준으로 연령이 35세 미만(1960년 이후 출생자)인 근로자를 제외하고 주물업 종사 근로자 9,429명, 비 주물업 종사 근로자 32,851명에 대하여 통계청에 의뢰하여 1995년부터 1999년까지의 사망여부 및 사망원인을 조회하였다. 표준인구는 1997년도 35세 이상 우리나라 연령군별 연앙인구로 하였다.

연구결과 주물업 종사 근로자 9,429명(38,148인년) 중 212명이 사망하였고 비 주물업 종사 근로자 32,851명(116,408인년) 중 207명이 사망하여 조사망률은 10만 명당 각각 555.7, 177.8로 우리나라 인구집단 조사망률 1,122.6의 49.5%, 15.8%이었다. 성과 연령을 보정한 남성 및 여성의 직접표준화사망률은 주물업 종사 근로자가 각각 10만명당 788.7, 87.0이었고, 비 주물업 종사 근로자가 312.0, 88.8로 주물업 종사 근로자는 표준인구집단사망률 1,287.9, 970.0의 각각 61.2%, 9.0%이었고, 비 주물업 종사 근로자는 각각 24.2%, 9.2%이었다.

주물업 및 비 주물업 종사자의 사망원인을 한국표준질병사인분류 19장에 의해 분석하였을 때, 두 집단의 사인 중 상위 3위까지는 주물업 종사 근로자의 경우 신생물 73명(34.4%), 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과 43명(20.3%), 순환기계질환 38명(17.9%) 순이었고, 비 주물업의 경우 신생물 81명(39.1%), 순환기계질환 44명(21.3%), 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과 41명(19.8%) 순으로 두 집단 모두 신생물로 인한 사망이 가장 많았다.

주물업 종사 남성 근로자의 표준화사망비를 산출하였을 때 전체사망 80, 암사망 92, 위암 67, 간암 124, 폐암 92, 췌장암 67로 간암을 제외하고는 표준화사망비가 모두 100이하로 표준인구집단에 비하여 낮았다. 그러나, 전체 암, 위암, 폐암의 경우 연령구간별로 표준화사망비가 100이상이었다(남성 전체 암의

경우 40-44세(SMR 114) 및 65-69세(SMR 113) 연령구간, 여성 전체 암의 경우 45-49세(SMR 300) 및 60-64세(SMR 125) 연령구간). 특히 폐암의 경우 40-55세 까지 비교적 젊은 연령의 표준화사망비가 100이상으로 주물업 종사자에서 일반 인구집단보다 약 10년 정도 낮은 연령에서 폐암이 발생하였다.

주물업 종사 근로자를 직종별로 생산직과 사무직으로 분류하여 전체 사망에 대한 직접표준화사망률을 산출하였을 때 생산직 근로자의 경우 남, 녀 각각 10만명당 997.5, 98.4이었고, 사무직 근로자는 각각 350.8, 0.0으로 생산직은 표준인구집단사망률 1,287.9, 970.0의 77.5%, 10.1%이었고, 사무직은 표준인구집단 사망률의 27.2%, 0%로 생산직 근로자의 사망률이 사무직보다 높았다. 직종별 암사망률은 생산직 남성의 경우 인구 10만명당 436.3으로 표준인구집단 사망률 351.2의 124.3%이었고, 사무직 남성은 77.4로 표준인구집단 사망률의 22.0%이었다. 로지스틱 회귀분석을 통하여 연령, 성, 입사년도를 통제한 상태에서도 생산직 근로자의 사망위험이 사무직에 비하여 2.7배 높았다. 특히 암의 경우는 생산직이 사무직에 비하여 사망위험도가 4.7배나 높았다.

주물업 및 비 주물업 종사 근로자의 사망원인을 분석하였을 때 두 집단 모두 암으로 인한 사망이 가장 많았고, 암사망 순위는 주물업은 간암, 폐암, 위암 순이었고, 비 주물업은 간암, 위암, 폐암 순이었다. 성, 연령, 관찰기간 등을 통제한 상태에서 비 주물업 종사 근로자에 대한 주물업 종사 근로자의 사망위험도는 전체사망 4.1배, 암사망 3.6배, 위암 2.7배, 간암 5.5배, 폐암 3.4배이었다.

기타, 업무관련성에 관계없이 주물업 종사 근로자는 비 주물업 종사 근로자에 비하여 알콜성 간장질환 및 알콜사용에 의한 정신 및 행동장애를 원인으로 많이 사망하였고, 알콜사용에 의한 정신 및 행동장애의 경우 표준화사망비가 125로 일반 인구집단 사망률보다 높았다.

이상의 연구결과를 정리하면 주물업 종사 근로자는 건강근로자 효과

(Healthy worker effect) 및 건강근로자 생존효과(Healthy worker survival effect)의 영향 등으로 사망위험이 우리나라 인구집단에 비하여 전체적으로 낮은 것으로 나타났다. 그러나, 일반 인구집단에 비하여 전체 사망원인 중 암사망의 비율이 높고, 특정 연령구간에서 암의 표준화사망비가 100이상이고, 특히 40대, 50대 젊은 연령에서 폐암의 표준화사망비가 100이상이고, 주물업 종사근로자 중에서 유해인자에 노출되는 생산직의 전체사망률 및 암사망률이 사무직 근로자보다 높고, 특히 생산직 남성근로자의 암의 표준화사망비가 105로 표준인구집단에 비하여 높은 결과들은 주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 질병발생과의 관계를 시사하는 결과들이다. 또, 건강근로자효과가 표준인구집단에 비하여 상대적으로 작게 나타나는 비 주물업 종사자에 대한 주물업 종사자의 전체사망, 암사망, 호흡기질환 등으로 인한 사망위험도가 통계학적으로 유의하게 높은 것도 주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 질병발생과의 관계를 시사하는 결과이다.

이 연구는 미완성 코호트에 대한 초기 분석연구로 코호트 구성원의 직업 및 노출정보가 부족하고, 흡연력, 사회경제적 요인 등 혼란변수에 대한 통제가 적절히 이루어지지 못하였다. 또, 대조군의 종사 업종이 다양하고 관찰기간이 주물업 종사 근로자 집단에 비하여 짧은 것 등 비교 집단의 문제점도 갖고 있다. 특히, 주물업 및 비 주물업 종사자의 대부분이 현직근로자이고 코호트의 추적기간이 짧아 건강근로자효과가 강하게 나타나는 것은 분석결과를 왜곡시키는 가장 큰 문제점으로 추적기간이 길어져야만 극복가능한 제한점이다.

향후 주물업 종사 근로자 코호트의 직업력 및 노출력에 대한 자료보완과 정밀분석을 통해 주물업 종사로 인한 유해인자 노출과 질병발생과의 관계를 밝혀 이를 바탕으로 주물업 종사 근로자 건강장애 예방정책 수립 및 업무상질병판정의 기초자료로 활용하여야 할 것이다.

참고문헌

- 구정완, 김경아, 정치경. 유리규산 분진이 주물작업 근로자들의 환기기능에 미치는 영향. 대한산업의학회지 1998; 10(1): 94-104
- 김경아, 구정완, 임영, 김지홍, 장황신 등. 제조업체 분진폭로 근로자들의 임상경과 및 폐기능. 대한산업의학회지 1998; 10(4): 450-462
- 김현욱, 노영만, 피영규, 원정일, 김용우. 제조업체에서 발생하는 호흡성분진 중 XRD와 FTR을 이용한 결정형 유리규산 농도의 비교분석. 한국산업위생학회지 1998; 8(1): 50-66
- 대한산업보건협회. 작업공정별 보건관리매뉴얼, 1992
- 산업보건연구원. 1997년도 직업병 실무위원회 자료집(비공개 자료집), 1997
- 산업보건연구원. 1998년도 직업병 실무위원회 자료집(비공개 자료집), 1998
- 산업안전보건연구원. 1999년도 직업병 실무위원회 자료집(비공개 자료집), 1999
- 안연순, 김규상, 정호근, 황일순, 노재훈. 인천지역 제조업 종사 근로자들의 진폐증. 대한산업의학회지 1997; 9(4): 589-603
- 안연순, 송재석, 강성규, 정호근. 의료보험 전산자료 주상병명으로 파악한 주물공장 근로자의 폐암. 예방의학회지 2000; 33(3): 299-305
- 이원철, 임현우, 이경재, 이세영, 맹광호 등. 제조업 진폐증의 역학적 특성. 한국역학회지 1998; 20(1): 141-153
- 장정희, 임현우, 이원철, 맹광호. 우리나라 제조업 및 광업 진폐증의 역학적 특성 비교. 대한산업의학회지. 1999; 11(3): 373-384
- 정지연, 이윤근, 장순문, 신용철. 주물사업장의 분진폭로 실태와 입경분포 특성. 서울대학교 보건대학원 산업보건학과 10주년기념 학술논문집. 서울대학교 보건대학원, 1995

- 최병순, 최정근, 김성진, 임영, 고재욱 등. 진폐근로자에서 발생한 진폐증과 폐암의 관련성 보고서. 노동부, 1999
- 통계청. 1997 사망원인통계연보. 통계청, 1998
- 통계청. 한국표준산업분류. 통계청, 2000
- 피영규, 노영만, 이광목, 김형아, 김용우 등. 주물사업장 주공정별 발생하는 분진의 석영함유량 및 크기분포 연구. 한국산업위생학회지 1997; 7(2): 196-208
- Ackerman JH, Vaeth MF. The relationship between unemployment and health. Ohio State Med J 1978; 74: 639-641
- Ahn YS, Song JS, Won JU, Kang SK. Do the workers, who have been exposed to hazardous materials, use more medical services due to respiratory diseases? Occup Environ Med 2001(review process)
- Anderson F, Cowan NR. Survival of healthy older people. Br J Prev Soc Med 1976; 30: 231-232
- Andjelkovich DA, Mathew RM, Richardson RB, Levine RJ. Mortality of iron foundry workers: I. Overall findings. J Occup Med 1990; 32: 529-540
- Andjelkovich DA, Mathew RM, Yu RC, Richardson RB, Levine RJ. Mortality of iron foundry workers. II. Analysis by work area. J Occup Med. 1992; 34(4): 391-401
- Andjelkovich DA, Shy CM, Brown MH, Jansezen DB, Levine RJ. Mortality of iron foundry workers: III. Lung cancer case-control study. J Occup Med 1994; 36: 1301-1309
- Arnalich F. Polyarteritis nodosa and necrotizing glomerulonephritis associated with long-standing silicosis. Nephron. 1989; 51(4): 544-547
- Baillargeon J, Wilkinson G, Rudkin L, Baillargeon G, Ray L. Characteristics of the healthy worker effect: a comparison of male and female occupational cohorts. J Occup Environ Med 1998; 40(4): 368-373
- Becklake MR. Chronic airflow limitation: its relationship to work industry

- occupations. *Chest* 1985; 88: 608-617
- Beuchner HA, Ansari A. Acute silicoproteinosis: a new pathologic variant of acute silicosis in sandblasters, characterized by histologic features resembling alveolar proteinosis. *Chest* 1969, 55: 274-278
- Blanc PD, Katz P, Yelin E. Mortality risk among elderly workers. *Am J Ind Med* 1994; 26(4): 543-547
- Bolton WK, Suratt PM, Sturgil BC. Rapidly progressive silicon nephropathy *Am J Ind Med* 1981; 71: 823-828
- Bonnin A, Mousson C, Justrabo E, Tanter Y, Chalopin JM, Rifle G. Silicosis associated with crescentic IgA mesangial nephropathy. *Nephron* 1987; 47(3): 229-230
- Boujema W, Lauwerys R, Bernard A. Early indicators of renal dysfunction in silicosis workers. *Scand J Work Environ Health* 1994; 20: 180-183
- Breslin PP. Mortality among foundrymen in steel mills. In: Lemon R, Dement JR, editors. *Dust and disease*. Park Forest South; 1979. pp 439-447
- Broder I, Corey P, Davies G, Hutcheon M, Mintz S, Inouye T, Hyland R, Leznoff A, Thomas P. Longitudinal study of grain elevator and control workers with demonstration of healthy worker effect. *J Occup Med* 1985; 27: 873-880
- Bunn AR. IHD mortality and the business cycle in Australia. *Am J Public Health* 1980; 70: 409-411
- Burack TS, Burack WR, Knowlton NF. Cancer: II. Distortions in standardized rates. *J Occup Med* 1983; 25: 737-744
- Calvert GM, Steenland K, Palu S. End-stage renal disease among silica-exposed gold miners: a new method for assessing incidence among epidemiologic cohorts. *JAMA* 1997; 277: 1219-23
- Carta P, Cocco PL, Flore C, Pau M, Grussu M, Cherchi P. Mortality in workers of

