

고무산업의 직업성 암에 대한 고찰

한국타이어&테크놀로지 김승욱

1. 배경

고용노동부는 2017년 7월 현재, 현행 유해 요인 중 과학적 근거 축적과 진단기술의 발전으로 원인적 연관성이 밝혀진 유해 물질을 업무상 질병 인정기준에 반영하는 산업재해보상보험법 시행령(제34조 제3항 관련 별표3: 업무상 질병에 대한 구체적인 인정 기준)을 개정하고자 하였다. 개정안으로 제시한 내용 중 고무산업과 관련된 부분은 방광암, 백혈병, 위암, 비호지킨림프종, 다발성골수종, 폐암에 관한 것으로 고무산업에 종사한 것만으로 이상의 암 발병 또는 그로 인한 사망의 경우, 이를 직업성으로 인정토록 관련 법을 개정하고자 하였다. 개정의 취지는 근로자 보호의 강화라고 밝혔다. 저자는 고용노동부의 산업재해보상보험법 개정의 근거로 제시된 자료들을 면밀히 분석하여 개정의 취지에 부합되는 상당 인과관계가 고무 산업 내 존재하는지에 대해 검토하였다. 뿐만 아니라 국내외 과거 현재의 역학조사 연구, 학술 논문, 국가 통계 자료들을 비교 검토하여 일반인 대비 고무산업 종사자에게서 개정안에서 제시한 암의 초과 발병이 있는지, 즉 직업적 요인이 현존하는지에 대해 검토하였다.

2. 국내 고무 산업의 규모

가내 공업 형태로 시작한 한국의 고무제품제조 산업은 지난 100여년의 역사를 거치면서 비약적인 성장을 하였다. 세계 최고 수준의 기술력과 산업 경쟁력을 지니 국가 산업 발전에 크게 기여하고 있다. 특히 노동 집약적이며, 기술집약적인 산업 특성상 고용창출에도 큰 기여를 하고 있다. Table 1에 국내 고무산업 규모에 대해 요약하였다.

Table 1. 고무산업이 국민경제에서 차지하는 비중

| 구 분 | 고무산업(A) (고무제품제조업) | 제조업(B) | 전체 제조업 중 고무산업 비중 (A/B, %) |
|--------------|----------------------|-----------|---------------------------------|
| 생산 (십억 원) | 14,148 | 1,288,332 | 1.1 |
| 고용 (천명) | 53 | 3,957 | 1.3 |
| 수출 (백만 불) | 6,880 | 495,426 | 1.4 |
| 사업체 (개사) | 2,991 | 397,171 | 0.8 |

* 자료 1) 생산, 고용, 사업체 (국가통계포털) : 2014년
2) 수출(한국무역협회) : 2016년

국내 고무산업은 생산이 14조여원, 직접 고용인원만 53,000여명이며, 1,2차 공급선을 포함하면 총 25만명으로 추산되는 고용 효과를 가지며, 부양 가족을 포함하여 총 추산하면 약 100만 여명의 산업 부양 효과를 가지고 있는 것으로 평가된다. 이중 타이어 산업은 수출 세계 5위를 기록하고 있는 튼튼한 국제 경쟁력을 갖춘 산업 중 하나이다. 그러나 고무 제품 중 개도국과 기술 격차가 작은 분야의 업종은 생산비 저감을 통한 경쟁에서 이기기 위해 동남아로 이전을 고려하는 업종도 많음이 실상이다.

김 승 욱 (swkim@hankooktech.com)



충남대 이학박사(분석화학전공)
1986년 한국타이어 중앙연구소 입사
현 연구개발본부 화학물질관리개선업무 담당
화학물질의 평가 및 등록 등에 관한 법(화학법) 대응
TIP(WBCSD Tire Industry Project, www.wbcd.org)연구
TRWP(Tire Road Wear Particles)환경보건 영향 연구
대기 중 TRWP 측정분석법 ISO 표준화 참여

3. 고무 제품 제조 산업의 변천과 근로자 직업노출의 고찰

고무제품제조 공정에서 근로자의 직업적 노출과 질병과의 연관성을 직업의학적 관점에서 고찰하려면 근로

자가 취급하였던 원부재료의 변천 역사를 먼저 이해하는 것이 좋을 것이다. 고무산업의 직업적 노출, 즉 근로자가 취급한 고무재료와 공정 환경은 새로운 기술과 원부재료들이 등장함에 따라 많은 변화를 거쳐왔다. 이에 따라 직업적 노출과 질병과의 관련성이 과거 사례가 현

Table 2. 고무제품제조의 기술 및 재료의 변천과 근로자 노출 요약

| 연대 | 재료/공정 변천 | 노출/위해 요소 | 비고 |
|-------------|-------------------------|------------------------------|--|
| 1839 | 가황법의 발견 | | |
| 1900~ | 카본블랙 적용 | 비산먼지에 대한 노출 | 피부/폐, 분진성 카본블랙은 블랙카본 (디젤슈트)과는 다름 |
| 1920-30 | 배합공정의 혁신 밴버리믹서의 발명 및 개량 | 비산약품노출/위해 감소 | 밀폐식 믹서 사용 |
| 1930-1940 | 각 종 가황촉진제의 발명과 사용 시작 | 고무제품 생산성 증대 및 고무흡 노출 대두 | 영국기준(전세계 유일): 0.6 mg/m ³ , 핵산가용성 성분 |
| 1920s~1940s | 여러 종류의 노화 방지제 적용 시작 | 2-나프틸아민(β -나프틸아민)에 노출 | 방광암과 유관 (IARC monograph 1982) 1949년 영국 2-나프틸아민 제조 및 사용금지 |
| 1970~ | 레디얼 타이어의 시작 | 실리카(무정형)적용 | 무정형실리카/비 발암성임(결정성 유리규산과는 다름) |
| 1980-1990 | 가황촉진제 일부 퇴출 | 니트로소아민 노출 방지 | 가황촉진제 중 이차아민구조를 가진 니트로소아민 유발 source의 가황촉진제 퇴출 |
| 1990~ | 친환경 유기용제 적용 | 벤젠 free | 탈BTX유기용제 사용 또는 수용성 접착제 개발(신발산업) |
| 1990~ | 배합 가공유 개선 | Low PAH oil도입 | PAH 함유 광물유 퇴출 국제기준 Bayproton 0.35%이하(ISO핵자기 공명분광분석법 기준) |
| 2010~ | 나노입자의 적용 연구시작 | 현재로는 불분명 | OECD: 고무 및 타이어산업에서의 나노물질 사용 백서 발간(2014년), 타이어 중 신 나노물질 사용에 따른 전과정위해성 평가 및 안전사용지침 개발 중(TIPG* & OECD 협력 사업) 국내 산업안전보건연구원 등 나노물질 연구 결과 발간 |

* TIPG : Tire Industry Project Group, 2006년 결성된 11개사 타이어 제조사(전세계 생산량의 65% 담당)의 국제 공동환경연구 그룹임. 연구 주관은 세계지속가능경영협회(WBCSD, www.wbcd.org), 연구추진은 미국의 CardnochemRisk가 담당하며, 연구의 불편부당성을 검증하기 위한 제3자 review를 정기적으로 실시하고 있음. 연구결과들은 주요 해외 환경 및 독성학회지에 발표되었고, 타이어마모입자의 환경위해성 평가 및 대기/토양/수계에서의 농도 평가법이 국제표준화기구를 통해 기 표준화 하였거나 진행 중임. 최근에는 나노물질에 대한 전과정 평가 연구를 추진중임. 연구결과들은 www.wbcd.org 에서도 볼 수 있으며, 국내 참여기업으로는 한국타이어, 금호타이어 2개사임.

재에 계속하지 않을 수 있고 또는 그 반대일 수도 있어 고무 제품 제조의 기술 변천 과정과 그에 따른 질환을 살펴보는 것이 매우 중요하다.

첫 번째 고무제품제조에서의 대변혁은 1839년 찰스 굿이어에 의해 황을 이용한 가황법이 발견된 것이 그것이다. 고무 배합에 황을 첨가하면서부터 오늘날 우리가 알고 있는 탄성을 지닌 고무 제품의 생산이 가능하게 되었다. 1903년 미국 포드자동차의 설립으로 자동차 소유가 그 당시 공장근로자에게 까지 구매가 가능할 정도로 저렴한 대량 생산(포드 T형 모델 1,000만대 생산 기록) 시대가 열렸고 고무 수요는 급격히 늘어났다. 이에 발 맞추어 고무 생산성 증대에 크게 이바지 한 것이 가황 촉진제의 등장이다. 대량의 고무를 보다 쉽게 배합해 내는 내부믹서(internal mixer)인 밴버리믹서의 발명 또한 고무산업에서 큰 변혁의 하나였다. 고무제품의 내마모성을 올리기 위한 보강제의 대표 주자로 카본블랙의 사용, 고무노화방지제의 개발 등 고무 산업은 1920년-1940년 사이에 앞에서 열거한 변천들이 연이어 일어났다. 특히 인터널 믹서인 밴버리믹서는 1920년대 고무제품제조에서 직업환경의학적 측면에서 보면 하나의 대사건이라 아니할 수 없다. 그간 오픈 롤러에서 배합할 때 개방공간에 비산되어 고무 약품과 카본블랙 등이 작업자들에게 직접 노출되는 것을 밀폐식 용기 내에서 배합이 가능해져 노출이 급감하게 된 점은 직업의학적 관점에서 그 가치를 높이 인정해야 할 것이다. Table 2에 고무제품제조의 기술 및 재료변천과 주요 근로자 직업 노출에 대해 요약하였다.

1970-80년대 1,2차 오일 쇼크에 따라 고무산업은, 특히 타이어 산업은 또 한번의 재료 및 제조 공정에서의 혁신이 이루어졌다. 그러한 혁신 중 대표적인 것이 스틸 래디얼타이어와 실리카를 배합한 저연비 타이어의 생산이 그것이다. 이 과정에서 매우 극성인 실리카(무정형 실리카 입, 비발암성 입, 결정성 유리규산과는 무관)를 비극성인 고무 중에 배합하기 위해 실렌(silane)을 동시에 배합함에 따라, 배합 후 VOC(휘발성유기화합물)로 에틸알코올이 발생하는 것이 특징인데, 에틸알코올은 공정 중 인체에 대한 노출이 없고 물에 잘 녹아 고무배합 중 실리카 고무에서 발생한 에틸알코올은 기체상태로 휘발하여 밴버리 믹서와 연결된 환경배출 시설인 water scrubber 등에서 쉽게 걸러지게 되므로 근로자나 공장 주변지역에 노출은 우려되지 않는다. 2008년 유럽의 REACH(유럽연합신화학물질등록법) 시작에 이어 한국의 화학물질의 등록 및 평가에 관한 법률(2015, 일명

화평법)은 고무산업에서 화학물질의 취급 및 관리에 대한 경각심을 한 차원 높이는 계기가 되었다. 앞서 table 2에서 요약한 것처럼 고무제품제조에서 재료/제조공정의 혁신은 향후에도 지속될 것이다.

