

## 전기로 작업시 폭로된 크롬에 의한 천식 일례

동국대학교 의과대학 예방의학교실, 동국대학교 의과대학 내과학교실\*

임현술 · 김지용 · 이영현\*

— Abstract —

### A Case of Occupational Asthma Associated with Chromium

Hyun-Sul Lim, Ji-Yong Kim, Young Hyun Lee\*

*Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Dongguk University*

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Dongguk University\**

Occupational asthma is an important occupation-related disease. We experienced a case of asthma induced by chromium. After discovery, chromium has been widely used in industry. Health effects of chromium and its compounds are contact dermatitis(allergic and irritant), mucosal irritation, nasal septal perforation, asthma, and lung cancer. Their toxicity depends on valency, solubility, concentration, pH, exposure duration and route.

The patient was a 47-year-old male and an ex-smoker. He complained of cough, sputum and dyspnea while working. Total eosinophil count was elevated but serum IgE value was normal. Bronchoprovocation test with 0.5 % (w/v) chromium solution revealed early and late asthmatic responses. Although his initial methacholine bronchial challenge test showed a negative result, bronchial hyperresponsiveness developed after bronchoprovocation test with chromium solution. After discharge, he has complained of an intermittent dyspnea.

It was suggested that chromium could induce occupational asthma in exposed workers. Further investigations are needed to clarify their pathogenetic mechanisms.

**Key Words :** Bronchial asthma, Occupational asthma, Chromium

## 서 론

산업이 발달함에 따라 직업과 관련된 질병들이 증가하고 있으며, 직업성 호흡기 질환은 중요한 산업보건문제로 대두되고 있다. 선진 외국에서는 직업성 호흡기 질환 중에서 직업성 천식이 가장 흔하다. 직업성 천식은 작업장 공기 중에 포함된 먼지, 가스, 증기 등을 흡입함으로써 기관지가 가역적으로 폐쇄하는 천식 증상이 발생하는 경우이다. 18세기 Ramazzini (1940)가 곡물 운반자 가운데 곡물분진에 의한 직업성 천식을 처음 보고한 이후 현재는 약 300 여종의 물질이 천식을 일으킨다고 알려져 있다. 직업성 천식의 빈도는 나라마다 다르고 직종에 따라 다양하다. 국내에서도 약 20 여 종류의 물질에 의한 직업성 천식이 보고되었으며 원인 물질은 목재분진, 우렁쟁이, 조개껍질가루, 약물, 니켈, 크롬, 무수산, 이소시아네이트, 반응성 염료 등 다양하다(홍천수, 1995).

크롬은 1797년 홍연광(crocoite)이라는 광물에서 발견된 이후 매우 다양하게 사용되는 중금속이다. 경도를 증가시키고 부식과 산화를 방지하므로 철과 합금으로 스테인레스강을 제조하거나, 용융점(2,040℃)이 높고 산이나 알칼리에 강해 용광로에 사용되는 내화 벽돌 등을 제조하는데 사용된다. 또한 색소와 염료의 착색제, 피혁, 목재 보존제, 자기나 유리, 고품질의 자기 테이프 등을 제조하는데 사용되고 사진 조판이나 현상, 문신, 도금, 용접 등에도 사용된다. 이와 같이 널리 사용되는 크롬은 자연 상태에서 알루미늄이나 마그네슘 등의 산화물과 함께 크롬 산화물이 함유되어 있는 크롬철광(chromite)으로부터 다양한 공정을 통해 얻어진다(Shupack, 1991; Cohen과 Costa, 1992; Sawyer, 1994).

크롬에 의한 건강 장애는 1827년 Cumin에 의해 중크롬산 카리 용액을 취급하는 염색공의 피부에 궤양을 발견한 것이 처음이며, 1884년에는 Mackenzie는 중크롬산염을 취급하는 근로자에서 비중격 천공이 발생함을 보고하는 등 크롬 폭로에 의한 건강 장애에 관한 다수의 보고가 있었다. 한편 1932년 Lehman은 크롬산염을 취급하는 근로자에서 폐암이 발생하였음을 보고한 바 있다(Sawyer, 1994). 또한 크롬은 기관지 천식을 유발한다고 알려져 있으며 국내에서도 몇 개의 사례 보고가 있다(조영수

등, 1992; 박해심 등, 1992; Park 등, 1994).

저자들은 크롬에 폭로된 후 기관지 천식이 발생한 47세 남자를 경험하였기에 문헌고찰과 더불어 직업성 천식 환자로 보고하는 바이다.

## 증 례

환자 : 김 ○ ○, 47세 남자.

