



용접 근로자의 비중격천공

산업안전보건연구원 직업병연구센터 / 김 은 아

비중격 천공

1997년, 울산지역의 한 특수건강진단기관에서는 모 선박제조업 사업장의 용접근로자들에 대한 검진을 하던 중 이상한 소견을 발견하였다. 용접만 하던 근로자들 중 몇 명이 가끔 코피가 나거나, 코가 막히거나, 자주 코가 혈고, 냄새를 잘 못 맡는 증상이 있다고 호소했던 것이다.¹⁾ 이 근로자들에 대한 추가적인 검사 결과, 비중격천공이 있는 것으로 진단되었다.

비중격천공은 외상이나 수술 합병증으로 발생하는 경우가 가장 흔한데, 직업성 비중격천공은 대부분 크롬산에 노출되는 근로자에서 보고되고 있고, 그 외 니켈, 비소 등에 의한 사례도 있다.

우리나라에서도 크롬산을 취급하는 도금업 근로자에서 가장 흔하게 보고된 바 있는데, 1980년대의 보고에 의하면 크롬도금 사업장 근로자 600여 명 중 30% 이상이 비중격천공이 있다고 하였다.²⁾ 1990년대를 지나

면서 우리나라 사업장의 작업환경이 전반적으로 개선되어 오면서 도금사업장도 함께 개선되어 왔고, 1990년 후반이 되면서 비중격천공의 보고는 드물게 되었다. 용접작업자는 크롬을 포함한 여러 가지 중금속에 노출될 가능성이 있지만, 크롬도금처럼 크롬노출 수준이 높은 편은 아니며 다른 여러 가지 화학물질들도 부식성 화학물질이라기보다는 다양한 금속분진이며 도금사업장처럼 노출수준이 높은 것은 아니다.

용접작업자들에서 진단된 비중격천공이 작업과 관련된 질병인지에 대한 판단을 위해서 한국산업안전보건공단 산업안전보건 연구원은 역학조사를 실시하였으며, 최초 보고한 의료기관과 함께 진단사례를 정밀하게 검토하였다.

비중격천공 용접 근로자들

총 6명의 근로자들은 나이가 37세에서 39세 사이로 모두 용접 경력이 10년 이상(12년에서 21년) 장기간 용접에 종사한 남자 근로자들이었다. 모두 비중격의 Kiesselbach's area 근처에 직경 8-15 mm 크기의 천공이 발견되었는데, 모양이나 크기를 볼 때 천공된 지 수년 이상 경과된 것으로 추정되었다. 6명 모두 비중격천공의 다른 원인인 수술, 결핵, 매독, 약물 사용, 부상 등의 경험은 없었다. 1명은 과거 1년 5개월간 모 도금업체에서 도금작업을 한 경험이 있는데, 다른 5명은 용접작업만 하였다. 크롬의 생물학적 노출수준을 보기 위해 주중 작업 후 혈액과 소변을 채취하여 크롬량을 분석했는데, 모두 검출한계 이하로 나타났다.

주요한 증상은 코피, 코막힘, 감기, 코점막이 자주 허는 증상 등이 있었는데, 2명은 아무런 증상도 없이 검진하다가 발견되었다.

용접작업에서 6가크롬의 노출의 추정

용접근로자들은 다양한 유해요인에 노출된다. 소음, 이산화탄소, 일산화산소, 자외선, 적외선 뿐 아니라 여러 가지 금속흠에 노출되는데, 이로 인해 소음성난청, 상기도 호흡기 자극증상, 각결막염, 금속열, 폐손상, 만성 신경계질환 등이 발생할 수 있다. 용접흠의 성분은 산화철, 아연, 카드뮴, 산화아연, 크롬, 니켈 등의 금속이 있으며, 그

외 다양한 가스도 있어서 폐암, 천식, 전신중독, 파킨슨증후군, 용접공폐 등이 발생할 수도 있다.