- primary aluminum foundry in Portovesme in Sardinia. *Med Lav* 1992; 83(5): 530-535
- Chan-Yeung M, Enarson DA, MacLean L, Irving D. Longitudinal study of workers in an aluminum smelter. *Arch Environ Health* 1989; 44: 134-139
- Cocco P, Ward MH, Dosemeci M. Occupational risk factors for cancer of the gastric cardia. Analysis of death certificates from 24 US states. *J Occup Environ Med* 1998; 40(10): 855-861
- Cornell RG, Landis JR. Mortality patterns among nickel/chromium alloy foundry workers. *IARC Sci* 1984; 53: 87-93
- Decoufle P, Wood DJ. Mortality patterns among workers in a gray iron foundry. *Am J Epidemiol* 1979; 109: 667-675
- Dracon M, Noel C, Wallaert B, Dequiedt P, Lelievre G, Tacquet A. Rapidly progressive glomerulonephritis in pneumoconiotic coal miners. *Nephrologie* 1990; 11(2): 61-65
- Egan B, Waxweiler RJ, Blade L, Wolfe J, Wagoner JK. A preliminary report of mortality patterns among foundry workers. *J Environ Pathol Toxicol* 1979; 2: 259-752
- Eisen EA, Wegman DH, Louis TA, Smith TJ, Peters JM. Healthy worker effect in a longitudinal study of one-second forced expiratory volume(FEV1) and chronic exposure to granite dust. *Int J Epidemiol* 1995; 24: 1154-1162
- Enterline PE. Pitfalls in epidemiological research: an examination of the asbestos literature. *J Occup Med* 1976; 18: 150-156
- Ernst P, Dales RE, Nunes F, Becklake MR. Relation of airway responsiveness to duration of work in a dusty environment. *Thorax* 1989; 44: 116-120
- Fletcher AC, Ades A. Lung cancer mortality in a cohort of English foundry workers. *Scand J Work Environ Health* 1984; 10: 7-16

- Fox AJ, Adelstein AM. Occupational mortality: Work or way of life. *J Epidemiol Community Health* 1978; 32: 73-78
- Fox AJ, Collier PF. Low mortality rates in industrial cohort studies due to selection for work and survival in the industry. *Br J Prev Soc Med* 1976; 30: 225-230
- Gibson ES, Martin RH, Lockington JN. Lung cancer mortality in a steel foundry. *J occup Med* 1977; 19: 807-812
- Gilbert ES. Some confounding factors in the study of mortality and occupational exposures. *Am J Epidemiol* 1982; 116: 177-188
- Goldblatt P, Fox J, Leon D. Mortality of employed men and women. *Am J Ind Med* 1991; 20: 285-306
- Goldsmith JR, Hirschberg DA. Mortality and industrial employment: I. Mortality during 1965-1972 among those employed in 1965 and covered by social security - preliminary report. *J Occup Med* 1976; 18: 161-169
- Goldsmith JR, Hirschberg DA. Mortality and industrial employment: Mortality during 1965-1972 among those employed in 1965 and covered by social security-preliminary report. *J Occup Med* 1976; 18: 161-164
- Goldsmith JR, Thresh M. Mortality and industrial employment: III. Industries with high standard mortality ratios for persons with social security coverage in 1960 and 1965. *Am J Epidemiol* 1977; 106: 109-124
- Goldsmith JR. Mortality and industrial employment: II. Industries with high mortality among young workers based on a social security sample. *J Occup Med* 1977; 19: 249-254
- Gonzalez CA, Sanz M, Marcos G, Pita S, Brullet E, Vida F, Agudo A, Hsieh CC. Occupation and gastric cancer in Spain. *Scand J Work Environ Health* 1991; 17(4): 240-247
- Gregorini G et al. Silica exposure as a risk factor in the development of necrotising

- and crescentic glomerulonephritis with anti-mieloperoxidase antibodies. *Nephrol Dial Transplant* 1991; 6: 773
- Hauglustaine D, Van Damme B, Michielsen P. Silicon nephropathy: a possible occupational hazard. *Nephron* 1980; 26: 219-224
- Haustein UF, Ziegler V, Herrmann K. Silica-induced scleroderma. *J Am Acad Dermatol* 1990; 22: 444-448
- Hernberg S. Epidemiology in occupational health. In: Zenz C, editor. *Developments in occupational medicine*. Chicago (IL): Year Book Medical Publishers, 1980: 4-40.
- Hernberg S. Fact and fiction in occupational epidemiology: the Lucas Lecture 1982. *J R Coll Physicians Lond* 1983; 17: 139-143
- Hessel PA, Gamble JF, Gee JB, Gibbs G, Green FH, Morgan WK, Mossman BT. Silica, silicosis, and lung cancer: a response to a recent working group report. *J Occup Environ Med* 2000; 42(7): 704-720
- Holme I, Helgeland A, Hjermann I, Leren P, Lund-Larsen PG. Coronary risk factors in various occupational groups: the Oslo study. *Br J Prev Soc Med* 1977; 31: 96-100
- Hotz P, Gonzalez-Lorenzo J, Siles E. Subclinical signs of kidney dysfunction following short exposure to silica in absence of silicosis. *Nephron* 1995; 70: 438-442
- IARC. Benzo[a]pyrene. Vol. 32, 1987
- IARC. Cadmium and cadmium compounds. Vol. 58, 1993
- IARC. Chromium compounds. Vol. 49, 1990
- IARC. Iron and steel founding. Vol. 34, 1987
- IARC. Nickel compounds. Vol. 49, 1990
- IARC. Silica, crystalline. Vol. 68, 1997
- Jeune B. Mortality of male members of the danish semiskilled and unskilled

- workers' union in 1973. *Int J Epidemiol* 1977; 6: 247-257
- Kang SK, Burnett CA, Freund E, Walker J, Lalic N, Sestito J. Gastrointestinal cancer mortality of workers in occupations with high asbestos exposures. *Am J Ind Med* 1997; 31(6): 713-718
- Karava R, Hernberg S, Koskela RS. Prevalence of pneumoconiosis in chronic bronchitis in foundry workers. *Scand J Work Environ Health*, 1976; 2(suppl 1): 73-89
- Kasl SV, Cobb S, Gore S. Changes in reported illness and illness behavior related to termination of employment a preliminary report. *Int J Epidemiol* 1972; 1: 111-118
- Kasl SV. Mortality and the business cycle: Some questions about research strategies when utilizing macro-social and ecological data. *Am J Public Health* 1979; 69: 784-788
- Kato I, Tominaga S, Ikari A. an Epidemiological study on occupation and cancer risk. *Jpn J clin Oncol* 1990; 20(2): 121-127
- Kitagawa GM, Hauser PM. Differential mortality in the United States. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1973
- Knutsson A, Akerstedt T. The healthy worker effect: Self-selection among Swedish shift workers. *Work Stress* 1992; 6: 163-167
- Koeger AC et al. Silica-associated connective tissue disease. *Medicine* 1995, 74:221-237
- Kolev K, Doitschnov D, Todorov D: Morphologic alteration in the kidneys by silicosis. *Med Lav* 1970; 61: 205-210
- Koskela R-S, Hernberg S, Nurminen M. A mortality study of foundry workers. *Scand J Work Environ Health* 1976; 2 suppl 1: 73-89
- Koskela R-S, Luoma K, Hernberg S. Turnover and health selection among foundry

- workers. Scand J Work Environ Health 1976; 2 suppl 1: 90-105
- Koskela RS, Hernberg S, Karava R, Jarvinen E, Nurminen M. A mortality study of foundry workers. Scand J Work Environ Health, 1976; 2(suppl 1): 64-72
- Koskela RS. Cardiovascular disease among foundry workers exposed to carbon monoxide. Scand J Work Environ Health 1994; 20(4): 286-293
- Koskela RS. Mortality, morbidity and health selection among metal workers. Scand J Work Environ Health 1997; 23(suppl 2)
- Kuo HW, Chang CL, Liang WM, Chung BC. Respiratory abnormalities among male foundry workers in central Taiwan. Occup Med 1999; 49(8): 499-505
- Lea CS, Hertz-Picciotto I, Anderson A, Chang-Claude J, Olsen JH. Gender differences in the healthy worker effect among synthetic vitreous fiber workers. Am J Epidemiol 1999; 150(10): 1099-1106
- Lerer TJ, Redmond CK, Breslin PP, Salvin L, Rush HW. Long term mortality study of steel workers: VII. Mortality among crane operator. J Occup Med 1974; 16: 608-614
- Lew EA. Mortality and the business cycle: How far can we push an association? Am J Public Health 1979; 69: 782-783
- Lloyd JW, Ciocco A. Long-term mortality study of steelworkers: I. Methodology. J Occup Med 1969; 11: 299-310
- Lloyd JW, Lundin FE, Redmond CK, Geiser PB. Long term mortality study of steel workers: IV. Mortality by work area. J Occup Med 1970; 12: 151-157
- Low I, Mitchell C. Respiratory disease in foundry workers. Br J Ind Med 1985; 42: 101-105
- Lynch P, Oelman BJ. Mortality from coronary heart disease in the British army compared with the civil population. Br Med J 1981; 283: 405-407
- Martikainen PT. Unemployment and mortality among Finnish men, 1981-85 BMJ

- 1990; 301: 407-411
- McMichael AJ. Standardized mortality ratios and the "healthy worker effect": Scratching beneath the surface. *J Occup Med* 1976; 18: 165-168
- Menotti A, Puddu V. Ten-year mortality from coronary heart disease among 172,000 men classified by occupational physical activity. *Scand J Work Environ Health* 1979; 5: 100-108
- Minder CE, Beer-Porizek V. Cancer mortality of Swiss men by occupation, 1970-1982. *Scand J Work Environ Health* 1992; 18 suppl 3: 1-27
- Morgan WKC. Industrial bronchitis. *Br J Ind Med* 1978; 35: 285-291
- Moser KA, Fox AJ, Jones DR. Unemployment and mortality in the OPCS longitudinal study. *Lancet* 1984; 2: 1324-1329
- Muldoon SR, Tollerud DJ. Foundries and steel making. In Harber P, Schenker MB, Balmes. *Occupational and environmental respiratory disease*. St. Louis(Missouri) : Mosby-Year Book, Inc. 1996: 665-687
- National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, 1998
- Neyer U, Woss E, Neuweiler. Wegener's granulomatosis associated with silicosis. *Nephrol Dial Transplant* 1994; 9(5): 559-561
- Ng TP, Lee HS, Phoon WK. Further evidence of human silica nephrotoxicity in occupationally exposed workers. *Br J Ind Med* 1993; 50: 907-912
- Ng TP, Ng YL, Lee HS, Chia KS, Ong HY. A study of silica nephrotoxicity in exposed silicotic and non-silicotic workers. *Br J Ind Med* 1992; 49(1): 35-37
- Nuyts GD. Van Vlem E, Thys J. New occupational risk factors for chronic renal failure. *Lancet* 1995; 346: 7-11
- Olsen J, Sabroe S. Health selection among members of a Danish trade union. *Int J Epidemiol* 1979; 8: 155-159
- Omland O, Sherson D, Hansen AM, Sigsgaard T, Autrup H, Overgaard E.