주소 : 호흡곤란

병력 : 1978년 5월 20일 1차 금속제조업체인 현 근무지에 근무를 시작하여 8년전부터 현재의 작업 부서인 용해부에서 장입공으로 근무를 하였다. 장입공으로서 주업무는 고철 바케트에 고철을 담은 일로 단지 고철 분진에 폭로되고 있었다. 그러나 장입배합비가 기록된 영수증을 전해 주기 위하여 1,620℃의 전기로 작업 부서에 1시간에 한번 꼴로 하루에 8번 정도 들어가며 경우에 따라서는 래들(ladle) 안에 가탄포대나 크롬을 넣는 작업을 도와주었다. 용해부 장입공으로 근무한지 3년이 지난 5년전부터 전기로 작업 부서에 들어가면 재채기가 발생하였다. 전기로 작업 부서에 들어갈 때 처음 2 - 3번은 괜찮은데 4번째 이후부터 재채기가 생겼으며 간혹 처음 들어갈 때부터 재채기를 할 때도 있었다. 장입공으로 근무를 시작한지 5년이 지난 3년전부터 콧물이 흐르고 재채기가 있어 감기로 생각하고 약국을 이용하여 7일간 치료를 하다가 갑자기 밤에 숨이 차서 종합병원을 방문하여 기관지천식으로 진단 받고 치료를 실시하였다. 그후 계속 기관지 천식 약을 복용하면서 근무를 하면서 갑작스런 천식 발작으로 3년전에 한 차례, 1년전에 다시 한 차례 입원 치료한 적이 있었다. 기관지천식 증상은 병원에 입원하여 치료하면 좋아지고 회사에 복귀하여 다시 전기로 작업 부서에 들어가면 재채기, 콧물이 나고 코가 막히고 30분쯤 지나면 기침을 하면서 호흡곤란이 생겨 밖으로 나가 30내지 40분이 지나면 숨이 덜 찼다. 재채기가 길어지면 숨 찬 시간도 길어지는 경향을 보인다. 래들(ladle) 안에 가탄포대나 크롬을 넣는 작업시 호흡곤란이 더욱 심해졌으며 3개월 전부터는 숨이 차서 도와줄 수도 없었다. 내원 3일전 근무 후 기침, 가래, 인후통 및 호흡곤란이 있어 외래 치료를 받다가 내원 12시간 전부터 기침, 호흡곤란이 심해져 1996년 7월 20일 ㄷ대학 병원 응급실을 통하여 입원하였다.

과거력 : 알레르기성 질환을 포함하여 특별한 질병을 앓은 적이 없었으며, 흡연은 26세부터 시작하여 하루에 7개피 정도 피우다가 5년전 기관지천식으로 진단 받은 후 하루에 2개피 정도로 흡연량을 줄였다가 3년 6개월 전부터는 금연을 한 상태이다. 음주는 회사에서의 회식시에만 소주 2잔 정도를 먹었으나 3년 전부터는 거의 하지 않고 있다. 과거 농업에 종사할 때 농약을 살포한 적은 있으나 특이한 증상이나 건강 장애를 경험한 적은 없었다.

가족력 : 가족 중에 결핵, 당뇨병, 알레르기성 질환 등의 가족력은 없었다.

직업력 : 13살 때 초등학교를 졸업하고 농업에 종사하였다. 26세부터 3년간 군생활을 마치고 18년전인 1978년 5월 20일 현 근무지에 입사하였다. 입사 후 3년간은 제강부 조계장에서 쟁반에 놓인 연화 사이에 모래를 채우고 몰타르를 그 위에 바르는 일을 하였으며 이때 폭로된 유해물질은 모래와 철먼지였다. 그 후 자재부 원료부에서 쟁반 위에 연화를 조립하여 주입관 위에 쇳물을 주입하는 일을 7년간 하였다. 이 때 폭로된 유해물질은 망간철(ferromanganese), 규소철(ferrosilicon), 카본블랙(carbon black), 크롬철광(chromite ore,  $FeO-Cr_2O_3$ ), 생석회(lime) 등의 먼지이었으며 흙의 형태는 아니었다. 그 후 원료 투입 업무가 자동화되어 용해부 장입공으로 배치되어 현재까지 8년간 근무하고 있다. 장입공시는 단지 고철 먼지에 폭로되고 있었으나 가끔씩 전기로 부서에 들어가면 용광로에서 발생하는 각종 먼지와 흙이 폭로되었으며, 래들 안에 크롬을 넣는 작업을 도와주면서 크롬흙에 폭로되었다. 본인은 근무하는 부서에 먼지가 많아 항상 방진 마스크를 착용하고 작업을 수행하였다고 한다.

작업환경 : 환자가 가끔씩 폭로된 전기로 작업 공정을 살펴보면 고철을 약  $1,620^{\circ}C$  가량의 전기로에서 용융한 후 래들에 옮겨 담는다. 이후 주문에 따른 특수강을 만들기 위해 래들의 뜨거운 쇳물에 크롬광 등을 직접 수동으로 투입하게 된다. 이 때 심

한 흙이 발생하게 되며 크롬흙을 비롯한 많은 혼합물질에 폭로된다(Fig. 1). 1996년 하반기 작업환경 측정시 증례가 근무하는 작업장 대기 중의 총크롬 농도를 작업환경 측정기관에서 측정한 결과는 기하 평균 농도가  $0.000894 \text{ mg/m}^3$  로서 노동부 허용기준치  $0.5 \text{ mg/m}^3$ 에 비해 상당히 낮은 수치를 보였으나 작업환경 측정 당시 래들에 크롬광을 붓는 작업을 실시하지 않아 정확한 평가가 이루어졌다고는 볼 수 없다(Table 1).

