

## 용접공에서 발생한 구리흠에 의한 금속열 1례

임현술 · 정해관

동국대학교 의과대학 예방의학교실

= Abstract =

### A Case of Metal Fume Fever Associated with Copper Fume in a Welder

Hyun-Sul Lim, Hae-Kwan Cheong

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

Metal fume fever has been known as an occupational disease is induced by intense inhalation of fresh metal fume with a particle size smaller than 0.5  $\mu\text{m}$  to 1  $\mu\text{m}$ . The fumes originate from heating metals beyond their boiling point, as happens, for example, in welding operations. Oxidation usually accompanies this process. In most cases, this syndrome is due to exposure to zinc oxide fumes; however, other metals like copper, magnesium, cadmium, manganese, and antimony are also reported to produce such reactions. Authors report a case of metal fume fever suspected to be associated with copper fume inhalation.

The patient was a 42-year-old male and was a smoker. He conducted inert gas tungsten arc welding on copper-coated materials without safety precautions such as a protective mask and adequate ventilation. Immediately after work, he felt metallic taste in his mouth. A few hours after welding, he developed headache, chilling sensation, and chest discomfort. He also complained of myalgia, arthralgia, feverish sensation, thirst, and general weakness. Symptoms worsened after repeated copper welding on the next day and subsided gradually following two weeks. Laboratory examination showed a transient increase of neutrophil count, eosinophilia, elevated erythrocyte sedimentation rate, and positive C-reactive proteinemia. Blood and urine copper level was also increased compared to his wife. Before this episode, he experienced above complaints several times after welding with copper materials but welding of other metals did not produce any symptoms.

It was suggested that copper fume would have induced metal fume fever in this case. Further investigations are needed to clarify their pathogenic mechanisms.

---

Key words : metal fume fever, copper, welder

## I. 서 론

용접은 2개 이상의 고체 금속을 열이나 압력을 가해 서로 접합시키는 금속 가공 방법으로 크게 용접, 압접 및 납땜의 세 종류로 구분된다. 우리나라는 과거 30년 동안 중화학공업을 육성 발전시킴으로써 조선업, 자동차제조업, 석유화학, 건축업 등의 중화학 공업과 경공업에서 널리 용접사용이 증가하게 되었으며(김광종 등, 1991), 용접 작업의 기술도 발전되어 그 이용 범위가 모든 금속 산업과 신소재 세라믹의 개발까지 활용되고 있어 공업 발전에 막대한 영향을 미치고 있다(대한산업보건협회, 1989).

그러나 용접 작업은 우리가 원하지 않는 유해 환경 요인과 건강장해 유발 등의 부작용도 있다(Clayton과 Clayton, 1977; 백남원, 1987; Sjögren, 1994). 용접 작업시 발생되고 있는 유해환경요인으로는 분진, 소음, 고온, 유해광선 등의 물리적 인자 외에도 유해가스, 중금속, 기타 각종 화학적 유해물질이 발생한다(Guidotti 등, 1992). 용접 용단 작업시 발생하는 용접흠은 산화철( $Fe_2O_3$ )이 주종을 이루며, 용접봉, 피용접금속 재질 및 용접물질에 피막된 도료의 성분 등에 따라 석면, 크롬, 니켈, 카드뮴, 연, 알루미늄 등의 중금속 성분들이 포함될 수 있다. 또한 오존( $O_3$ ), 질소산화물( $NO$ ,  $NO_2$ ), 일산화탄소( $CO$ ) 등의 유해가스가 발생하며, 트리클로로에틸렌 등과 같은 염소를 함유한 유기용제는 포스젠 등과 같은 독성 물질을 발생시킨다(Ferry와 Ginther, 1952; Morgan과 William, 1975; 백남원, 1987). 이와 같은 용접흠과 각종 중금속 등의 발생량은 용접작업의 종류, 환기 정도, 작업장의 크기, 용접공의 작업 방법, 공기중 농도 및 용접흠 내에 함유된 유해 성분 등에 의하여 좌우된다.

용접작업은 감전사고, 화재와 같은 안전사고뿐만 아니라 육체적 작업 강도에 의하여 유발되는 관절통 이외에도 각종 폐질환, 감각기관의 손상, 피부질환, 신장기능장해, 생식기 장해, 폐암 및 시력 장해 등 여러 가지 건강 장애가 발생할 수 있다(Sjögren, 1994). 피용

접물질에 피막된 도료의 성분에 따라 연, 카드뮴, 크롬, 망간 등의 중금속에 의한 중독을 일으킬 수 있다(국립노동과학연구소, 1984). 우리나라에서 용접에 의한 건강장해는 용접공폐증(이채언 등, 1989), 기관지 천식(문화범 등, 1985; 조영수 등, 1992)이 보고되었고 1997년 2월에는 용접공에서 파킨슨증후군을 보이는 환자가 발견되어 용접작업에 포함된 망간의 유해성에 대하여 관심이 고조되었다(김양호 등, 1997).

금속열은 아연, 마그네슘, 동, 망간, 연, 안티몬, 철, 니켈 등 비교적 용점이 낮은 금속의 용해, 체련, 도금 및 용접시 발생하는 산화금속 흠을 흡입할 경우 생기는 일시적인 발열성 질병을 말하며, 특히 아연에 의한 경우가 많으므로 아연열로 불리기도 한다(Sjögren, 1994). 이러한 금속열은 외국의 경우 많은 보고가 있었으며 국내에도 사례는 많으리라 생각되나 보고가 거의 되지 않고 있는 실정이다. 저자들은 용접공에서 금속열 1례를 경험하였기에 보고하는 바이다.