- Exposure to iron foundry workers to polycyclic aromatic hydrocarbons: benzo(a)pyrene-albumin adducts and 1-hydroxypyrene as biomarkers for exposure. *Occup Environ Med* 1994; 51(8): 513-518
- Omland O, Sherson D, Hansen AM, Sigsgaard T, Autrup H, Overgaard E. Urinary 1-hydroxypyrene, a PAH biomarker in foundry workers. *Cancer Detect Prev* 1996; 20(1): 57-62
- Osoria AM, Thun MJ, Novak RF, Cura JV, Avner ED. Silica and glomerulonephritis: case report and review of the literature. *Am J Kidney Dis* 1987; 9: 224-230
- Ostlin P. Occupational career and health. Methodological considerations on the healthy worker effect. *Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive summaries of Uppsala dissertations from University of Upsala, the Faculty of Medicine* 224. Uppsala: University of Uppsala, 1989
- Paffenbarger RS, Hale WE, Brand RJ, Hyde RT. Work-energy level, personal characteristics, and fatal heart attack: a birth-cohort effect. *Am J Epidemiol* 1977; 105: 200-213
- Palmer WG, Scott Wd. Lung cancer in ferrous foundry workers: a review. *Am Ind Hyg Assoc J* 1981; 42: 329-340
- Parent ME, Siemiatycki J, Fritschi L. Occupational exposures and gastric cancer. *Epidemiology* 1998; 9(1): 48-55
- Redmond CK, Breslin PP. Comparison of methods for assessing occupational hazards. *J Occup Med* 1975; 17: 313-317
- Redmond CK, Wieand Hs, Rockette HE, Heid M. Long term mortality experience of steel workers, National Institute for Occupational Safety and Health Pub No 81-120, Cincinnati, 1981
- Rothman KJ. Induction and latent periods. *Am J Epidemiol* 1981; 114: 253-259

- Rotimi C, Austin H, Delzell E, Day C, Macaluso M et al. Retrospective follow-up study of foundry and engine plant workers. *Am J Ind Med* 1993; 24: 485-498
- Roupe S, Svanborg A. Previous job and health at age of 70. *Scand J Soc Med* 1981; 9: 25-31
- Saldanha LF, Rosen VJ, Gonick HC. Silicon neohropathy. *Am J Med* 1975; 59: 95-103
- Santella RM, Hemminki K, Tang DL, Paik M, Ottman R, Young TL, Savela K, Vodickova L, Dickey C, Whyatt R, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons-DNA adducts in white blood cells and urinary 1-hydroxypyrene in foundry workers. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 1993; 2(1): 59-62
- Sauli H. Mortality. Occupational mortality in 1971-75. Helsinki: Statistics Finland, 1979
- Seltzer CC, Jablon S. Effects of selection on mortality. *Am J Epidemiol* 1974; 100: 367-372
- Sherson D, Jorgensen F. Rapidly progressive crescentic glomerulonephritis in a sandblaster with silicosis. *Br J Ind Med* 1989; 46(9): 675-676
- Sherson D, Sabro P, Sigsgaard T, Johansen F, Autrup H. Biological monitoring of foundry workers exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Br J Ind Med* 1990; 47(7): 448-453
- Shindell A, Weisberg RF, Giefer EE. The "healthy worker effect" - fact or artifact ? *J Occup Med* 1978; 20:807-811
- Siemiatycki J, Gerin M, Dewar R, Lakhani R, Begin D, Richardson L. Silica and cancer associations from a multicancer occupational exposure case-referent study. *IARC Sci Publ* 1990; 97: 29-42
- Siemiatycki J, Richardson L, Gerin M, Goldberg M, Dewar R, Desy M, Cambell S, Wacholder S. Associations between several sites of cancer and nine organic dusts :

- results from an hypothesis-generating case-control study in Montreal, 1979-1983. *Am J Epidemiol* 1986; 123(2): 235-249
- Silverstein M, Maizlish N, Park R, Silverstein B, Brodsky L, Mirer F. Mortality among ferrous foundry workers. *Am J Ind Med* 1986; 10(1): 27-43
- Slavin RE, et al. Extrapulmonary silicosis: a clinical, morphologic, and ultrastructural study. *Hum Pathol* 1985; 16(4): 393-412.
- Sorahan T, Cooke MA. Cancer mortality in a cohort of United Kingdom steel foundry workers, 1945-1985. *Br J Ind Med* 1989; 46(2): 74-81
- Sorahan T, Faux AM, Cooke MA. Mortality among a cohort of United Kingdom steel foundry workers with special reference to cancers of the stomach and lung, 1946-1990. *Occup Environ Med* 1994; 51(5): 316-322
- Sorahan T, Lister a, Gilthorpe MS, Harrington JM. Mortality of copper cadmium alloy workers with special reference to lung cancer and non-malignant disease of the respiratory system. *Occup Environ Med* 1995; 52(12): 804-812
- Steenland K, Brown D. Mortality study of gold miners exposed to silica and nonasbestiform amphibole minerals. *Am J Ind Med* 1995; 27: 217-229
- Steenland K, Nowlin S, Ryan B, et al.. Use of multiple cause mortality data in epidemiologic analysis. *Am J Epidemiol* 1992; 136: 855-862
- Steenland K, Thun MJ, Ferguson CW. Occupational and other exposures associated with male end-stage renal disease: a case/control study. *Am J Public Health* 1990; 80: 153-159
- Sterling TD, Weinkam JJ. Extent, persistence, and constancy of the healthy worker or healthy person effect by all and selected causes of death. *J Occup Med* 1986; 28: 348-353
- Stewart W, Hunting K. Mortality odds ratio, proportionate mortality ratio, and healthy worker effect. *Am J Ind Med* 1988; 14: 345-353

- Suratt PM, Winn WC, Brody AR, Bolton WK, Giles RD: Acute silicosis in tomstone sandblastes. *Am Rev Respir Dis* 1977; 115: 521-529
- Tola S, Koskela RS, Hernberg S, Jarvinen E. Lung cancer mortality among iron foundry workers. *J Occup Med* 1979; 21: 753-760
- Tsuda T, Mino Y, Babazono A, Shigemi J, Otsu Y, Yamamoto E. A case-control study of relationships among silica exposure, gastric cancer, and esophageal cancer. *Am J Ind Med* 2001; 39(1): 52-57
- Valkonen T. Socioeconomic mortality differentials in Finland. Helsinki: University of Helsinki, Department of Sociology, 1982
- Vanhoorne MH, De Smet FP, De Fruyt FK, Seghers KE, De Bacquer DA. a Mailed-questinnnaire survey of ex-workers: A Tool to evaluate the healthy-worker effect in cross-sectional studies. *Int J Occup Environ Health* 1995; 1(3): 252-256
- Vinni K, Hakama M. Healthy worker effect in the total Finnish population. *Br J Ind Med* 1980; 37: 180-4.
- Wang J-D, Miettinedn OS. Occupational mortality studies: principles of validity. *Scand J Work Environ Health* 1982; 8: 153-158
- Weiss W. Lung cancer due to chloromethyl ethers: bias in cohort definition. *J Occup Med* 1989; 31: 102-105
- Wen CP, Tsai SP, Gibson RL. Anatomy of the healthy worker effect: a critical review. *J Occup Med* 1983; 25: 283-289
- Wen CP, Tsai SP. Anatomy of the healthy worker effect: a critique of Summary statistics employed in occupational epidemiology. *Scand J Work Environ Health* 1982; 8 suppl 1: 48-52
- Whittemore AS. The age distribution of human cancer for carcinogenic exposures of varying intensity. *Am J Epidemiol* 1977; 106: 418-427
- Wilke RA. Occupational exposure to silica and end-stage renal disease. *JAMA* 1997

; 278(7): 546-547

Xu Z, Pan GW, Liu LM, Brown LM, Guan DX, Xiu Q, Sheng JH, Stone BJ, Dosemeci M, Fraumeni JF, Blot WJ. Cancer risks among iron and steel workers in Anshan, China, Part I: Proportional mortality ratio analysis. *Am J Ind Med* 1996; 30(1): 1-6

Yeracaris CA, Kim JH. Socioeconomic differentials in selected causes of death. *Am J Public Health* 1978; 68: 342-351

Yu T, Roht LH, Wise RA, Kilian DJ, Weir FW. Low-back pain in industry. *J Occup Med* 1984; 26: 517-524

Zawada ET, Alavi FK, Maddox DA, Ch. 57 Environmental and occupational causes of toxic injury to the kidneys and urinary tract. in Rom WN. *Environmental and Occupational Medicine*. 3rd. ed. 1998; pp. 843-855

부록 2. 사업장용 조사표

사업장용 조사표

가. 사업장명:

1) 설립년도 -

2) 담당자(부서, 직책) -

나. 업종 :

다. 주 생산품 :

라. 교대근무(방법, 과거 형태 포함) :

마. 작업시간 : 정규 ____시부터 ____시까지, 잔업: ____시부터 ____시까지(주 ____회)

바. 현재 근로자 수(2000년 7월 31일 기준)

	관리직	생산직
남		
녀		

사. 건강진단기관 및 작업환경측정기관

	일반건강진단	특수건강진단	작업환경측정	보건관리대행
1997				
1998				
1999				
2000				

아. 주물작업 등에 사용하는 기계, 방법, 원료

1) 원재료 : 예) 선철, 고철, 크롬, 니켈, 철망간, 실리콘 철 등

2) 주물사 : 예) 외국산 모래, 국내산 모래, 코팅샌드 등

3) 용광로 : 예) 전기로, 큐폴로

4) 조형종류 : 예) 자동조형, 수작업 조형, 후란조형, 알파세트 조형

5) 경화제, 도형제, 도료 및 기타 물질 성분(MSDS의 성분표 참조)

	경화제	도형제	도료	기타 사용물질
상품명				
성분 (종류별함량)				

부록 3. 근로자용 조사표

근로자용 조사표

1. 성명 :
2. 주민등록번호(연령, 성) :
3. 직업력 : 최종 학교 졸업 이후 모든 직업력. 자영업(농업, 어업, 상업 등) 포함

종사 기간	사업장 이 름	업종	작업공정 (작업내용)	직업	폭로된 유해 인자	근무 형태	건강진단 유무 및 종류
예) 1961년 3월- 1964년 12월	가사	자영 농업	논농사, 과수재배	농부	농약		건강진단 안받음
1965년 1월- 1977년 3월	대한석 탄공사 장성광 업소	석탄광업	채광	채광부	분진, 소음	3조 3교대	분진 및 소음 특수 건강진단
1977년 4월- 1998년 5월	영광특 수주물	금속제품 제조업 (주물업)	주물사 해체작업 조형작업	주물공장 생산직 근로자	분진, 메탄올	정상 근무	분진 및 유기용제 특수 건강진단
년 월- 년 월							
년 월- 년 월							
년 월- 년 월							
년 월- 년 월							
년 월- 년 월							
년 월- 년 월							

4. 질병력

1) 건강진단에서 직업병 유소견자로 진단된 경험

가) 없음 나) 있음 _____년 _____병

정밀진단유무 및 결과 : _____

2) 건강진단에서 일반질병 유소견자로 진단된 경험

가) 없음 나) 있음 _____년 _____병

정밀진단유무 및 결과 : _____

3) 과거에 앓으셨거나 현재 앓고 계신 질환이 있으시면 표시하십시오

① 심장, 호흡기질환 - 진폐증, 기관지염, 천식, 기관지확장증, 기흉, 폐기종, 결핵,
폐암, 폐성심, 고혈압

② 신장질환 - 신장염, 만성신부전, 급성신부전, 신장암, 혈뇨, 단백뇨

5. 흡연력 : 담배를 태우십니까?

