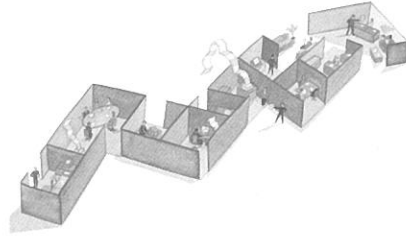


비염과 직업(2)

- 금속가공유 취급과 미생물의 영향



산업안전보건연구원 직업병연구센터 / 김 은 아

지난 호에 이어, 이번 호에서는 직업과 관련된 비염에 대해 조금 더 살펴보기로 하자.

전 호에서 소개한 제분업체 근로자의 비염에 이어, 같은 해에 자동차부품제조업의 근로자가 양측성 만성 부비동염, 비용종, 만성 비후성 비염 등 다양한 코질환으로 산재 요양신청을 하였다.

이 사례를 계기로, 자동차부품제조공정 근로자의 비염에 대한 역학조사가 시작되었다.

자동차부품제조 공정은 금속을 가공하는 다양한 공정으로, 금속분진이 발생할 뿐 아니라, 금속가공유를 취급하게 되는데, 이 과정에서 미생물이 발생할 수 있다는 것은 이전의 연구에서 잘 알려져 있었다.

자동차부품 연마작업자의 비염 사례(2002)

비염으로 수술한 근로자

36세 남자근로자 S씨는 88년부터 자동차 부품제조업에서 연마작업을 하다가 2001년 5월 비염과 비용종, 부비동염 등으로 진단 받았다.

S씨가 다니던 회사는 자동차 제조업체의 1차 협력회사로 엔진부품을 제조하는 곳이었는데, 역학조사 당시 250여명 규모였다. 작업은 주야 2교대 작업으로 각종 연삭작업에 비수용성 금속가공유와 수용성 금속가공유를 사용하고 있었다.

S씨는 23세 때 입사하여 13년간 계속 수용성 금속가공유를 사용하는 외경 연삭만을 하였고, 과거에는 면마스크를 착용하다가 2001년 6월 수술한 이후에는 방진마스크를 착용했다고 말했다.

S씨가 작업한 곳은 천장이 낮고, 연삭기를 3대 동시에 사용하여, 미스트의 발생량이 상대적으로 많았다고 하였다. 또한 과거에는 금속가공유로 옷이 젖을 정도였다고

표현하였다.

S씨가 작업한 공정에 대한 1999년 이후의 작업환경측정 기록을 살펴보면, 1,2회 오일미스트의 측정이 노출기준을 초과한 적도 있었으나, 대체로 노출기준 5 mg/m³ 미만이었다.

S씨는 입사 전 비질환이 없었다고 하며, 현재 기업이 첫 직장이었다. 직장에서 받은 건강검진 결과에서도 이상소견이 나타난 적은 없었다.

그런데, 입사 2년 후부터 찬바람을 쐬면 양쪽 코가 번갈아가며 막혔고, 다시 1년 후에는 냄새를 못 맡고 양쪽 코가 다 막혔으며, 최근에는 두통 및 우측 눈 주위 동통이 시작되었다.

2001년 5월 대학병원에서 만성 부비동염, 비용종, 만성 비후성 비염으로 진단받았는데 당시 증상은 양측성 코막힘(비폐색), 콧물(비루), 가래, 후비루(postnasal drip) 등이었다.

부비동의 단순방사선 및 컴퓨터단층촬영상 부비동의 만성 염증과 비용종 의증, 비중격 만곡증 소견이 있었다. 35가지 흡입성 항원에 대한 검사는 음성이었다. S씨는 비내시경술, 양측의 용종제거술 및 하비갑개 절제술을 받은 후 11일 퇴원하였는데, 조직 검사에서는 만성 염증이 동반된 용종이 있었다.

금속가공유 취급 공정 조사

S씨의 공정에서 비염과 관련된 유해요인을 평가하기 위해, 작업환경평가가 실시되었다.

두 차례에 걸쳐 공기 중 오일미스트, 총분진 및 금속, 에탄올아민, 포름알데히드, PAHs 노출수준을 측정하여 분석하는 한편 금속가공유 원시료 및 공기 중 박테리아, 곰팡이, 내독소(endotoxin) 농도를 분석하였다.