## II. 증 례

환 자 : 윤○○, 42세 남자

주 소 : 두통과 오한

병 력 : 환례는 1996년 12월 28일 오전 8시 30분부터 오후 2시까지 마스크 착용 없이 순도 99%의 구리관 내벽을 헬륨가스를 이용한 불활성 가스 텅스텐 아크용접(inert gas tungsten arc welding; TIG)을 한 후 담배 맛이 달콤하게 느껴졌다. 그날 저녁 집에서 소주 1병을 마시고 오후 10시경 잠자리에 들었다. 12월 29일 새벽 1시경 전두부에 터질 듯한 통증으로 잠에서 깨어났고, 몸이 떨리면서 춥고 뼈마디가 쑤시며 가슴이 답답하고 열감과 함께 목이 마르고 양쪽 슬관절이 아팠으며 힘이 없었다. 12월 29일 아침에 약국에 가서 약을 사 먹은 후 증상이 조금 호전되는 것 같아 출근하여 구리관 내벽 용접을 1시간 정도 하던 중 다시 두통, 오한 및 근육통이 발생하여 조퇴하고 귀가하여 휴식을 취했다. 1996년 12월 30일부터 1997년 1월 2일까지 4일간 개인 의원에서 약을 처방 받고 집

에서 가료한 뒤 증상이 다소 호전되어 1월 3일 출근하여 구리관 용접을 하다가 다시 두통이 심해졌고 상복부 불쾌감이 발생하였으며 1월 4일 개인 의원을 방문하여 치료하였으나 증상이 지속되었고 1월 5일에는 두통은 약간 호전되었으나 오심과 상복부 불쾌감이 심해져 본원 응급실에 내원하여 수액요법과 약치방 후 귀가하였고 이후 내과 외래에서 치료를 받다가 직업병이 의심되어 1월 10일 산업의학과로 후송되었다. 증상이 시작되던 날로부터 1월 9일까지 왼쪽 경부에 완두콩 크기의 압통이 있는 종괴가 만져졌다고 한다.

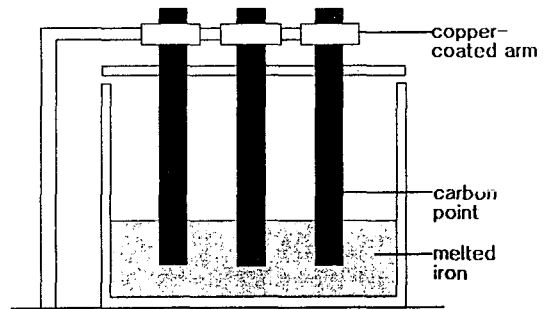
**과거력 :** 17세 때 고기를 잘못 먹고 두드러기가 생긴 것 외에는 특이한 과거력은 없었다. 음주는 1주일에 평균 2회에서 3회, 음주량은 소주 1병 정도였다. 흡연은 하루 15개피 정도를 20년간 피워 왔다. 1990년 초 구리와 알루미늄 합금을 모재로 하여 환기가 안되는 지하에서 10시간 정도 용접작업 후 자다가 오한과 두통이 있어 대학병원 응급실을 방문하여 치료하였다. 하루를 쉬 후 증상이 호전되어 선풍기로 통풍을 시키면서 작업을 하였다고 한다. 1995년 9월경 구리용접을 한 후 감기 몸살 증상이 있었으며, 1996년 10월경에도 구리용접을 한 후 감기 몸살 증상이 있었으나 하루 뒤에는 회복되었다고 한다. 구리가 포함된 모재를 용접할 때 용접흡에 다량 폭로되면 상기 증상이 발생하였으며 다른 용접시는 상기 증상을 경험한 적이 없다고 하였다. 상기 증상은 용접 후 담배 맛이 단맛이 나서 알게 되는데 저녁에 집에 가면 두통, 오한 등이 발현한다고 한다.

**가족력 :** 부친이 간경화로 현재 치료받고 있는 것 이외에는 특이한 알레르기 질환 등은 없었다.

**직업력 :** 1975년 고등학교를 졸업하고 3년간 의료용 실크를 제작하는 작업을 하다가 2년간 집에서 쉬면서 용접 기술을 습득하였다. 울산 H중공업에서 1980년 5월부터 1989년 11월까지 9년간 이산화탄소 아크용접과 불활성 가스 텅스텐 아크용접을 하였으며, 이산화탄소 아크용접시는 방진마스크를 착용하고 작업을 시행하였으나 불활성 가스 텅스텐 아크용접시는 방진마스크를 착용하지 않고 작업을 시행하였다.

1989년 11월부터 1995년 1월까지 직접 가내공업을 운영하면서 하루에 2시간 정도 불활성 가스 텅스텐 아크용접을 하였다. 1995년 7월경에 포항 S기계에 입사하여 불활성 가스 텅스텐 아크용접을 주로 하고 있었다.

**작업환경 :** 현재 환제가 근무하고 있는 포항 S기계는 30 여명이 근무하고 있는 영세 기업으로 3명이 용접작업을 하고 있다. 구리관 내벽 용접은 중소 기업인 1차 금속제조업체의 하청으로 환제 혼자서 가끔씩 실시하는 작업이다. 위 업체는 전기로 작업을 하는데 전기로에는 3개의 탄소봉이 있고 이를 구리로 만들어진 로봇 팔이 견인하고 있다. 로봇 팔에는 냉각수가 순환하게 되어 있는데 구리가 가열되면 냉각수가 누수되므로 주기적으로 누수되는 부위를 불활성 가스 텅스텐 아크용접을 실시한다(그림 1). 작업시에는 항상 보안면을 착용하였으나 마스크는 착용하지 않았다고 한다. 이러한 용접작업은 항상 가동되는 공정이 아니며 하청을 받아 다른 공장에 파견되어 실시한 작업이어서 작업환경을 측정할 수 없었다.