가) 태운다(태운기간: _____년; 흡연량: _____갑/일) 나) 안태운다

다) 태우다 끊었다(태운기간 : _____년)

6. 가족력

1) 부모 가) 모두생존 나) 부사망(사인:_____) 다) 모사망(사인:_____)

라) 질병(부:_____ 모:_____)

2) 형제, 자매 사망자나 질병자가 있는 경우 질병이나 사망원인(_____)

부록 4. 비주물업 종사자의 업종별 근로자 수 및 관찰인년

업 종	남성		여성	
	근로자 수	관찰 인년	근로자 수	관찰 인년
광업	56	163.8	3	6.4
음식료품 제조업	776	3,083.3	256	757.5
섬유제품 제조업	143	474.5	195	547.2
의복 및 모피제품 제조업	9	27.4	16	17.3
가죽, 가방, 마구류 및 신발 제조업	154	500.4	182	574.8
목재 및 나무제품 제조업	2,085	7591.5	736	2,669.9
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	53	124.0	47	172.0
출판, 인쇄 및 기록매체 복제업	82	317.8	20	76.3
코크스, 석유정제품 및 핵연료 제조업	425	1,694.0	6	25.5
화합물 및 화학제품 제조업	1,764	6,630.1	322	1,096.5
고무 및 플라스틱제품 제조업	342	1,034.9	309	949.7
비금속 광물제품 제조업	879	3,098.5	144	524.1
제1차 금속산업	484	1877.1	105	368.8
조립금속제품 제조업	2,563	8,346.3	1,808	6,672.4
달리 분류되지 않은 기계 및 장비제조업	2,672	9491.4	617	1,981.4
사무, 계산 및 회계용 기계 제조업	64	164.9	36	95.2
달리 분류되지 않은 전기기계 및 전기 변환장치	551	1,994.2	433	1,438.7
영상, 음향 및 통신장비 제조업	424	1,362.1	533	1,698.0
의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	94	314.3	50	178.3
자동차 및 트레일러 제조업	1,555	5,669.5	479	1,455.2
기타 운송장비 제조업	446	1,779.3	92	375.1
가구 및 기타 제조업	3,867	15,254.1	2,975	11,830.5
재생재료 가공 처리업	34	105.2	4	17.1
전기, 가스 및 수도사업	279	995.6	46	131.0
건설업	1,238	2,974.5	44	112.8
도소매 및 소비자용품수리업	214	649.0	11	40.2
운수, 창고 및 통신업	145	372.2	6	16.3
금융 및 보험업	11	40.7	0	0
부동산, 임대 및 사업서비스업	463	1,445.9	51	168.1
공공행정, 국방 및 사회보장행정	4	13.5	2	6.3
교육서비스업	4	12.6	1	1.7
보건 및 사회복지사업	177	695.3	32	107.5
기타 공공사회 및 개인서비스업	1,141	3,898.3	92	138.1
계	23,198	82,196	9,653	34,250

부록 6. 한국표준질병사인분류 3단위항목 사인별 사망자 수

특정 감염성 및 기생충성 질환(A00-B99), 내분비, 영양 및 대사질환(E00-E90), 정신 및 행동장애(F00-F99), 신경계의 질환(G00-G99), 소화기계의 질환(K00-K93), 근골격계 및 결합조직의 질환(M00-M99), 비뇨생식기계의 질환(N00-N99)

	주물			비주물		
	남성	여성	전체	남성	여성	전체
A162 세균학적, 조직학적 확인이 없는 폐결핵	2		2	2	1	3
A419 상세불명의 패혈증	1		1	2		2
A985 신증후군을 동반한 출혈열	1		1			
B169 간혹수, 델타-병원체 없는 급성 B형간염	1		1	1		1
A00-B99 특정 감염성 및 기생충성 질환	5		5	5	1	6
E142 상세불명의 신합병증을 동반한 당뇨병	2					
E872 산증	1			1		
E00-E90 내분비, 영양 및 대사질환	3		3	1		1
F102 알콜사용에 의한 정신, 행동장애	5					
F00-F99 정신 및 행동장애	5		5			
G409 상세불명의 간질	1			1		
G919 상세불명의 수두증					1	
G00-G99 신경계의 질환	1		1	1	1	2
K254 위궤양						
K265 십이지장궤양	1					
K550 장관의 급성 혈관성장애	1					
K599 상세불성 기능성 장 장애						
K631 장관의 천공(비외상성)	1					
K701 알콜성간염	1			1		
K702 알콜성 간섬유증 및 간경화증	2			2		
K709 상세불명의 알콜성 간질환	2			2		
K741 간경변증	17			6	1	
K746 기타 및 상세불명의 간경변	3			7		
K85 급성췌장염	1			1		
K922 상세불명의 위장관 출혈	1					
K00-K93 소화기계의 질환	30		30	19	1	20
M844 달리 분류되지 않는 병적골절				1		
M00-M99 근골격계 및 결합조직의 질환				1		1
N179 상세불명의 급성신부전				1		
N189 상세불명의 만성신부전	1					
N19 상세불명의 신부전	1					
N00-N99 비뇨생식기계의 질환	2		2	1		1

신생물(C00-D38)

	주물			비주물		
	남성	여성	전체	남성	여성	전체
C159 상세불명 식도암	2		2			
C169 상세불명 위암	12		12	15	1	16
C179 상세불명 소장암	1		1			
C189 상세불명 결장암	1		1	1		1
C20 직장암	1		1	1	1	2
C220 간세포암	13		13	6		6
C221 간내담관암					1	1
C229 상세불명 간암	13	1	14	10	1	11
C23 담낭암				1	1	2
C249 상세불명 담도암	2		2	2		2
C259 상세불명 췌장암	2		2	9		9
C349 상세불명 폐암	12	1	13	12	3	15
C494 복부 결합조직 및 연조직 암				1		1
C509 상세불명 유방암					1	1
C539 상세불명 자궁경관암		1	1		1	1
C55 상세불명 자궁암					1	1
C56 난소암					1	1
C61 전립선암	1		1			
C64 신우제외한 신장암	1		1			
C679 상세불명 방광암				2		2
C680 요도암						
C719 상세불명 뇌암	1		1	1		1
C720 척수암	1		1			
C749 상세불명 부신암	1		1			
C787 간의 속발성 악성신생물				1		1
C80 부위 명시가 없는 악성신생물	2		2	1		1
C859 상세불명 형 비호지킨림프종	1		1	1		1
C900 다발성골수종	1		1			
C920 급성골수성백혈병	1		1	1		1
C950 상세불명 세포형 급성백혈병				1		1
C959 상세불명 백혈병		1	1	1		1
D432 상세불명 뇌 신생물				1		1
D469 상세불명 골수이형성증후군				1		1
C00-D38 신생물	69	4	73	69	12	81

순환기계의 질환(I00-I99), 호흡기계의 질환(J00-J99)
달리 분류되지 않은 증상, 징후와 임상 및 검사의 이상(R00-R99)

	주물			비주물		
	남성	여성	전체	남성	여성	전체
I050 승모판협착증				1		1
I099 상세불명의 류마티스성 심장질환	1		1			
I10 본태성 고혈압	2		2	1		1
I119 울혈심부전 없는 고혈압성 심질환				2		2
I208 기타 형태의 협심증				1		1
I219 상세불명의 심근경색증	7		7	8	1	9
I350 대동맥(판)협착증	1		1			
I459 상세불명의 전도장애				1		1
I469 상세불명의 심장정지	7		7	2		2
I500 울혈성심부전				1		1
I509 상세불명의 심부전					1	1
I609 상세불명의 거미막하 출혈	2		2	2	5	7
I614 소뇌의 뇌내출혈					1	1
I615 뇌실내 뇌내출혈				2		2
I619 상세불명의 뇌내출혈	6		6	10		10
I620 경막하출혈				1		1
I639 상세불명의 뇌경색증	5		5	2		2
I64 출혈 또는 경색으로 명시안된 졸증	4		4	1	1	2
I678 기타 명시된 대뇌혈관 질환	1		1			
I679 상세불명의 대뇌혈관 질환	1		1			
I710 대동맥의 박리	1		1			
I00-I99 순환기계 질환	38		38	35	9	44
J189 상세불명의 폐렴	2					
J449 상세불명의 만성폐쇄성폐질환	1					
J459 상세불명의 천식	1					
J80 성인성 호흡곤란 증후군	1					
J848 기타 명시된 간질성 폐질환				1		
J00-J99 호흡기계 질환	5		5	1		1
R074 상세불명의 흉통				1		
R53 권태감 및 피로감	1			1		
R54 노쇠	1					
R570 심인성 속	1					
R960 순간적 사망				1		
R961 다른 설명없이 증상발생 24시간내 사망	2			1		
R99 기타 불명확한 상세불명의 사인	1			4		
R00-R99 달리 분류되지 않은 증상, 징후와 임상 및 검사의 이상	6			8		

손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과(S00-T98)

	주물			비주물		
	남성	여성	전체	남성	여성	전체
S027 두개골 및 안면골 침범 다발성 골절	1		1			
S029 상세불명의 두개골 및 안면골 골절	4		4	3	3	6
S065 외상성 경막하 출혈	1		1	1		1
S068 기타 두개내 손상				4		4
S069 상세불명의 두개내 손상	2		2	2	1	3
S129 상세불명의 목 부분의 골절	1		1			
S224 늑골의 다발성 골절	1		1			
S271 외상성 혈흉				2		2
S324 관골구의 골절					1	
S368 기타 복부내 기관의 손상	1		1			
S727 대퇴골의 다발성 골절	1		1			
T028 기타 복합 신체부위의 골절	2	1	3	3		3
T029 상세불명의 다발성 골절	2	1	3			
T068 기타 명시된 다발성 신체부위 손상	1	1	2	1		1
T141 상세불명 신체부위의 개방성 상처					1	1
T149 상세불명의 손상	7		7	4	1	5
T293 적어도 한군데 3도화상의 언급이 있는 다발성 신체부위 화상	1		1			
T300 상세불명 정도 상세불명 신체부위 화상				1		1
T318 신체표면의 80-90%를 포함한 화상	1		1			
T600 유기인제 및 카르바메이트 살충제 중독	1		1			
T603 제초제 및 살진균제 중독	3		3			
T609 상세불명의 살충제 중독	1		1	1	1	2
T659 상세불명 물질의 중독작용	5		5	2		2
T68 저체온증				1		1
T71 질식	3		3	4		4
T751 익사 및 비치명적 익수	1		1	4		4
S00-T98 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과	40	3	43	33	8	41

감사의 글

이 연구를 위하여 자료를 제출하여 주신 216개 주물사업장의 근로자, 보건관리자 및 사업주 여러분께 진심으로 감사드립니다. 아울러 대조군으로 사용할 수 있도록 전산자료를 제공해 주신 연세대학교 의과대학 노재훈 교수님을 비롯한 연세대학교 산업보건센터 선생님들께도 진심으로 감사드립니다. 이 자료가 주물공장 근로자 질병을 예방하는데 소중하게 이용할 수 있도록 최선의 노력을 다하겠습니다.

보고서 독자에게 드리는 글

이 보고서는 정밀분석을 하는 과정에서 새로운 자료들이 수집되기도 하고 원자료에서 분류가 잘못되어 제외되거나 재분류된 사례들이 있어 2000년도 보고서(주물공장 근로자의 건강장애에 관한 역학적 연구I)와 관찰기간이나 사망건수 등에서 결과에 차이가 있음을 이해하여 주시기 바랍니다.

■ 판권표

연구과제명 : 주물공장 근로자의 건강장애에 관한 역학적 연구Ⅱ

(연구원 2002-2-2)

발 행 일 : 2001. 12. 31.

발 행 인 : 정 호 근

연구책임자 : 안 연 순

발 행 처 : 산업안전보건연구원

주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4

전 화 : 032-5100-928

F A X : 032-518-0862

표 3. 직업력 조사 근로자의 특성

		주물업 이외에 직업력이 없는 경우						타업종 종사 직업력이 있는 근로자			
		조사 사업장이 첫 주물 사업장이 아닌 근로자			조사 사업장이 첫 주물 사업장인 근로자						
				남성	여성	계			남성	여성	계
				남성	여성	계			남성	여성	계
근로자 수 (명)	전체	537	32	569	263	29	292	133	6	139	
	35세이상	415	31	446	72	25	97	99	4	103	
조사시 연령 (세)	전체	47.1±9.9	52.3±7.6	47.4±9.9	35.0±11.3	44.4±6.7	35.9±11.3	46.9±11.0	42.3±6.0	46.7±10.9	
	35세이상	50.9±7.6	52.7±7.4	51.1±7.6	49.9±7.5	46.2±4.9	49.0±7.1	51.9±7.5	45.0±5.5	51.7±7.6	
첫 노출연령 (세)	전체	23.4±7.3	33.8±9.1	24.0±7.8	25.7±7.6	34.0±6.6	32.6±9.6	29.9±9.5	30.7±8.2	30.0±9.4	
	35세이상	24.3±7.8	33.9±9.3	25.0±8.3	31.9±10.4	34.8±6.5	47.1±9.9	31.5±10.1	30.3±10.4	31.4±10.0	
총 주물 종사기간(월)	전체	228.7±108.5	148.1±108.8	224.3±110.1	79.1±81.5	75.4±62.0	78.7±79.7	151.0±137.0	41.5±43.1	146.3±136.1	
	35세이상	258.2±101.8	152.5±107.7	250.8±105.6	163.6±80.7	83.7±62.6	143.0±83.9	186.4±139.0	58.0±44.6	181.4±138.7	
현 주물 종사기간(월)	전체	73.1±59.8	49.8±58.3	71.8±59.9	79.1±81.5	75.4±62.0	78.7±79.7	126.7±132.9	13.3±14.9	121.8±132.1	
	35세이상	80.3±61.8	51.4±58.6	78.3±61.9	163.6±80.7	75.4±62.0	143.0±83.9	157.3±139.1	15.8±18.3	151.8±139.1	
관찰기간(월)	전체	42.1±23.0	32.8±25.4	41.5±23.2	37.2±25.1	45.7±18.7	38.0±24.7	42.2±24.6	13.3±14.9	40.9±24.9	
	35세이상	44.5±21.9	33.9±25.0	43.8±22.2	56.6±11.6	49.2±16.3	54.7±13.2	48.2±21.2	15.8±18.3	46.9±21.9	
직종	전체	생산직	533	32	565	253	29	282	132	6	138
		사무직	4	0	4	10	0	10	1	0	1
	35세 이상	생산직	412	31	443	71	25	96	98	4	102
		사무직	3	0	3	1	0	1	1	0	1

