



## 배가 아픈 근로자들

- 디메틸포름아미드와 독성간염(1)

산업안전보건연구원 직업병연구센터 / 김 은 아

“배 아픈 거? 누구나 한 번 씩 그래. 괜찮아, 한 일주일 지나면, 습관이 되서 안 아파져”

경기도 지역 인조피혁 사업장에 가서, 나 이 지긋한, 오래 근무한 생산직 근로자와 얘기를 나누다보면 항상 나오곤 하는, 꽤 오랫동안 전해져 내려오는 전설 같은 얘기가 있었다. 작업장에서 일하다 보면 배앓이를 하는 근로자가 상당히 있다. 보통은 참을 만 하지만, 심한 경우 떼굴떼굴 구를 정도로 아파, 사업장 관리자가 급성 충수염인줄 알고 병원에 데리고 가곤 했고, 나중에 알고 보니 사업장에서 쓰는 유기용제 때문이었다는 얘기들이 그것이다.

화학물질은 다양한 증상을 보여주며 종류에 따라서는 소화가 안 되는 느낌이 들기도 하지만, 보통을 특징으로 하는 화학물질은 매우 드물다. 직업적으로 폭로되는 물질들 중 100가지 이상의 화학물질들이 사람에서 간독성물질로 알려져 있는데, 이 물질들에

의한 간독성은 경미한 간기능 저하에서부터 전격성 간염으로 인한 사망까지 다양한 형태를 나타낸다. 디메틸포름아미드(dimethylformamide, DMF)는 전형적으로 전격성 간염을 일으키는 화학물질이다.

DMF가 한국에서 전문가들의 연구과제가 된 것은 1990년대가 오면서 부터였지만, 근로자들은 이 물질이 불쾌하다는 것을 오래전부터 알고 있었던 것 같다.

필자가 1997년부터 경험한 사업장 조사에서 들은 얘기들도 그러하였다. 이 물질을 많이 취급하는 사업장의 사업주부터 수위까지, 대부분의 근로자들은 배가 아픈 게 “정상”이라는 생각을 하곤 했었다. 그래서 입사해서 한 며칠 동안은 배가 아프다고 하더라도 별로 걱정하지 않았고, 개인에 따라 심하게 아프면 못 견디고 퇴사해 버리지만, 나머지 근로자들은 대부분 일주일쯤 지나서는 별로 힘들어 하지 않는다고 생각하는 것 같았다.

DMF는 우리나라에서 문제가 되기 전에, 1970년대부터 선진국에서 독성간염으로 인한 질병 사례가 보고되어 오던 유기용제로, 전형적인 급성 간독성 화학물질이었다. DMF에 의한 독성간염은 여러 해에 걸친 근로자 사망 사고로 우리나라 산업보건 전문가들에게 경각심을 불러 일으켰을 뿐 아니라, 산업보건제도가 개선될 수 있는 계기가 되기도 하였다.

이번 호부터는 3회에 걸쳐서 DMF에 의한 독성간염과 이에 대한 역학조사를 소개하고자 한다.

### 적중한 위험 예감, DMF 중독 첫 사망 사례 발생 전후

한국에서 처음으로 DMF의 위험성을 검토한 것은 경인지역 합성피혁사업장에 대한 연구였다.<sup>1)</sup>

해외에서는 1950년대 이후부터 동물실험, 역학조사가 있었고, 1970년대에 들어 미국의 경우, 폴리우레탄 코팅공장에서 DMF 급성 독성간염이 보고된 적이 있었는데, 1991년 한국에는 산업안전보건법상 작업환경 노출기준만 있었다. 즉, 근로자에 대한 특수건강진단 기준은 전혀 마련되어 있지 않았다. 저자들은 25명의 근로자를 조사하였는데, 간기능 이상자를 14명으로 보고하였다.

이러한 보고가 있었지만, 한동안 산업보건계에 경종을 울릴만한 불행한 사고는 발생하지 않았다. 그런데 1993년, 인천에 있는 한 공장에서 DMF에 노출된 근로자가 전격성 간염으로 사망한 사건이 발생하게 되었다.<sup>2)</sup> 강성규 등이 위험을 예측한 대로 첫 사망 사례는 인조피혁제조업 사업장에서 나타났다.

사망자는 1993년 7월 합성피혁을 제조하는 회사에 입사하여 습식배합 공정에서 일하였는데, 곧 두통, 헛구역질, 복통, 식욕저하를 호소하였고 얼굴색이 검게 되었다. 10월 5일이 되자 짙은 갈색 소변을 보았으며, 10월 14일에는 작업 중 쓰러져 입원하였는데, 11월 3일 전격성 간염으로 사망하였다. 이 근로자는 작업시간이 매우 길었는데, 하루 평균 11시간씩 주·야간 교대근무를 하였다. 이 근로자는 산재요양신청을 하여 DMF에 의한 독성간염으로 최초로 인정받았다.

