

타이어제조업의 직업성 질환(10)

산업안전보건연구원 직업건강연구실장 / 김 은 아



2007년에 수행된 타이어제조업 돌연사의 원인을 찾기 위한 역학조사는 유해화학물질의 노출에 의한 것 보다는 물리적 환경과 작업관리, 기저질환에 대한 보건관리 문제 등에 의해 촉발된 것으로 결론짓게 되었다. 심장성 돌연사의 직업적 유발요인 중에서는 고열이, 기저질환인 관상동맥질환의 직업적 위험요인 중에서는 교대작업과 관련된 과로의 가능성이 확인되었다. 작업환경측정 결과에서 영국의 기준보다 높게 노출되는 것으로 나타났던 고무흙의 경우 노출수준에 대한 추가적인 조사가 필요하다고 제시되었다.

한편, 역학조사평가위원회는 연구원의 역학조사 결과에 대하여 동종 사업장에 대한 조사와 함께 일부 미흡한 조사항목이 있다는 의견을 제시하였다. 추가적인 조사가 필요하다고 권고받은 사항은, 1) 분석역학적 연구를 통한 심혈관계 위험요인들의 인과관계 규명, 2) 질적연구를 통한 조직문화와 작업방식의 영향, 3) 고무흙이나 고무분진 및 고온 환경에 대한 정밀분석 등이었다.

산업안전보건연구원은 국내 대표적인 타이어제조업 3개사를 대상으로 역학조사 계획을 설명하고 협조를 구하였다. 그러나 역학조사 대상 선정의 타당성 등에 대한 사업장의 이의 제기들이 있어, 조사의 개시가 지연되는 등 역학조사 수행에 상당한 어려움을 겪게 되었다. 실제 인과관계를 규명하기 위한 분석역학적 연구는 개별 근로자의 개인정보에 대한 접근이 필요하므로 근로자의 동의가 필요하였는데, 이러한 동의를 구하는 것이 쉽지 않았다. 역학조사가 계속 지연되면서 현실적으로 애초계획대로 진행하는 것이 어렵다고 판단되자, 역학조사평가위원회는 분석역학적 연구를 통한 인과관계 규명에 대한 주제를 제외하고, 고무흙의 성상조사와 질적조사로서의 조직문화조사에 한정하여 역학조사를 수행할 것으로

의결하였다.

고무분진 및 고무흙의 성상조사와 작업환경평가

2007년 타이어제조업 역학조사에서는 입자 크기가 아주 작은 분진(초미세분진)이 심혈관 질환에 영향을 줄 수 있어, 이에 대한 평가가 필요하다는 의견이 제시되었다. 당시까지 학계에서 발표되고 있는 일부 문헌들은 50 nm 범위의 입자에 노출된 사람에서 급성 심혈관질환 발생에 대한 감수성이 증가한다고 보고하고 있었다. 그러나 역학조사평가위에서는 타이어공장에서 발생하는 미세분진이 심혈관계질환 발생의 촉발요인이 된다는 과학적 합의가 아직 이루어지지 못했다고 결론 내렸다. 또, 타이어제조공장에서 미세한 범위의 입자에 대한 조사 경험도 국내외적으로 거의 없었다. 더욱이, 당시까지 미세분진에 의한 심혈관계질환의 인과성을 제시했던 연구는 환경성노출에 대한 연구가 대부분으로 주로 디젤연소배출물에 대해 연구한 결과였으며, 타이어제조업에 대한 연구는 아니었다. 우리나라를 비롯한 대부분의 국가에서 타이어제조공장에서 발생하는 입자상 물질에 대해 총분진으로 관리하고 있다. 다만 영국에서는 고무산업에 대한 고무흙¹⁾의 노출기준을 제시하고 있었다.

당시까지 미세분진이 심혈관계질환에 영향을 준다는 결정적 과학적 증거는 없었지만, 산업안전 보건연구원은 미세분진에 대하여 당시 수준에서 가능한 사항을 조사하기로 하였다. 이를 위해 타이어공장에서 발생하는 총분진 중의 고무흙 농도를 조사하였고, 과거에 측정한 총분진 농도를 이용하여 과거 고무흙 농도를 추정해 보기도 하였다. 그리고 고무흙과 고무분진의 입자크기별 입자 분포 및 입자수를 조사하였다. 실제 환경보건에서 심혈관계질환에 영향을 주는 것으로 문제가 제기되고 있는 미세분진은 대부분 디젤연소배출물이었는데, 고무분진의 성상이 디젤연소배출물과 유사한 지에 대한 검토도 해 보았다. 미세분진의 평가에 있어 또다른 어려움은 결과에 대해 어떻게 판단할 것인가에 대한 문제였다. 초미세분진의 독성과 관련된 지표는 주로 작업환경측정에 사용되고 있는 중량 농도가 아닌 입자 크기별 입자 수 또는 입자 크기별 표면적 농도라고 알려지고 있었으나, 국제적으로도 이에 대한 기준은 정해져 있지 않아, 측정을 한다고 해도 그 결과치가 높은 것인지 낮은 것인지 문제가 되는 수준인지에 대한 판단이 여의치 않았고, 다른 연구와 상대적인 비교만 할 수 있을 뿐이었다.

조사결과, 가류공정, 생산관리 공정 등 고무흙 노출이 주로 발생하는 공정의 노출수준은 평균 0.14~0.18 mg/m³으로, 영국의 노출 허용기준인 0.6 mg/m³을 초과하는 근로자는 없었다. 이 결과는 이전 해의 역학조사에서 측정한 결과치보다 낮았는데, 이는 역학조사 이후로 급배기 시설의 개선 등이 이루어졌기

때문으로 추정되었다.