표 5. 연구대상 근로자의 성별, 연령군별 사망률

연령군		주물업 근로자			비 주물업 근로자			표준인구		
		남성	여성	계	남성	여성	계	남성	여성	계
35-39	관찰인년	5,810	547	6,357	16,069	3,914	19,983	2,318,220	2,204,051	4,522,271
	사망자수	12	0	12	0	0	0	5,875	2,109	7,984
	사망률	206.5	0.0	188.8	0.0	0.0	0.0	253.4	95.7	176.6
40-44	관찰인년	8,871	1,244	10,115	23,795	10,219	34,014	1,805,594	1,722,487	3,528,081
	사망자수	33	0	33	1	0	1	7,183	2,348	9,531
	사망률	372.0	0.0	326.3	4.2	0.0	2.9	397.8	136.3	270.2
45-49	관찰인년	6,682	1,285	7,967	15,953	9,057	25,010	1,318,212	1,268,138	2,586,350
	사망자수	34	5	39	28	7	35	8,056	2,614	10,670
	사망률	508.8	389.1	489.5	175.5	77.3	139.9	611.1	206.1	412.6
50-54	관찰인년	5,276	1,012	6,288	12,442	6,267	18,709	1,042,932	1,054,920	2,097,852
	사망자수	45	1	46	49	8	57	9,219	3,382	12,601
	사망률	852.9	98.8	731.6	393.8	127.7	304.7	884.0	320.6	600.7
55-59	관찰인년	3,791	821	4,612	8,642	3,533	12,175	1,019,504	1,097,625	2,117,129
	사망자수	36	0	36	51	15	66	13,486	5,219	18,705
	사망률	949.6	0.0	780.6	590.1	424.6	542.1	1,322.8	475.5	883.5
60-64	관찰인년	1,674	316	1,990	3,088	911	3,999	737,604	889,949	1,627,553
	사망자수	26	1	27	23	2	25	14,520	6,873	21,393
	사망률	1,553.2	316.5	1,356.8	744.8	219.5	625.2	1,968.5	772.3	1,314.4
65-69	관찰인년	554	38	592	897	279	1,176	456,087	679,558	1,135,645
	사망자수	14	0	14	8	0	8	14,052	9,501	23,553
	사망률	2,527.1	0.0	2,364.9	891.9	0.0	680.3	3,081.0	1,398.1	2,074.0
70+	관찰인년	222	5	227	1,302	40	1,342	603,231	1,154,516	1,757,747
	사망자수	5	0	5	15	0	15	47,405	65,640	113,045
	사망률	2,252.3	0.0	2,202.6	1,152.1	0.0	1,117.7	7,858.5	5,685.5	6,431.2
계	관찰인년	32,880	5,268	38,148	82,188	34,220	116,408	9,301,384	10,071,244	19,372,628
	사망자수	205	7	212	175	32	207	119,796	97,686	217,482
	사망률	623.5	132.9	555.7	212.9	93.5	177.8	1,287.9	970.0	1,122.6

* 사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 6. 연구대상 근로자의 사망률

			주물업 종사 근로자			비 주물업 종사 근로자			표준인구집단		
			남성	여성	전체	남성	여성	전체	남성	여성	전체
비표준화 사망률	연구	사망자수	205	7	212	175	32	207	119,796	97,686	217,482
	대상자	관찰인년	32,880	5,268	38,148	82,188	34,220	116,408	9,301,384	10,071,244	19,372,628
	전수	사망률	623.5	132.9	555.7	212.9	93.5	177.8	1,287.9	970.0	1,122.6
	40-69세	사망자수	199	7	206	160	32	192	66,516	29,937	96,453
	대상자	관찰인년	27,070	4,721	31,791	66,119	30,306	96,425	6,379,993	6,712,677	13,092,610
		사망률	735.1	148.3	648.0	242.0	105.6	199.1	1,042.6	446.0	736.7
직접표준화 사망률	연구	사망자수	73,357	8,793	82,150	29,024	8,940	37,964			
	대상자	관찰인년	9,301,384	10,071,244	19,372,628	9,301,384	10,071,244	19,372,628	1,287.9	970.0	1,122.6
	전수	사망률	788.7	87.0	424.1	312.0	88.8	196.0			
	40-69세	사망자수	54,982	8,793	63,775	22,074	8,940	31,014			
	대상자	관찰인년	6,379,993	6,712,677	13,092,610	6,379,993	6,712,677	13,092,610	1,042.6	446.0	736.7
		사망률	861.8	131.0	487.1	346.0	133.2	236.9			
표준화 사망비	연구	관찰/기대	205/255	7/15	212/270	175/647	32/86	207/733			
	대상자	표준화 사망비	0.80	0.47	0.77	0.27	0.37	0.28	1.0	1.0	1.0
	전수	관찰/기대	188/222	7/14	206/236	160/504	32/80	192/584			
	40-69세	표준화 사망비	0.85	0.50	0.83	0.32	0.40	0.33	1.0	1.0	1.0

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임

사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 7. 19장 분류에 의한 사망원인

단위 : 명(%)

사망원인	주물업 종사 근로자			비 주물업 종사 근로자			표준인구		
	남성	여성	전체	남성	여성	전체	남성	여성	전체
I 특정 감염성 및 기생충성 질환	5(2.4)		5(2.4)	5(2.9)	1(3.1)	6(2.9)	3,114(2.6)	1,363(1.4)	4,477(2.1)
II 신생물	69(33.7)	4(57.1)	73(34.4)	69(39.4)	12(37.5)	81(39.1)	32,665(27.3)	18,061(18.5)	50,726(23.3)
III 혈액,조혈기관질환 및 면역기전을 침범하는 특정장애							129(.1)	149(.2)	278(.1)
IV 내분비, 영양 및 대사질환	3(1.5)		3(1.4)	1(.6)		1(.5)	4,587(3.8)	4,511(4.6)	9,098(4.2)
V 정신 및 행동장애	5(2.4)		5(2.4)				2,602(2.2)	3,695(3.8)	6,297(2.9)
VI 신경계의 질환	1(.5)		1(.5)	1(.6)	1(3.1)	2(1.0)	790(.7)	685(.7)	1,475(.7)
VII 눈 및 눈부속기 질환							4(.0)	7(.0)	11(.0)
VIII 귀 및 유양돌기 질환							2(.0)	4(.0)	6(.0)
IX 순환기계의 질환	38(18.5)		38(17.9)	35(20.0)	9(28.1)	44(21.3)	26,896(22.5)	27,655(28.3)	54,551(25.1)
X 호흡기계의 질환	5(2.4)		5(2.4)	1(.6)		1(.5)	6,297(5.3)	4,481(4.6)	10,778(4.9)
XI 소화기계의 질환	30(14.6)		30(14.2)	19(10.9)	1(3.1)	20(9.7)	11,311(9.4)	3,924(4.0)	15,235(7.0)
XII 피부 및 피하조직의 질환							62(.1)	122(.1)	184(.1)
XIII 근골격계 및 결합조직의 질환				1(.6)		1(.5)	581(.5)	1,209(1.2)	1,790(.8)
XIV 비뇨생식기계의 질환	2(1.0)		2(.9)	1(.6)		1(.5)	1,214(1.0)	1,132(1.2)	2,346(1.1)
XV 임신, 출산 및 산욕								21(.0)	21(.0)
XVI 주산기에 기원한 특정병태									
XVII 선천기형, 변형 및 염색체이상							23(.0)	23(.0)	46(.0)
XVIII 달리 분류되지 않은 증상, 징후와 임상 및 검사 이상소견	6(2.9)		6(2.8)	8(4.6)		8(3.9)	15,129(12.6)	24,980(25.6)	40,109(18.4)
XIX 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과	40(19.5)	3(42.9)	43(20.3)	33(18.9)	8(25.0)	41(19.8)	14,390(12.0)	5,664(5.8)	20,054(9.2)
사인미상	1(.5)		1(.5)	1(.6)		1(.5)			
계	205(100)	7(100)	212(100)	175(100)	32(100)	207(100)	119,796(100)	97,686(100)	217,482(100)

주) 백분율은 세로열 백분율임

표 8. 연구대상 근로자의 암사망률

			주물업 종사 근로자			비 주물업 종사 근로자			표준인구집단		
			남성	여성	전체	남성	여성	전체	남성	여성	전체
비표준화 사망률	연구	사망자수	69	4	73	69	12	81	32,665	18,061	50,726
	대상자	관찰인년	32,880	5,268	38,148	82,188	34,220	116,408	9,301,384	10,071,244	19,372,628
	전수	사망률	209.85	75.93	191.35	83.95	35.06	69.58	351.18	179.33	261.84
	40-69세	사망자수	64	4	68	59	12	71	22,037	10,226	32,263
	대상자	관찰인년	27,070	4,721	31,791	66,119	30,306	96,425	6,379,993	6,712,677	13,092,610
		사망률	236.42	84.72	213.89	89.16	39.59	73.63	345.4	152.33	246.42
직접표준화 사망률	연구	사망자수	29,249	5,776	35,025	12,987	2,817	15,804			
	대상자	관찰인년	9,301,384	10,071,244	19,372,628	9,301,384	10,071,244	19,372,628	351.18	179.33	261.84
	전수	사망률	314.45	57.35	180.79	139.62	27.97	81.57			
	40-69세	사망자수	20,299	5,776	26,075	8,354	2,817	11,171			
	대상자	관찰인년	6,379,993	6,712,677	13,092,610	6,379,993	6,712,677	13,092,610	345.4	152.33	246.42
		사망률	318.16	86.04	199.15	130.94	41.96	85.32			
표준화 사망비	연구	관찰/ 기대	69/75	4/5	73/80	69/181	12/32	81/213			
	대상자	표준화 사망비	0.92	0.80	0.91	0.38	0.38	0.38	1.00	1.00	1.00
	전수	관찰 /기대	64/69	4/5	68/74	59/154	12/30	71/184			
	40-69세	표준화 사망비	0.93	0.80	0.92	0.38	0.40	0.39	1.00	1.00	1.00
	대상자										

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임

사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 9. 연구대상 남성의 위암, 간암 및 폐암 사망률

			위암			간암			폐암		
			주물	비주물	표준인구	주물	비주물	표준인구	주물	비주물	표준인구
비표준화 사망률	연구	사망자수	12	15	8,265	26	16	7,326	12	12	
	대상자	관찰인년	32,880	82,188	9,301,384	32,880	82,188	9,301,384	32,880	82,188	9,301,384
	전수	사망률	36.49	18.25	88.85	79.07	19.46	78.76	36.49	14.60	76.98
	40-69세	사망자수	10	12	5,108	25	15	5,780	12	10	4,478
	대상자	관찰인년	27,070	66,119	6,379,993	27,070	66,119	6,379,993	27,070	66,119	6,379,993
		사망률	36.94	18.14	80.06	92.35	22.68	90.59	44.32	15.12	70.18
직접표준화 사망률	연구	사망자수	4,896	2,718	8,265	9,504	2,162	7,326	3,459	2,714	7,161
	대상자	관찰인년	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384
	전수	사망률	52.63	29.22	88.85	102.17	23.24	78.76	37.18	29.17	76.98
	40-69세	사망자수	4,098	1,328	5,108	6,787	1,699	5,780	3,459	1,787	4,478
	대상자	관찰인년	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993
		사망률	64.24	20.81	80.06	106.37	26.63	90.59	54.21	28.00	70.18
표준화 사망비	연구	관찰/ 기대	12/18	15/45		26/21	16/52		12/13	12/32	
	대상자	표준화 사망비	0.67	0.33	1.00	1.24	0.31	1.00	0.92	0.38	1.00
	전수	관찰/ 기대	10/16	12/37		25/20	15/47		12/12	10/26	
	40-69세	표준화 사망비	0.63	0.32	1.00	1.25	0.32	1.00	1.00	0.38	1.00
	대상자										