이 중독사망 사례의 발생 후인 1994년에 산업보건연구원(이하, 연구원)에서 일부 DMF 취급 사업장에 대한 역학조사를 실시하였다. 연구원은 인조피혁 제조사업장 3개를 대상으로 하여 작업환경측정과 간기능 검사를 위주로 한 건강진단을 실시하였다. 조사 결과, 공기 중 DMF 농도는 26개 시료를 측정하였는데, 그 범위가 0.99 ppm부터 329.47 ppm까지로 나타났고, 당시의 공기 중 DMF 노출기준 10 ppm을 초과하는 시료가 반이 넘는 53.8%이었다. 가장 높은 노

출을 보이는 공정은 배합공정으로 329.47 ppm이 나온 곳이 이 공정이었다.

근로자는 총 59명을 검사했는데, 간기능 이상자가 45.8%였다. 공기 중 노출수준이 아주 높았던 배합공정에서는 50%의 근로자가 간기능 이상을 보였다. 당시 정밀한 2차 진단까지 하지 않아, 이들이 어느 정도 간이상이 있는지는 판단하기 어려웠는데, 공기 중 노출수준으로 보아 이들 사업장의 상황은 시급히 개선이 필요하다고 판단되는 상황이었다.

그 후로 노동부와 산업보건연구원은 간헐적으로 DMF 노출 사업장에 연구와 조사를 하곤 했지만, 큰 규모의 조사는 아직까지 수행하지 않고 있었다. 그런데 몇 년이 지난 1997년에 양산의 모 인조피혁공장에서도 또한 번 사망사례가 발생하였다.

합성피혁공장의 배합실에서 근무하던 근로자가 전격성 간염으로 사망한 사건이 발생하였다.<sup>3)</sup> 산업보건연구원에서는 이 사업장에 대한 역학조사를 실시하여 일부 근로자들의 간기능 저하가 있음을 확인하였다. 이 근로자의 유족은 회사측과 합의하여 산재요양신청을 하지는 않았다.

이렇게 또다시 사망사례가 발생하자, 한국한국산업안전공단에서는 1997년에 '작업환경개선 전문기술지원사업'이라는 전국 규모의 조사사업을 벌였다.

이 조사 결과, 전국적으로 DMF 사용사업장의 개수, 업종과 공정, 실 근로자 수, DMF의 공기 중 노출실태가 파악될 수 있었다.

'기술지원사업' 보고서에 의하면 전국에서 DMF를 사용하는 사업장은 103개(추정 노출 근로자 1,296명)이며 이 중 피혁제조업 종과 섬유가공 및 섬유염색 업종이 48개 사업장(추정 노출 근로자 887명)으로 대부분을 차지하고 있다. 또한 이 보고서에서 작업환경측정 자료 검토 결과, 노출기준 초과 사업장은 피혁제조 또는 가공 9개 사업장, 섬유염색 및 가공 9개 사업장이었다.

## 전국규모의 역학조사를 통한 실태 파악, 제도의 개선

1998년 산업보건연구원에서는 기술지원 사업 보고서를 토대로 전국의 DMF 취급 사업장을 파악하여, 이들에 대한 역학조사를 실시하였다.<sup>4)</sup>

역학조사를 위해서, 103개 기술지원 대상 사업장 중 업종별로 선택한 51개 사업장에 대해 예비방문을 실시하였다. 그 결과, DMF사용량은 합성피혁업종과 정밀화학제품 제조업에서 대부분 사용되고 있었고, 합성섬유제조, 섬유코팅업종에서도 사용되었다. 법적 작업환경측정에서 빈번히 DMF 노출기준을 초과했던 업종은 합성피혁, 합성섬유, 섬유코팅 업종이었으며 간기능 요

관찰 이상자는 주로 합성섬유제조업과 합성 피혁제조업에서 많았다.

이러한 상황을 고려하여, 본조사 대상은 업종별로 합성섬유제조업 2개소, 섬유코팅가공업 4개소, 합성피혁제조 8개소, 도료제조업 1개소 총 15개 사업장 579명을 선정하였다.

주요 조사 결과는 다음 네 가지로 요약할 수 있는데, 이러한 결과를 통해 산업보건연구원은 매우 귀중한 자료를 얻을 수 있게 되었다.

**(1) 작업환경 측정 및 생물학적 모니터링 결과, 조사 대상의 1/4에서 작업환경상 과폭로가 발생되고 있었다.**

전체 조사대상의 20%가 DMF 노출기준을 초과하였으며, 혼합유기용제 초과까지 포함하면 27%가 노출기준을 초과하고 있었다. 소변 중 n-methylformamide(NMF)의 초과자도 23.6%에 달하였다. 이러한 계산은 노출기준을 8시간 작업 기준으로 10 ppm으로 산정할 경우인데, 조사대상의 다수가 실 작업시간 10시간 정도의 교대작업을 하고 있어, 실제 노출수준은 더 높을 수 있다는 점이 우려되었다.