**Figure 1.** The diagram of electric furnace. The case had occasionally conducted inert gas tungsten arc welding on copper-coated arms.

**이학적 소견 :** 1997년 1월 5일 응급실 내원 당시 혈압은 수축기가 120 mmHg였고, 이완기는 80 mmHg이었다. 맥박은 분당 78회, 호흡수는 분당 20회, 체온은 36.9 °C로 정상소견이었다. 초진 당시 편도선 비대나 인두 발적 소견은 보이지 않았다. 혀의 탈수 소견을

보였으나 심하지는 않았다. 심장 청진상 심잡음도 없었다. 폐 청진상 수포음이나 천명은 들리지 않았으며 호흡음은 정상이었다. 상복부에 압통이 있었으며 간과 비장의 비대 소견은 없었다. 그 외 특이한 소견은 없었다. 1월 10일 가정의학과 전문의에 의하여 재진찰을 하였으나 경부 림프절도 촉지되지 않았으며, 신경학적 검사를 포함한 모든 이학적 검사에서 특이 소견이 관찰되지 않았다.

**검사 소견 :** 일반혈액검사상 백혈구수, 혈색소와 혈소판수는 정상 범위에 있었다. 백혈구의 백분율을 보았을 때 1월 5일 분엽핵구가 69%로 증가되었으나 그 후 정상 범위에 속하였고, 호산구는 1월 5일 관찰되지 않았으나 그 후 약간 증가하여 45%의 범위에 있었다(표 1). 적혈구침강속도는 20 mm/hr로 증가되어 있었다. C 반응성 단백은 1월 5일 양성 반응을 나타냈으나 1월 14일 음성 반응을 나타냈다. 류마티드인자는 음성 반응을 나타냈다. 생화학 검사상 간기능 검사는 계속적으로 비정상 소견이 관찰되었다. 전해질 검사, 혈액중 요소질소와 크레아티닌 및 아밀라제는 정상 범위에 있었다. 혈청 낙산탈수소효소는 약간 상승되었다. 일반 소변 검사, 갑상선 기능 검사 및 폐기능검사는 정상 소견을 보였다. B형 간염 항원과 항체는 모두

음성이었으며 C형 간염검사는 실시하지 않았다. 단순 흉부 방사선 소견상 특이소견은 관찰되지 않았다.

**생체 구리 농도 :** 혈중, 요중 및 모발의 구리 농도는 정도 관리에 합격한 특수검진기관에서 분석하였다. 혈액, 소변 및 두발을 1% TX-100 시약으로 전 처리한 후 원자흡수 분광광도계(Shimatzu, AAS-6501F; Varian, AAS-200HT)의 Flameless법을 이용하여 분석하였다(NIOSH, 1994). 증례의 구리 농도는 1월 10일 혈중 147  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , 요중 84  $\mu\text{g}/\text{l}$  이었고 1월 14일 혈중 121  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , 요중 80  $\mu\text{g}/\text{l}$ , 모발 중 32  $\mu\text{g}/\text{g}$ 이었다(표 2). 1월 14일 증례 부인의 구리 농도는 혈중 76  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , 요중 28  $\mu\text{g}/\text{l}$ , 모발 중 18  $\mu\text{g}/\text{g}$ 이었다. 1월 10일의 혈중과 요중 농도가 기준치 이상이었고, 1월 14일 혈중 농도가 기준치에 접근하여 1월 10일 이전에 구리에 폭로되었을 가능성이 높다. 또한 증례의 혈중, 요중, 모발 중 구리 농도가 부인보다 높아 구리에 직접적으로 폭로되었을 가능성을 시사하였다.

**자기공명영상 소견 :** T1 강조 영상에서 뇌기저부 및 중뇌부위에서 매우 높은 고신호강도 소견이 관찰되었는데 이는 뇌내 망간 축적에 의한 것으로 추정되며 증례가 용접작업 근로자일 가능성을 시사해 준다. 그러나 T1 강조 영상에서 구리의 상자성 효과로 보이는 다른 특이소견은 관찰할 수 없었으며 T2 강조 영상에서도 구리 축적에 의한 신호강도 변화 및 신경조직 손상을 의심할 특이한 변화는 관찰할 수 없었다.

**경과 :** 증상 발현 2주일 후인 1997년 1월 11일 모든 증상이 없어졌으며, 특별한 후유증 없이 완전히 회복되었다.

**Table 1. Major laboratory findings of the case by date**

Laboratory findings	Reference value	1/5/97	1/10/97	1/14/97
WBC count( $10^3/\mu\ell$ )	3.3-10.7	7.8	5.9	6.8
Hemoglobin(g/dl)	13.4-17.4	15.5	17.1	15.2
Platelet( $10^3/\mu\ell$ )	140-440	188	300	320
WBC differential count				
Segmented(%)	54-62	69	50	54
Lymphocyte(%)	25-33	30	40	37
Monocyte(%)	3-7	1	6	4
Eosinophil(%)	1-3		4	5
ESR (mm/hr)	<9		20	21
C-reactive protein	Non-reactive	Reactive		Non-reactive
Alkaline phosphatase(U/l)	27-120	166		173
SGOT(AST, U/l)	<40	56		57
SGPT(ALT, U/l)	<37	62		77
Lactate dehydrogenase(U/l)	230-460		429	468

**Table 2. Blood and hair concentrations of copper of the case and his wife by date**

Subject	Date	Blood( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	Urine( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	Hair( $\mu\text{g}/\text{g}$ )
Reference value <sup>1</sup>		70-140	2-80	—
Case	1/10/97	147	84	—
	1/14/97	121	80	32
Wife of the case	1/14/97	76	28	18

<sup>1</sup> Burtis와 Ashwood, 1994

### III. 고 찰

용접작업에서 발생할 수 있는 직업성 폐질환은 금속 증기의 흡입에 의하여 주로 발생하는데 금속열, 기관지염, 천식, 과민성 폐렴, 진폐증, 만성 기관지 질환 및 폐암 등이 발생할 수 있다(Beckett, 1996). 산화 금속은 금속열, 화학성 폐렴, 과민성 폐렴 및 직업성 천식의 폐질환을 유발하는 것으로 알려져 있다(Malo와 Cartier, 1987).

