

일부 인쇄회로기판 납땜근로자들의 눈, 호흡기, 피부의 증상에 대한 조사연구

순천향대학교 구미병원 산업의학과, 구미차병원 산업의학과¹⁾, 경북대학교 산업의학과²⁾, 고려대학교 예방의학교실³⁾

유재영 · 우극현 · 김진석 · 함정오 · 최태성 · 하봉구 · 정상재¹⁾ · 박신구²⁾ · 김일룡³⁾

— Abstract —

Ocular, Respiratory and Skin Symptoms Among Solderers Employed in Printed Circuit Board Assembly Units

Jay-Young Yu, Kuck-Hyeun Woo, Jin-Seok Kim, Jung-Oh Ham, Tae-Sung Choi,
Bong-Goo Ha, Sang-Je Jung¹⁾, Shin-Goo Park²⁾, Il-Ryong Kim³⁾

Department of Occupational Medicine, Soon-Chun-Hyang Gumi Hospital

Department of Occupational Medicine, Gumi Cha Hospital¹⁾

Department of Occupational Medicine, Kyung-Buk Univertisy²⁾

Department of Preventive Medicine, Korea University³⁾

Objectives : This study was conducted to evaluate the prevalence of ocular, respiratory and skin symptoms among solderers and to investigate the relationship between symptom prevalence and exposure intensity.

Methods : We analyzed 126 eligible participants out of a population of 146 male solderers who completed the symptom questionnaires. Fourteen symptoms including 'itchy and red eyes', 'itchy or prickly nose', 'sneezing', 'rhinorrhea', 'blocked nose', 'prickly throat', 'foreign body sensation in throat', 'sudden bouts of coughing', 'exertional breathlessness', 'wheezing', 'sputum production', 'itchy face or hands', 'acneiform eruptions on the face' and 'red spots on the face or hands' were contained. Blood lead levels of all the 126 participants were tested and the participants' own assessments of the health risk of soldering were collected.

Results : Of the 14 investigated symptoms, 'sudden bouts of coughing' was significantly more prevalent in solderers who worked 4 hours or more a day than those who worked less than 4 hours a day, as for the other symptoms, there were no significant differences in the prevalences related to daily soldering hours. 2.8% of the solderers considered the risk of flux exposure to be serious. The mean blood lead level was 6.05 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (maximum 15.50 $\mu\text{g}/\text{dL}$).

Conclusions : Soldering may increase the risk of respiratory symptoms. Further investigations on the hazards of soldering processes are warranted and solderers should be educated on these hazards.

Key Words : Soldering, Flux, Colophony, Occupational asthma

<접수일 : 2001년 9월 8일, 채택일 : 2001년 11월 8일>

교신저자 : 유 재 영 (Tel : 054-463-7151) E-mail : morticianj@hanmail.net

서 론

납땜은 전자제품의 회로를 형성하기 위해 분리된 소자를 접합하는 공정으로, 하나의 전자제품을 온전한 것으로 만들기 위해 필수불가결한 공정이다. 자동화된 납땜기계가 발달하고 있지만 자동납땜된 기판의 결점을 수정하기 위해서는 여전히 고전적인 수납땜이 이루어져야 된다. 일부 정밀회로조립에서 납땜을 대신하여 접착제를 이용하고 있지만, 아직 보편적으로 사용되지는 않고 있다.

납땜근로자들이 직업적으로 노출될 수 있는 유해물질로는 납과 함께 플럭스가 언급될 수 있다. 지금까지의 연구에 따르면 납땜근로자들에게서는 납에 의해서는 특별히 심각한 건강장애를 초래하지 않는 것으로 알려져 있다. 이에 반하여, 플럭스가 가열되면서 발생하는 흡은 이에 노출된 근로자들에게 비교적 흔하게 자극성 및 알레르기성 질환을 유발하는 것으로 알려져 있다. 납땜용 플럭스로서 가장 널리 쓰이는 송진은 피부감작물질임이 이미 잘 정립된 사실이며, 직업성 천식을 일으키는 3대 물질의 하나로 꼽힌다(Rom, 1998; Sadhra 등, 1994).

납땜에 플럭스가 쓰이는 목적은 접합을 방해하는 모재표면의 산화 혹은 황화피막을 염화, 불화, 혹은 인산화하여 접합성을 높이고, 땀납이 가급적 저온에서 모재표면을 따라 효과적으로 고르게 퍼져 흐르도록("flux")하는 것으로서, 염소기, 불소기, 인산기 등을 포함하는 여러종류의 산이나 염이 사용될 수 있지만, 이중 안전성과 취급의 용이성이 크면서 부식성이 적은 송진이 가장 보편적으로 쓰이고 있다(Clayton 등, 1991).