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임

사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 10. 연구대상 남성의 췌장암, 간장질환, 알콜사용에 의한 정신 및 행동장애

			췌장암			간장질환			알콜사용에 의한 정신 및 행동장애		
			주물	비주물	표준인구	주물	비주물	표준인구	주물	비주물	표준인구
비표준화 사망률	연구	사망자수	2	9	1,373	25	18	9,337	5	0	1,061
	대상자	관찰인년	32,880	82,188	9,301,384	32,880	82,188	9,301,384	32,880	82,188	9,301,384
	전수	사망률	6.08	10.95	14.76	76.03	21.90	100.38	15.21	0	11.41
	40-69세	사망자수	2	9	935	24	18	7,454	4	0	827
	대상자	관찰인년	27,070	66,119	6,379,993	27,070	66,119	6,379,993	27,070	66,119	6,379,993
		사망률	7.38	13.61	14.65	88.66	27.22	116.83	14.78	0.00	12.96
직접표준화 사망률	연구	사망자수	395	1,044	1,373	6,047	2,322	9,337	1,266	0	1,061
	대상자	관찰인년	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384
	전수	사망률	4.24	11.22	14.76	65.01	24.96	100.38	13.61	0.00	11.41
	40-69세	사망자수	395	1,044	935	5,648	2,322	7,454	867	0	827
	대상자	관찰인년	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993
		사망률	6.19	16.36	14.65	88.53	36.40	116.83	13.59	0.0	12.96
표준화 사망비	연구	관찰/ 기대	2/3	9/7		26/31	16/76		5/4		
	대상자	표준화 사망비	0.67	1.29	1.00	0.84	0.21	1.00	1.25		1.00
	전수	관찰/ 기대	2/2	9/6		25/29	15/68		4/3		
	40-69세	표준화 사망비	1.00	1.50	1.00	0.86	0.22	1.00	1.33		1.00
	대상자										

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임
 사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 11. 연구대상 남성의 뇌혈관질환, 기타 순환기질환, 사고

			뇌혈관질환			기타 순환기질환			손상, 중독 및 외인에 의한 특정결과		
			주물	비주물	표준인구	주물	비주물	표준인구	주물	비주물	표준인구
비표준화 사망률	연구	사망자수	19	18	16,146	19	17	10,750	40	33	73
	대상자	관찰인년	32,880	82,188	9,301,384	32,880	82,188	9,301,384	32,880	82,188	115,068
	전수	사망률	57.79	21.90	173.59	57.79	20.68	115.57	121.65	40.15	63.44
	40-69세	사망자수	18	18	7,985	18	14	6,022	36	33	69
	대상자	관찰인년	27,070	66,119	6,379,993	27,070	66,119	6,379,993	27,070	66,119	93,189
		사망률	66.49	27.22	125.16	66.49	21.17	94.39	132.99	49.91	74.04
직접표준화 사망률	연구	사망자수	7,931	3,026	16,146	6,852	3,232	10,750	136	48	73
	대상자	관찰인년	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	115,068	115,068	115,068
	전수	사망률	85.27	32.53	173.59	73.67	34.75	115.57	118.19	41.71	63.44
	40-69세	사망자수	5,214	3,026	7,985	6,453	1,842	6,022	121	48	69
	대상자	관찰인년	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	6,379,993	93,189	93,189	93,189
		사망률	81.72	47.43	125.16	101.14	36.40	94.39	129.84	51.51	74.04
표준화 사망비	연구	관찰/기대	19/27	18/70		19/22	17/56		40/22	33/51	
	대상자	표준화									
	전수	사망비	0.70	0.26	1.00	0.86	0.30	1.00	1.82	0.65	1.00
	40-69세	관찰/기대	18/23	18/51		18/19	14/43		36/21	33/48	
	대상자	표준화									
		사망비	0.78	0.35	1.00	0.95	0.33	1.00	1.71	0.69	1.00

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임. 단 손상, 중독 및 외인의 표준인구집단은 주물 및 비주물 근로자 합임 사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 12. 철강주조업 및 비철금속 주조업 근로자의 사망률

			철강 주조업 종사 근로자			비철금속 주조업 종사 근로자			표준인구집단		
			남성	여성	전체	남성	여성	전체	남성	여성	전체
비표준화 사망률	연구	사망자수	172	7	179	33	0	33	119,796	97,686	217,482
	대상자	관찰인년	28,117	4,362	32,479	4,762	1,009	5,771	9,301,384	10,071,244	19,372,628
	전수	사망률	611.7	160.5	551.1	693.0	0.0	571.8	1,287.9	970.0	1,122.6
	40-69세	사망자수	157	7	164	31	0	31	66,516	29,937	96,453
	대상자	관찰인년	23,027	3,828	26,855	3,820	891	4,711	6,379,993	6,712,677	13,092,610
		사망률	681.8	182.9	610.7	811.5	0.0	658.0	1,042.6	446.0	736.7
직접표준 화 사망률	연구	사망자수	69,681	10,806	80,487	92,218	0	92,218			
	대상자	관찰인년	9,301,384	10,071,244	19,372,628	9,301,384	10,071,244	19,372,628	1,287.9	970.0	1,122.6
	전수	사망률	749.1	107.3	415.5	991.4	0.0	476.0			
	40-69세	사망자수	51,907	10,806	62,713	69,569	0	69,569			
	대상자	관찰인년	6,379,993	6,712,677	13,092,610	6,379,993	6,712,677	13,092,610	1,042.6	446.0	736.7
		사망률	813.6	161.0	479.0	1,090.4	0.0	531.4			
표준화 사망비	연구	관찰/기대	172/217	7/17	179/234	33/37	0/3	33/40			
	대상자	표준화									
	전수	사망비	0.79	0.41	0.76	0.89	0.00	0.83	1.0	1.0	1.0
	40-69세	관찰/기대	157/190	7/11	164/201	31/32	0/2	31/34			
	대상자	표준화									
		사망비	0.83	0.64	0.82	0.97	0.00	0.91	1.0	1.0	1.0

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임

사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 13. 철강주조업 및 비철금속 주조업 근로자의 암사망률

			철강 주조업 종사 근로자			비철금속 주조업 종사 근로자			표준인구집단		
			남성	여성	전체	남성	여성	전체	남성	여성	전체
비표준화 사망률	연구	사망자수	57	4	61	12	0	12	32,665	18,061	50,726
	대상자	관찰인년	28,117	4,362	32,479	4,762	1,009	5,771	9,301,384	10,071,244	19,372,628
	전수	사망률	202.72	91.70	187.81	251.99	0.0	207.94	351.18	179.33	261.84
	40-69세	사망자수	53	4	57	11	0	11	22,037	10,226	32,263
	대상자	관찰인년	23,027	3,828	26,855	3,820	891	4,711	6,379,993	6,712,677	13,092,610
		사망률	230.16	104.49	212.25	287.96	0.00	233.50	345.4	152.33	246.42
직접표준화 사망률	연구	사망자수	24,720	7,071	31,791	53,271	0	53,271			
	대상자	관찰인년	9,301,384	10,071,244	19,372,628	9,301,384	10,071,244	19,372,628	351.18	179.33	261.84
	전수	사망률	265.77	70.21	164.10	572.72	0.00	274.98			
	40-69세	사망자수	17,490	7,071	24,561	33,163	0	33,163			
	대상자	관찰인년	6,379,993	6,712,677	13,092,610	6,379,993	6,712,677	13,092,610	345.4	152.33	246.42
		사망률	274.14	105.34	187.59	519.80	0.00	253.30			
표준화 사망비	연구	관찰/기대	57/64	4/5	61/69	12/11	0/1	12/12			
	대상자	표준화									
	전수	사망비	0.89	0.80	0.88	1.09	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	40-69세	관찰/기대	53/59	4/4	57/63	11/10	0/1	11/11			
	대상자	표준화									
		사망비	0.90	1.00	0.90	1.10	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임
 사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 14. 주물업 종사 생산직 및 사무직 근로자의 사망률

			생산직 근로자			사무직 근로자			표준인구집단		
			남성	여성	전체	남성	여성	전체	남성	여성	전체
비표준화 사망률	연구	사망자수	192	7	199	13	0	13	119,796	97,686	217,482
	대상자	관찰인년	28,795	4,702	33,497	4,086	703	4,789	9,301,384	10,071,244	19,372,628
	전수	사망률	666.8	148.9	594.1	318.2	0.0	271.5	1,287.9	970.0	1,122.6
	40-69세	사망자수	177	7	184	11	0	11	66,516	29,937	96,453
	대상자	관찰인년	23,646	4,179	27,825	3,203	626	3,829	6,379,993	6,712,677	13,092,610
		사망률	748.5	167.5	661.3	343.4	0.0	287.3	1,042.6	446.0	736.7
직접표준화 사망률	연구	사망자수	92,781	9,914	102,695	32,627	0	32,627			
	대상자	관찰인년	9,301,384	10,071,244	19,372,628	9,301,384	10,071,244	19,372,628	1,287.9	970.0	1,122.6
	전수	사망률	997.5	98.4	530.1	350.8	0.0	168.4			
	40-69세	사망자수	60,510	9,914	70,424	26,598	0	26,598			
	대상자	관찰인년	6,379,993	6,712,677	13,092,610	6,379,993	6,712,677	13,092,610	1,042.6	446.0	736.7
		사망률	948.4	147.7	537.9	416.9	0.0	203.2			
표준화 사망비	연구	관찰/기대	192/214	7/16	199/230	13/40	0/3	13/43			
	대상자	표준화									
	전수	사망비	0.90	0.44	0.87	0.33	0.00	0.30	1.0	1.0	1.0
	40-69세	관찰/기대	177/193	7/12	184/205	11/29	0/2	11/31			
	대상자	표준화									
		사망비	0.92	0.58	0.90	0.38	0.00	0.35	1.0	1.0	1.0

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임
 사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 15. 주물업 종사 생산직 및 사무직 근로자의 암사망률

			생산직 근로자			사무직 근로자			표준인구집단		
			남성	여성	전체	남성	여성	전체	남성	여성	전체
비표준화 사망률	연구	사망자수	66	4	70	3	0	3	32,665	18,061	50,726
	대상자	관찰인년	28,795	4,702	33,497	4,086	703	4,789	9,301,384	10,071,244	19,372,628
	전수	사망률	229.21	85.10	208.97	73.42	0.0	62.64	351.18	179.33	261.84
	40-69세	사망자수	61	4	65	3	0	3	22,037	10,226	32,263
	대상자	관찰인년	23,646	4,179	27,825	3,203	626	3,829	6,379,993	6,712,677	13,092,610
		사망률	257.97	95.72	233.60	93.66	0.00	78.35	345.4	152.33	246.42
직접표준화 사망률	연구	사망자수	40,576	6,428	47,004	7,195	0	7,195			
	대상자	관찰인년	9,301,384	10,071,244	19,372,628	9,301,384	10,071,244	19,372,628	351.18	179.33	261.84
	전수	사망률	436.24	63.81	242.63	77.35	0.00	37.14			
	40-69세	사망자수	23,053	6,428	29,481	7,195	0	7,195			
	대상자	관찰인년	6,379,993	6,712,677	13,092,610	6,379,993	6,712,677	13,092,610	345.4	152.33	246.42
		사망률	361.33	95.76	225.17	112.77	0.00	54.95			
표준화 사망비	연구	관찰/기대	66/63	4/5	70/68	3/11	0/1	3/12			
	대상자	표준화									
	전수	사망비	1.05	0.80	1.03	0.27	0.00	0.25	1.00	1.00	1.00
	40-69세	관찰/기대	61/60	4/4	65/64	3/9	0/1	3/10			
	대상자	표준화									
		사망비	1.02	1.00	1.02	0.33	0.00	0.30	1.00	1.00	1.00

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임
 사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 17. 비 주물업 종사 유해인자 노출 근로자 및 비노출 근로자의 사망률