4. 고용노동부 직업성 암 연구 결과의 검토

4-1. 고용노동부 직업성 암 인정기준 연구용역의 검토

고용노동부는 2017년 약 7개월에 걸쳐 과거 해외 연구사례 분석 등을 활용한 연구용역을 통하여 “유해물질과 질병의 연관성 분석을 통한 인정범위 확대방안 연구” 결과(발간등록번호 11-1492000-000422-01)를 발표하였다.

이 연구 결과를 바탕으로 고무산업에서 근무한 이력만으로 고무 산업에 종사한 근로자에게 발생한 방광암, 백혈병, 위암, 비호지킨림프종, 다발성골수종, 폐암의 경우 이를 직업성으로 인정하고자 하였다. 타이어를 포함한 고무제품제조업을 직업성 암을 유발하는 산업으로 인정하여 산업재해보상보험법 시행령 제34조 별표 3에 “더”목을 신설하여 고무제품제조업에서의 방광암, 백혈병, 위암, 비호지킨림프종, 다발성골수종, 폐암을 직업성 암으로 인정토록 산업재해보상보험법 시행령을 개정하고자 하였다.

산업재해보상보험법은 사업주에게 근로자의 보호를 위해 엄격히 책임을 묻는 법이다. 그러므로, 고무산업에 종사한 근로자에게 노출된 유해요인과 개정안에서 제시한 직업성 암과의 상당인과관계가 구체적이고 객관적으로 명확하여야 한다.

이에 저자는 산업재해보상보험법 개정에서 제기한 특정 암의 발생이 고무산업 근로자의 직업노출과 연관성이 있는가? 그리고 있다면 어느 정도 노출 수준과 노출기간에 의해 직업성 암이 발병하는가? 그리고 그에 대한 명확한 인정 기준의 제시가 있는가? 하는 것에 주목하여 고용노동부 연구 용역보고서를 재검토 하였다. 상기 고용노동부 용역 보고서의 내용 중 고무산업의 발암성 검토(고용노동부 발간등록번호 11-1492000-000422-01, P58-P61) 결론 부분을 원문 그대로 인용하면 다음과 같다.

4-1-1. 고용노동부 용역보고서 상의 발암성 고찰(연구용역보고서의 원문 인용)

순수하게 고무흙(rubber fume)의 건강영향 혹은 발암성을 연구한 문헌은 거의 없으나, 고무 제조 산업은 인간에서 증거가 충분한(sufficient evidence) 발암 공정으로 알려져 있으며, 국제암연구소(IARC)에서 1급 발암물질로 규정하고 있다(2012 IARC monograph 100F). 세부적인 암 종류는 현재 방광암, 백혈병, 위암, 악성 림프종(다발성골수종 포함), 폐암은 충분한 근거(sufficient evidence), 전립선암, 식도암, 후두암은 제한적인 근거(limited evidence)가 있는 것으로 알려져 있다. 뇌암, 갑상선암, 췌장암과의 관련성은 아직 논란이 있다. 동물실험연구 결과 rat에서 호흡기계 및 소화기계 암이 증가한다는 보고가 있으며, 고무흙은 Salmonella typhimurium에 돌연변이 발생 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 고무 제조 산업은 공정 과정에서 다양한 화학물질들에 복합적으로 노출되기 때문에 발암 원인 및 기전을 정확히 밝히는 것은 어려운 일이지만, 다양한 유전독성 효과가 복합적으로 작용하여 발암 위험도를 증가시키는 것으로 추정하고 있다.

4-1-2. 방광암(bladder cancer)

방광암과 고무 제조 산업과의 관련성은 많이 알려져 있으며, 1982년 국제 암연구소(IARC)는 고무 제조 산업을 방광암 발생에 충분한 근거(sufficient evidence)가 있는 1급 발암물질(group 1)로 지정하였다. 이후의 연구들에서도 비슷한 결과들이 확인되었으며, 2012년 국제암연구소의 monograph 100F-36 에서도 고무 제조 산업은 방광암 발생 증가에 충분한 근거(sufficient evidence)가 있는 것으로 결론지었다. 노출기간과 방광암 발생 및 사망에 대한 연구는 연구 결과는 많지 않았고, 일부 연구 결과들 역시 기간이 다양하게 나타나고 있으므로 현재 시점에서 결론을 지을 수 없다.

4-1-3. 백혈병(leukemia)

국제암연구소(IARC)는 1982년 monograph 28, 2012년 monograph 100F-36 에서 고무 제조 산업이 백혈병 발생 증가에 충분한 근거(sufficient evidence)가 있는 것으로 결론지었다. 하지만 노출기간과 백혈병 발생 및 사망에 대한 연구는 연구 결과가 많지 않았으므로 현재 시점에서 결론을 지을 수 없다.

4-1-4. 위암(stomach cancer)

국제암연구소(IARC)는 1982년 monograph 28, 2012년 monograph 100F-36 에서 고무 제조 산업이 위암 발생 증가에 충분한 근거(sufficient evidence)가 있는 것으로 결론지었다. 하지만 국내에는 위암의 위험인자로 알려져 있는 헬리코박터 감염률이 높고, 짙선염이 많이 포함된 음식의 섭취률이 높으며 음주률이 상당히 높기 때문에 직업적 노출에 의한 위암 발생의 위험도 보다는 이러한 개인적인 소인에 의한 위암 발생의 위험도가 더 높을 것으로 생각된다. 따라서 국내에서는 위암을 인정 기준에 포함시키는 것이 아직까지 합당하지 않을 것으로 생각된다. 노출기간과 위암 발생 및 사망에 대한 연구는 연구 결과는 많지 않았으므로 현재 시점에서 결론을 지을 수 없다.

4-1-5. 악성 림프종(malignant lymphoma, included multiple myeloma)

국제암연구소(IARC)는 1982년 monograph 28에서 고무 제조 산업은 악성림프종 발생 증가에 제한된 근거(limited evidence)가 있는 것으로 발표하였으나 2012년 monograph 100F-36에서 고무 제조 산업이 악성 림프종 발생증가에 충분한 근거(sufficient evidence)가 있는 것으로 수정하였다. 또한 다발성 골수종의 발생 증가에도 충분한 근거(sufficient evidence)가 있는 것으로 결론지었다. 하지만 노출기간과 악성 림프종(다발성 골수종 포함) 발생 및 사망에 대한 연구 결과는 찾을 수 없었다.

4-1-6. 폐암(lung cancer)

국제암연구소(IARC)는 1982년 monograph 28에서 고무 제조 산업은 폐암발생 증가에 암시적인 근거(suggestive evidence)가 있는 것으로 발표하였으나 2012년 monograph 100F-36에서 고무 제조 산업이 폐암 발생 증가에 충분한 근거(sufficient evidence)가 있는 것으로 수정하였다. 폐암의 경우는 다른 암 종들과 달리 모든 고무 제조 산업 근로자에서 위험도가 증가하는 것이 아니고, 고무흙이나 유기용제에 많이 노출되는 밀링(miling), 가황(curing), 경화(vulcanizing) 등의 공정에서 작업하는 근로자들에서 위험도가 높게 나타났다. 노출기간과 폐암 발생 및 사망에 대한 연구는 연구 결과는 많지 않았으므로 현재 시점에서 결론을 지을 수 없다.

Table 3*. Bladder cancer mortality in England before/after naphthylamine banned at 1949

| | (A) 12,779 men | | (B) 18,118 men | | (C) 9,970 men | |
|----------|-------------------|------|-------------------|------|------------------|------|
| | (O) | (E) | (O) | (E) | (O) | (E) |
| Tire | 13 | 13.4 | | | | |
| Non-Tire | 23 | 11.6 | | | | |
| Total | 36 | 25 | 24 | 22.3 | 13 | 13.4 |
| MR | 1.44 | | 1.08 | | 0.97 | |

: Started work before 1 January 1950 in a factory where the suspect antioxidant had been used(12,779 men)

(A) : Started work on or after 1 January 1950 in a factory where the suspect antioxidant had been used*18,118 men)

(B) : worked in factories where purportedly the suspect antioxidants had never been used(9,970 men)

(O): Observed number of deaths

(E) : Expected number of deaths

* IARC monograph volume 28(1982), P189의 자료를 요약 정리한 내용임)

4-1-7. 전립선암(prostate cancer),
식도암(esophageal cancer),
후두암(larynx cancer)

국제암연구소(IARC)는 2012년 monograph 100F-36에서 고무 제조 산업이 전립선암, 식도암 및 후두암의 발생 증가에 제한적인 근거(limited evidence)가 있는 것으로 결론지었다. 따라서 현행 업무상 질병 인정기준에 포함시키지 않는 것이 합당하다.

4-2. 고용노동부 용역연구보고서 중 고무산업의 직업성 암에 대한 재검토

고용노동부의 용역 보고서 중 고무산업에서 직업성 암과 연관성이 확실히 밝혀진 암은 방광암(원인물질 2-나프틸아민*, 일명 베타나프틸아민)과 백혈병(벤젠*을 함유한 유기용제의 사용)이다. 위암 폐암은 각각 고무 dust 및 fume을 그 원인일 것으로 추정하고 있다.