1969년 Adams에 의해 송진에 의한 직업성 접촉 피부염의 가능성이 제기되고, 1976년 Fawcett 등에 의해 송진플럭스심(colophony flux cores)이 포함된 실땀납(wire solder)을 취급하는 납땜근로자의 직업성 천식이 보고된 이후로 지금까지, 납땜근로자들에게서 송진과 그 산화물에 의한 건강장애에 대한 많은 연구와 보고가 수행된 바 있으나, 국내의 경우 1989년 시계유리부품공장에서 접착제로 사용되는 송진을 녹이는 과정에서 발생한 직업성 천식 1례에 대한 보고가 이루어 졌을 뿐, 이와 관련된 공식적인 연구나 증례보고가 거의 없었다.

이 연구는 납땜작업이 납에 의한 건강영향과 더불어 송진 등 플럭스에 의한 피부 및 호흡기 계통의 건강장애를 유발하는지 알아보고자 시도되었다. 이 연구의 구체적인 목적은 납땜근로자들을 대상으로 눈, 호흡기, 피부 등의 증상호소율을 조사하여, 납땜종사기간, 하루 납땜시간, 납땜종류, 국소환기상태 등에 따른 관련성을 평가하고, 납땜의 건강위험에 대한 납땜근로자의 인식도를 평가하기 위한 것이다.

대상 및 방법

1. 연구대상

경상북도 구미공단에 위치한 통신 및 영상·음향기기 제조업체 중 납땜작업이 많은 사업장 3곳을 임의 선정하여 납땜작업에 종사하는 납땜근로자 146명 전원을 1차 연구대상으로 선정하였다. 2000년 4월 1일부터 동년 6월 20일까지 위 3개 사업장에 대한 특수 건강진단을 실시하였고, 건강진단 실시전에 미리 배포된 연구 설문지를 건강진단을 수행한 산업의학과 의사 4인이 문진시에 응답내용을 보완하고 직업력을 조사하였다. 이중 흉부방사선상 비정상소견을 보이거나, 유기용제, 크롬, 니켈, 수지원료 등 납땜 이외의 자극성 혹은 알레르기성 물질에 노출된 적이 있거나, 최근 2주간 상기도 감염에 걸린 적이 있거나, 조사된 작업력 상에서 과거 납땜작업력이 불명확한 경우 등에 해당되는 20명을 제외하여, 최종적으로 남자 126명을 통계적 분석대상에 포함시켰다.

2. 연구내용 및 방법

1) 자기기입식 설문 및 면접조사

대상 근로자들에 대해 연령, 흡연력, 최근 2주간 '눈이 가렵고 충혈됨', '코가 가렵거나 따가움', '재채기', '콧물', '코막힘', '목이 따끔거림', '목에 무언가가 걸려있는 것 같음', '갑자기 연속적인 기침을 함', '운동 시에 다른 사람에 비해 숨이 가쁨', '숨을 쉴 때 쉼쉼하는 소리가 남', '가래가 끓음', '손이나 안면에 가려움을 느낌', '안면에 여드름이 남', '손이나 안면에 붉은 반점이 남' 등 14가지 증상에 대한 경험유무와 국소환기상태, 납땜작업력, 호흡기보호구 착용상태, 납땜작업의 건강위험요인에 대한 지식 상태 등을 조사하였다.

위 증상 중 '갑자기 연속적인 기침을 함'에 대해서

는 하루중 호발시기, 최근 2주간 증상경험 일수, 휴일 및 휴가시 증상의 경과 등에 대해서도 조사하였다.

국소환기상태는 국소환기시설설치유무, 국소환기시설이용정도(%), 배기시설의 기능양호도에 대한 근로자의 평가 등을 조사하였으며, 국소환기시설이 설치되지 않았거나, 국소환기시설이 있더라도 이용도가 30 % 이하이거나, 배기시설의 기능이 불량하다고 평가되었을 경우 국소환기상태가 불량한 것으로, 그렇지 않을 경우 양호한 것으로 분류하였다.

납땜작업력은 총납땜종사시간, 최근 평균 하루납땜시간, 납땜작업종류(수납땜, 자동납땜) 등을 조사하였다.