금속열은 산화 금속과 호흡성 금속 분진의 흡입으로 산발적으로 발생하는 급성 질환으로 19세기초 이래로 낫쇠 주물공에서 관찰되는 일시적 발열로 묘사되어 왔다(Drinker, 1922; Hamdi, 1969). 금속열은 밀폐되거나 환기 상태가 불량한 곳에서 용접, 아연 도금, 납땀, 용광로 작업 후에 발생한다. 원인 금속으로는 아연, 구리, 알루미늄, 안티몬, 비소, 카드뮴, 코발트, 크롬, 철, 납, 마그네슘, 망간, 니켈, 셀레늄, 은 및 주석과 같은 산화 금속들에 의하여 발생한다(Mueller와 Segger, 1985; Goldstein 등, 1987; Sullivan과 Krieger, 1992). 산화 아연은 상대적으로 낮은 온도에서도 기화되며 아연 도금한 제품의 용접과 용광로 작업에서 생산되는 산화 아연흡의 많은 양의 입자들이 0.2  $\mu\text{m}$ 에서 1  $\mu\text{m}$ 사이로 호흡성 분진 크기이므로 흡입되어 금속열이 발생한다(Rose, 1992). 그러나 금속열 발생의 대부분을 차지하는 아연, 구리와 마그네슘을 제외한 다른 금속에 의한 금속열 발생에 대한 임상적이나 실험적 증거는 명확하지 않다.

금속열의 임상적 증상은 폭로 후 3시간에서 10시간 후에 시작된다. 환자는 목의 자극감과 함께 금속성 입맛 또는 달콤한 맛을 느끼며 건조감, 인두 자극 등 감기와 유사한 증상을 경험한다. 마른 기침, 호흡곤란이 생기며, 오한과 발열이 일반적이며 구역질, 구토, 피로감, 두통, 근육통 등이 나타난다. 이러한 증상은 취침 후 1-3주 발생하는 경우가 많으며, 작업 중보다 귀가 후 취침시 발생하는 경우가 많다. 이학적 검사에서 체온이 상승하고 수포음과 천명이 청진되기도 한다

(Anseline, 1972; Malo와 Cartier, 1987; Brown, 1988; Morgan, 1989; Langley, 1991). 검사실 소견으로는 자주 백혈구증가증 및 과립구증가증이 나타나며(Anseline, 1972; Armstrong 등, 1983; Malo와 Cartier, 1987; Brown, 1988; Noel과 Ruthman, 1988), 가끔 혈청 낙산 탈수소효소의 상승을 보이며(Fishburn과 Zenz, 1969; Anseline, 1972; Armstrong 등, 1983; Mueller와 Segger, 1985; Shusterman과 Neal, 1986), 적혈구 침강속도 상승도 관찰된다(Brown, 1988). 구리흡에 의한 금속열의 경우 혈청과 소변 구리 농도의 상승을 보인다는 보고(Armstrong 등, 1983)가 있으며 Noel과 Ruthman (1988)은 혈중 아연 농도의 상승을 보고하였다. 단순 흉부촬영상 대부분 정상이지만 기관지혈관 음영이 증가되었다는 보고(Anseline, 1972; Fraser와 Pare, 1978; Brown, 1988)도 있다. 금속열의 급성기에는 폐기능검사에서 폐활량과 일산화탄소의 확산능의 감소가 관찰된다고 하였다(Johnson과 Kilburn 1983; Vogelmeier 등, 1987). Vogelmeier 등(1987)은 아연흡 유발시험 24시간 후 기관지폐포 세척액의 결과로 중성구 폐포염을 보고하였다. Drinker와 Drinker(1928)는 동물실험에서 금속흡 폭로 후 폐포의 다핵성 백혈구증을 보고하였다. Amdur 등(1982)은 1  $\mu\text{m}$ 이하 크기의 산화 아연흡에 폭로된 기니픽에서 기도 저항의 변화 없이 폐용적이 점차적으로 감소되는 것은 말초 기관지 반응에 의한 영향이라고 하였다. 조직학적으로 호흡기 세기관지와 폐포관의 미만성 폐실질 염증과정의 발생도 보고되었다(Lam 등, 1985). 금속흡 폭로에 의한 폐기능 변화와 기관지폐포 세척액 소견은 동물과 인간에서 비슷한 양상을 보인다. 금속열과 관련이 있는 기관지 천식에 대한 보고도 있다(Kawane 등, 1988).