* 2-나프틸아민과, 벤젠은 이미 산업재해보상보험법 34조의 별표3의 인정기준에 등재되어 있음

검토에 의하면 고무 직종 근로자에서 방광암은 직업성 암으로 인체에 대한 발암증거가 가장 확실히 밝혀진 대표적인 암 중이다. 1920-30년대 고무용 노화방지제로 사용한 Nonox S 중에 약 0.25% 정도 불순물로 함유되었던 2-나프틸아민(일명 β-Naphthylamine)이 방광암의 원인 물질이라는 것이 영국 고무산업 근로자에서 최초로 확인되었다(IARC, International Agency for Research on Cancer, 1982년 monograph Volume 28). 이에 따라 영국 보건성은 2-나프틸아민을 함유한 노화방지제의 생

산과 사용을 1949년에 금지하였다. IARC monograph volume 28(1982)의 방광암에 대한 역학조사 내용을 검토하여 보면 다음과 같다(mono V28, P189). 2-나프틸아민을 사용하는 고무제품 제조 근로자에서 거의 일반인 대비 2배 가까운 표준화 사망률(SMR: Standard Mortality Ratio, 이 값이 1보다 크고 95% 신뢰수준이 통계적으로 유의할 때 대조군 대비 초과 사망을 의미, 즉 직업적 요인에 의한 사망이 초과 발생함을 의미 함)이 나타나므로 1949년을 기점으로 2-나프틸아민 함유한 노화방지제의 생산을 금지하였고, 이를 고무제품 제조에 사용하는 것을 금지하였다.

2-나프틸아민 사용 금지 이전과 이후의 방광암 사망률을 조사한 결과를 요약하면 Table 3과 같다. 우선 근로자를 3개군으로 구분하였다. (A)군은 1950년1월1일 이전에 고무제조에 종사한 근로자 12,779명으로 2-나프틸아민을 사용한 공장의 근로자 그룹이다. (B)군은 1950년 1월1일 이후 고무제품제조 근로자 18,118명 그룹으로 2-나프틸아민을 사용한 것으로 추정되는 공장의 근로자 집단이다. (C) group은 2-나프틸아민을 전혀 사용한 적이 없는 공장의 근로자 그룹 9,970명이다. 각 군의 관찰사망수(O), 기대사망수(E)와 사망비(MR)를 비교하면 Table 3과 같다.

1950년 이전 2-나프틸아민에 노출된 근로자 그룹인 (A) group에서 사망률(MR 1.44)은 다른 group에 비해 높음을 알 수 있었다. 특히 (A) group에서 비 타이어 근로자 group의 경우는 사망률이 1.98(23/11.6)로 일반인 대비 약 2배 정도로 높음을 알 수 있었다. 그러나 2-나프틸아민을 함유한 노화방지제의 사용을 금지한 이후에 고무산업에 종사한 근로자 group인 (C) group은 일반인 대비 낮은 방광암 사망률(MR 0.97)을 보이고

Table 4. Summary of bladder cancer data from epidemiological studies (IARC Mono 28)
P202, Table 14 & Table 15)

| Name | Type of study | No of subjects | Period | Exposure | Total No. of death (all causes) | | Bladder cancer | | | |
|---------------------|---------------|---------------------------|-------------|-------------|---------------------------------|--------|-------------------|-------------|----------------|--------------------|
| | | | | | Obs | Exp | SMR | RR | Obs | Exp |
| AndjelKovich (1976) | Cohort | 8,418 | 1964 - 1973 | unspecified | 2,373 | 2524.5 | 116 | | 21 | 18.1 |
| AndjelKovich (1978) | Cohort | 1,649 | 1964 - 1973 | | 279 | 270.9 | 204 | | 2 | 1.0 |
| Case(1966) | Survey | | 1936 - 1965 | | | | 164 550 204 | | 26 22 20 | 15.9 4.0 9.8 |
| Cole (1972) | Case-control | 461 cases 485 controls | 1967 - 1968 | | | | | 1.6 | | 51 |
| Checkoway (1981) | Case-control | | 1940 - 1974 | | | | | 1.1~ 1.5 | | |
| Howe (1980) | Case-control | 480 cases 480 controls | 1974 - 1976 | | | | | 5.5 | | |

있어 방광암이 2-나프틸아민과의 연관성을 강하게 시사한다. 그러나 2-나프틸아민을 함유한 노화방지제를 금지한 이후에도 1982년까지의 역학조사 결과(IARC monograph Table 15, V.28, P206-208) 를 보면 여전히 방광암에 의한 관찰 사망이 기대사망수 보다 적은 경우도 있지만 많은 예를 다수 볼 수 있었다. 그러나 역학조사의 cohort(역학조사 대상 집단을 코호트라 함)의 크기와 방광암 표준화사망률(SMR)에 대한 95% 신뢰도 구간이 표시되지 않아 통계적으로 유의한지에 대해서는 검토가 더 필요하다고 판단된다(Table 4).

또한 이 기간 중 고무산업 근로자에 대한 노출평가 결과 dust, fume, PAH 등의 노출 수치 WEL(Work Exposure Limit)가 꾸준히 감소하고 있음을 밝히고 있다. 이러한 지표는 방광암을 비롯한 고무산업에서 직업성 암으로 거론하였던 암 들의 발생률 및 사망률 감소에 긍정적으로 작용할 것으로 판단된다. 무엇보다 산업재해 보상보험법 시행령에 고무산업에 대한 “직업성 암” 신설을 위해서는 법에서 특정한 암에 대한 직업적 인과관계가 분명히 밝혀져야 함은 물론이고, 업무상 질병 임을 확인하기 위한 구체적인 인정기준이 마련되어야 한다. 그러나 거론된 개정안(고무제품제조 공정을 발암성으로 인정)이나 직업환경의학회 2016년 연구인 “유해물질과 질병의 연관성 분석을 통한 인정범위 확대방안 연구, 2016.12

(2016년 고용노동부의 학술연구용역사업의 일환으로 연구되었음, 발간등록번호 11-1492000-000422-01)” 에는 어디에도 구체적인 고무산업의 직업성 암 인정기준을 밝히지 못하고 있다. 다만 연구용역보고서 상에 방광암, 폐암, 백혈병, 림프종을 비롯한 고무산업의 특정 암에 대해 “일부 연구 결과들이 다양하게 나타나고 있으므로 현재 시점에서 결론을 지을 수 없다. 노출기간과 발생 및 사망에 대한 연구는 연구 결과가 많지 않았으므로 현재 시점에서 결론을 지을 수 없다” 라고만 밝히고 있다. 뿐만 아니라 국내 타이어 3사의 내부 자료 검토에 의하면, 2-나프틸아민이 함유된 물질을 사용한 기록이 없으며, 방광암의 초과 발생도 관찰되지 않았다. 직업환경의학회의 주장의 주요 배경은 국제암연구소(IARC)의 과거 고무산업에 대한 발암 위험성에 기초하고 있다. 즉, 1950년 이전 고무산업에서 사용한 노화방지제 중 2-나프틸아민이 고무 근로자에게서 방광암 초과 발생의 원인으로 된 것에 기초하고 있다. 방광암 외 기타 암도 주로 수십년 전 자료에 기초하여 고무 산업을 발암 산업으로 추정하였다. 그러나 table 2에 요약 정리한 것과 같이 국내 고무산업에서는 인과관계가 밝혀진 방광암의 원인 물질인 2-나프틸아민이 함유된 고무재료가 사용된 예가 없다는 점을 분명히 인식할 필요가 있다. IARC의 그러한 고무산업의 발암성 주장은 현재 초과발암의 존

Table 5. 유럽연합과학위원회의 고무산업의 dust와 fume에 대한 직업노출의 opinion¹⁾

| 노출항목 | 노출기준 |
|--|---|
| 8시간시간가중 평균노출농도(8-hour TWA) | 해당사항 없음 |
| 단기노출기준(STEL) | 해당사항 없음 |
| 생물학적 노출농도(BLV) | 해당사항 없음 |
| 발암성으로 추가 분류(additional categorization) | 발암 군으로 분류되어야 할 어떤 결론도 없음 No conclusion on cancer category can be made |

재를 의미한다기 보다는 과거 사례를 근거로 향후에 대한 예방적 차원의 주장이라고 이해하여야 할 것이다. IARC를 제외한 국내외 어떤 독성연구기관들도 별도로 정하여 현재의 고무산업을 발암산업으로 규정하는 곳이 없다는 점도 주목할 만하다.

고무산업은 공정 특성상 연속적인 경우가 많고, 사용하는 물질도 고무 제품의 종류만큼이나 다양하다는 특징을 가지고 있다. 즉 동일한 공정이라도 제조하는 제품에 따라 사용하는 원료가 상당히 다를 수 있다. 이는 근로자에게 노출될 수 있는 물질도 다를 수 있다는 것을 의미한다. 뿐만 아니라, 해당 공정에서 질병과 관련한 것으로 알려진 물질을 사용하지 않는다며, 그 물질과 관련한 질병(암)도 직업성(암)으로 인정할 수 있는 근거가 사라진다. 따라서 공정이나 작업 단위 또는 고무산업 전체를 포괄적으로 발암성으로 인정하는 법제화는 타당치 못하다. 고무산업의 특성과 기술 변천과 제조 공정의 변화에 따른 시대적 변천을 원천적으로 법에서 뒷받침할 수 없게 되는 것이기 때문이기도 하다. 산업재해보상보험법 시행령 개정 중 고무산업의 직업성 암 신실에서 특정한 방광암, 백혈병을 제외한 폐암, 위암의 경우 직업환경의학회 연구보고서(2016)에 의하면 고무흡/고무분진을 해당 암과 상당인과관계가 있는 것으로 추정 보고하였다. 즉, “고무제조산업에서 암 발생의 기전에 대해서는 아직 명확히 밝혀진 바는 없으나 복합적인 화학물질이 유전독성 효과를 나타내고 암을 유발한다고 생각되고 있다”라고 보고하고 있다. 여기서 복합적인 화학물질이란, 고무흡(fume)을 말하는 것으로 고무 흡(fume)은 고무 믹싱공정 및 열과 압력을 가하여 완성품을 만드는 가황공정 단계에서 주로 발생한다. 그러나 2016년 유럽연합과학위원회의 고무흡과 고무분진의 노출기준에 대한 공식 보고서¹⁾에 의하면, 고무흡/고무분진을 발

암성으로 분류해야 할 아무런 결론이 없다고 보고하였다.

4-3. 국내 고무제조업의 암 사망률 및 암 발병률

과거 IARC의 연구 결과에서 밝힌 고무 산업에서의 방광암과 백혈병은 이미 각각 그 원인물질이 2-나프틸아민 및 벤젠이라는 것이 잘 알려져 있지만 그 외 암에 대해서는 고무제조업의 직업적 노출의 복잡성 때문에 암 발생률 및 그로 인한 사망률의 증가와 노출간에 연관성을 명확히 결론 짓기 힘들다고 지적한 고용노동부의 연구용역보고서에 주목하여 모든 원인에 의한 표준화 사망비를 파악하였다.