역학조사에서는 용접작업에서 발생하는 유해요인들 중 이 근로자들의 비중격천공에 영향을 주었을 가능성이 있는 화학물질들을 중점적으로 검토하기로 하였다. 이를 위해 과거 작업환경에 대한 자료조사와 함께 역학조사 당시 사업장에서 취급하는 용접관련 화학물질을 조사하였고, 환자들이 진단된 무렵의 작업환경에 대해 측정을 실시하였다.

과거 작업환경평가 기록의 검토

이 사업장에는 1992년 이후의 작업환경측정보고서를 보관하고 있었는데, 용접흠과 각종 증금속을 측정된 기록이 있었고 크롬은 총크롬으로 평가되어 있었으며 6가크롬으로 측정된 자료는 없었다.

이에 의하면, 용접흠은 매년 노출기준을 초과한 시료가 있었고 1996년 하반기에 측정된 자료에는 최고 농도가 63.7 mg/m³ 이었다. 총크롬의 경우, 노출기준인 0.5 mg/m³을 초과하는 시료는 없었으나 1996년 하반기에 측정된 자료 중 최고 농도가 0.26 mg/m³인 시료가 있었다. 한편, 구리는 최고 농도가 1996년 하반기에 측정된 0.33 mg/m³이었으며, 니켈은 측정되지 않았다. 카드뮴

의 경우 거의 검출한계 수준으로 평가되어 있었으며, 아연은 최고 농도가 17.5 mg/m³ 이었다. 1992년 이전의 작업환경측정 자료는 없었다. 그런데, 이 사업장에서 용접 근로자에게 마스크가 지급된 시기는 1984년-1985년부터였다고 하였으며 환기 등 작업환경관리도 현재보다 미흡하였다는 근로자들의 진술로 미루어 볼 때, 근로자의 과거의 용접흡 등의 유해물질 노출량은 역학조사 당시보다 높았을 것으로 추정할 수 있었다.

과거의 작업환경자료에서 6가 크롬에 대한 측정 자료는 없었다. 그런데, 스테인레스강 용접에서는 6가 크롬에 고농도로 노출될 가능성이 있다는 문헌 등의 자료가 있으므로, 비중격 천공 근로자가 스테인레스강 용접을 한 경험이 있는지를 조사하였다.

그 결과, 6명의 환자들 중 한 명은 과거에 2년 정도 스테인레스 스틸 용접 작업을 한 적이 있다고 진술하였고, 다른 한 근로자는 과거에 크롬 도금처리를 한 아연파이프를 용접한 적이 있다고 하였다. 다른 근로자들의 경우 과거에 간헐적으로 스테인레스강을 가끔 용접하는 경우가 있었는지 기억하지 못하였다. 다만, 이 사업장에서는 선박을 건조하는 과정에서 스테인레스강으로 이루어진 부분에 대한 용접을 간혹 수행하고 있었으므로, 이 근로자들의 경우에도 스테인레스강 소재의 저장탱크를 용접했을 것이라고 생각되었으며, 그 경우에는 고농도의 크롬

에 노출되었을 것으로 추정할 수 있었다.

역학조사에서 실시한 작업환경평가

문헌에서 조사된 용접작업 중 발생 유해요인들 중 비중격천공과 관련된 유해요인은 크롬과 니켈로 판단되었다. 이러한 사항을 확인하기 위해서 우선 이 근로자들이 취급했던 용접봉과 용접모재의 성분을 조사하였다.

비중격천공이 발생한 회사는 과거에는 주로 피복아크 용접을 하였으나, 발생 당시에는 CO₂ 용접을 하고 있었다. MSDS에 기록되어 있는 용접봉의 조성은 주성분인 철을 비롯하여 이산화규소, 알루미늄, 티타늄, 망간, 니켈, 몰리브데늄 등이었다. 이외에도 일부 용접봉에는 마그네슘, 불소, 탄산칼슘, 구리, 방해석 등이 함유되어 있었다. 연강, 고장력강 등에 사용되는 일부 피복아크 용접봉 중에는 크롬이 0-4%, CO₂ 용접봉에는 0-3% 정도 함유되어 있었다. 스테인레스강용 용접봉의 크롬 함량은 제품에 따라 약간 차이가 있었으며 최저 5%에서 최고 25% 정도 함유되어 있었는데, 평균 20% 수준이었다. 스테인레스강용 용접봉에는 크롬과 함께 니켈도 비교적 높은 함량(5-15%)으로 존재하는 것이 특징적이었다.