금속열은 특별한 검사로 진단하는 것이 아니라 금속흡에 대한 폭로력과 임상증상으로 진단이 가능하다. 진단의 관건은 최근 금속흡 폭로력, 금속성 맛, 열, 두통, 구역질, 근육통 또는 호흡기 자극 증상 등의 증상과 혈청 백혈구증가증, 특히 분핵중성구증가증과 상대적인 빠른 발병과 짧은 이환 기간 등이나 금속흡에 대한 폭로력이 금속열의 유일한 진단 단서가 될 수 있

다. 이 예는 마스크 없이 용접한 경험과 금속열과 거의 유사한 증상 및 검사소견 등에 의하여 금속열로 진단하는데 무리가 없다고 생각한다. 특히 금속열의 과거력, 담배 맛이 달콤하게 느껴진 후 집에서 자다가 증상 발현이 된 점, 단기간에 호전이 된 점, 작업 후 금속흡에 폭로되어 악화된 점 등이 금속열일 가능성을 높여 준다. 또한 금속열과 감별 진단을 하여야 하는 상기도 감염, 독감, 바이러스 혈증, 말라리아, 급성 기관지염, 폐렴, 과민성 폐렴일 가능성이 임상 증상과 징후 및 검사소견으로 희박하여 더욱 금속열일 가능성이 높다. 본 예에서 금속열의 발병 기간이 14일 정도로 길었는데 이는 단기간에 호전되어 계속 폭로된 사실에 의한다고 생각하여 금속열이 아닐 가능성을 의미하지는 않는다. 또한 여러 가지 복합요인들에 의하여 일시적인 금속열만이 발생하는 것이 아니라 지속적인 장애를 일으킬 수도 있다는 보고들이 있다 (Bourne 등, 1968; Barnhart와 Rosenstock, 1984; Fuortes 등, 1991). 본 예의 검사 소견상 총백혈구수는 증가되지 않았으나 급성기에 분엽핵구의 일시적 증가가 확인된 점, 적혈구침강속도 및 혈청 낙산탈수소효소가 약간 상승된 점, C 반응성 단백이 양성에서 음성 전환된 점 및 증상 호전과 더불어 호산구수의 증가가 확인된 점 등도 금속열일 가능성을 높이는 소견이다. 금속열시 백혈구증가증은 급격히 증가 후 정상화되므로 본 예에서 백혈구증가증이 관찰되지 않은 것은 증상 발현 8일 후에 검사를 시행하였기 때문이라고 생각한다. 간기능 검사는 계속적으로 비정상 소견이 관찰되었다. 구리에 만성적으로 폭로되면 간기능 장애가 발생할 수 있으나 본 예는 급성 폭로에 기인하므로 금속열과 별도로 만성 간염이 합병되어 있을 가능성이 더 높다고 생각한다.

다음은 본 예에서 금속열을 일으킨 원인 금속이 무엇인가 하는 점이다. 과거에 구리가 포함된 용접 후 금속열의 증상을 경험한 적이 있으며, 이번에도 구리관 내벽을 용접하다가 증상이 발현된 점, 구리 용접을 하지 않으면 호전된 점, 구리에 의하여 금속열이 발생 가능한 점 등이 본 예의 금속열의 원인이 구리라고 추

정하게 한다. 또한 본 예에서 생체의 구리농도가 증례부인의 구리 농도에 비하여 증가하여 직업적으로 구리에 폭로되었을 가능성이 있다. Armstrong 등(1983)의 연구에서 12명의 근로자 중 5명에서 요중 구리농도가 50  $\mu\text{g}/\text{l}$ 를 초과한 결과와 Rohrs(1957)와 Anthony 등(1978)의 결과와 같은 증가 소견을 보여 구리에 의한 금속열일 가능성을 강력하게 시사해 준다.

자기공명영상 소견에서 관찰되는 고신호강도는 뇌내 망간 축적에 의한 것으로 추정되며 이는 증례가 용접작업 근로자일 가능성을 시사해 준다. 자기공명영상에서 구리 축적에 의한 신호강도의 변화는 관찰할 수 없었는데 이는 금속열이 급성 질환이지 용량 반응 관계가 관찰되지 않는다는 소견과 일치한다.

과민성 폐렴은 흡입된 항원에 의하여 면역학적 기전에 의하여 발생한 육아종성 질환으로 급성과 만성으로 나타날 수 있다. 급성형은 폭로된지 4-6시간 내에 일어나고 기침, 오한, 발열, 근육통, 피로감 등의 증상이 24시간 내 특별한 치료 없이 회복된다. 만성형은 적은 양의 항원에 계속 노출되어 비가역적인 폐손상으로 진행되는 경우로 진행성 호흡곤란, 피로감 및 체중 감소 등의 증상을 호소한다(Buschman 등, 1992). 과민성 폐렴은 분자량이 큰 유기분자에 의하여 발생하나 여러 가지 화학물질, 약제 및 금속 등이 원인이 될 수 있으며, 용접작업 중에 과민성 폐렴을 일으킬 수 있는 물질은 베릴륨, 카드뮴, 망간, 이산화질소, 오존, 포스겐, 포스핀 등이 있다(Beckett, 1996). 우리나라에서도 비철금속 용해작업자에서 만성 과민성 폐렴이 보고된 적이 있다(김경아 등, 1995). 금속열의 증상이 급성형의 과민성 폐렴과 매우 유사하여 금속열이 과민성 폐렴과 같은 부류라는 주장도 있어(Malo와 Cartier, 1987) 이에 관한 연구가 필요하다.

용접작업으로 인하여 발생하는 용접흡은 여러 가지 중금속을 포함하고 있으며 이들 중금속이 인체에 미치는 영향은 매우 다양하지만 인체에 영향을 주는 주요 장기가 서로 중복되기도 하며, 그 작용이 완전히 독립된 것이라기보다는 서로 복합적인 작용에 의해 유해한 영향을 미친다(Guidotti, 1992). 용접과정에서

는 용접방법, 모재 및 용접봉의 성분에 따라 발생하는 유독가스와 금속 증기의 성분이 다양하므로 정확한 원인 물질을 찾기가 쉽지 않다. 본 예의 경우 작업환경을 측정하지 못하였는데 작업환경을 측정하여 어느 금속 농도가 높다고 하더라도 이를 원인이라고 판단할 근거가 되지 않는다고 생각한다.