			유해인자 노출 근로자			유해인자 비노출 근로자			표준인구집단		
			남성	여성	전체	남성	여성	전체	남성	여성	전체
비표준화 사망률	연구	사망자수	77	15	92	98	17	115	119,796	97,686	217,482
	대상자	관찰인년	40,306	18,721	59,027	41,753	15,498	57,251	9,301,384	10,071,244	19,372,628
	전수	사망률	191.0	80.1	155.9	234.7	109.7	200.9	1,287.9	970.0	1,122.6
	40-69세	사망자수	71	15	86	89	17	106	66,516	29,937	96,453
	대상자	관찰인년	32,332	16,635	48,967	32,360	13,629	45,989	6,379,993	6,712,677	13,092,610
		사망률	219.6	90.2	175.6	275.0	124.7	230.5	1,042.6	446.0	736.7
직접표준화 사망률	연구	사망자수	80,758	5,885	86,643	27,464	11,323	38,787			
	대상자	관찰인년	9,301,384	10,071,244	19,372,628	9,301,384	10,071,244	19,372,628	1,287.9	970.0	1,122.6
	전수	사망률	868.2	58.4	447.2	295.3	111.4	200.2			
	40-69세	사망자수	21,423	5,885	27,308	23,083	11,323	34,406			
	대상자	관찰인년	6,379,993	6,712,677	13,092,610	6,379,993	6,712,677	13,092,610	1,042.6	446.0	736.7
		사망률	335.8	87.7	208.6	361.8	168.7	262.8			
표준화 사망비	연구	관찰/기대	77/268	15/45	92/313	98/377	17/41	115/418			
	대상자	표준화									
	전수	사망비	0.29	0.33	0.29	0.26	0.41	0.28	1.0	1.0	1.0
	40-69세	관찰/기대	71/243	15/42	86/285	89/259	17/37	106/296			
	대상자	표준화									
		사망비	0.29	0.36	0.30	0.34	0.46	0.36	1.0	1.0	1.0

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임
 사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 18. 비 주물업 종사 유해인자 노출 근로자 및 비노출 근로자의 암사망률

			유해인자 노출 근로자			유해인자 비노출 근로자			표준인구집단		
			남성	여성	전체	남성	여성	전체	남성	여성	전체
비표준화 사망률	연구	사망자수	28	7	35	41	5	46	32,665	18,061	50,726
	대상자	관찰인년	40,306	18,721	59,027	41,753	15,498	57,251	9,301,384	10,071,244	19,372,628
	전수	사망률	69.47	37.39	59.29	98.20	32.26	80.35	351.18	179.33	261.84
	40-69세	사망자수	23/	7/	30/	36/	5/	41/	22,037/	10,226/	32,263/
	대상자	관찰인년	32,332	16,635	48,967	32,360	13,629	45,989	6,379,993	6,712,677	13,092,610
		사망률	71.14	42.08	61.27	111.24	36.69	89.15	345.4	152.33	246.42
직접표준화 사망률	연구	사망자수	56,397/	2,491/	58,888/	12,050/	3,125/	15,175/			
	대상자	관찰인년	9,301,384	10,071,244	19,372,628	9,301,384	10,071,244	19,372,628	351.18	179.33	261.84
	전수	사망률	606.33	24.73	303.98	129.55	31.03	78.33			
	40-69세	사망자수	6,952/	2,491/	9,443/	9,615	3,125/	12,740/			
	대상자	관찰인년	6,379,993	6,712,677	13,092,610	6,379,993	6,712,677	13,092,610	345.4	152.33	246.42
		사망률	108.97	37.11	72.12	150.71	46.55	97.31			
표준화 사망비	연구	관찰/기대	28/77	7/17	35/94	41/103	5/15	46/118			
	대상자	표준화									
	전수	사망비	0.36	0.41	0.37	0.40	0.33	0.39	1.00	1.00	1.00
	40-69세	관찰/기대	23/73	7/16	30/89	41/80	5/14	46/94			
	대상자	표준화									
		사망비	0.32	0.44	0.34	0.51	0.36	0.49	1.00	1.00	1.00

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임
사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 20. 연구대상 근로자의 연도별 사망률

		주물업 종사 근로자					비주물업 종사 근로자				
		1995	1996	1997	1998	1999	1995	1996	1997	1998	1999
비 표준화 사망률	사망자수	39	28	40	53	45	7	23	29	56	60
	남 관찰인년	5,448	6,052	6,621	7,088	7,671	6,580	14,636	18,303	20,536	22,133
	사망률	715.9	462.7	604.1	747.7	586.6	106.4	157.1	158.4	272.7	271.1
	사망자수	0	2	1	2	2	2	5	9	10	6
	여 관찰인년	849	971	1,074	1,138	1,236	2,747	6,148	7,596	8,525	9,204
	사망률	0.0	206.0	93.1	175.7	161.8	72.8	81.3	118.5	117.3	65.2
	사망자수	39	30	41	55	47	9	28	38	66	66
	계 관찰인년	6,297	7,023	7,695	8,226	8,907	9,327	20,784	25,899	29,061	31,337
	사망률	619.3	427.2	532.8	668.6	527.7	96.5	134.7	146.7	227.1	210.6
	사망자수	84,746	49,335	63,991	90,459	64,196	10,785	23,911	15,928	36,256	39,468
	남 관찰인년	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384
	사망률	911.1	530.4	688.0	972.5	690.2	116.0	257.1	171.2	389.8	424.3
직접 표준화 사망률	사망자수	0	10,352	4,697	15,219	8,401	9,692	14,902	9,189	9,643	5,693
	여 관찰인년	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244
	사망률	0.0	102.8	46.6	151.1	83.4	96.2	148.0	91.2	95.7	56.5
	사망자수	84,746	59,687	68,688	105,678	72,597	20,477	38,813	25,117	45,899	45,161
	계 관찰인년	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628
	사망률	437.5	308.1	354.6	545.5	374.7	105.7	200.3	129.7	236.9	233.1
	남 관찰/기대	39/35.6	28/42.7	40/50.7	53/58.3	45/67.5	7/45.7	23/104.1	29/139.7	56/166.1	60/192.1
	사망비	1.10	0.66	0.79	0.91	0.67	0.15	0.22	0.21	0.34	0.31
	여 관찰/기대	0/2.0	2/2.5	1/3.0	2/3.5	2/4.1	2/5.9	5/13.6	9/18.3	10/22.3	6/26.1
	사망비	0.0	0.80	0.33	0.57	0.49	0.34	0.37	0.49	0.45	0.23
	계 관찰/기대	39/37.6	30/45.2	41/53.7	55/61.8	47/71.6	9/51.6	28/117.7	38/158.0	66/188.4	66/218.2
	사망비	1.04	0.66	0.76	0.89	0.66	0.17	0.24	0.24	0.35	0.30

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임
 사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 21. 연구대상 근로자의 연도별 암사망률

		주물업 종사 근로자					비주물업 종사 근로자				
		1995	1996	1997	1998	1999	1995	1996	1997	1998	1999
조 사 망 률	사망자수	18	5	14	13	19	0	9	13	19	28
	남 관찰인년	5,448	6,052	6,621	7,088	7,671	6,580	14,636	18,303	20,536	22,133
	사망률	330.4	82.6	211.4	183.4	247.7	0.0	61.5	71.0	92.5	126.5
	여 사망자수	0	1	1	1	1	1	3	1	5	2
	여 관찰인년	849	971	1,074	1,138	1,236	2,747	6,148	7,596	8,525	9,204
	사망률	0.0	103.0	93.1	87.9	80.9	36.4	48.8	13.2	58.7	21.7
	사망자수	18	6	15	14	20	1	12	14	24	30
	계 관찰인년	6,297	7,023	7,695	8,226	8,907	9,327	20,784	25,899	29,061	31,337
	사망률	285.9	85.4	194.9	170.2	224.5	10.7	57.7	54.1	82.6	95.7
직접 표준화 사망률	사망자수	42,588	16,086	32,143	22,376	31,688	0	15,043	6,413	16,622	18,837
	남 관찰인년	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384	9,301,384
	사망률	457.9	172.9	345.6	240.6	340.7	0.0	161.7	68.9	178.7	202.5
	여 사망자수	0	5,176	4,697	10,470	4,328	2,471	5,697	807	5,054	1,061
	여 관찰인년	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244	10,071,244
	사망률	0.0	51.4	46.6	104.0	43.0	24.5	56.6	8.0	50.2	10.5
	사망자수	42,588	21,262	36,840	32,846	36,016	2,471	20,740	7,220	21,676	19,898
	계 관찰인년	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628	19,372,628
	사망률	219.8	109.8	190.2	169.5	185.9	12.8	107.1	37.3	111.9	102.7
표준화 사망비	남 관찰/기대	18/10.0	5/12.3	14/14.9	13/17.4	19/20.5	0/11.6	9/27.6	13/38.7	19/47.2	28/55.8
	사망비	1.80	0.41	0.94	0.75	0.93	0.0	0.33	0.34	0.40	0.50
	여 관찰/기대	0/0.7	1/0.9	1/1.1	1/1.2	1/1.4	1/2.2	3/5.2	1/6.9	5/8.3	2/9.6
	사망비	0.0	1.11	0.90	0.83	0.71	0.45	0.58	0.14	0.60	0.21
	계 관찰/기대	18/10.7	6/13.2	15/16.0	14/18.6	20/21.9	1/13.8	12/32.8	14/45.6	24/55.5	30/65.4
	사망비	1.68	0.45	0.94	0.75	0.91	0.07	0.37	0.31	0.43	0.46

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임

사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 22. 주물업 및 비주물업 종사 근로자의 사망 비교위험도

	1995년에 관찰 시작한 남성 근로자 ¹⁾			전체 남성 근로자 ²⁾			전체 연구대상 근로자 ³⁾		
	주물	비주물	비교위험도 (95%신뢰구간)	주물	비주물	비교위험도 (95%신뢰구간)	주물	비주물	비교위험도 (95%신뢰구간)
전체 근로자 수	5,887	13,366		8,139	23,165		9,429	32,851	
전체 사망자 수	191	117	3.779 (2.989-4.777)	205	175	4.319 (3.501-5.329)	212	207	4.066 (3.328-4.968)
암	66	45	3.449 (2.346-5.069)	69	69	3.650 (2.592-5.139)	73	81	3.564 (2.572-4.936)
위암 사망자 수	12	9	3.075 (1.287-7.344)	12	15	2.809 (1.305-6.044)	12	16	2.708 (1.271-5.772)
간암 사망자 수	24	12	4.537 (2.261-9.106)	26	16	5.614 (2.997-10.517)	27	18	5.513 (3.011-10.092)
폐암 사망자 수	11	7	3.537 (1.367-9.154)	12	12	3.468 (1.548-7.768)	13	15	3.391 (1.594-7.215)
췌장암 사망자 수	2	6	0.741 (0.143-3.677)	2	9	0.746 (0.161-3.462)	2	9	0.746 (0.161-3.462)
혈액암 사망자 수	3	3	2.280 (0.457-11.381)	3	5	2.110 (0.500-8.915)	4	5	3.155 (0.830-11.998)
심장질환 사망자 수	17	9	4.371 (1.936-9.868)	19	17	4.025 (2.074-7.812)	19	19	3.767 (1.973-7.191)
뇌혈관질환 사망자 수	17	13	2.944 (1.426-6.079)	19	18	3.665 (1.913-7.022)	19	25	3.013 (1.642-5.529)
호흡기질환 사망자 수	4	0		5	1	17.583 (2.034-151.979)	5	1	17.584 (2.035-151.935)
간장질환 사망자 수	24	13	4.081 (2.076-8.022)	25	18	4.607 (2.509-8.460)	25	19	4.461 (2.449-8.126)
손상, 중독 및 외인에 의한 사망자 수	36	25	3.186 (1.911-5.314)	40	33	4.038 (2.541-6.418)	43	41	3.940 (2.550-6.088)