이학적 소견 : 내원 당시 호흡음이 양쪽 전 폐야에서 호기와 흡기시 천명음이 들렸으며 기타 특이한 소견은 없었다. 혈압은 120/80 mmHg, 맥박수는 92회/분이었고 호흡수는 26회/분이었다.

검사소견 : 내원 당시 동맥혈가스분석상 pH는 7.4,  $PCO_2$ 는 36.2 mmHg,  $PO_2$ 는 64.5 mmHg,  $HCO_3$ 는 23.1 mEq/l 이었고, 말초혈액검사에서 백혈구수는 6,600 개/ $mm^3$  이었고, 그 중 호산구는 6%이었다. 총 호산구수는 980 개/ $mm^3$ 로 증가되어 있었고, 혈청 IgE치는 109 IU/ml이었으며 3주 후 재

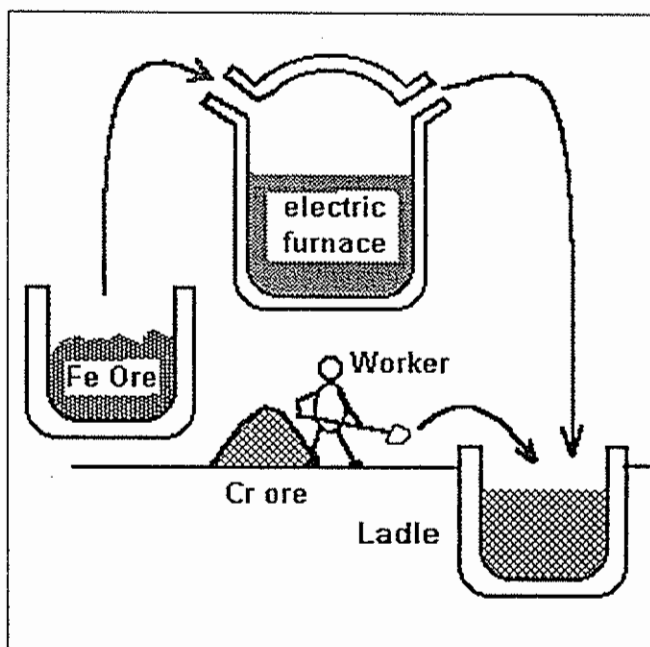


Fig. 1. The diagram of schematic workplace.

Table 1. Airborne concentration of total chromium at workplace in Autumn, 1996 (unit :  $mg/m^3$ )

Number of samples	Geometric mean	95% Confidence interval	Reference value*
15	0.000894	0.000216 - 0.003683	0.5

\* reference value of airborne concentration of total chromium by Ministry of Labor

측정한 혈청 IgE치는 69 IU/ml로 정상 범위였다. 가래에는 많은 백혈구가 관찰되었고 호산구는 31 %였다. 흉부 방사선 검사소견상 기관지혈관 음영 (bronchovascular marking)이 증가되고 과도팽창 (hyperinflation)이 관찰되었으나 심장비대는 관찰할 수 없었다. 심전도 검사상에는 특이 소견이 없었고, 소변 검사 및 일반 혈액화학 검사도 정상 범위에 속하였다.

초진 때의 폐기능 검사는 노력성 폐활량(FVC)은 2.26 l로 기대치의 58.7 %였으며, 1초간 노력성 호기량(FEV<sub>1</sub>)은 1.62 l/초로 기대치의 48.1 %였다. 1초간 노력성 호기량의 노력성 폐활량의 비가 71.7 %로 관찰되어 제한성 폐질환과 폐쇄성 폐질환이 혼합되어 있었다.

치료 : 입원 당시부터 스테로이드 및 기관지 확장제 요법을 사용하여 호흡곤란 및 기침 등의 증상을 완화시킨 후 점차 그 용량을 줄여나갔다. 피부 단자 검사 및 기관지 유발검사를 실시하기 2주전에는 스테로이드 치료를 완전히 중지하였다.

피부 단자검사 : 55종의 흡입 항원 (Bencard, UK)으로 시행한 피부단자검사에서는 모두 음성 반응을 보였다. MAST(mass allergen screening test) 검사에서 총 IgE는 3(+), 바퀴벌레, 집먼지, 진드기, 복숭아는 1(+로 일반 외부 알러젠에 유의한 반응이 없었다.

메타콜린 기관지유발검사 : 기관지 천식을 확진하기 위하여 메타콜린 유발검사를 실시하였다. 메타콜린 기관지 유발시험은 0.9 %의 생리식염수를 DeVilbiss 연무기 (DeVilbiss Co., Somerset, Penn. USA)를 이용하여 분무시켜 흡입케 하였으며, 농도는 0.75 mg/ml부터 시작하여 3분 후에 노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량을 측정하고 반응이 없을 경우에는 15분 후에 농도를 2배로 증가시켜 최고 25 mg/ml까지로 하였으며, 1초간 노력성 호기량이 대조치 보다 20 %이상 감소하면 양성반응으로 하였다. PD<sub>20</sub>은 양-반응 곡선을 이용하여 구하였다. 병원에 입원하여 치료하여 본 증례가 호흡곤란을 호소하지 않은 상태에서는 메타콜린 기관지유발 검사에서 음성 반응을 보였으나 크롬에 의한 유발검사 실시하여 호흡곤란을 호소하고 천명음이 청진된 후에는 26 μl/ml에서 PD<sub>20</sub>의 양성 반응을 보였다.