정련 공정에서는 흡입성 분진 농도 중 고무흡 농도가 차지하는 평균 백분율이 33%, 가류공정에서는 흡입성 분진 농도 중 고무흡 농도가 차지하는 평균 백분율이 76%였다. 정련 공정에서는 총분진의 평균 농도는 0.29 mg/m³이고 고무흡의 평균 농도 0.14 mg/m³로 차이를 보였으나, 총분진 농도와 고무흡 농도는 높은 상관관계를 보였다. 가류 공정에서도 총분진의 평균 농도는 0.31 mg/m³로 고무흡의 평균 농도 0.30 mg/m³와 거의 일치하였고, 총분진 농도와 고무흡 농도는 높은 상관관계를 보였다. 정련 공정과 가류 공정에서 각각 총분진과 고무흡의 농도 간의 상관관계가 높게 나타나기 때문에 총분진 농도를 이용하여 고무흡의 농도를 추정하는 것이 가능하다고 판단되었다.

가류 공정에서 고무흡은 주로 100 nm 주위에서 입자 수가 가장 많은 특징을 보였는데, 디젤배출분진은 조사에서 측정 가능한 최소 입자인 5 nm에서 입자 수가 가장 많은 특징을 보였으며, 입자의 표면적 농도가 더 큰 것으로 나타났다. 즉, 고무 흡과 디젤배출분진의 입자 특징은 서로 달랐다.

질적연구 방법을 통한 건강위험요인으로서의 조직문화 조사

2007년 역학조사에서 이 사업장에 직무특성과 조직문화 조사가 필요하다고 의결한 배경은, 심혈관계질환이 사회심리적 요인에 의해 촉발되기도 하기 때문이었다. 2007년 이 사업장에 대한 역학조사 당시, 과거 수행된 일부 근로자에 대한 직무스트레스 평가 결과를 검토한 적 있었다. 그런데, 이러한 조사는 돌연사가 의심되는 사건이 이미 발생한 상황에 다시 적용하기에는 적절치 않았으며, 기 발생한 사건에 의한 영향을 배제하기 어려워 결과 판독에 어려움이 있을 것이 예상되었다. 이러한 문제 때문에 연구원은 질적연구로 개인별 심층면접의 형태로 접근하기로 하였다. 심층면접 대상자를 선정하는데 있어서도 회사와 노동조합의 합의가 필요하였으므로, 조사대상을 연구원이 직접 무작위로 표본 추출할 수 없었으며, 회사 및 노동조합과 협의를 통해 대전공장과 금산공장에서 각각 2인씩을 대표 근로자로 선정하였다.

일반적으로 조직문화 조사를 위한 질적연구는 면접을 중심으로 수행하고 그 내용을 녹취하여 분석하는 것이므로, 어떠한 형태의 질적연구를 수행하건, 연구 참여근로자들의 자발적인 협조가 매우 중요하다. 그러나 이 사업장에는 근로자가 자발적인 의사에 의해 면접에 참여할 수 있는 사내 분위기가 형성되어 있지 않아서 자발적인 연구 참여근로자를 확보할 수 없었다. 질적연구 수행을 위해 필요한 일반근로자에 대한 표본추출 조사는 회사의 이의 제기와 자료제공 거부로 수행이 불가능하였다.

질병 발생자에 대한 심층면접조사가 필요하였으나, 현직자들 중에서는 자발적인 참여자도 구할 수 없었다. 이와 같은 어려움 때문에 질적연구 대상을 매우 제한적인 범위에서 선택하게 되었다. 이러한 과정에서 조사에 참여한 근로자들에게서도 면접과정에서 진솔한 상담이 이루어 질 것이라고 기대하기 어려웠다.

연구원은 차선택으로 전문가의 의견을 참조하여, 질병 발생자에 대한 심층 면접 대신 협조가 가능한 회사 내부의 현직자를 대상으로 한 집중그룹면접방법을 선택하였다. 한편, 질병 발생자에 대한 심층조사가 없는 것을 보완하기 위하여, 연구원이 개별근로자의 업무관련성 역학조사를 수행하는 과정에서 면접하게 된, 퇴직한 산재 신청 근로자들의 심층 면접에서 확보한 재직경험에 대한 부분을 차용하였다. 퇴직 근로자들은 산재 신청한 입장이므로 과거 재직 중 경험을 진술하는데 적극적이었다. 개인적인 목적을 위해 강조하는 부분이 있음을 감안하여 전체 개념 중 재직경험에 대한 부분만을 차용하였다. 여러 어려움에도 불구하고, 질적조사에 의한 타이어제조업의 조직문화 연구는 계속 진행되었다. 🐾

- 다음호에 계속

참고문헌 및 각주

- 1) 고무흙이란 천연고무, 합성고무 등을 여러 화학물질과 혼합하여 압축할 때 발생하는 흙을 말하며, 검사공정에서 발생하는 흙도 포함한다. 열을 사용하는 공정에서 흙이 발생한다.
1. Kim EA, Park JS, KIM KH, Lee N, Kim DS, Kang SK. Outbreak of Sudden Cardiac Deaths in a Tire Manufacturing Facility: Can It Be Caused by Nanoparticles? Saf Health Work 2012; 3:58-66.
2. 산업안전보건연구원. 타이어제조공정의 작업환경 및 건강영향 역학조사 보고서. 2009.4. 인천.