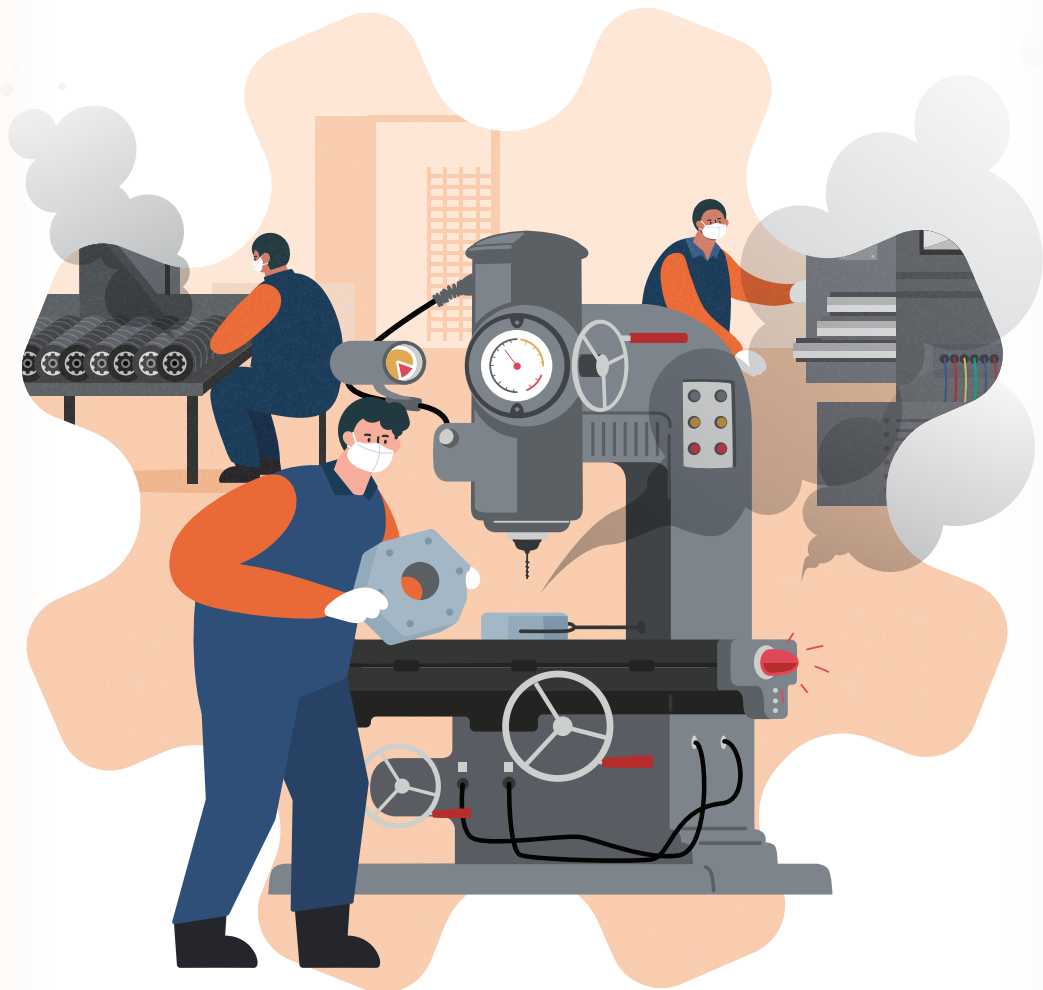


미스트만으로는 설명되지 않는다: 금속가공유 노출평가의 최신 흐름

Levilly et al. "Characterization of occupational inhalation exposures to particulate and gaseous straight and water-based metalworking fluids." Scientific Reports. 2024;14:18814.

번역·정리 대외협력국 김효진 차장



금속가공유 노출평가의 최신 흐름

금속가공유 노출은 오랫동안 '오일 미스트'라는 이름 아래, 입자상 물질의 질량농도를 중심으로 평가돼 왔다. 그러나 최근 발표된 프랑스·스위스 공동연구는 이러한 접근만으로는 실제 작업자 노출을 충분히 설명하기 어렵다고 지적한다. 해당 연구진은 20개 작업장을 대상으로 직선유와 수용성 금속가공유를 사용하는 노동자의 작업환경을 조사하고, 전일 근무시간 동안 흡입성 입자상 분획과 가스상 분획을 함께 측정했다. 그 결과, 금속가공유 노출은 단순한 '미스트'가 아닌 입자와 증기가 함께 존재하는 복합 노출로 이해해야 한다는 것을 확인했다. 즉, 금속가공유 노출은 단순한 비산이 아닌 가열·산화·열분해·공기 중 체류 과정에서 조성이 변하는 복합 노출로 이해해야 한다는 것이다.

가스상 분획이 더 큰 비중을 차지

이번 연구의 핵심은 전체 공기 중 금속가공유 질량에서 가스상 분획이 더 큰 비중을 차지했다는 것이다. 입자상 노출은 직선유(Straight Oil)와 수용성 금속가공유 사이에 큰 차이가 없었으나 가스상 분획은 직선유 작업장에서 훨씬 높았다. 연구 초록과 결과표에 따르면 가스상 분획의 중앙값 범위는 직선유에서 322~2362 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 수용성 금속가공유에서 101~699 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 제시됐다. 이에 따라 연구진은 금속가공유 노출을 평가할 때 필터에 포집되는 미스트만 보는 것은 불충분하며, 휘발성·반휘발성 성분까지 함께 파악해야 한다는 점을 강조했다. 아울러 저장조 상태, 유압유 오염, 재활용 여부, 작업 행태, 기계 구조, 작업장 온도와 같은 공정·설비·유체 관리 요인이 노출 수준에 복합적으로 작용하는 것도 확인했다. 이는 앞으로의 노출 관리가 단순한 미스트 저감을 넘어, 가스상 분획 관리와 금속가공유의 적정 유지 관리까지 포괄하는 방향으로 나아가야 함을 시사한다. 🗣️

주요 연구 내용 요약

- 01 조사 대상은 프랑스·스위스 16개 기업, 20개 작업장, 총 98명이었으며, 2018~2019년 2일간 전일제 샘플링으로 수행됐다.
- 02 연구는 입자상 분획과 가스상 분획을 동시에 측정한 포괄적 노출평가였다.
- 03 입자상 노출은 직선유와 수용성 금속가공유 사이에 큰 차이가 없었지만, 가스상 분획이 전체 질량 중 더 크게 기여했다.
- 04 직선유 작업장은 수용성 금속가공유 작업장보다 가스상 탄화수소 노출이 약 5배 높았다.
- 05 기계를 덮거나 외함으로 둘러싸면 입자 형태의 미스트는 줄이는 데는 도움이 되지만, 증기처럼 퍼지는 가스상 성분까지 줄이는 것은 한계가 있었다.
- 06 수용성 금속가공유는 재활용하지 않고 완전히 교체하고, 유압유 오염을 막을 때 가스상 노출을 줄일 수 있었다.
- 07 사용유 저장조에서는 금속 축적이 나타났지만, 그 금속이 공기 중 에어로졸 금속 농도와 직접적으로 일치하지는 않았다.

※ 직선유(Straight Oil): 물을 섞지 않고 원액 그대로 사용하는 금속가공유