항원을 이용한 기관지유발검사 : 기관지 천식의

원인물질을 찾아내기 위하여 작업환경 내에서 폭로되는 유해물질을 이용하여 기관지 유발시험을 실시하였다. 용해부에는 여러 가지 유해물질이 있어 대표적인 유해물질인 생석회, 규소철, 크롬을 가지고 유발검사를 실시하였다. 각각의 물질은 절구통에 빻아 채로 걸러서 가루로 만들어 100 ml의 생리식염수에 한 스푼씩의 유해인자를 섞어 혼든 후 밤에 냉장 보관하여 유발시험을 실시하였다. 유발시험의 방법은 유해물질만 교환하여 메타콜린 유발검사와 동일하게 실시하였다. 한 유해물질을 검사한 후 환자 상태가 안정되면 다른 유해물질을 이용하여 유발시험을 실시한 결과, 생석회와 규소철에 대하여는 음성 반응을 보였다. 크롬에 대하여는 0.5 % 크롬(w/v)을 흡입한 후 15분 후의 1초간 노력성 호기량이 기저치보다 25.8 % 감소하는 조기 천식 반응을 나타냈으며, 잠시 좋아졌다가 2시간 후에는 기저치보다 45.2 % 감소하여 32시간 후까지 계속되는 후기 천식 반응을 나타냈고 천명이 있었다(Fig. 2). 생리식염수에 녹아 있는 크롬의 농도는 원자흡수 분광광도계를 이용하여 측정하였다.

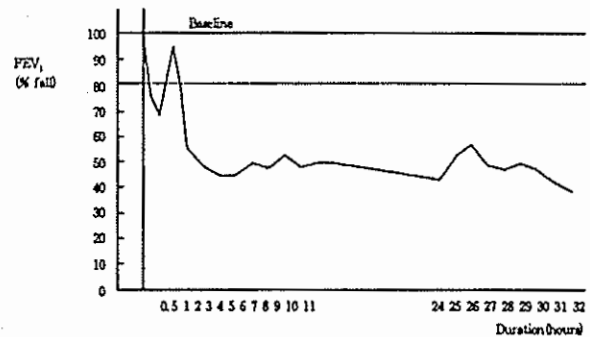


Fig. 2. The result of bronchoprovocation test with chromium solution.

경과 : 퇴원 후 집에서 요양 중이며, 5개월이 지난 현재 간헐적인 호흡곤란을 호소하나 경구 투약제와 흡입제 투여로 안정된 생활을 유지하고 있다.

## 고 찰

산업화가 진행되면서 작업환경 중의 먼지, 흙, 화학물질 등에 근로자가 폭로되는 기회가 늘어나면서 직업성 천식이 중요한 직업병으로 보고되고 있다 (Karr 등, 1978; 최병순과 정해관, 1992). 미국의

경우 인구의 약 5 %가 기관지 천식으로 보고되고 있으며, 이 중 직업성 천식의 유병률을 결정하는 것은 어렵지만 기관지천식 환자의 2 %가 직업성이라는 보고가 있다(Brooks, 1977; Brooks, 1985), 일본의 경우는 직업성 천식의 유병률이 15 %이라는 보고가 있다(Kobayashi, 1980). 그에 비하여 우리나라의 직업성 천식의 유병률에 관한 보고는 없으며 사례만이 보고되고 있다. 1976년에 굴가공공장 종업원을 대상으로 우렁헝이에 대한 사례보고 이후 1980년도 후반부터 각종 원인의 직업성 천식이 다양하게 보고되고 있다(박해심, 1993).

직업성 천식의 증상은 일반적 기관지 천식의 증상과 차이가 없다. 기침, 호흡곤란, 가슴이 답답함, 천명이 나타난다. 근무 시작 후 수개월 및 수년이 지난 후 우연히 가벼운 발작성 기침으로 시작하지만 증상이 반복될수록 점차 심해진다. 초기에는 저녁에 퇴근 후 발작적인 기침과 가벼운 호흡곤란이 경미하게 나타나는 경우가 많지만 점차로 환경에 폭로되는 즉시 경미한 증상부터 심한 호흡곤란까지 발생하게 된다. 또 초기에는 하루, 이틀 쉬면 즉시 회복되지만 반복해서 천식 발작이 나타나면 오랫동안 휴식을 취하여도 증상이 지속되며 나중에는 다른 자극으로도 계속 증상이 나타난다. 본 예의 경우도 대개 용해로 근처에 접근하였을 때 천식 증상이 가벼운 감기처럼 시작하는 직업성 천식의 전형적인 증상 발현이라고 생각한다.