그 결과, 오일미스트는 개인시료 및 지역시료 대부분 노출기준 5 mg/m³ 미만이었으나 S씨가 작업하였던 연마공정의 지역시료에서는 8.4 mg/m³로 노출기준을 초과하였다. 이 공정은 연삭기가 3대나 가동되고 있었고 근로자 1인이 3개의 수용성 금속가공유 탱크를 담당하고 있었다. 비수용성 금속가공유를 사용하는 공정보다 수용성 금속가공유를 사용하는 공정의 개인시료 및 지역시료 모두 오일미스트 노출수준이 높았다.

총분진도 S씨의 작업 지역에서 11.2 mg/m³로, 노출기준 10 mg/m³를 초과하였다. 그러나 총분진 중 금속 성분, 즉 크롬, 니켈, 코발트 등이 모두 노출기준 미만이거나 일부 시료에서만 미량 검출되었다.

절삭유의 pH를 조절하고 부식을 방지할 목적으로 사용하는 에탄올아민은 검출되지 않았지만 S씨가 작업하던 공정에서 사용하

는 금속가공유 원시료 중 2~7 % (상대적 area %) 정도 포함되어 있었다.

금속가공유에 방부제로 첨가되는 포르말데히드도 노출기준 미만으로 검출되었는데, S씨 작업공정에서는 0.0184 ppm으로 다른 곳보다는 상대적으로 높았다. PAHs는 16 가지 중 Naphthalene, Indeno(1,2,3-cd) pyrene, Dibenzo(a,h) anthrathene만 일부 시료에서 극히 미량 검출되었다.

미생물 노출수준을 조사하기 위하여, 수용성 금속가공유를 취급하는 14명에서 박테리아 노출수준을 측정하였다.

그 결과, 박테리아 측정치는 1차 조사에서 186~4,439 CFU/m³이었다. 2차 조사에서는 일부 근로자의 측정값이 11,911 EU/m³로 높게 나타났다.

수용성 금속가공유를 직접 취급하는 근로자들이(2,461 EU/m³), 수용성 금속가공유를 직접 취급하지는 않지만 수용성 금속가공유를 사용하는 공정에서 작업하는 근로자(358 EU/m³)나 수용성 금속가공유를 사용하지 않는 공정에서 작업하는 근로자(179 EU/m³)보다 훨씬 높았다.

금속가공유를 저장하는 탱크의 관리상태도 조사하였는데, 많은 탱크에서 박테리아가 높은 농도로 검출되었으며, 2차 조사에서 박테리아가 지나치게 번식한 후에 나타나는 곰팡이가 일부 근로자의 금속가공유

탱크에서 검출되었다.

만성비후성 비후염과 만성 부비동염 및 비용종

만성 비후성 비염이란, 어떤 원인에 의한 만성 비염이 장기간 지속적으로 진행되어 비강 점막과 비갑개가 비가역적으로 비후되는 질환이다.

흔히 감기로 불리는 급성 비염이 반복되거나, 만성 부비동염이 있거나, 편도 조직의 만성 염증이 있거나, 장기간 또는 다량의 비점막 수축제를 국소적으로 사용할 경우 발생하는 흔한 질환이다. 코가 막히는 것이 가장 흔한 증상이다¹²⁾.

대체로 부비동 점막은 감염에 강하지만, 감염이 제대로 치료되지 않거나 반복될 경우 부비동 점막이 두꺼워지고 혼탁해지는 만성 부비동염이 생긴다. 부비동은 좁은 배설구를 통해 비강과 연결되어 있으므로, 비 질환이 있으면 부비동염이 쉽게 발생하게 된다.

그 외, 치아 감염, 안면골 골절이나 압력 변화 등 외상, 수영이나 다이빙 등 운동, 차고 건조한 공기 등의 영향이 부비동에 관여한다. 콧물과 코막힘이 가장 흔한 증상이지만, 점막이 두꺼워지면 비중격이 비틀어지는 비중격만곡증이 생겨서 코막힘이 더 심해지기도 한다.