기관지 폐포 세척액이나 폐조직에서 금속의 함량을 측정할 수도 있으나 이는 폭로를 의미할 뿐이지 원인이라고 판단할 근거가 되지 못하며, 더구나 금속열은 급성 질환이므로 금속 함량과는 무관할 가능성이 높다. 진단을 위하여 실험실 내에서 원인항원으로 유발 시험을 실시하는 것이 원인 물질을 파악하는데 도움이 된다고 생각하나 윤리적인 문제가 제기되고, 현실적으로 불가능하였고 환자도 거부하여 실시하지 못하였다.

미국에서는 30세 이상 용접공의 약 40%가 금속열을 경험하며, 아연 도금한 강철을 용접하는 용접공에서 가장 흔히 경험한다(Ross, 1974). Shusterman과 Neal(1986)은 아연 도금한 강철을 용접한 후 골격근과 심근장해를 일으킨 예를 보고하였다. 아연 단독에 의한 발병은 치명적이지 않으며 보통 2일 내에 완전히 회복된다(Elinder, 1986). 그러나 최근에 아연흡에 폭로된 제련공에서 지속적인 과민성 폐렴 1예가 보고되었다(Ameille 등, 1992). 그 근로자는 급성기가 지난 몇 개월 후에도 폐장해의 증상과 징후가 관찰되어 아연에 기인된 폐장해가 일시적이 아니라 재발이 될 수 있음을 시사한다. 우리나라도 금속열의 발생 가능성이 높은 작업 공정이 많으므로 이에 대한 역학 조사가 이루어져야 할 것이다. Armstrong 등(1983)에 의하면 밀폐된 환기시설이 좋지 않은 응집기에서 전기 방열 절단기를 가지고 낫쇠 파이프를 절단하는 작업을 하는 근로자들 가운데 금속열의 폭발적 발생을 보고했다. 이 환례도 용접시 둥근 관에 얼굴을 넣고 용접함으로써 환기가 되지 않아 흡을 그대로 마셔 금속열이 발생하였으리라 생각한다. 용접시에는 용접 방법에 따라 적절한 호흡용 보호구를 철저히 사용하여 용접공의 건강 관리에 만전을 기하여야 한다.

금속열의 발병 원인에 대하여는 여러 가지 논란이 있다. McCord(1960)와 Graham(1989)은 처음 폭로시 발생하기 때문에 면역학적 기전에 의한다고 주장하였다. 그 외 호흡기계의 직접적 독성 작용, 과민증, 내독소 같은 반응 및 일시적 부신 기능 부전 등으로 설명하기도 한다. Blanc 등(1991, 1993)은 금속열의 실험적 인간 모형을 이용한 연구에서 염증반응이 존재한다고 가정하였다. 아연용접 폭로 22시간 후 기관지폐포 세척액에서 백혈구수의 증가와 양반응관계를 관찰하였으나 임상적으로 폐기능이나 기도반응성에 큰 영향이 없다고 보고하였다. 이 연구에서는 Interleukin-8과 같은 cytokine들이 금속열을 유발하는 중재 역할을 할 것이라고 하였다. 본 예에서 적혈구침강속도 및 C 반응성 단백질 양성에서 음성 전환된 사실은 염증반응을 지지해 준다. 그러나 가장 일반적으로 받아들여지고 있는 이론은 지연형 과민성 기전이다. 흡입된 산화 금속입자들은 히스타민 유사 물질을 방출시켜 호흡기계 염증을 일으킨다. 항원-항체 복합체 형성은 금속열을 일으키는 알레르기 반응을 생성시킨다(Mueller와 Seger, 1985; McMillan, 1986; Noel과 Ruthman, 1988). Farrell(1987) 역시 산화 아연흡은 금속열과 같은 반응과 더불어 두드러기와 혈관부종과 같은 즉각형과 지연형 반응과 관련이 있다고 하였다. 금속열의 재발력이 있는 사람은 근무 주중에 짧은 면역을 갖게 하는 내성이 빠르게 발달하고(Tabershaw, 1977), 이러한 일시적 내성은 주말에 사라진다고 한다. 금속열의 재발은 보통 다음 근무 주의 첫날에 더 심하여지므로 "Monday Morning Fever"라고도 한다(Ross, 1974). 일시적으로 생기는 백혈구증가증 또는 항원-항체 복합체에 대한 항체는 이러한 단기간의 면역 반응의 가능성을 시사한다(Mueller와 Seger, 1985). 본 예에서 호산구가 시간이 지나면서 약간 증가하였는데 이는 금속열의 면역 기전을 지지하는 소견이라고 생각한다. 발열의 원인은 금속 입자들이 백혈구에 작용하여 발열인자가 열을 일으킨다고 보고되고 있다(Pernis 등, 1961; Morgan과 Seaton, 1975; Weill과 Jones, 1988; Seaton 등, 1989).

대부분 금속열은 자기제한성질환이다. 그러므로 치료는 대증요법을 적용한다. EDTA(calcium disodium ethylenediaminetetraacetic acid)와 같은 착화제는 혈류로부터 원인 금속의 착화에 사용할 수 있지만 금속열의 치료로 거의 사용하지 않는다(Murphy, 1970).