기관지 천식을 진단하기 위해서는 히스타민이나 메타콜린을 이용하여 비특이 기관지유발시험을 실시한다. 이는 천식증상이 있는 대부분 히스타민이나 메타콜린에 대하여 비알레르기성으로 기관지 과민성이 증가되어 있기 때문이다. 기관지 과민성의 증가 정도는 기관지의 폐쇄 정도와 관련이 있으나 메타콜린에 대한 기관지 과민성은 증상의 호전 여부와 무관하다고 한다(Hargreave 등, 1984). 본 증례는 천명음을 관찰하고, 처음 환자가 안정되었을 때 실시한 메타콜린 유발검사서 음성 반응을 보였으나 크롬에 의한 유발검사 후 실시한 메타콜린 유발검사서 양성 반응을 보여 기관지 천식으로 진단할 수 있었다. 최근 직업성 천식 환자의 상당수가 기관지 과민증을 지니지 않은 경우가 보고되어 있다(Keskinen 등, 1980; 박해심 등, 1992). 본 증례도 기관지과민증이 없다가 크롬에 의한 유발시험 후

기관지 과민증이 생성되었다. 이와 같이 원인 물질에 의한 유발검사 후 비특이적 과민도가 증가하는 것은 기도 내의 염증반응이 발생하기 때문으로 밝혀져 있다. 따라서 직업성 천식을 진단하는데 메타콜린 기관지 유발시험상 음성 반응을 보여도 병력상 의심되면 반드시 천식 유발시험을 시행하여야 한다.

기관지 천식의 직업과 관련 여부를 파악하기 위한 가장 중요한 단서는 환자의 직업과 사용 물질을 물어 보는 것이다. 면역학적 기전으로 기관지 천식이 발생하였다고 알려진 물질을 취급하는 근로자는 면역학적 방법으로 그 상관성을 밝혀 직업성 천식으로 진단하지만, 비면역학적 기전으로 발병한 경우에는 직업과의 관련성을 밝히는데 어려움이 많다. 직업성 천식을 진단하는 방법으로 피부반응검사나 혈청내 특이 IgE 항체 등을 측정하기도 하지만 직업성 천식의 경우 IgE 매개성이 아닌 경우도 있어 원인 물질을 사용한 유발검사로 확진하는 것이 가장 바람직하다. 작업장에서 통상적인 작업을 수행하면서 천식이 나타나는지 관찰하는 방법도 있으나 이는 구체적인 단일 추정 원인이 없는 경우이거나 증상이 심하지 않은 예에서 시행할 수 있다. 천식 유발시험에 대한 반응은 유발 즉시 발생하여 30분 이내에 최고에 도달한 후 1~2시간 이내에 자연적으로 소실되는 조기 반응, 4~10시간에 시작되어 수시간~24시간 이상 지속되는 후기반응, 이 두 가지가 같이 나타나는 이중반응 및 자극을 더 이상 주지 않아도 매일 되풀이되어 나타나는 반복반응 등이 있다(Brooks, 1982). 본 증례는 작업장에서 사용하는 다른 유해물질을 이용한 천식 유발시험에서 음성 반응을 보였으나 크롬을 이용한 천식 유발시험에서 특징적인 이중 천식반응을 관찰하였고 크롬에 의한 유발시험 후 메타콜린 유발시험에서 양성으로 반전되어 크롬에 의한 직업성 천식으로 확진할 수 있었다. Park 등(1994)의 보고에 의하면 크롬에 의한 직업성 천식의 4례 중에서 3례에서 이중반응을 관찰하였고, 1례에서 조기 반응을 관찰할 수 있었다고 한다.

크롬에 의한 유발 검사는 환자가 작업시 노출될 수 있는 환경과 유사하게 하는 것이 좋으며, 보통 상시 노출량보다 적은 용량으로 유발검사를 시행하는 것이 좋다. 본 증례는 크롬흙에 의하여 기관지 천식이 발생하였다고 생각하여 크롬흙을 이용하여 유발검사를 실시하는 것이 좋으나 크롬흙에 대한 적

절한 유발검사 시설과 방법이 정립되어 있지 않은 실정이라서 어려움이 많았다.  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 를 이용하여 유발검사를 실시한 보고가 있으나(Park 등, 1994) 본 증례는 작업장에 있는 물질을 직접 이용하는 것이 더 좋은 방법으로 생각하여, 용해로에 사용하는 크롬을 절구통에 빻아 가루로 만든 후 이를 100 ml의 생리식염수에 섞어 크롬 용액을 만들어 이를 유발 검사액으로 사용하였다. 이 용액의 크롬 농도를 분석한 결과 0.5% 크롬(w/v)의 농도의 유발 검사액을 흡입하여 검사한 편이었다. 이는 상시 노출량보다 많은 양이라고 생각하며 그 결과 후기 반응이 오랫동안 지속되었다고 생각한다. 1982년 ACGIH(American Council of Governmental Industrial Hygienists)에서는 크롬에 의한 유발시험시 비발암성 6가 크롬의 경우 크롬산나트륨(sodium chromate)의 농도를 공기중 허용 농도인  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  이하로 하여야 한다고 권장하고 있다. 이에 대해 본 연구에서 행한 농도와 비교하는데 있어서는 몇 가지 문제점이 있다. 즉 첫째로 용해로에서 사용하는 크롬을 이용하여 만든 유발 검사액의 크롬 농도는 총크롬의 농도인 점이다. 따라서 이중 얼마만큼의 6가 크롬이 존재하는지를 알아보고자 분석을 하였으나 검출 한계 미만으로 정확한 양을 확인할 수가 없었다. 아마도 평소 3가 상태로 안정적이었던 용해로에 투입된 후 열반응이나 화학반응을 일으켜 6가로 산화되며 이에 근로자가 폭로되지 않나 의심되나, 그러한 작업 공정이 이루어지는 과정에서 작업 환경 측정을 행하지 못한 관계로 정확한 결론을 얻지 못하였다. 둘째로 ACGIH에서 권장하고 있는 농도 수준은 공기중 6가 크롬 농도의 수준을 제시한 것으로 주로 분진 상태의 농도로 수용액 상태에서 농도 수준이나 폭로 유도 방법에 대해서는 확실하게 제시된 것이 아니라는 점이다. 앞으로 계속적으로 직업성 천식이 증가하리라 생각하여 천식을 유발하는 유해물질에 대한 유발시험 방법과 양성 반응의 판독 기준의 정립이 시급하다고 생각한다.