용접 모재인 철판에 존재하는 성분으로는 탄소, 규소, 망간, 인, 황, 알루미늄, 크롬, 니켈, 구리, 바나듐, 몰리브데늄 등이었다. 화학물질 운반선과 같은 특수선에는 스테인

레스강이 사용되었는데 스테인레스강에는 크롬이 17.6-18.1%였다. 일반선에 주로 사용되는 철판의 일부 제품에는 크롬이 함유되어 있지 않았으나 대부분의 제품에는 크롬이 0.02-0.07% 정도 함유되어 있었다.

또한, 역학조사에서 공기 중 크롬농도를 평가하였다. 그 결과, 공기 중 6가 크롬 평균 노출농도 부서별 평균치는 0.0012-0.0020 mg/m³(범위: 0.00035-0.0050 mg /m³) 이었다. 이들 부서에서 측정된 총 23개의 6가 크롬 중 우리나라 허용기준(0.05 mg/m³) 및 ACGIH 허용기준(0.01 mg/m³) 초과하는 근로자는 없었다. 그러나 NI OSH의 허용기준인 0.001 mg/m³을 초과하는 시료는 23개 시료 중 18개 시료이었다. 조사당일 사용한 용접봉에는 크롬이 함유되어 있지 않았으나 모재에는 크롬이 0.02 % 정도 함유되어 있었기 때문에 공기중 크롬은 모재로부터 유래된 것으로 판단되었다. 연강을 피복 아크 용접시 발생원에서 5분간 측정한 농도는 0.024 mg/m³ 이었고 CO₂ 용접시 0.12 mg/m³이었다. 스테인레스강을 CO₂ 용접하는 경우 0.14-2.40 mg/m³으로 6가 크롬이 고농도로 발생되는 것으로 나타났다.

6가 크롬의 다른 금속

역학조사 결과, 6가 크롬 외에도 용접작

업 중에는 철, 아연, 망간, 니켈 등에 노출되는 것으로 나타났다. 니켈은 플랜트 사업부 중기계 공장의 스테인레스강 용접 시에 비교적 높은 농도로 발생하는 것으로 나타났다. 이 부서를 제외한 다른 부서의 니켈 농도는 검출한계 미만이었다. 한편, 산업보건 연구원에서는 1997년에 이 사업장의 선각 패널 부서 용접 근로자를 대상으로 측정한 적이 있었다.

1997년 당시 공기 중 용접흡 농도는 대부분의 시료(95.5%)가 노동부 노출기준을 초과하였고 최고농도는 45.4 mg/m³이었다. 용접 근로자가 주로 노출되는 금속은 철, 아연, 망간이었고, 크롬은 0.002-0.043 mg/m³, 니켈은 N.D.-0.031 mg/m³, 구리는 0.002-0.036 mg/m³의 농도에 노출되는 것으로 나타났다.

비중격천공과 유해요인

현재까지 6가크롬 이외에 비중격천공을 일으키는 것으로 알려진 것은 니켈, 비소, 산화칼슘, 크롬산 및 그 염, 구리분진과 미스트 등이 있으나, 이것과 관련된 연구논문은 흔치 않다.