금속열을 예방하기 위해서는 구리흡의 시간 가중 평균 농도를 0.1 mg/m<sub>3</sub> 이하로 유지하여야 한다. 작업시 환기 장치가 가장 효과적이며, 금속흡에 폭로되는 근로자에게 금속흡 중독의 위해성과 적당한 환기를 하여야 함을 교육하는 것도 중요하다. 흡을 막아주는 보호구 마스크를 착용하는 것도 단기간 폭로에 효과적이다. 특히 용접작업 근로자에 대하여 유해물질의 폭로를 감소하기 위한 대책은 적극적으로 수립되어야 한다. 첫째, 분진이나 흡과 같은 유해물질을 제어하기 위한 공학적 관리가 필요하다. 적절한 환기장치의 설치 등의 작업환경 관리가 필수적이다. 둘째, 고농도 작업장에서는 송풍 호스가 달려있는 호흡보호구를 사용하며, 분진을 포함하여 흡과 유해가스를 제거할 수 있는 적절한 개인 보호구의 사용이 중요하다. 셋째, 식음료는 작업장에 반입되어도 안되고 작업장 내에서 취식하여도 안된다. 작업장 내의 흡연은 절대로 허용되어서 안되며, 작업이 끝나면 샤워와 양치질을 실시하고 작업복을 갈아입어야 한다. 넷째, 건강장해를 조기 진단하는 것이 용접작업 근로자의 건강을 위하여 필수적이다. 근로자 스스로 건강상의 장해가 나타나면 즉시 의사를 방문하여 유해물질 중독 유무를 확인하여야 한다.

#### IV. 결 론

본 증례는 42세 남자로 마스크 착용 없이 순도 99%의 구리관 내벽을 헬륨가스를 이용한 불활성 가스 텅스텐 아크용접(inert gas tungsten arc welding; TIG)을 한 후 담배 맛이 달콤하게 느껴지고 자다가 두통이 심하고 몸이 떨리면서 춥고 뼈마디가 쑤시며 가슴이 답답하고 열감과 함께 목이 마르고 증상을 경험하여 전형적인 금속열의 증상을 보였으며 과거 구리용접

후 같은 증상을 경험한 적이 있었고 혈액, 소변 및 모발에서 구리 농도가 상승하여 구리흡에 의하여 발생한 금속열이라고 생각한다. 이에 문헌고찰과 더불어 보고하는 바이다. 앞으로 금속흡에 폭로되는 근로자의 건강장해에 관한 역학 조사가 수행되어야 하며, 안전한 용접작업을 위하여 작업환경개선, 적절한 보호구의 사용과 같은 예방대책이 수립되어야 한다고 생각한다.

#### 참고문헌

- 국립노동과학연구소. 용접·용단 작업장의 유해환경 실태조사. 서울:노동부, 1984
- 김경아, 임영, 윤임중. 금속제련업 근로자에서 발생한 만성 과민성 폐장염. 대한산업의학회지 1995; 7(2):230-234
- 김광중, 송기창. 모 조선업 작업장의 공기 중 용접흡 농도에 관한 조사. 산업위생학회지 1991; 1(1):68-72
- 김양호, 김재우, 이토켄고, 임현술, 신용철, 김규상 등. 망간중독이 의심되었던 용접공에서의 양전 지방출단층촬영(PET) 결과. 대한산업의학회 1997년도 제 19차 추계학술대회 연제집
- 대한산업보건협회. 용접 작업 1. 산업보건 1989; 18:18-46
- 문희범, 김유영, 강석영. 용접용제에 의한 직업성 천식 1례. 알레르기 1985;5(2); 190-192
- 백남원. 용접공과 용접흡의 폭로. 노동과학 1987; 29:57-63
- 이채언, 이종태, 손혜숙, 배기택, 박형중, 김용완 등. 부산지역 조선업 용접공들의 진폐증에 관한 역학적 조사연구. 예방의학지 1989; 22(1):153-161
- 조영수, 서해숙, 박해심. 금속 아크 용접공에서 발생한 직업성 천식 1례, 알레르기 1992; 12(2):218-221
- Amdur MO, McCarthy JE, Gill MW. Respiratory response of guinea pigs to zinc oxide fume. Am Ind Hyg Assoc J 1982; 43:887-889
- Ameille J, Brechot JM, Brochard P, Capron F, Dore MF. Occupational hypersensitivity pneumonitis in a smelter exposed to zinc fumes. Chest 1992; 101(3):862-863
- Anselme P. Zinc fume fever. Med J Aust 1972; 2:3:16-18
- Anthony JS, Zamel N, Aberman A. Abnormalities in pul-