기관지에 호산구성 염증을 확인하는 것은 다른 질환과 감별을 위하여 중요하다. 본 증례에서 객담에서 호산구가 증가하였는데 호산구는 조직손상을 일으키며 여러 화학매개물질을 유리하여 과민반응을 야기시킨다(한기동과 박성학, 1991). 직업성 천식에서는 폭로량과 반응사이의 관계가 잘 알려져 있지

않는데, 그 이유는 성분이 분석되지 않은 복합물질 일 경우 이중 일부 성분만이 항원으로 작용하면서 총물질에서 차지하는 비율이 변하고, 항원에 대한 면역학적 측정방법이 아직 완전히 정량적이지 못하며, 단순 화학물질의 경우에는 농도 측정의 목적이 허용농도 측정에 치우쳐 있어서 알레르기보다는 독성작용을 측정하는데 적용되기 때문이다(Venables, 1987).

크롬은 은백색의 단단한 금속으로 원자가가 0이며 화합물은 결합형태에 따라 2가, 3가, 4가, 5가, 6가의 원자가를 가진다. 2가 크롬은 3가 상태로 즉시 산화되기 때문에 산업장 폭로에 그리 중요하지 않으며, 4가와 5가 크롬은 일시적 산물로서 건강장해에 대한 보고는 없다. 산업장 폭로는 3가와 6가의 크롬을 포함하고 있는 화합물에 의하며 이들이 인체 독성과 관련된 화합물이다(박정일, 1991). 크롬은 피부, 위장관, 호흡기 등을 통해 인체에 흡수되어 인체에 건강 피해를 미칠 수 있다. 호흡기를 통해 흡수될 수 있는 크롬은 거의 전적으로 6가 크롬인 것으로 알려져 있으며(Baetjer 등, 1959), 호흡기를 통해 흡수된 크롬은 소변으로 신속히 배설되고 근로자가 폭로되는 공기 중의 크롬 농도와 소변 중의 크롬 농도는 상관 관계가 매우 높는데(Gylseth 등, 1977; Tola 등, 1977; Welinder 등, 1983) 총 크롬이나 비수용성 크롬(3가 크롬 또는 금속 크롬)보다는 수용성인 6가 크롬인 경우 더욱 그러하다(Tola 등, 1977). 그러나 경구 투여시에는 장관에서의 흡수가 낮아 오히려 소변보다 대변으로 배설되며(Witmer 등, 1991), 피부를 통해 땀으로 배설되는 것은 극히 일부이다. 사구체에서 여과된 후 세뇨관에서 재흡수될 수 있으므로 크롬 폭로가 중지된 후에도 혈중 크롬은 높게 유지될 수 있다.

크롬이 건강에 미치는 영향에 대해서는 1827년 피부 궤양, 1884년 비중격 천공, 1890년 비갑개의 선암종(adenocarcinoma), 1932년 폐암 등이 최초로 보고된 후(Sawyer, 1994) 접촉성 피부염, 기관지 천식, 호흡기 점막의 자극, 간 및 신장 독성 등이 알려져 있다. 이러한 크롬의 독성은 그 원자가나 크롬 화합물의 수용성, 농도, pH, 폭로 기간 및 폭로 경로 등에 따라 달라진다(Wahlberg와 Skog, 1965; Wahlberg, 1968; Fregert, 1981).

크롬에 의한 직업성 천식은 흔하지는 않으나 전기 아크 용접이나 크롬이 함유된 스테인레스 합금강의 산소 용접시에 발생한다고 알려져 있다(Keskinen 등, 1980). 또한 도금공장뿐만 아니라 콘크리트 제조업과 건축업에 종사하면서 시멘트 가루에 노출된 경우 여기에 포함된 크롬에 의한 직업성 천식이 보고되었다(Novey 등, 1983; Olaguibe와 Basomba, 1989). 크롬은 다양한 산업에서 사용되고 있기 때문에 크롬 폭로가 있을 경우 어느 근로자에서나 발생할 수 있으므로 이에 대한 주시가 필요하다(NIOSH, 1973; Alderson 등, 1981; WHO, 1988; 유병철 등, 1994). 우리나라에서는 금속 아크 용접시 발생한 크롬과 니켈에 의하여 천식의 발생을 추정하는 보고가 있었으나(조영수 등, 1992) 크롬 및 니켈을 이용한 기관지 유발 검사는 실시하지 않았다. 반면 니켈과 크롬이 포함된 용액을 사용하는 도금 공장과 건축장에서 시멘트 가루에 노출되어 천식이 발생하여 니켈과 크롬에 의한 유발검사에서도 양성반응으로 직업성 천식으로 진단 받은 보고가 있다(Park 등, 1994). 그러나 우리나라에서 전기로 작업에서 크롬에 폭로되어 직업성 천식이 발생한 증례 보고는 아직 없다.