만성적인 자극으로 생기는 양성종양인 비 용종이 생기면 코가 완전히 막혀서 냄새를 맡는 기능이 극히 감소하기도 하며, 중이염, 후두염, 기관지염 등이 합병될 수 있다.

비용종은 부어오른 점막이 비강 내로 튀어나온 양성 종양이다.³⁾ 원인으로 다당질 변화, 혈관운동의 불균형, 세균성 감염, 알레르기 등 여러 가지가 거론되지만 아직 정확히 모르는 실정이다.

다만 만성 염증의 결과로 나타나는 질환으로 비알레르기성 천식, 아스피린이나 비스테로이드성 소염제에 대한 과민성, 낭포성 섬유증 등 전신질환과 동반되어 나타나는 경우가 많다.

금속가공유와 비질환의 관계

금속가공유는 제품을 보호할 목적으로 금속 가공과 연마 공정에서 사용하는데 에어로졸(미스트)을 흡입하거나 피부에 닿음으로써 여러 가지 건강장애를 일으킬 수 있다.

크게 비수용성과 수용성으로 나눌 수 있는데 비수용성은 고도로 정제된 석유계(lubricant-base oil), 동식물, 생선 또는 합성 oil로서 물로 희석하지 않고 사용한다.

물로 희석해서 사용하는 수용성 금속가공유는 성분 구성에 따라 나누어진다.

금속가공유를 취급하는 근로자는 금속가공유에 함유되어 있는 다양한 성분뿐만 아

니라 작업 중 취급하는 제품에서 발생하는 금속이나 오염물질에도 노출될 수 있다. 더구나 수용성 금속가공유는 다양한 박테리아와 곰팡이가 번식할 수 있는 배지가 되며, 박테리아로 인한 내독소도 발생하고 혐기성 박테리아인 경우에는 황산염을 환원하여 황화수소 및 독성 가스들도 발생할 수 있다.

금속가공유가 피부에 묻으면 모낭염, 여드름, 각화증, 자극성 및 알레르기성에 의한 접촉성 피부염이 발생할 수 있다.⁴⁾

급성으로 폐기능이 저하되고 천식, 과민성 폐렴, 만성 폐기능 장애, 만성 기관지염도 일으킨다.⁵⁾ 특히 천식은 수용성 금속가공유에서 특히 위험도가 크고⁶⁾, 과민성 폐렴도 수용성 금속가공유에 노출될 때 잘 발생하는데 미생물이 오염된 결과로 알려져 있다.⁷⁾

수용성 금속가공유는 기본적으로 박테리아가 번식할 수 있고, 곰팡이는 박테리아가 번식하여 부패한 후에 나타난다.

일반적으로 세균의 노출은 축산업이나 제재업 등 세균이 많이 나온다고 보고된 업종에서 많이 연구되었고 제조업 사업장의 경우 연구가 별로 없다.

일부 연구에 의하면 수용성 금속가공유를 사용하여 자동차 부품을 가공하는 사업장에서 엔더슨 총돌기로 조사한 67개 시료의 기하평균이 183 CFU/m³이었고⁸⁾, 스웨덴의

중앙집중식 수용성 금속가공유 탱크 근처에서 측정된 박테리아 농도는 100,000 CFU/m³이었다.⁹⁾

이에 비교해 볼 때, S씨가 근무한 공정의 박테리아 노출수준은 축산업의 104~108 CFU/m³보다는 낮으나 제재업이나 목재업 등 다른 산업보다 높았다.

S씨의 작업공정에서 나타난 곰팡이 노출의 수준은, 곰팡이 노출이 심한 것으로 알려져 있는 곡물 포장이나 곰팡이 제거 작업 및 수해를 입은 가정보다는 낮았다.

그런데, 이 공장에 대한 조사에서 확인된 것은 수용성 금속가공유가 부패하면서 박테리아와 곰팡이가 번식했다는 사실이었다.

작업환경과 관련된 곰팡이 노출수준에 대한 기준은 없는데, 일반적으로 상업지역 빌딩에서 곰팡이 농도가 250~1,000 CFU/m³ 이면 오염 요인이 있는 것으로 평가 하고 있다. S씨가 작업한 공장에서 측정한 시료 총 14개 중 3개가 이 범주에 속하는 농도였다.