납땜작업의 건강위험요인에 대한 지식 정도에 대해서는 납땜작업이 건강상의 문제를 야기할 수 있다고 생각하는지의 여부와 어떤 유해요인이 문제를 일으킨다고 생각하는지에 대해 조사하였다.

2) 임상검사

대상근로자들에 대해 산업안전보건법상의 건강진단을 실시하고 혈중연농도를 측정하였다.

흉부방사선검사는 후면촬영으로 1차 간접촬영을 시행하였으며 이중 질환의심자에 대해 2차적으로 직접촬영을 시행하였다. 판독은 방사선과 전문의의 소견에 따라 산업의학과 의사가 임상적 관련성을 검토한 이후 최종적으로 이루어졌다.

혈중연검사는 대상근로자들의 전혈 2 ml를 채취하여 1 % TritonX-100, 1 % 인산암모늄용액을 첨가하는 표준물질 첨가법으로 표준시료 계열을 제조하고, 이를 원자흡광분광광도계를 이용하여 분석하였다(Fernandez, 1975)

3) 자료분석

자료분석은 SPSS for Windows Release 8.0.0 Standard Version을 이용하여 이루어졌다. 단변량 분석에는 χ^2 검정 및 t 검정을 수행하였고, 다변량 분석에는 다중로지스틱회귀분석을 수행하였다.

결 과

전체 126명의 연구대상을 크게, 최근 평균 하루 납땜시간에 따라, 임의로 하루납땜시간 4시간 미만인 군(94명)과 4시간 이상인 군(32명)으로 나누어

비교하였다. 하루 납땜시간을 4시간을 기준으로 나누는 것은 Palmer 등이 연구대상자를 주 20시간 이하와 주37시간 이상 납땜작업자로 나누어 분석한 점과, Lee 등의 연구에서 연구대상자를 비노출자 및 하루 4시간 이상 납땜작업자로 나누는 점을 참조하였다 (Palmer 등, 1997; Lee 등, 1994).

1. 연구대상의 일반적 특성 및 작업관련 특성 (Table 1)

1) 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성으로 연령과 흡연력을 조사한 결과, 연령은 하루납땜 시간이 4시간 미만인 군과 4시간 이상인 군에서 각각 29.8세와 29.3세로 나타나 차이가 없었고, 연령을 다시 30세 미만, 30세 이상 40세 미만, 40세 이상의 세군으로 나누었을 때, 4시간 이상인 군에서 40세 이상 연령을 가진 대상자가 없었으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

흡연력은 현재흡연자, 과거흡연자, 비흡연자의 비율이 하루납땜 4시간 미만인 군에서 64.9 %, 5.3 %, 29.8 %, 4시간 이상인 군에서 68.8 %, 9.4 %, 21.9 %로 유의한 차이가 없었다.

2) 작업관련 특성

납땜종사시간은 하루납땜 4시간 미만인 군과 4시간 이상인 군에서 각각 70.6±50.0 개월, 78.5±51.2 개월로 유의한 차이가 없었다. 납땜종사시간이 3년초과인 장기노출자의 비율에서도 4시간 미만인 군에서 70.2 %, 4시간 이상인 군에서 75.0 %로서 유의한 차이가 없었다.

납땜작업 종류에 대해서는 전체 대상자를 자동납땜과 수납땜으로 나누었다. 전체 126명의 대상자중 수납땜에 종사하는 근로자는 112명(88.9 %)이었고, 자동납땜에 종사하는 근로자는 14명(11.1 %)이었으며, 하루납땜시간 4시간 미만인 근로자 중 각각 96.8 %, 3.2 %를 차지하였고, 하루납땜시간 4시간 이상인 근로자 중 각각 65.6 %, 34.4 %를 차지하여 하루납땜시간이 4시간 이상인 군에서 4시간 미만인 군에 비해 자동납땜종사자의 비율이 통계적으로 유의하게 컸다(p<0.001).

국소환기상태는 국소환기시설 유무, 국소환기시설에 대한 근로자의 평가, 국소환기시설에 대한 근로자의 이용률 등을 바탕으로 평가하였다.