암 발병에 관한 표준화발병율(SIR)에 대한 연구 결과는 2012년 한국산업안전보건연구원에서 발표한 전국 근로자 연령별, 직종별, 성별 사망률(및 암발생률) 데이터 구축(II)를 참고할 수 있다. 이 연구 결과는 국내 고용보험에 가입된 전국 직장 근로자 1,130만명의 수진기록 및 사망기록을 기초한 연구보고로 국내 고무산업직군 근로자들이 타 직군 근로자에 비해 특정 암의 초과 발생이 있는지 파악하는데 중요한 자료라 아니할 수 없다. 보고서의 연구 필요성 및 목적 부분을 인용하면 다음과 같다. “우리나라에서 수행된 직업코호트 연구는 대부분 일반인구를 비교집단으로 표준화사망비 혹은 표준화발생비를 분석함에 따라 건강근로자 효과에 의한 편견이 주된 제한점으로 작용해 왔다. 이러한 제한 점을 극복하기 위해 2011년 연구를 통해 한국의 고용보험가입대상 근로자의 사망률 및 암 발생률을 제시한바 있다. 본 연구는 2011년 연구의 후속연구로 2차년도 기 설계된 코호트를 활용하여 암 사망률과 발생률에 대한 표준화사망비(standard mortality ratio, SMR)와 표준화발생비(standard incidence ratio, SIR)을 질병별, 성별, 업종별, 직종별로 구하는 첫 번째 목적으로 하였으며, 이 결과를

1) SCOEL/OPIN/2016-402 Rubber fumes and dusts Opinion from the Scientific Committee on Occupational exposure Limits(2016.9.12)

Table 6. 국내 고무 및 플라스틱 직종의 암 발병률(SIR) 및 암 사망률(SMR) 요약*

| 암 종류 | 성별 | 발병률(SIR) | 사망률(SMR) |
|---------|----|----------|----------|
| 방광암 | 남 | NA | 0.82 |
| | 여 | NA | NA |
| 백혈병 | 남 | 0.97 | 0.73 |
| | 여 | - | 0.82 |
| 폐암 | 남 | 0.95 | 0.77 |
| | 여 | 0.94 | 0.75 |
| 비호지킨림프종 | 남 | 0.88 | 0.81 |
| | 여 | | 0.98 |
| 위암 | 남 | 1.05 | 0.88 |
| | 여 | 0.95 | 0.95 |

*한국산업안전보건연구원 보고서: 전국 근로자 연령별, 성별 사망률(및 암발생률)데이터 구축(II) 2012

Table 7. 고무 제품제조업의 방광암(C65)의 SIRg 와 SMRg -연구 보고서 전국 근로자 연령별, 성별 사망률(및 암발생률)데이터 구축(II) 2012

| 직종 | 성별 | 방광암 발병률(SIR) | 방광암 사망률(SMR) |
|----------------|----|--------------|--------------|
| 고무제품 및 플라스틱제조업 | 남 | NA | 0.82 |
| | 여 | NA | NA |

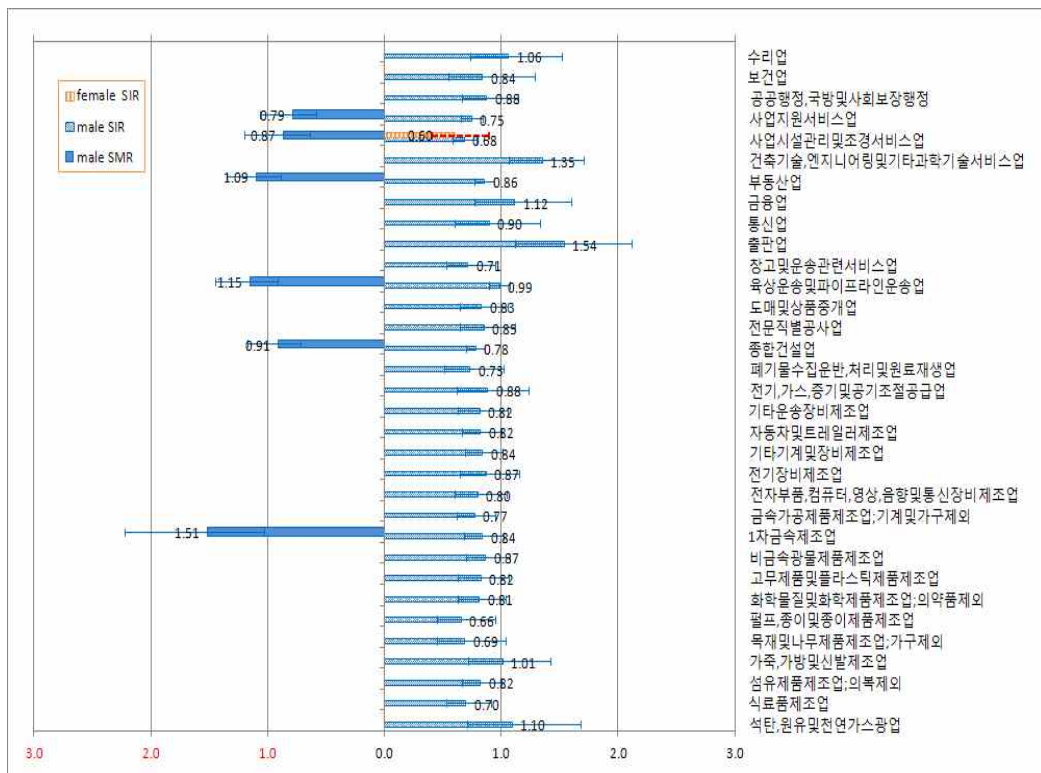


그림1. 성별 중분류업종별 방광암(C65) SMRg 및 SIRg(부록표 80):- 연구 보고서 전국 근로자 연령별, 성별 사망률(및 암발생률)데이터 구축(II) 2012, P95에서 발췌 인용

Table 8 백혈병(C91-95) 발병률(SIR) 및 암사망률(SMR)

| 직종 | 성별 | 백혈병 발병률(SIR) | 백혈병 사망률(SMR) |
|----------------|----|--------------|--------------|
| 고무제품 및 플라스틱제조업 | 남 | 0.97 | 0.73 |
| | 여 | | 0.82 |

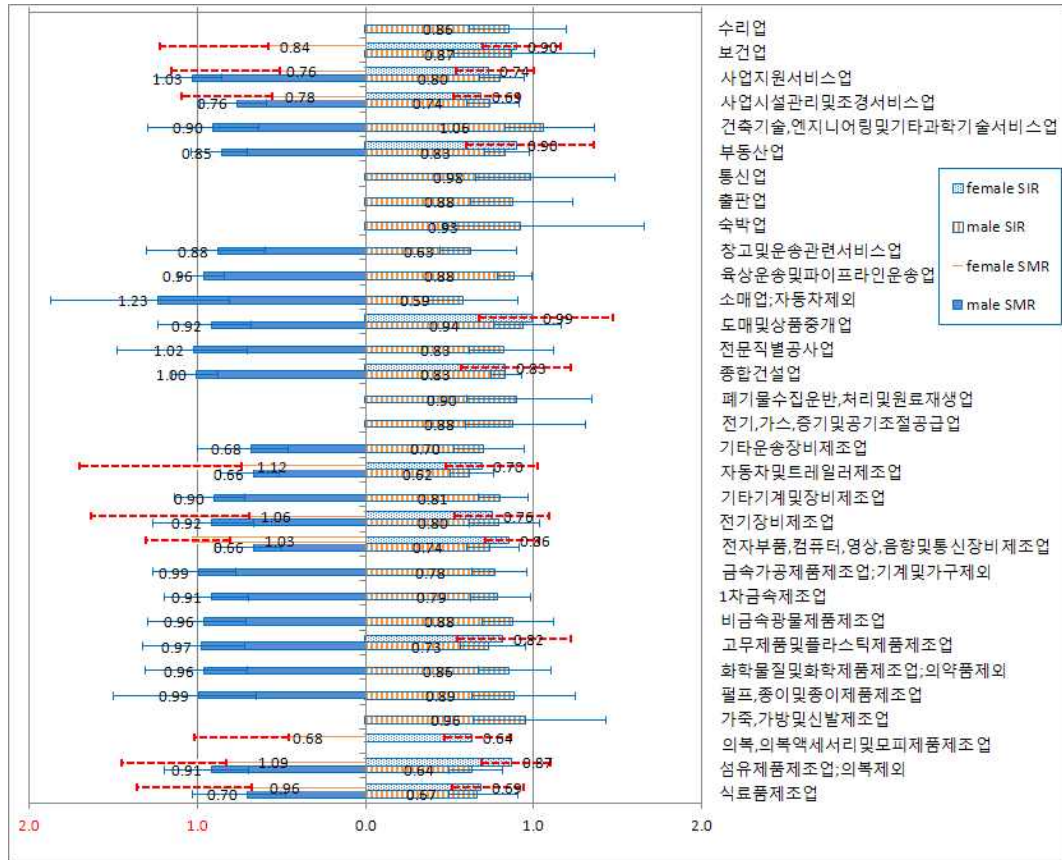


그림 2. 성별 중분류업종별 백혈병(C91-95) SIRg & SMRg(부록표 90)

통해 건강근로자효과를 고찰하는 것은 두 번째 목적으로 하였다. 이상 연구 목적에서 밝힌 바와 같이 건강근로자 효과가 배제된 고무제조업종 근로자의 암 사망률(SMR)과 암 발생률(SIR) data를 확인한다면, 고무 산업 내 업무상 질병으로서의 직업성 암이 존재하는지? 를 파악할 수 있을 것이다.