내독소에 노출되면, 호흡이 가빠지고 기침, 열, 구역감 등의 증상이 나타나는데, 10,000 EU/m³ 정도 내독소에 노출되면 독감과 같은 증상(flu-like syndrome)이 나타날 수 있다고 하며, 1,000 EU/m³ 정도에서는 호흡이 가빠지고, 45~400 EU/m³ 정도에서는 기침과 열이 나며 급성 호흡장애(acute air flow obstruction) 및 호흡기

점막 자극 증상이 나타나고, 200 EU/m³ 정도 노출은 비강 점막 자극 증상과 관련이 있다고 알려져 있다.

이번 역학조사에서 총 32개 시료 중 4개만 200 EU/m³ 미만 이었고, 7개는 200~1,000 EU/m³ 이었으며, 나머지 21개 시료는 1,000 EU/m³를 초과하였다.

특히 수용성 금속가공유를 취급하는 근로자만을 대상으로 한 14개 시료 중 2개만 200 EU/m³ 미만이었고, 나머지 12개 모두 1,000 EU/m³ 이상이면서 10,000 EU/m³ 이상인 시료도 1개 있었다.

결론적으로, 만성 부비동염이 생긴 근로자 S씨가 과거 13년간 수용성 금속가공유를 사용하여 일한 사업장의 생산부에 대해 작업환경을 평가한 결과, 공기 중 박테리아 및 곰팡이와 내독소 농도가 높았는데, 특히 S씨가 직접 작업한 공정은 금속가공유의 농도가 다른 공정보다 높았고 내독소 농도도 높았다.

또한, 이러한 역학조사가 2월과 3월에 수행되었는데, 온도와 습도가 높아지는 6~8월에는 박테리아 및 곰팡이와 내독소 농도 역시 급격히 증가할 수 있을 것으로 추정되었다.

따라서 S씨의 만성 부비동염은 13년간 수용성 금속가공유를 취급하여 작업하면서,

금속가공유에 의한 비강 점막의 자극과 금속가공유가 적절히 관리되지 못하면서 부패하여 발생한 박테리아 및 곰팡이에 감염되어 발생한 것으로 판단된다.

또한 박테리아 번식에 의해 고농도로 발생한 내독소도 비강 점막을 자극하여 만성 부비동염이 발생하는데 기여하였을 것으로 생각되었다. 🍄

☪ 참고 문헌

- 1) 백만기. 최신이비인후과학. 서울:일조각, 1987, 190-1
- 2) 이정권, 김경수. 비강질환. 민양기 편, 임상비과학. 서울:일조각, 1997, 153-7
- 3) 권삼현, 윤상원. 만성 부비동염과 비염. 민양기 편, 임상비과학. 서울:일조각, 1997, 309-320
- 4) Pryce DW, Irvine D, English JSC, Rycroft RJG. Soluble oil dermatitis: a follow-up study. *Contact Dermatitis* 1989;21(1):28-35
- 5) Wild P, Ameille J. Bronchial reactivity in oil-mist exposed automobile workers revisited. *Am J Ind Med* 1997;32(4):421-32
- 6) Rosenman KD, Reilly MJ, Kalinowski DJ. Work-related asthma and respiratory symptoms among workers exposed to metal-working fluids. *Am J Ind Med* 1997;32(4):325-31
- 7) Bernstein DI, Lummus ZL, Santilli G, Siskosky J, Bernstein IL. Machine operator's lung: a hypersensitivity pneumonitis disorder associated with exposure to metal-working fluid aerosols. *Chest* 1995;108(3):636-41
- 8) Woskie SR, Virji MA, Kribel D, Sama SR, et al. Exposure assessment for a field investigation of the acute respiratory effects of metalworking fluids. I. summary of findings. *Am Ind Hyg Assoc J* 1996; 57:1154-62
- 9) Mattsby-Baltzer I, Sandin M, Ahlstrom B, Allenmark S, Edebo M, Falsen E, Pedersen K, Rodin N, Thomson RA, Edebo L. Microbial growth and accumulation in industrial metal-working fluids. *Appl Environ Microbiol* 1989;55:2681-9