1983년의 보고에 의하면, 비중격천공으로 진단받은 근로자 185명에 대한 역학조사 연구를 분석한 결과, 이들의 산업은 염전, 화학공장, 가죽공장, 염색공장, 도금공 등에

근무하는 도금공(46.5%)과 염전공(44.3%)이 대부분이었다. 그 외는 기타 비소, 니켈, 실리콘 화합물, 카드뮴, 불소, 소다 및 암모니아에 노출된 근로자들이었다.³⁾

대만의 Lin 등에 의하면 크롬도금 근로자에서는 비중격폐양이 보인데 반해 알루미늄 도금공장의 경우는 한명도 발생하지 않았다고 하여, 주로 크롬도금공정이 비중격천공의 위험직업인 것을 보여주었다. 또한, 6가크롬 노출 허용기준치인 0.05 mg/m³ 정도에 노출될 경우, 작업자의 50%에서 비중격천공이 발생하는데 걸리는 기간은 2.2년, 100%에서 발생하는 데는 8.2년의 기간이 소요된다고 하여, 저농도로 장기간 노출될 경우 비중격천공이 발생할 수 있음을 보여주었다.⁴⁾ 도금업이 아닌 직종에서 6가크롬에 의한 비중격천공을 보고한 사례는 매우 드문데, 1978년 Jindrichova⁵⁾ 등의 보고는 용접공에서 비중격의 미란이 있었다고 보고한 바가 있었고, 이는 분진이 많은 작업자들이 콧구멍을 후비는 버릇 때문에 비중격에 직접 손상을 줄 수 있다는 주장을 제기하기도 하였다.

결론적으로 볼 때, 작업환경상에서 다른 중금속의 노출수준도 낮았고, 6가크롬의 노출수준도 낮은 편이었지만, 용접흡은 시기에 따라 매우 높았을 수도 있었으며, 간혹 특별한 작업을 할 때는 6가크롬의 노출수준이 단시간에 높았을 가능성이 있었다.

도금공정 이외의 공정에서 저농도의 6가크롬에 의해서 비중격천공이 발생할 것인가에 대해서는 논란이 있었다. 그러나 이 근로자들이 20여년간 용접작업만을 하였고, 비중격천공을 일으키는 다른 원인을 찾을 수 없었다. 비록 용접과정에서 발생하는 크롬의 농도는 매우 낮아 이것에 의해 비중격천공이 발생하였다고 단정하기는 매우 어려웠고, 특히 용접작업에서 발생하는 크롬은 도금공정에서 발생하여 비중격천공을 일으키는 크롬산과는 성상이 다르기 때문에 비중격천공을 일으키기는 어려운 것으로 알려져 있었다. 하지만, 용접과정 중 6가크롬을 비롯한 크롬, 니켈 등의 비자극성 중금속이 발생한다는 것을 고려해볼 때 이들에게 발생한 비중격천공이 용접작업과 무관하다고 보기도 어려웠다.

따라서 산업안전보건연구원의 역학조사 평가위원회는 과거 도금공장 직업력이 있었던 한 근로자의 경우, 과거 도금 사업장 근무경력을 고려할 때 크롬가스에 의해 발생한 비중격천공을 판단된다고 결론 내렸다. 그 외 다른 5명에 대해서는 형태와 크기로 보아 최소 수년 전에 발생하였을 것으로 추정되고, 직업력에 의하면 용접작업 중에 발생하였을 가능성은 크나, 구체적으로 어떤 유해요인에 의한 것인지 현재로서는 단정하기 어렵다고 결론 내렸다. ☺

참 고 문 헌

1. 이충렬, 류철인, 이지호, 강정학, 강성규, 양정선, 신용철. 용접근로자의 비중격천공 증례. 대한산업의학 회지 1998;10(3): 404-11.
2. 박정균, 노재훈, 이경중, 문영한. 도금 작업장 근로자의 건강장해. 대한산업의학회지 1989;1(2):218-227
3. Kowalska S, Sułkowski W. Perforation of the nasal septum of occupational origin. Med Pr. 1983;34(2):171-5.
4. Lin SC, Tai CC, Chan CC, Wang JD. Nasal septum lesions caused by chromium exposure among chromium electroplating workers. AJOM 1994;(26(2):221-8
5. Jindrichova J. Chromium-induced injuries in electric welders. Gesamte Hyg 1978;24(2):86-88