일반적으로 근로자의 암사망률(SMR)/암발병률(SIR)은 일반 국민대비 낮다. 일반 국민 보다 암사망률과 암발병률이 낮은 것만으로 산업 내 직업성 요인이 완전히 없다고 하기에는 부족하다. 왜냐하면 근로자는 건강 집단이므로 암사망률이나 발병률이 낮을 수밖에 없다. 이를 근로자 건강 효과(worker health effect)라 한다. 따라

서 타 업종 근로자의 암 발병률(SIR)이나 표준화암사망률(SMR)과 비교 해보는 것이 근로자 건강 효과에 의한 왜곡을 배제하는데 의미가 있다. 2012년도 한국산업보건연구원에서 고용보험에 가입한 근로자 11,342,815명(관찰인년, observed person-year은 141,442,957인년, 암 발생률 분석의 경우 관찰인년은 130,099,698 인년 임)에 대한 직군 직종별 남녀별 암 사망 및 암발병률을 비교한 데이터베이스 구축 연구 결과(II)에 의하면 고무제품제조업 종사자에서 암 발생 및 사망률은 일반국민 보다 낮으며, 타 직군 직종 대비 같거나 낮은 것으로 파악되었다. 세부 내용을 보고서의 자료를 인용하여 정리하면 Table 6~11와 같다.

Table 9 폐암(C33-34)의 암 발생률(SIR) 및 암 사망률(SMR)

| 직종 | 성별 | 폐암 발생률(SIR) | 폐암 사망률(SMR) |
|----------------|----|-------------|-------------|
| 고무제품 및 플라스틱제조업 | 남 | 0.95 | 0.77 |
| | 여 | 0.94 | 0.75 |

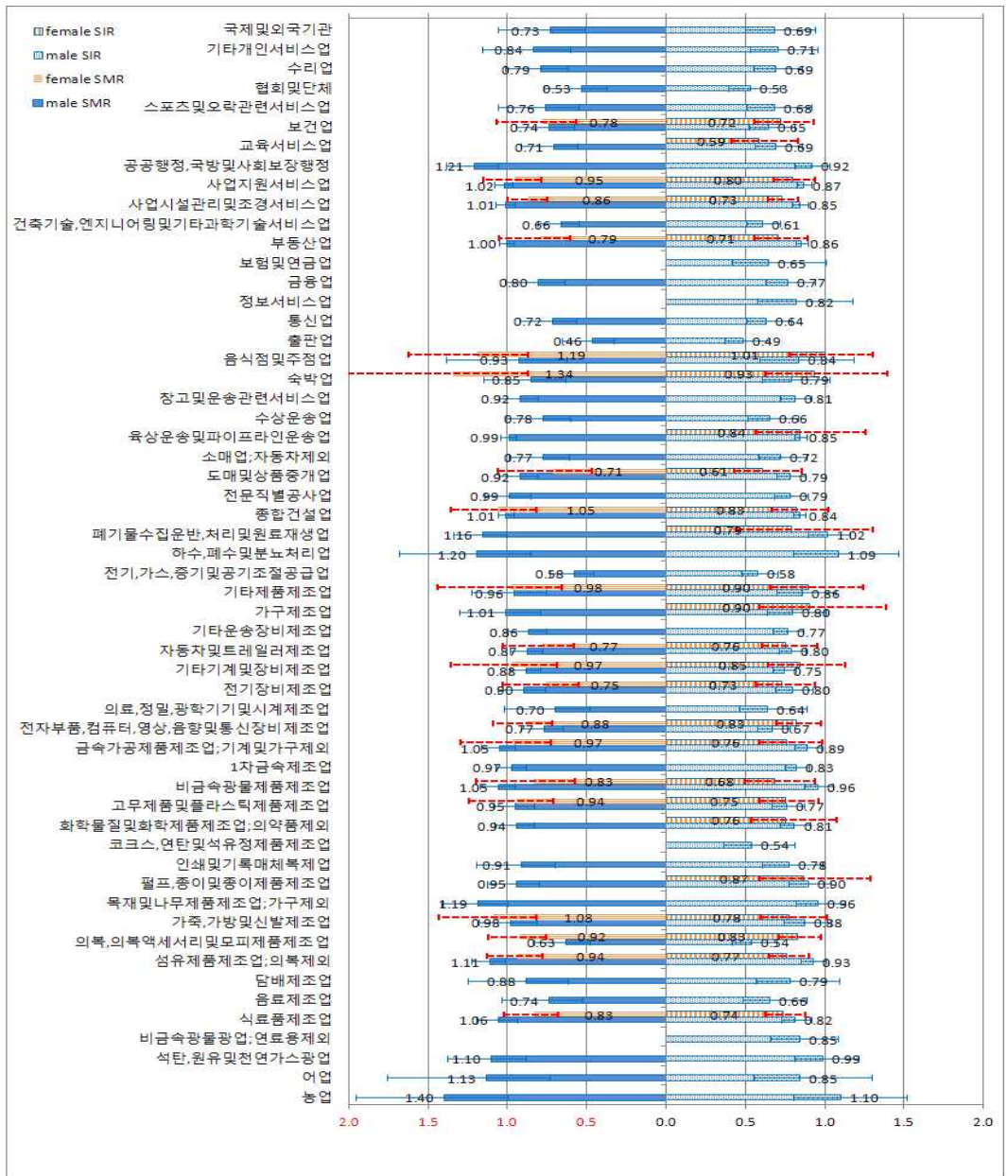


그림 3. 성별 중분류업종별 폐암(C33-34) SIRg & SMRg(부록표 64)

Table 10. 비호지킨림프종(C82-85, C96)의 발생률(SIR) 및 암사망률(SMR)

| 직종 | 성별 | 비호지킨림프종 발생률(SIR) | 비호지킨림프종 암사망률(SMR) |
|----------------|----|------------------|-------------------|
| 고무제품 및 플라스틱제조업 | 남 | 0.88 | 0.81 |
| | 여 | | 0.98 |

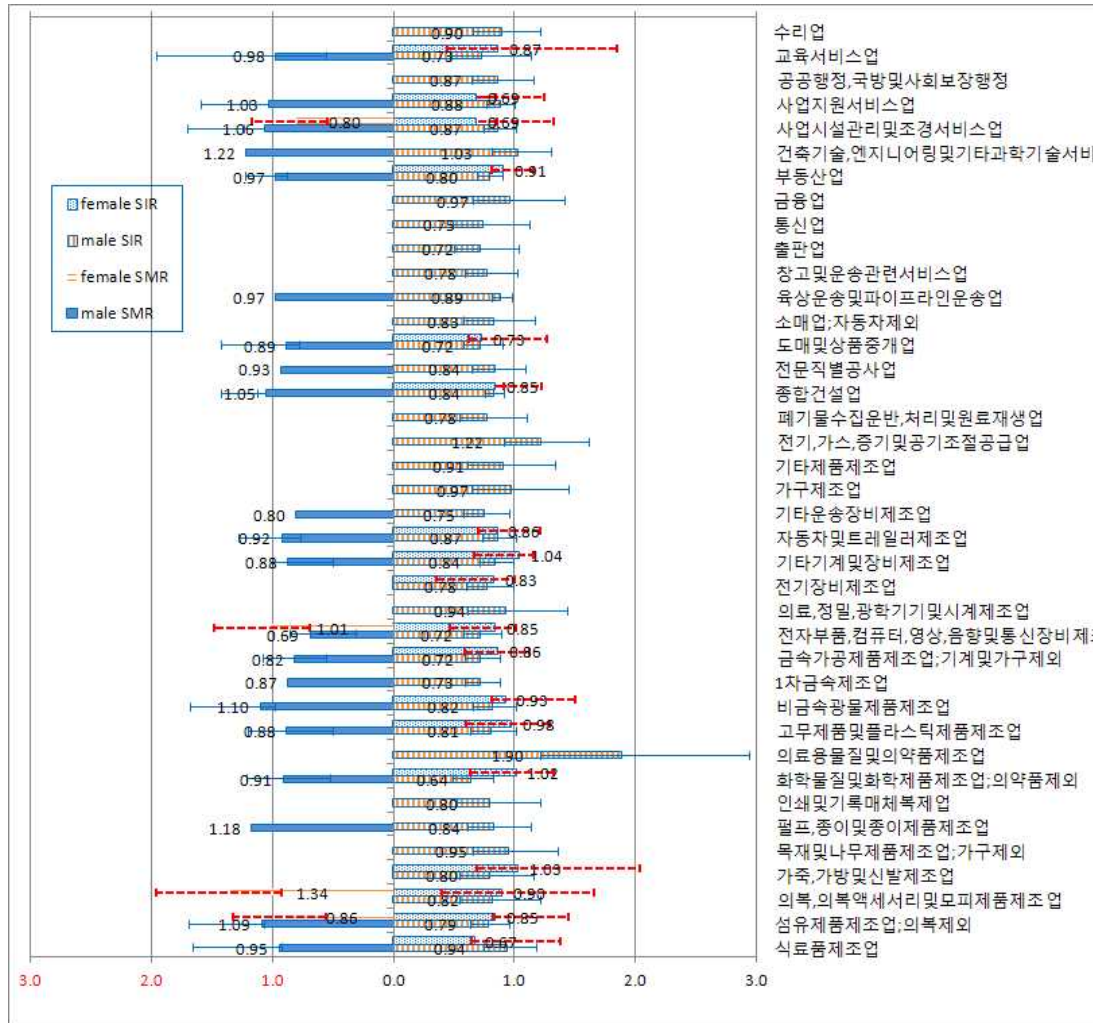


그림 4. 성별 중분류업종별 비호지킨림프종(C82-85, C96) SIRg & SMRg (부록표 87)

산업재해보상보험법 시행령 개정안에서 주장한 암들에 대한 고무 직종군의 암발생 및 암사망률은 타 직종군 대비 낮은 것으로 나타났다. 다만 위암의 경우 남성 근로자에게서 1.05의 발생률을 보이는데 이는 비직업적인 요인의 기여가 높을 것으로 추정한 고용노동부 연구

용역 보고서의 지적과도 일치한다. 각 암별 타직종군과의 비교를 더 상세히 Table 7~11 및 그림1~5에 나타내었다.