¹⁾연령을 통제, ²⁾ 연령 및 관찰기간 통제, ³⁾ 성, 연령, 관찰기간 통제

표 23. 연구대상 근로자의 성별, 연령구간별 표준화사망률

연령	관찰인년		표준화사망률											
			표준인구				주물				비주물			
	남성	여성	남성		여성		남성		여성		남성		여성	
			사망자 수	사망률	사망자 수	사망률	사망자 수	사망률	사망자 수	사망률	사망자 수	사망률	사망자 수	사망률
35-39	2,318,220	2,204,051	5,875	253.4	2,109	95.7	4,788	206.5	0	0.0	0	0	0	0
40-44	1,805,594	1,722,487	7,183	397.8	2,348	136.3	6,717	372.0	0	0.0	76	4.2	0	0
45-49	1,318,212	1,268,138	8,056	611.1	2,614	206.1	6,708	508.9	4,935	389.2	2,313	175.5	980	77.3
50-54	1,042,932	1,054,920	9,219	884.0	3,382	320.6	8,895	852.9	1,042	98.8	4,107	393.8	1,347	127.7
55-59	1,019,504	1,097,625	13,486	1,228.7	5,219	475.5	9,681	949.6	0	0.0	6,016	590.1	4,660	424.6
60-64	737,604	889,949	14,520	1,968.5	6,873	772.3	11,456	1,553.1	2,816	316.4	5,494	744.8	1,953	219.5
65-69	456,087	679,558	14,052	3,081.0	9,501	1,398.1	11,526	2,527.1	0	0.0	4,068	891.9	0	0
70-	603,231	1,154,516	47,405	7,858.5	65,640	5,685.5	13,586	2,252.2	0	0.0	6,950	1,152.1	0	0
전체	9,301,384	10,071,244	119,796	1,287.9	97,686	970.0	73,357	788.7	8,793	87.0	29,024	312.0	8,940	88.8

주) 표준인구집단은 1997년 우리나라 35세 이상 연앙인구와 사망률임
 사망률은 100,000명(또는 10만 관찰인년)당 사망자 수 임

표 24. 연구대상 근로자의 성별, 연령구간별 암의 표준화사망률

연령	관찰인년		표준화사망률											
			표준인구						비주물					
			남성			여성			남성			여성		
	남성	여성	사망자 수	사망률	사망자 수	사망률	사망자 수	사망률	사망자 수	사망률	사망자 수	사망률	사망자 수	사망률
35-39	2,318,220	2,204,051	875	37.7	724	32.9	798	34.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0
40-44	1,805,594	1,722,487	1,433	79.4	935	54.3	1,628	90.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
45-49	1,318,212	1,268,138	2,038	154.6	1,049	82.7	1,775	134.7	2,960	233.5	826	62.7	280	22.1
50-54	1,042,932	1,054,920	3,011	288.7	1,336	126.6	2,767	265.4	0	0.0	1,257	120.6	673	63.8
55-59	1,019,504	1,097,625	4,854	476.1	1,956	178.2	4,841	474.8	0	0.0	2,596	254.6	1,864	169.8
60-64	737,604	889,949	5,591	758.0	2,342	263.2	3,525	477.9	2,816	314.5	2,150	291.5	0	0.0
65-69	456,087	679,558	5,110	1,120.4	2,608	383.8	5,763	1,263.5	0	0.0	1,525	334.5	0	0.0
70-	603,231	1,154,516	9,753	1,616.8	7,111	615.9	8,152	1,351.4	0	0.0	4,633	768.1	0	0.0
전체	9,301,384	10,071,244	32,665	351.2	18,061	179.3	29,249	314.5	5,776	57.4	12,987	139.6	2,817	28.0

표 25. 연구대상 남성근로자의 연령구간별 위암, 간암, 폐암의 표준화사망률

연령	관찰인년		위암						간암						폐암					
			표준인구		주물		비주물		표준인구		주물		비주물		표준인구		주물		비주물	
	남성	여성	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망	사망
			자수	률	자수	률	자수	률	자수	률	자수	률	자수	률	자수	률	자수	률	자수	률
35-39	2,318,220	2,204,051	367	15.8	798	34.4	0	0	289	12.5	0	0	0	0	78	3.4	0	0	0	0
40-44	1,805,594	1,722,487	490	27.1	0	0	0	0	577	32.0	814	45.1	0	0	153	8.5	203	11.3	0	0
45-49	1,318,212	1,268,138	385	29.2	197	15.0	248	18.8	791	60.0	987	74.8	330	25.1	255	19.3	592	44.9	164	12.5
50-54	1,042,932	1,054,920	599	57.4	395	37.9	251	24.1	1,043	100.0	593	56.9	419	40.2	457	43.8	593	56.9	252	24.1
55-59	1,019,504	1,097,625	1,365	133.9	538	52.8	590	57.9	1,329	130.4	2,689	263.8	472	46.3	901	88.4	807	79.1	354	34.7
60-64	737,604	889,949	1,295	175.6	1,322	179.2	239	32.4	1,183	160.4	881	119.5	478	64.8	1,251	169.6	440	59.7	0	0
65-69	456,087	679,558	1,175	257.6	1,646	361.0	0	0	857	187.9	823	180.5	0	0	1,391	305.5	823	180.5	1,017	223.0
70-	603,231	1,154,516	2,589	429.2	0	0	1,390	230.4	1,257	208.4	2,717	450.5	463	76.8	2,675	443.5	0	0	927	153.6
전체	9,301,384	10,071,244	8,265	88.9	4,896	52.6	2,718	29.2	7,326	78.8	9,504	102.2	2,162	23.2	7,161	77.0	3,459	37.2	2,714	29.2

표 26. 연구대상 근로자의 연령구간별 전체사망, 전체암, 위암, 간암, 폐암의 표준화사망비

연령	전체사망				전체암				남성 위암		남성 간암		남성 폐암	
	주물		비주물		주물		비주물		주물	비주물	주물	비주물	주물	비주물
	남성	여성	남성	여성	남성	여성	남성	여성						
35-39	0.82	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40-44	0.94	0.00	0.01	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
45-49	0.83	1.92	0.29	0.38	0.87	3.00	0.41	0.27	0.53	0.65	1.25	0.42	2.50	0.26
50-54	0.97	0.31	0.45	0.40	0.92	0.00	0.42	0.51	0.67	0.42	0.58	0.40	1.30	0.48
55-59	0.72	0.00	0.45	0.89	1.00	0.00	0.54	0.95	0.40	0.43	2.04	0.35	0.91	0.45
60-64	0.79	0.42	0.39	0.29	0.63	1.25	0.38	0.00	1.03	0.19	0.77	0.40	0.36	0.34
65-69	0.82	0.00	0.29	0.00	1.13	0.00	0.30	0.00	1.43	0.00	1.00	0.00	0.63	0.44
70-	0.29	0.00	0.15	0.00	0.86	0.00	0.48	0.00	0.00	0.55	2.50	0.37	0.00	0.00
전체	0.80	0.47	0.27	0.37	0.92	0.80	0.38	0.38	0.67	0.33	1.24	0.31	0.92	0.26

부록 1. 주물사업장 공정별 총분진, 호흡성분진, 유리규산 분진 농도 및 호흡성분진 중 석영 함유량

		정지연 등의 측정 값(1995)			피영규 등의 측정 값(1997)			김현욱 등의 측정 값(1998)		
		*총분진 (mg/m ³)	*호흡성 분진 (mg/m ³)	**석영 함유량	*총분진 (mg/m ³)	*호흡성분 진 (mg/m ³)	*석영농도(지역) (µg/m ³) **석영함유량(지역)	*총분진 (mg/m ³)	*호흡성 분진 (mg/m ³)	*석영농도 (µg/m ³) **석영함유량
조형	지역	-	-	-	1.89 (0.34-11.22)	0.41 (0.08-3.94)	20.32(9.96-36.32) 6.35%	1.42 (0.38-6.70)	0.34 (0.05-2.32)	22.63(2.96-94.92) 5.15%
	개인	3.16±2.19	1.97±1.45	1.52%	-	0.85 (1.38-1.54)	27.75(11.00-95.80) 4.32%	-	0.46 (0.16-1.18)	15.85(2.06-60.72) 4.27%
용해	지역	-	-	-	2.40 (1.14-5.03)	0.45 (0.23-0.89)	15.19(13.72-16.84) 3.36%	1.44 (0.57-3.35)	0.38 (0.13-1.00)	16.11(10.16-31.83) 3.54%
	개인	4.36±2.15	2.51±2.07	1.68%	-	0.96 (0.78-1.19)	-	-	0.69 (0.40-1.03)	23.00(2.46-140.09) 5.94%
형해체	지역	-	-	-	2.32 (0.77-10.81)	0.56 (0.31-0.94)	30.91(14.75-50.41) 4.59%	1.24 (0.37-7.00)	0.36 (0.22-0.55)	17.10(3.17-56.27) 6.87%
	개인	-	-	-	-	1.20 (0.16-5.36)	45.63(19.69-139.26) 4.84%	-	0.53 (0.18-1.22)	23.85(5.99-75.43) 4.26%
마무리	지역	-	-	-	3.32 (1.29-14.15)	0.23 (0.06-0.82)	34.57(10.28-113.33) 14.69%	3.40 (1.03-8.37)	0.73 (0.32-1.59)	30.85(15.66-103.54) 5.09%
	개인	5.38±2.15	3.26±2.01	3.91%	-	1.28 (0.53-3.43)	21.26(20.27-22.41) 5.36%	-	1.06 (0.30-3.10)	31.75(1.95-132.67) 4.29%
중자	지역	-	-	-		-		1.85 (0.37-3.16)	0.43 (0.26-0.74)	11.40(4.02-39.20) 3.52%
	개인	-	-	-		-		-	0.46 (0.25-0.66)	10.84(7.66-25.34) 2.78%

주) * 기하평균 및 범위 ** 호흡성 분진 중 석영 함유량

진한글씨 : 공정별로 통계학적으로 유의한 차이가 인정되는 측정 값

부록 5. 연구대상자의 관찰인년(단위: 인년)

연령		계			1995			1996			1997			1998			1999		
		남성	여성	계	남성	여성	계	남성	여성	계	남성	여성	계	남성	여성	계	남성	여성	계
35	주물	5,810	547	6,357	1,651	150	1,801	1,502	146	1,648	1,248	121	1,369	903	82	985	506	48	554
-39	비주물	16,069	3,914	19,983	2,359	609	2,968	4,331	1,085	5,416	4,175	1,023	5,198	3,287	777	4,064	1,917	420	2,337
40	주물	8,871	1,244	10,115	1,236	201	1,437	1,489	227	1,716	1,745	247	1,992	2,047	275	2,322	2,354	294	2,648
-44	비주물	23,795	10,219	34,014	1505	798	2,303	3,732	1,864	5,596	4,943	2,256	7,199	6,236	2,556	8,792	7,379	2,745	10,124
45	주물	6,682	1,285	7,967	1,058	210	1,268	1,200	245	1,445	1,359	270	1,629	1,435	267	1,702	1,630	293	1,923
-49	비주물	15,953	9,057	25,010	1,182	697	1,879	2,685	1,566	4,251	3,491	2,008	5,499	4,031	2,282	6,313	4,564	2,504	7,068
50	주물	5,276	1,012	6,288	786	159	945	909	170	1,079	1,012	197	1,209	1,192	227	1,419	1,377	259	1,636
-54	비주물	12,442	6,267	18,709	846	427	1,273	2,084	1,028	3,112	2,699	1,307	4,006	3,188	1,601	4,789	3,625	1,904	5,529
55	주물	3,791	821	4,612	460	103	563	601	141	742	789	167	956	907	193	1,100	1,034	217	1,251
-59	비주물	8,642	3,533	12,175	417	152	569	1,153	470	1,623	1,984	773	2,757	2,356	976	3,332	2,732	1,162	3,894
60	주물	1,674	316	1,990	176	23	199	239	38	277	319	67	386	416	85	501	524	103	627
-64	비주물	3,088	911	3,999	107	44	151	310	106	416	563	173	736	886	243	1,129	1,222	345	1,567
65	주물	554	38	592	58	3	61	79	4	83	105	5	110	132	7	139	180	19	199
-69	비주물	897	279	1,176	29	18	47	98	27	125	173	51	225	247	78	325	350	105	455
70+	주물	222	5	227	23	0	23	33	0	33	44	0	44	56	2	58	66	3	69
	비주물	1,302	40	1,342	135	2	137	243	2	245	275	5	280	305	12	317	344	19	363
계	주물	32,880	5,268	38,148	5,448	849	6,297	6,052	971	7,023	6,621	1,074	7,695	7,088	1,138	8,226	7,671	1,236	8,907
	비주물	82,188	34,220	116,408	6,580	2,747	9,327	14,636	6,148	20,784	18,303	7,596	25,899	20,536	8,525	29,061	22,133	9,204	31,337