크롬에 의한 천식은 먼지와 증기에 의하여 발생할 수 있다. 먼지에 의한 경우는 콘크리트를 취급하거나 건축업에 종사하면서 발생할 수 있으며 크롬 증기에 의한 경우는 도금 과정이나 스테인레스강 금속 아크 용접시 발생할 수 있다(Keskinen 등, 1980). 본 증례는 용해공이 크롬흙에 폭로되어 발생한 일례이다. 크롬과 같은 금속에 의한 천식은 아토피 성향과 상관관계가 없으며, 이들에게서 오히려 니켈 및 크롬에 대한 접촉성 피부염이 선행하는 경우가 있고, 흡연 및 자극성 가스가 천식을 발생시키는 중요한 요소로 보고되어 있다(Nemery, 1990). 본 증례는 과거력상 접촉성 피부염은 발견하지 못했고 과거에 흡연을 하여 흡연이 기관지 천식의 발생과 악화에 어느 정도 기여를 하였으리라 생각한다.

크롬 폭로에 의한 직업성 천식에서 폭로 근로자들의 혈중 특이 IgE 항체 검출과 함께 이 질환의 발생에 면역학적 기전이 관여함을 시사하는 여러 보고가 있으나 이에 대한 정확한 기전은 밝혀져 있지 않다(Dolovich 등, 1984; Malo와 Cartier, 1987). Novey 등(1983)은 크롬에 의한 천식의 발생이 많지 않은 것은 크롬의 일반적인 독성작용에 의한 발

병이 아니라 감각기전에 의하여 발병하는 것이기 때문이라고 지적하였으며, 크롬에 대한 특이 IgE 항체를 측정하여 I형 알레르기 반응이라고 보고하였다. Moller 등(1986)은 용접공이 크롬을 흡인한 후에 후기형 아나필락토이드 반응을 보인 사례에서 후기형 반응을 보이는 것은 발생 기전이 면역학적 기전에 의한 것이고 피부반응 검사가 음성이고 혈청학적 검사에서 IgE가 검출되지 않았으며 백혈구저지인자(leucocyte inhibitory factor) 검사가 양성인 점을 들어 세포매개성 면역반응에 의한 과민성 반응이라는 점을 시사하였다. 본 증례의 경우는 호산구 수가 증가하여 I형 알레르기 반응의 가능성이 있으나 혈청내 특이 IgE 항체의 측정과 같은 추후 검사가 필요하며, IgE는 정상 범위에 속해 다른 형태의 알레르기 반응일 가능성도 있어 앞으로 천식의 발생 기전을 밝히기 위한 연구가 더욱 필요하다.

직업성 천식은 작업을 중단함으로써 완치가 가능하므로 작업을 중단하는 것이 치료의 근본이다. 이 경우 장기간 관찰하면 비특이적 기도 과민성의 소실을 관찰할 수 있을 것으로 추정된다. 크롬에 의한 천식도 크롬화합물에 폭로를 중지하면 증상이 완화된다고 한다(Sawyer, 1994). 본 증례의 경우는 크롬 폭로를 중지한 7개월 이후까지 증상이 호전되었으나 완전히 치유되지는 않았다. 이는 관찰 기간이 짧기 때문이라고 생각한다.

## 결 론

본 증례는 8년전부터 용해부에서 장입공으로 근무를 하면서 전기로 작업장에서 래들 안에 가탄포대나 크롬을 넣는 작업을 도와 주는 업무를 하였다. 용해부 장입공으로 근무한지 3년이 지난 5년전부터 기관지천식으로 진단을 받고, 병원에 입원하여 치료하면 좋아지고 회사에 복귀하여 다시 전기로 작업 부서에 들어가면 악화되기를 반복하였다. 기관지 천식의 원인을 물질질을 찾아내기 위하여 작업환경 내에서 폭로되는 유해물질을 이용하여 기관지 유발시험을 실시한 결과 크롬을 흡인한 후 이중반응을 보여 크롬에 의한 직업성 천식 환자로 문헌고찰과 더불어 보고하는 바이다.