SIRg는 일반국민대비 표준화발병률을 SMRg는 일반국민 대비 표준화사망률을 의미한다. 이 값들이 1.0보다 작을 경우 일반국민대비 발병률이나 사망률이 낮음을

Table 11 위암(C16) 발생률(SIR) 및 암사망률(SMR)

| 직종 | 성별 | 위암 발생률(SIR) | 위암 사망률(SMR) |
|----------------|----|-------------|-------------|
| 고무제품 및 플라스틱제조업 | 남 | 1.05 | 0.88 |
| | 여 | 0.95 | 0.95 |

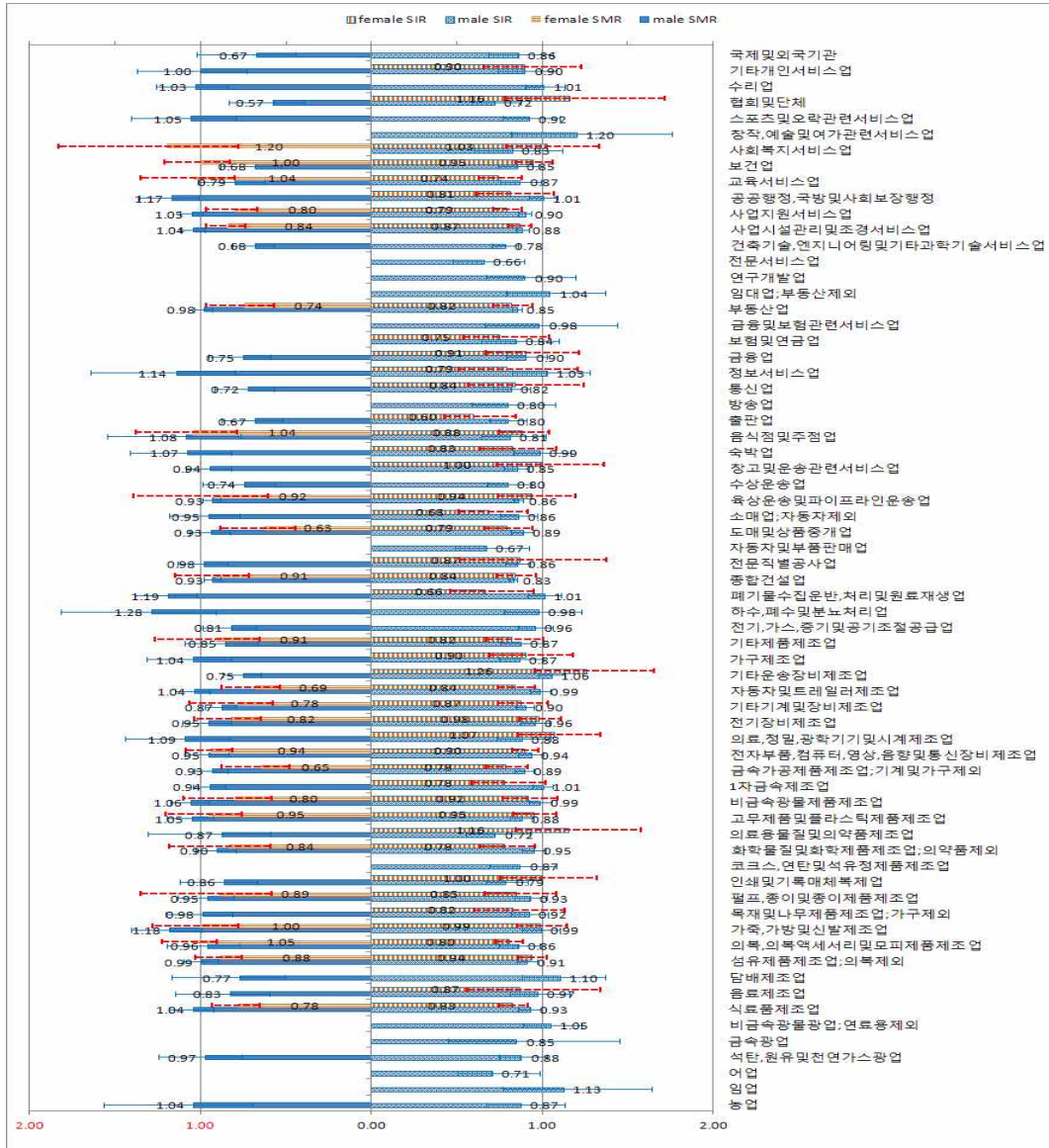


그림 5. 성별 중분류직종별 위암(C16) SIRg & SMRg(부록표 47)

의미한다. 그림1에서 알 수 있듯이 타 직종의 방광암 사망과 비교할 때도 고무제품 및 플라스틱 제조업의 방광암 사망(0.82)은 낮다.

고무제품제조업의 백혈병 사망(남0.73, 여 0.82) 및 발병(0.97)은 일반 국민 보다 낮으며, 그림2에 나타난 것처럼 타 직종대비 낮다.

Table 12. SMR of cancers, 38,457 workers European rubber industry first employed since 1975

| Cancer | 표준화사망비(SMR) | 95% CI |
|--------|-------------|-----------|
| 방광암 | 0.80 | 0.46-1.38 |
| 폐암 | 0.81 | 0.70-0.94 |
| 모든 암 | 0.81 | 0.76-0.87 |

고무제품제조업의 폐암사망(남 0.77, 여 0.75)/폐암 발병률(남 0.95, 여 0.94)은 일반 국민 대비 낮으며, 그림 3에 나타난 것처럼 타 직종에 비교하여도 낮다.

비호지킨림프종 역시 고무제품제조업 종사자에게서 일반국민 및 타 직종 대비 사망률(남 0.81, 여 0.98) 및 발병률(남 0.88)을 낮았다.

고무제품 및 플라스틱 제조업의 남성 근로자에서 일반국민 대비 약간 높은 위암발병률을 나타내고 있다. 타 직군에서도 비슷한 현상이 공통적으로 관찰되는데, 이는 직업적 요인이라기보다는 고용노동부의 용역 연구 보고서인 대한직업환경의학회 용역 연구보고서(2016)에서도 지적인 바와 같이 한국인의 경우 음주, 흡연, 질 산업이 많은 식품의 섭취, 위암을 유발하는 것으로 알려진 헬리코박터의 높은 감염률 등 비직업적 요인이 작용한 것으로 판단된다.

이상을 종합하며, 산업재해보상보험법 시행령 개정에서 지적인 특정 암 종에 대한 국내 고무산업 근로자들의 암 발생률(SIR)과 암 사망률(SMR)은 일반 국민과 비교하여도 낮고, 타 직종 근로자를 비교하여도 고무 근로자들이 낮다는 것이며, 이는 적어도 국내 고무제조업종의 근로자에게서 과거 고무 산업에서 거론되었던 직업성 암이 존재하지 않음을 확인해 주는 결과라 할 수 있다.

4-4. 1975년 이후 고무산업 근로자의 암 사망률(SMR)/암 발병률(SIR) 연구 결과

2016년3월과 2017년1월 발표된 두 편의 최신 역학조사 자료^{2),3)}에 의하면 1975년 이후에 고무제조 공장에서 적어도 1년 이상 근무한 근로자를 대상으로 한 역학 연구 조사에서 고무산업 근로자의 암 사망률은 Table

12에 나타난 바와 같이 일반인 대비 낮거나 다르지 않음을 밝히고 있다. 이와 같은 결과는 작업 환경의 개선과 일반적인 위생상태의 개선 때문으로 판단하고 있다. 2016년(Boniol 등)³ 국제종양학회지에 발표된 1975년 이후 64개 유럽고무제조업 공장(독일, 이탈리아, 폴란드, 스웨덴, 영국)에 종사한 근로자 38,457명(남자 29,768 여 8,689)에 대한 대규모 코호트 역학연구의 의미 있는 결과를 확인하여 주었다. 이들 코호트에서 그간 1982년도 IARC monograph V28 에서는 달리 더 이상 방광암을 비롯한 위암, 폐암, 백혈병 등 고무 산업에서 전통적으로 일반인 대비 초과 암 사망을 보였다고 하였던 암에 의한 사망이 일반인 대비 낮거나 또는 일반인과 다르지 않다는 결과를 보여 주었다. 각 해당 암의 표준화 사망비와 95% 신뢰도구간을 정리하면 Table 12와 같다.

Table 12 결과는 고무산업에서 지속적으로 암 발생 사망이 증가하는 risk가 없음을 말해주며, 즉, 방광암의 경우 일반인 대비 사망률이 80%수준이며 95% 신뢰도 구간이 1.0을 포함하고 있는 점을 볼 때 통계적으로 유의하지 않지만, 그 사망률이 일반인과 다르다고 할 수 없으며, 폐암의 경우는 일반인 대비 81%수준의 암 사망을 보이며 통계적으로도 유의하다. 모든 암에 의한 사망은 일반인 사망을 100명으로 볼 때 81명 수준으로 암사망이 적으며 통계적으로도 유의하다. 이는 고무 산업에서 일반국민 대비 초과 암 사망을 보이지 않는다는 것으로 지속적인 고무 산업의 환경 개선과 사용 원료의 변경 등의 결과를 반영하는 것으로 판단된다. 향후에도 지속적인 추적으로 고무 산업의 암 사망 경향을 관찰해 볼만 하다고 판단된다. 뿐만 아니라 2017년 1월6일 출판된 1975년 이후 고무제조업에 근무한 영국과 스웨덴 근로자 16,026명에 대한 암 발생률 역학조사 또한 고무산업에서 암 발생 리스크가 증가치 않는다는 것을 확인하였다. 내용을 요약하면 Table 13과 같다.

Table 13의 결과를 보면 방광암을 비롯한 고무 산업 근로자의 1975년 이후 근로자에서 암 발병률은 일반인 대비 낮으며, 통계적으로도 유의 함을 알 수 있다. 이는 1975년 이후 고무 산업에 종사한 근로자들에 대한 역학 조사연구³의 암 표준화 사망비가 일반인에 비해 낮다는

2) Cancer mortality in cohorts of workers in the European rubber manufacturing industry first employed since 1975. (Ann Oncol. 2016 May;27(5):933-41)

3) Cancer incidence in cohorts of workers in the rubber manufacturing industry first employed since 1975 in the UK and Sweden (2017.1)

Table 13 Result of cancer incidence in cohorts of workers in the rubber manufacturing industry first employed since 1975 in the UK and Sweden (16026, 12411 men, 3,585 women, 397,975 person-years)

| 암 종류 | 표준화발생비(SIR) | 95% 신뢰도구간(CI) |
|----------|-------------|---------------|
| 방광암 | 0.88 | 0.61-1.28 |
| 폐암 | 0.74 | 0.59-0.93 |
| 비호지킨스림프종 | 0.67 | 0.45-1.00 |
| 전립선 암 | 0.77 | 0.64-0.92 |
| 위암 | 0.93 | 0.61-1.43 |
| 다발성림프종 | 0.92 | 0.44-1.91 |
| 모든 암 | 0.83 | 0.74-0.92 |

것과도 일맥 상통하며, 수 십 년 전 과거 고무 산업에서 인정되었던 고무산업에서의 직업성 암과 연관된 물질의 사용 금지(2-naphthylamine), 1980년-2000년대에 이르는 과정에서 고무산업(Table 1 참조)에서 벤젠사용금지, low-PAH oil 사용, nitrosamine free 촉진제의 사용, 환기 개선을 비롯한 유럽연합의 REACH(신화학물질등록, 평가 및 허가에 대한 법률) 준수 등 대내외 재료 및 환경개선의 결과가 반영된 것으로 판단된다.

