

## ISSUE 01

## 금속가공업의 유해성과 노출 관리 방안

### 금속가공업의 위험 요소

금속가공업(Metal Working Fluids, 이하 MWF)는 금속 기계 가공 공정에서 윤활(Lubrication), 냉각(Cooling), 금속 칩 제거라는 세 가지 핵심 기능을 수행하는 필수 산업 자재이다. 금속가공업은 그 화학적 조성과 수분 함유 여부에 따라 비수용성(Straight), 수용성(Soluble), 합성(Synthetic), 준합성(Semi-synthetic)의 4가지 종류로 분류된다.

석유를 정제하고 남은 잔사유가 기본 물질인 기유(Base oil)를 80% 이상 함유한 경우를 보통 비수용성으로, 기유에 물이 50% 이상 섞이는 경우는 수용성으로 분류한다. 따라서 금속가공업은 단순한 한 가지 화학물질이나 단순한 유체 관리의 대상을 넘어, 20여 가지 이상의 화학 성분이 얽힌 화학물질 복합체(Complexmixture)로 다뤄져야 한다.

금속가공업에는 잘 정제되지 않은 기유에 함유된 다핵방향족탄화수소(PAH)와 첨가제로 사용되는 니트로소아민(Nitrosamines), 짧은 사슬 염화파라핀 등의 발암물질에 의해 피부암, 방광암, 폐암 등 암 발생 위험이 큰 것으로 알려져 있다. 최근에 실시된 체계적 문헌 고찰 및 메타분석 연구에 의하면 금속가공업(MWF) 노출이 전립선암 발생과 사망률의 증가와 유의하게 연관되어 있음을 보고하였으며, 포함된 연구들에 대한 통합 상대위험(RR)은 1.06(95% CI: 1.01-1.11)으로 나타나 노출군에서 약 6% 높은 발생 위험을 보였고, 표준화 사망비(SMR)는 1.20(95% CI: 1.09-1.31)으로 노출군의 전립선암 사망률이 약 20% 높음을 시사하였다.<sup>1)</sup>

#### 최상준

가톨릭대학교  
보건의료경영대학원 교수



<sup>1)</sup> Moradpour, Zahra, et al. "Prostate cancer incidence and mortality linked to metalworking fluid exposure: a systematic review and meta-analysis." *Frontiers in oncology* 14 (2025): 1491159.



## 금속가공유 위험에 대한 지정 노력

금속가공유의 노출에 따른 건강 위험을 예방하기 위해 가장 중요한 것은 일단 유해성이 높은 물질이 포함되지 않도록 제조하는 것이다. 국내에서는 2012년에 민주노총 산하 전국금속노동조합과 금속가공유 제조사 8개 업체가 짧은사슬 염화파라핀을 금속가공유 제조에 사용하지 않는다는 협약식을 맺은 바 있다. 이후 환경호르몬으로 알려진 알킬페놀도 2013년부터 사용하지 않기로 했으며 보린산, 에탄올아민, 윤활기유 등에 대해 사용 금지나 최소량 허용 기준을 제시한 바 있다.

금속노조에서는 협약 후 2012년부터 2013년까지 짧은사슬 염화파라핀을 비롯해 연간 약 993톤의 유해 화학물질 사용량을 저감시킬 수 있었다고 보고하였다.

이와 같은 자발적 노력은 매우 중요한데, 2025년 4월 22일에는 금속노조, 시민사회단체(발암물질없는사회만들기국민행동), 금속가공유 제조 업체(범우화학공업, 한국하우튼, 극동유화, (주)SHL, 비피코리아, 심쿨코리아, 한국혹스윤활유, 오일코리아(주), (주)DH케미칼, (주)루팩스, 블라자스위스루브코리아, 루브필코리아, 한유 SKETS) 등이 참여한 가운데 ‘금속가공유 가이드 라인 협약식’을 체결하기도 했다.

해당 협약에서는 2012년에 맺은 협약 내용에 대한 개정 사항을 논의한 후 염화파라핀, 보린산, 에탄올아민, 윤활기유 내 다핵방향족탄화수소 및 벤젠, 방부제(미승인 살생물 물질)의 사용 금지와 필요시 물질안전보건자료(MSDS)의

금속가공유는  
20여 가지 이상의  
화학 성분이 얽힌  
화학물질 복합체로  
다뤄져야 한다.



“영업비밀·자료없음·미기재성분”에 대한 정보를 제출하기로 하였고, 국내뿐 아니라 해외 수출품에도 동일하게 적용하여 전 세계 작업자들의 건강 보호까지 책임지는 가이드 라인이라는 점에서 더욱 의미가 있다. 특히 협약 이후 금속노조와 금속가공유 제조업체는 3년마다 가이드 라인의 적용으로 인한 유해 물질 사용 저감 보고서를 작성하기로 해 이를 통해 전 사회적인 유해 물질 사용 저감의 공감대를 만들어 나갈 것으로 기대된다.

### 금속가공유의 추가 위험 요인

금속가공유 자체에 함유된 유해 물질의 저감을 통한 관리도 중요하지만, 고온 및 고압 조건의 가공 과정에서 발생하는 초기 성분의 화학적 변형 및 미생물 오염과 같은 다각적인 위험 요인 생성 역시 함께 고려해야 한다. 특히 수용성, 합성, 준합성 MWF는 50-85%의 수분을 포함하고 있어 미생물 증식에 매우 취약하다. MWF 취급 중 외부에서 유입되는 트랩프 오일(Tramp Oil, 기계작동유)과 금속 부스러기는 미생물의 핵심 영양원이 되며, 탱크(Sump) 내부의 적정 온도는 미생물 성장을 위한 완벽한 배양 환경을 제공한다.

이러한 환경에서 증식하는 그람음성박테리아는 세포외막 구성 성분인 엔도톡신(Endotoxin), 즉 지질다당류(Lipopolysaccharides, LPS)를 방출한다.

엔도톡신의 독성 기전에서 가장 주목해야 할 부분은 ‘지질 A(Lipid A)’로 인체가 지질 A에 노출되면 즉각적인 선천 면역 반응(Innate Immune Response)이 개시되며, 이는 사이토카인 분비를 통한 전신 염증 반응(Systemic Inflammation)으로 이어진다. 저농도 노출 시 호흡기 점막 자극, 기관지염, 알러지성 천식, 발열 및 오한 등이 발생하고, 고농도에 노출되면 독성 폐렴, 과민성 폐질환(Hypersensitivity Lung Disease) 및 패혈증(Sepsis)을 유발한다.

따라서, 미생물 번식을 근본적으로 제한하기 위해 트랩프 오일의 유입 차단이 매우 중요하고, 증식한 미생물로 인해 pH가 저하(8.0 이하)되지 않도록 관리하여 액의 부패뿐만 아니라 엔도톡신을 포함한 생물학적 유해 요인 노출을 최소화할 수 있도록 해야 한다. 🐼

그림 | 금속가공유 사용 사업장의 오일 관리 상태에 따른 미생물 오염도 비교