- monary function after brief exposure to toxic metal fumes. *Can Med Assoc J* 1978; 119:586-588
- Armstrong CW, Moore LWJ, Hackler RL, Miller GB, Stroube RB. An outbreak of metal fume fever. Diagnostic use of urinary copper and zinc determinations. *J Occup Med*. 1983; 25:886-888
- Barnhart S, Rosenstock L. Cadmium chemical pneumonitis. *Chest* 1984; 86:789-791
- Beckett WS, Pace PE, Sferlazza SJ, Perlman GD, Chen AH, Xu XP. Airway Reactivity in Welders: A Controlled Prospective Cohort Study. *JOEM* 1996; 38(12):1229-1238
- Blanc P, Wong H, Bernstein MS, Boushey HA. An experimental human model of metal fume fever. *Ann Intern Med* 1991; 114(11):930-936
- Blanc PD, Boushey HA, Wong H, Wintermeyer SF, Bernstein MS. Cytokines in metal fume fever. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147(1):134-138
- Bourne HG, Yee HT, Serferian S. The toxicity of rubber additives. *Arch Environ health* 1968; 16:700
- Brown JJ. Zinc fume fever. *Br J Radiol* 1988; 61: 327-329
- Burtis CA, Ashwood ER. *Tietz textbook of clinical chemistry*. 2nd edition. Philadelphia:W.B.Saunders Company, 1994:2183
- Buschman DL, Gamsu G, Waldron JA, Klein JS, King TE. Chronic hypersensitivity pneumonitis: Use of CT in diagnosis. *ARJ* 1992; 159:957-960
- Clayton GD, Clayton FE. *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*. New York: A Wiley Interscience Publication, 1977:1172-1178
- Drinker KR, Drinker P. Metal-fume fever. Results of inhalation by animals as zinc and magnesium oxide fumes. *J Indust Med* 1928; 10:56
- Drinker P. Certain aspects of the problems of zinc toxicity. *J Indust Hyg* 1922; 4:177-197
- Elinder C-G. Zinc. In Friberg L, Nordberg GF, Vouk V, editors. *Handbook on the toxicology of metals*, 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1986
- Farrell FJ. Angioedema and urticaria as acute and late-phase reactions to zinc fume exposure with associated metal fume fever-like symptoms. *Am J Ind Med* 1987; 12:331-337
- Ferry JJ, Ginther GB. Inert Arc Welding. *Industrial Hygiene Quarterly* 1952; 13(4):196
- Fishburn CW, Zenz C. Metal fume fever. A report of a case. *J Occup Med* 1969; 11:142-144
- Fraser RG, Pare JAP. *Diagnosis of Diseases of the Chest*. Philadelphia: W.B.Saunders, 1978
- Fuortes L, Leo A, Ellerbeck PG, Friell LA. Acute respiratory fatality associated with exposure to sheet metal and cadmium fumes. *J Toxicol Clin Toxicol* 1991; 29(2):279-283
- Goldstein M, Weiss H, Wade K. An outbreak of fume fever in an electric instrument testing laboratory. *J Occup Med* 1987; 29:746-749
- Graham DR. Noxious gases. Clinical aspects, in Baum GL, Wolinsky E (eds). *Textbook of Pulmonary Diseases*, 4th ed. Boston: Little, Brown & Co., 1989:852-853
- Guidotti TL, Lappi VG, Lang rd S. Hazards of Welding Technologies. In: Rom WN, editor. *Environmental and Occupational Medicine*. 2nd ed. Boston: Little, Brown and Company, 1992: 831-841
- Hamdi EA. Chronic exposure to zinc of furnace operators in a brass foundry. *Brit J Industr Med* 1969; 26:126-134
- Johnson JS, Kilburn KH. Cadmium-induced metal fume fever: Results of inhalation challenge. *Am J Ind Med* 1983; 4:533-540
- Kawane H, Soejima R, Umeki S, Niki Y. Metal fume fever and asthma. Letter. *Chest* 1988; 93: 1116-1117
- Lam HF, Conner MW, Rogers AE. Functional and morphologic changes in the lungs of guinea pigs exposed to freshly generated ultrafine zinc oxide. *Toxicol Appl Pharmacol* 1985; 78:29-38
- Langley RL. Fume fever and reactive airways dysfunction syndrome in a welder. *Southern medical J* 1991; 84(8):1034-1036
- Malo JL, Cartier A. Occupational asthma due to fumes of galvanized metal. *Chest* 1987; 92(2):375-377
- McCord CP. Metal fume fever as an immunological disease. *Ind Med Surg* 1960; 29:101-107
- McMillan G. Metal fume fever. *Occup Health* 1986; 38:148-149
- Morgan WK, William WK. *Occupational Lung Diseases*. New York: W. B. Saunders Company, 1975:321-334
- Morgan WK, Seaton A. *Occupational lung diseases*, 2nd

- ed. Philadelphia:W. B. Saunders, 1975:321-345
- Morgan WK. On welding, wheezing and whimsy. *Am Ind Hyg Assoc J* 1989; 50:59-69.
- Mueller EJ, Seger DL. Metal fume fever-a review. *J Emerg Med* 1985; 2(4):271-274
- Murphy J. Intoxication following ingestion of elemental zinc. *JAMA* 1970; 212:2119-2120
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Manual of Analytical Methods. 4th ed. DHHS(NIOSH) Publication No. 84-100, Cincinnati, Ohio:NIOSH, 1994
- Noel NE, Ruthman JC. Elevated serum zinc levels in metal fume fever. *American J of Emergency Medicine* 1988; 6(6):609-610
- Pernis B, Cavagna G, Finulli M. Degranulation of polymorphonuclear leukocytes exposed to zinc oxide or Teflon particles. *Med Lavoro*. 1961; 52: 649-652
- Rohrs LC. Metal fume fever from inhaling zinc oxides. *Arch Intern Med* 1957; 100:44-49
- Rose CS. Inhalation fevers. In Rom WN ed. *Environmental and Occupational Medicine*, 2nd ed. Boston:Little, Brown & Co., 1992:376-377
- Ross DS. Welders' metal fume fever. *J Soc Occup Med* 1974; 24:125-129
- Seaton A, Seaton D, Leitch AG. Crofton and Douglas's *Respiratory Diseases*, 4th ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1989, p837
- Shusterman D, Neal E. Skeletal muscle and myocardial injury associated with metal fume fever. *J Fam Pract* 1986; 23(2):159-160
- Sjögren B. Effects of Gases and Particles in Welding and Soldering. In:Zenz C, Dickerson OB, Horvath EP, editors. *Occupational Medicine*. 3rd ed. Chicago:Mosby-Year Book, Inc, 1994:917-925
- Sullivan JB, Krieger GR. *Hazardous Materials Toxicology*. Baltimore:Williams & Wilkins, 1992; 921-927
- Tabershaw IR. Chemical hazards, in *Occupational Diseases*. Washington DC:US Dept of Health, Education, and Welfare, 1977:408-410
- Vogelmeier C, Koning G, Bencze K, Fruhmant G. Pulmonary involvement in zinc fume fever. *Chest* 1987; 92(5):946-948
- Weill H, Jones RN. *Occupational pulmonary diseases*, in Fishman AP(ed). *Pulmonary diseases and disorders*, 2nd ed. New York:McGraw-Hill 1988, vol 1, p845
-