4-5. 영국보건안전청(HSE)의 고무산업 암에 대한 성명서 채택(2012.12.4)

영국보건안전청 (Health and Safety Executive, <http://www.hse.gov.uk>) 은 산업현장의 보건과 안전에 대해 위해 요소를 확인 발굴하고 위해성을 저감하여 근로자 보호를 목적으로 활동하는 정부기관이다. 영국보건안전청은 고무산업체 근로자 대표, 고용자, HSE 담당자들로 구성된 RUBIAC((Rubber Industry Advisory Committee, 고무산업자문위원회)를 구성하여 영국 고무 산업의 암사망과 암발생율을 조사하여 2편의 연구결과⁴⁾⁵⁾를 발표하였고, 그 연구 결과를 바탕으로 고무산업자문위원회(RUBIAC)성명서를 발표(2012.12) 하였다 (<http://www.hse.gov.uk/rubber/cancerstatement.htm>). 연구결과와 고무산업에서의 근로자들의 노출 수준이 고무 흡과(영국기준 0.6mg/m³) 분진(영국기준 6mg/m³)

노출 기준(WEL: Workplace Exposure Limit) 이하로 잘 유지되고 있으며, 과거 방광암의 원인물질인 Nonox S의 불순물 성분인 2-naphthylamine의 금지 등으로 인하여 고무 산업에서 직업성 암의 초과 유발 및 사망이 더 이상 없다고 발표하였다.

성명의 전문은 다음과 같다.

Executive summary

역사적으로, 고무산업은 방광암의 위험 증가와 관련이 있으며, 이는 1949년까지 Nonox S에 함유된 오염물질 β -나프틸아민에 노출된 것으로 나타난다. 그러나 1982년 이후로 고무산업에 근무하는 근로자의 최근 연구에서는 암의 위험 증가가 더 이상 산업에 존재하지 않는다는 것을 보여주고 있다. 그러나 일반 고무 제품 부문에서만 소량의 다발성 골수종이 관찰되었는데, 이것은 추가 연구 중이다. 비록 연구 결과가 안심할지라도, 노출한계 이하로 가능한 한 낮게 고무 공정의 먼지와 고무 흡에 대한 노출을 통제하는 것이 고무 산업에서 해야 할 우선 순위가 되어야 한다.

직업성 암에 대한 성명
(statement on occupational cancer)

1. 본 성명은 고무산업자문위원회(RUBIAC)가 고무산업계 및 영국보건안전청의 대표자에 의해 발표되었다. 영국 고무산업의 과거 근로자들은 일반인 남성 인구 대비 방광암 발병이 높았던 것으로 알려져 있었다. 이 종양(tumer)의 원인은 Nonox S라는 고무배합에 사용된 화학물질 중 하나에서 오염물질로 존재하는 β -나프틸아민이 그 원인 것으로 1949년에 밝혀졌다. 이 발견이 후 즉시 Nonox S와 유사오염 노화방

4) J K Straughan, T Sorahan: Cohort mortality and cancer incidence survey of recent en-trants (1982-91) to the United Kingdom rubber industry: preliminary findings; Occup. Environ. Med. 2000; 57; 574-576.

5) Abid Dost, J. K. Straughan and Tom Sorahan: A cohort mortality and cancer incidence survey of recent entrants (1982-91) to the UK rubber industry: findings for 1983-2004; Occupational Medicine 2007; 57: 186-190

지제의 사용을 즉각 중단하였다.

2. 영국보건안전청과 브밍햄대학(영국타이어제조자협회 BTMA⁶⁾와 공동으로 수행한 역학연구결과(참고 문헌 1,2), 1949년에 오염된 화학물질을 고무 산업에서 제거한 후 방광 종양의 증가가 사라졌다.
3. 그러나, 불행히도 연구는 일반인구에서 기대되는 것보다 1945년에서 1976년 사이에 고무산업에 고용된 근로자에게서 위암과 폐암이 약간 더 많았다고 보고하였다. 위암은 고무먼지 노출, 폐암은 가루 흙(fume)의 노출에 의한 것으로 나타났다.
4. 1986년에 고무분진 및 고무흙에 대한 법적 구속력을 가진 노출한계가 영국에서 도입되었다. 영국타이어 제조자협회(BTMA)는 이러한 노출기준 설정의 효과와 다른 근로조건의 개선 영향을 확인하기 위해 1982년부터 1991년까지 고무산업에 처음 고용된 모든 개인에 대한 새로운 연구를 브밍햄대학교 Sorahan 교수에게 요청하였습니다. 그 연구 결과는 2000년에 출판되었고 2006년에 개정되었다.
5. 2006년 연구결과는 1982-1991년 사이에 12개월 이상 영국 고무산업에 종사한 8,651명의 근로자들은 일반 국민 대비 폐암 및 위암 모두 암 발병률이나 암사망이 높지 않았다. 이는 상대적으로 짧은 추적기간 때문에 조심스럽게 다루어야 하지만, **과거 고무산업에서 정말로 폐암 또는 위암의 리스크가 있었다고 해도 이제 는 더 이상 위암과 폐암 리스크가 존재하지 않는다는 것을 재확인하는 것이다.**
6. 이 최근 분석의 발견은 근로조건 개선에 대한 끊임 없는 노력과 조기의 바람직한 조치들이 질병 감소에 효과적이라는 것을 말해 준다. 암을 유발하는 유해물질은(Nonox S와 같은) 모두 제거되지 않았을지도 모르므로, 이러한 긍정적인 연구결과로 인해 개별작업장에서 예방조치나 노출을 감소하기 위한 노력을 소홀히 하여서는 안 된다.
7. 작업장에서 고무분진의 노출한계(WELs, Workplace Exposure Limits)는 6 mg/m³이고, 고무흙의 노출한계는 0.6mg/m³이다. 고무산업체는 매년 작업장의 공기를 측정하는데 영국보건안전청(HSE)에 의한 1996/7 조사에 의하면, 개인노출수준은 일반적으로 작업장 노출한계 보다 낮지만, 리스크 평가, 고무흙의 제어, 청결 기준과 환기가 바람직한 수준을 지속되도록 우선적으로 사업장에서는 고려하여야 한다고 지적하였다. 고무산업자문위원회(RUBIAC)는 현재 작업장노

출기준(WELs)대비 적어도 50% 이하 수준으로 더 낮추는 것이 가능하다고 생각한다. 그러한 수준을 달성하기 위한 간단한 단계별 조언은 HSEs COSHH essentials web site(<http://www.coshh-essentials.org.uk>)에서 무료로 볼 수 있다.

영국보건안전청, 노동조합, 산업협회는 향후 결과를 면밀히 모니터링 할 것 이다. 합법적인 작업장노출한계(WELs)를 유지하는 것이 고무산업의 최우선 순위이다. 관리 또는 기술책임자를 위한 보다 상세한 출판물은 영국보건안전청(HSE) 및 영국타이어제조자협회(BMTA)에서 구할 수 있다. 이 설명은 새로운 정보가 있을 때마다 업데이트 될 것이다.

참고문헌

1. J K Straughan, T Sorahan: Cohort mortality and cancer incidence survey of recent entrants (1982-91) to the United Kingdom rubber industry: preliminary findings; Occup. Environ. Med. 2000; 57; 574-576.
2. Abid Dost, J. K. Straughan and Tom Sorahan: A cohort mortality and cancer incidence survey of recent entrants (1982-91) to the UK rubber industry: findings for 1983-2004; Occupational Medicine 2007; 57: 186-190

4-6. 유럽연합과학위원회의 고무흙과 고무분진(dust)의 노출기준에 대한 공식 견해- 2016.9.12

2016년 9월12일 유럽연합과학위원회는 고무흙과 고무분진에 관한 직업노출기준(OEL, Occupational Exposure Limit)에 관한 과학위원회의 의견을 채택하였다(SCOEL/OPIN/2016-402, 유럽연합집행위원회 고용 사회문제 통합담당 총국 보건 및 안전부, 담당 연락처: Dr.Christoph Klein, Christoph.Klein@ec.europa.eu)

고무분진 및 고무흙의 직업노출기준에 관한 유럽연합과학위원회의 공식의견을 결론을 요약하면 전술한 Table 5와 같다. 유럽연합과학위원회는 고무산업의 노출 저감에 대한 자료를 평가하였는데 그 내용은 다음과 같다. 고무 fume은 복잡한 구성 성분으로 구성되며, 사용하는 원료에 따라서도 달라지며, 가공조건에 따라서도 그 조성이 다를 수 있다. 과거에 고무 산업에서 발암

6) British Rubber Manufacturers Association의 전신

과 분명한 인과관계를 확인한 물질은 방광암과 관련된 2-나프틸아민, 백혈병의 원인인 벤젠을 제외하고는 그 밖의 암에 관한 증거는 더 제한적이다. 공정, 생성물질, 노출, 성분을 특정할 수 없었는데 이들은 원인 인자들이 공장마다 다르기 때문이라 하였다. 유럽연합의 고무산업 근로자의 1970부터 2003까지의 노출 정보를 담고 있는 database인 EXASRUB도 공식 의견보고서를 검토하였는데, 유럽연합의 5개국(독일, 네덜란드, 폴란드, 영국, 스웨덴)로부터 수집한 14,000건의 고무분진과, 6,000건의 고무흙에 대한 측정치를 검토한 결과 원료취급과 배합 및 밀링 작업에서 연간 4~7% 노출 감소가 보였고, 기타 근로자에 대해서도 5~11% 감소를 보였다. 고무흙(cyclohexane 가용분)의 유의미한 노출 감소는 가황 공정에서 연간 9% 감소, 유지보수부서 및 엔지니어링 부서에서 연간 5%의 감소를 보였다. 평균적으로 지난 세기 마지막 30년 기간 유럽의 고무제조업체에서의 고무분진과 고무흙의 노출량은 꾸준히 감소하였음을 확인하였다.