**(2) 총 조사대상의 26%에서 요관찰 이상의 간기능 이상을 보였다.**

조사대상 중 참고치를 초과하는 간기능 이상의 발생은 130명(26%)이었고, 간기능

검사 효소치가 참고치의 1.5배 이상이 31명(6.2%), 2배 이상은 13(2.9%)명이었는데 이 13명 중 3명은 치료가 필요한 독성간염으로 판단되어 요양신청 및 의학적 진단과 치료를 실시하였다.

특기할 만한 사실은, 입사 이후 작업 기간이 짧을수록, 1년 미만 또는 3개월 이하인 근로자에서 간기능 이상 발생률이 장기간 근무자보다 높았다. 이에 따라 입사 초기부터 DMF 노출에 의한 간기능 저하의 관리가 필요하다는 사실을 알 수 있었다.

간기능이상은 DMF의 폭로수준이 높을수록 증가하였고 작업유형상 피부와 호흡기로 과폭로 되거나 다른 유기용제와 동시에 폭로되고 있는 공정에서 더 많은 간기능 이상자가 발생되었다.

한편, 하청근로자는 주로 DMF 과폭로 가능성이 높은 공정에서 작업하였으며, 사업장별 간기능이상자의 발생률이 본청 근로자보다 높았고, 독성간염 발생자 3명 중 1명이 하청근로자에서 발생되었다.

**(3) 주관적 증상 중 소화기 증상과 일부 자극 증상의 발생은 DMF 폭로에 의해 증가되었다.**

특히 복통과 메스꺼움 등의 증상은 DMF 고폭로 및 작업유형과 관련이 있었다.

**(4) 보호구 착용률, 특히 유기용제용 마스크의 착용률이 저조하였다.**

보호구 착용률은 호흡기 보호구의 경우 간헐적으로 착용되고 있으며 피부와 호흡기로 고농도 폭로가 추정되는 공정의 근로자에서도 50% 이하의 착용률을 보여, 작업유형과 기온, 습도 등의 사업장 환경을 고려한 실질적으로 보호구 착용률을 높일 수 있는 방안이 필요하였다.

조사 결과를 요약해 보면, DMF에 의한 독성간염은 일반적인 독성간염의 특성과 같이 노출초기에 발생하고 경미한 경우에는 점차 회복되나 심한 경우는 전격성 간염으로 사망할 수도 있다는 것을 확인하였다.

사망하거나 심한 독성간염의 소견을 보인 대부분의 사례는 입사 후 2개월 정도에 발생하였다. 그러나 당시의 특수건강진단 지침에서는 채용신체검사 후 처음 6개월 이내에 돌아오는 특수건강진단은 받지 않도록 하고 있어 간기능이 가장 나빠질 때 건강진단을 실시하지 않는 실수를 범하고 있었다.

산업안전보건연구원은 이러한 조사결과를 근거로 하여, 특수건강진단 개선안을 제시하였고, 2000년부터 실시된 새로운 특수건강진단에서는 DMF 노출 근로자는 배치 전 건강진단을 하고 작업에 배치된 후 1개월에 반드시 간기능 검사를 하도록 할 수 있게 되었다.

이러한 조치를 통해 우리나라에서 DMF로 인한 독성간염 사망이 더 이상 발생하지 않기를 바라는 연구자들의 심정과는 달리, 2000년 이후에도 DMF에 의한 독성간염은 계속 발생하였다.

직업병의 예방은 단순히 제도의 개선만으로는 해결될 수 없음을 확인하게 되면서, 전문가들이 어떠한 노력을 지속하게 되는지, 2000년 이후의 DMF와 독성간염에 대한 역학조사에 관해서는 다음 호에 소개하고자 한다. ☺

## 참 고 문 헌

1. 강성규, 장재연, 이경용, 정호근. 디메틸포름아미드에 의한 간기능장애에 관한 연구. 대한산업의학회지 1991;3(1):58-64
2. 김수근 등. 디메틸포름아미드 폭로가 원인으로 추정되는 전격성 간염 1례. 대한산업의학회지. 1994;7(1):186-190
3. 한국산업안전공단 산업보건연구원, DMF 노출 근로자의 전격성 간염에 의한 사망 사건에 대한 역학조사와 대책. 1997 사업장 역학조사-DMF
4. 한국산업안전공단 산업보건연구원. 우리나라 DMF 노출 실태 및 건강장애에 대한 조사 보고서. 산업안전보건연구원 1998.