## REFERENCES

- 박정일, 증금속 중독, 조규상 편, 산업보건학. 서울 : 수문사, 1991:305-10.
- 박해심, 백수홍, 이명선. 니켈과 크롬에 의한 기관지 천식 2례. *알레르기* 1992;12(2):228-32.
- 박해심. 직업성천식. *알레르기* 1993;13(3):265-78.
- 유병철, 손병철, 전진호, 손혜숙, 한용수, 이채연, 정운. 크롬 취급 사업장의 작업환경 및 근로자 폭로 실태에 관한 연구. *예방의학회지* 1994;27:517-30.
- 조영수, 서혜숙, 박해심. 금속 아크 용접공에서 발생한 직업성 천식 1례, *알레르기* 1992;12(2):218-21.
- 최병순, 정해관. TDI에 의한 직업성 천식3례. *대한산업 의학회지* 1992;4(2):212-20.
- 한기동, 박성학. 알레르기 질환에서 호산구의 기능. *알레르기* 1991;11(4):386-97.
- 홍천수. 95 산업의학 특강 교재. 서울 : 산업보건연구원, 1995:313-20.
- Alderson MR, Rattan NS, Bidstrup L. Health of workmen in the chromate-producing industry in Britain. *Br J Ind Med* 1981;38:117-24.
- American Council of Governmental Industrial Hygienists. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1982. Cincinnati, 1982.
- Baetjer AM, Damron C, Budacz V. The distribution and retention of chromium in men and animals. *Arch Ind Health* 1959;20:136-150.
- Brooks SM. Bronchial asthma of occupational origin. *Scand J Work Environ Health* 1977;3:53.
- Brooks SM. The evaluation of occupational airways diseases in the laboratory and workplace. *J Allergy Clin Immunol* 1982;70:56.
- Brooks SM. Occupational asthma. In: Weiss EB, ed. *Bronchial Asthma: Mechanisms and Therapeutics*. Boston : Little, Brown and Company, 1985:461-93.
- Cohen MD, Costa M. Chromium compounds. In: Rom WN, editor. *Environmental and Occupational Medicine*. Boston : Little, Brown and Company, 1992:799-805.
- Dolovich J, Evans S, Nieboer E. Occupational asthma from nickel sensitivity: I - Human serum albumin in the antigenic determinant. *Br J Ind Med* 1984;41:51-5.
- Fregert S. Chromium valencies and cement dermatitis. *Br J Dermatol* 1981;105(Suppl 21):7-9.
- Gylseth B, Gundersen N, Langard S. Evaluation of chromium exposure based on a simplified method for urinary chromium determination. *Scand J Work Environ Health* 1977;3:28-31.
- Hargreave FE, Ramsdale EH, Pugsley SO. Occupational asthma without bronchial hyperresponsiveness. *Am Rev Resp Dis* 1984;130:513-15.
- Karr RM, Davies RJ, Butcher BT, Lehrer SB, Wilson MR, Dharmarajan V, Salvaggio JE. Occupational Asthma. *J Allergy Clin Immunol* 1978;61(1):54-65.
- Keskinen H, Kalliomaki PL, Alanko K. Occupational asthma due to stainless steel welding fumes. *Clin Allergy* 1980;10(2):151-9.
- Kobayashi S. Different aspects of occupational asthma in Japan. In: Frazier CA, editor. *Occupational asthma*. New York : Van Nostrand Reinhold, 1980:229-44.
- Malo JL, Cartier A. Occupational asthma due to fumes of galvanized metal. *Chest* 1987;92:375-7.
- Moller DR, Brooks SM, Bernstein DI et al. Delayed anaphylactoid reaction in a worker exposed to chromium. *J Allergy Clin Immunol* 1986;77:45-6.
- Nemery B. Metal toxicity and the respiratory tract. *Eur Respir J* 1990;3(2):202.
- NIOSH. Criteria for a Recommended Standard: Occupational exposure to chromic acid. Cincinnati : NIOSH, 1973.
- Novoy HS, Habib M, Wells ID. Asthma and IgE antibodies induced by chromium and nickel salts. *J Allergy Clin Immunol* 1983;72:407-12.
- Olaguibe JM, Basomba A. Occupational asthma induced by chromium salts. *Allergo et Immunopathol* 1989;17:133.
- Park HS, Yu HJ, Sung K-S. Occupational asthma caused by chromium. *Clinical and Experimental Allergy* 1994;24:676-81.
- Ramazzini B. *Disease of Workers; the Latin text of 1713 revised with translation and noted by Wilmer cave wright*. Chicago : University of Chicago press, 1940:549.
- Sawyer HJ. Chromium and its compounds. In: Zenz C, editor. *Occupational Medicine*. St. Louis : Mosby Year Book, Inc., 1994:487-95.
- Shupack SI. The chemistry of chromium and some resulting analytical problems. *Environ Health Perspect* 1991;92:7-11.



Tola S, Kilpio J, Virtamo M, Haapa K. Urinary chromium as an indicator of the exposure of welders to chromium. *Scand J Work Environ Health* 1977;3:192-202.

Venables KM: Epidemiology and the prevention of occupational asthma. *Br J Ind Med* 1987;44:73-5.

Wahlberg JE, Skog E. Percutaneous absorption of trivalent and hexavalent chromium. *Arch Dermatol* 1965;92:315-8.

Wahlberg JE. Percutaneous absorption from chromium(51Cr) solutions of different pH, 1.4-

12.8. *Dermatol* 1968;137:17-25.

Welinder H, Littorin M, Gullberg B, Skerfving S. Elimination of chromium in urine after stainless steel welding. *Scand J Work Environ Health* 1983;9:397-403.

WHO. Environmental Health Criteria 61: Chromium. Geneva : WHO, 1988.

Witmer CM, Harris R, Shupack SI. Oral bioavailability of chromium from a specific site. *Environ Health Perspect* 1991;92:105-10.