4-7. 국내고무산업의 공정 개선과 근로자 노출의 현황

Benzene은 과거 용제에 일부 함유되었으나 2000년부터 BTX(Benzene, Toluene, Xylene)가 제거된 것으로 대체되었다. 또한 신발산업에서 많이 사용하는 접착제들도 비벤젠 용제형이거나 수용성 접착제로 대체되었다. 2-naphthyl amine은 1920-1970년 초까지 염료 중간체나 고무산화방지제로 사용되었다고 알려져 있지만 1949년 말에 사용금지된 물질로서 고무제품 생산에 사용되지 않는 물질이다. Nitrosamine은 일부 고무 촉진제로부터 발생 가능성이 있어 1996년 독일에서 사용규제가 시작되었고, 원료 제조자들의 신속한 노력으로 비니트로소아민 촉진제로 대체하여 적용 중에 있어 공정상에서 검출이 되지 않고 있다. 촉진제 처방에 있어 고무제품 배합 설계기술자들은 촉진제의 니트로소아민 유발 가능성을 염두에 두고 설계하는 것이 바람직하다. 기타 공정 oil 중의 PAHs규제(2010.1)와 중금속(납, 카드뮴, 수은, 크롬) 사용규제(2014), 유럽연합 REACH 법령(2007) 및 국제부품재질정보(IMDS) 요청에 의해 유해물질을 규제하기 때문에 국내 고무제조 산업에서는 이를 대응하기 위해 친환경 재료/유해성이 없는 재료로 대체하여 사용 중에 있어 수십 년 전 IARC의 직업성 암 연구시기의 고무산업의 작업환경과 재료와는 현상이 상당히 다르며, 노출 종류와 수준도 다르다는 점을 고려하여야

할 것이다.

4-7-1. 작업장 dust 발생 최소화

1980년대에는 고무배합과정에서 고무 충전제로 사용된 카본블랙과 실리카를 수동으로 투입하였으나, 1990년대에는 배합기 내부로 자동적으로 투입하여 분진발생을 최소화 하고 있다. 공정 자동화와 고무배합기의 개선으로 배합과정에서 먼지/fume 발생을 크게 줄였다. 최근 타이어 산업체의 작업장에서 미세먼지 농도 확인결과 카본블랙은 1-12ug/m³, 실리카는 0.7-2.5ug/m³이 검출되어 국내 노출위험 기준(OSHA, NOAEL)인 112ug/m³에 비해서 크게 안전함을 보였다. 각 공장 별 작업환경 측정에서 각 공정 별 분진발생량은 관리기준 대비 안전함을 보였다. 그러나 꾸준한 관리 개선 노력과 더불어 공장 신증설 시 국소배기 및 전체환기를 사전에 염두에 후드-덕트-방지설비 설계하는 것이 우선 고려되도록 하고, 공장 신축의 경우라면, 환경영향평가 시 공장지의 연간 주풍향 방향을 고려하여 주변 건물 등을 고려하여 건물 배치를 하는 것도 산업보건 측면에서 많은 도움이 될 것이다.

4-7-2. 고무흙(fume) 노출 최소화

고무배합 및 가공(압출, 가황)과정에서 발생된 fume 노출을 최소화시키기 위해 fume노출부위에 환기system을 설치하여 작업장 내 유입을 감소시키고 있으며, 각 공장 별 작업환경 측정에서 각 공정 별 fume발생량은 기준대비 크게 안전함을 보였다. 고무제조공정에서 직업성 암의 발생 주장은 대부분 30년 전의 자료를 근거하여 발표하였으나, 각 국가별 유해물질 관리 강화로 독성 유발 물질은 모두 친환경 또는 유해성이 적은 물질로 대체하여 적용하고 있어 근로자 노출이 획기적으로 감소하고 있는 것은 IARC monograph에서 밝힌 해외 고무생산공장에서 근로자 노출 감소 경향과 같다고 할 수 있다. 국내 타이어 산업은 작업자의 환경과 건강을 최우선 순위로 하여 투자하고 있으며, 공장자동화(약품 자동평량/투입)설비 구축, 유해물질 노출 최소화(먼지/fume의 외부배출 최소화), 실내 환기시설 구축을 통해 작업자의 환경개선 및 안전한 건강을 유지하고 있다. 또한 매년 산업안전보건법에 의거 작업환경 측정 및 유해물질을 취급하는 근로자의 건강 보호를 위한 검진이 실시되고 그 결과가 관할 노동청에 보고되고 있다. IARC에서는 고무흙의 경우 조성이 복잡하고 그 구성 성분 중 특정 개별성분과 어떤 표적 암과의 연관성을 확인하기

Table 14. 고무제품제조업에서 직업성 암의 과거와 현재 요약

| 암 종류 | 추정요인 | 국제암연구소/고용노동부 용역보고서(2016) 결과* | 최근 연구 결과** | 비고 |
|-------------------|------------------------|--|---|---|
| 방광암 | 2-나프틸아민 | 1950년 이전 고무근로자에서 초과 암 보임. | 1975년 이후 고무근로자 방광암 사망률은 일반인과 다르지 않음 | 2-나프틸아민 1950년 이후 고무산업에서 퇴출, 6PPD로 대체 |
| 백혈병/ 악성 림프종 | 벤젠 | 솔벤트 중 벤젠에 노출과 관련 | 1975년 이후 고무 근로자에서 백혈병은 일반인과 다르지 않음 | 고무산업에서 벤젠을 포함한 유기용제의 사용은 엄격히 규제 |
| 폐암 | 고무흙/Dust | 고무흙과 유기용제에 의한 노출을 폐암 위험인자로 지목, 단 노출기간과 폐암 발생 및 사망에 대한 연구결과가 많지 않아 현재로서 결론지을 수 없음 | 1975년 이후 고무 근로자의 폐암 사망은 일반인 대비 낮음 | 유럽연합과학위원회 고무흙(fume)과 dust에 대한 공식 보고서 발간, 고무흙과 dust를 발암성으로 분류해야 할 어떤 결론도 없음 |
| 위암 | 고무 믹싱/가황, 니트로소아민 | 초과 발암을 추정하나 인과관계 불분명, 한국의 경우 헬리코박터 감염, 질산염이 많은 식습관, 과도한 음주 흡연, 등 비직업적 요인이 크므로 직업성 암으로 인정은 더 논의 필요 | 1975년 이후 고무 근로자의 위암사망은 일반인과 다르지 않음. | 위암 발병의 원인 하나인 헬리코박터에 대한 높은 감염률, 과도한 음주/흡연, 고질산염 음식의 섭취 등 비직업적 요인이 큰 것으로 판단 |
| 모든 암 | | | 1975년 이후 고무 근로자의 모든 암 발생 및 사망은 일반인 대비 낮음 | 친환경 재료 사용 과 환경설비의 개선 등으로 직업성 암 발생 요인의 제거 |

* 고용노동부 정책용역보고서는 한국직업환경의학회에 의해 보고된 자료로 2016년2월에 발표 됨. 수십년 전 의 오래된 국제암연구소(IARC) 등을 바탕으로 한 보고서로, 변화된 고무산업의 현실을 담지 못하고 있음.

** Annals of Oncology 27: 933-941, 2016: Cancer mortality in cohorts of workers in the European rubber manufacturing industry first employed since 1976, 산업안전보건연구원 전국근로자 연령별, 성별 사망률(및 암발생률)데이터 구축(I) & (II) 2011, 2012.

가 어렵다고 하였다. 최근 이에 대해 고무 흙의 조성과정과 성질에 대한 이해를 돕기 위한 국제표준화기구(ISO)의 기술표준이 2017년2월에 발간되었다. 고무흙의 근로자 노출평가와 분석 및 관련질병(암)과의 연구에 참조해볼 만하다고 판단한다.

이상 살펴 본 내용들을 정리하여 타이어를 포함한 고무제품제조업의 발암의 과거와 현재를 정리하면 table 14와 같다.

5. 결론

지금까지의 자료를 종합하면 고무산업을 직업성 암을 유발하는 산업으로 규정한 IARC의 주장은 수십년 전 자료에 기초한 것으로, 과거 고무 산업에서 초과 암 사망이 있었다고 주장한 특정 암에 의한 근로자 사망 위험(risk)가 더 이상 지속하지 않음을 보여주고 있다. 국내 고무산업 작업환경측정 결과들도 근로자 노출 수준이 과거와는 달리 지속적으로 감소하고 있음을 보여주고 있다.

지금까지 검토한 결과들을 종합하면, 고무제품제조업 근로자에게 직업성 암이 존재한다는 어떤 결론도 찾을 수 없었다. 2017년 고무산업의 직업성 암 인정기준 확대 적용을 위한 고용노동부의 산업재해보상보험법 시행령 제34조 별표 3의 “고무제품제조 공정의 직업성 암 신설 개정의 시도”는 최종적으로 포기되었다.

6. 후 기

한국 고무산업이 산업재해보상보험법이 개정되어 직업성 암을 유발하는 산업으로 규정되었다면, 자세한 영문을 모르는 외국 바이어들은 한국에서 고무제품을 사려고 하지 않았을 것이고, 불필요한 노사 갈등은 물론이고, 고무제품 생산시설 주변의 주민들은 잘못된 정보에 의해 불안해 하였을 것이다. 또한 고무산업에 대한 불신으로 투자 감소와 함께 일자리 창출에도 어려움이 가중되었을 것이다. 아쉬운 점은 해당 산업에 지대한 영향을

미치는 법 개정에 있어 정책용역연구에 고무 산업계의 전문가 의견이 반영되지 못하였다는 점이며, 향후 보다 더 근로자 건강 보호에 대한 노력을 더 하는 한편 고무산업과 근로자 건강보호에 대한 이해관계자들과의 소통이 지속적으로 확대되어 할 것이다.

7. 감사

저자는 산업재해보상보험법 시행령 개정 대책에 앞서서 지지와 협력을 아끼지 않으신 한국고무학회의 정진수 전학회장님, 정경호 고문님, 한국경제인총연합회의 임우택 안전본부장님, 한국타이어산업협회(KOTMA)에 한국타이어 김학주 상무님, 배총재 상무님, 김서룡 팀장님, 금호타이어, 넥센타이어 안전환경담당 관계자 분께 감사드립니다. 그리고 일일이 다 밝히지 못한 여러분께 심심한 감사의 인사를 함께 올립니다.