Table 1. Characteristics of participants by daily hours of soldering

	All (n=126)	Daily hours of soldering		Significance (p-value)
		<4h/day(n=94)	≥4h/day(n=32)	
General Characteristics				
Age(years)	29.7±5.0*	29.8±5.2	29.3±4.5	0.647
<30	72(57.1) [†]	53(56.4)	19(59.4)	0.280
30-39	47(37.3)	34(36.2)	13(40.6)	
≥40	7(5.6)	7(7.4)	0(0.0)	
Smoking status				0.546
Current smoker	83(65.9)	61(64.9)	22(68.8)	
Ex-smoker	8(6.3)	5(5.3)	3(9.4)	
Non-smoker	35(27.8)	28(29.8)	7(21.9)	
Job-related characteristics				
Soldering methods				
Manual soldering	112(88.9)	91(96.8)	21(65.6)	<0.001
Automatic soldering	14(11.1)	3(3.2)	11(34.4)	
Paste soldering	10(7.9)	1(1.1)	9(28.1)	
Wave soldering	4(3.2)	2(2.1)	2(6.3)	
Local exhaust ventilators				
Not equipped	15(11.9)	10(10.6)	5(15.6)	0.529
Equiped	111(88.1)	84(89.4)	27(84.4)	
Utilization				
≤ 30%	38(43.2)	34(50.0)	4(20.0)	0.017
> 30%	50(56.8)	34(50.0)	16(80.0)	
Function				
Good	88(90.7)	66(91.7)	22(88.0)	0.586
Poor	9(9.3)	6(8.3)	3(12.0)	
Status of local ventilation[†]				
Good	64(52.0)	44(48.4)	20(62.5)	0.168
Poor	59(48.0)	47(51.6)	12(37.5)	
Utilization of respirators				
Almost always	1(0.8)	1(1.1)	0(0.0)	0.193
Occasionally	1(0.8)	0(0.0)	1(3.1)	
Never	124(98.4)	93(98.9)	31(96.9)	
Months employed in soldering				
≤ 36 months	72.2±50.5	70.6±50.0	78.5±52.1	0.446
> 36 months	36(28.6)	28(29.8)	8(25.0)	0.605
	90(71.4)	66(70.2)	24(75.0)	

* Arithmetic mean ± standard deviation

[†] Number(percentage)

[†] Participants who work with no local exhaust ventilators, or with poorly functioning ventilators, or utilize the ventilators in 30% or less of their soldering processes, are categorized as 'poor'; otherwise, as 'good.'

전체 대상자 126명중 15명을 제외한 111명(88.1%)가 국소환기시설이 설치되어 있다고 답하였으며, 하루납뽀시간에 따른 유의한 차이는 없었다. 국소환기시설이 설치된 대상자 중 국소환기시설의 이용률

이 작업의 30% 이하인 경우는 하루납뽀 4시간 이상인 작업자의 20%, 4시간 미만인 작업자의 50%로서 하루납뽀시간이 길수록 국소환기시설의 이용률이 높았다(p=0.017). 9명의 대상자는 국소환기시설

Table 2. Frequency of symptoms by daily hours of soldering

	All (n=126)	Daily hours of soldering		Crude OR (95% CI)
		<4h/day(n=94)	≥4h/day(n=32)	
Eyes				
Itchy and red eyes	37(29.4)*	24(25.5)	13(40.6)	2.00(0.86-4.64)
Nose				
Itchy or prickly nose	10(7.9)	8(8.5)	2(6.3)	0.72(0.14-3.57)
Sneezing	21(16.7)	15(16.0)	6(18.8)	1.22(0.43-3.46)
Rhinorrhea	19(15.1)	14(14.9)	5(15.6)	1.06(0.35-3.21)
Blocked nose	24(19.0)	16(17.0)	8(25.0)	1.63(0.62-4.26)
Throat				
Prickly throat	13(10.3)	8(8.5)	5(15.6)	1.99(0.60-6.60)
Foreign body sensation	18(14.3)	13(13.8)	5(15.6)	1.15(0.38-3.54)
Tracheobronchial				
Sudden bouts of coughing	17(13.5)	9(9.6)	8(25.0)	3.15(1.10-9.04)
Exertional breathlessness	17(13.5)	10(10.6)	7(21.9)	2.35(0.81-6.82)
Wheezing	3(2.4)	2(2.1)	1(3.1)	1.48(0.13-16.94)
Sputum production	24(19.0)	16(17.0)	8(25.0)	1.63(0.62-4.26)
Skin				
Itchy face or hands	8(6.3)	4(4.3)	4(12.5)	3.21(0.75-13.69)
Acneiform eruption on the face	8(6.3)	5(5.3)	3(9.4)	1.84(0.41-8.18)
Red spot on the face or hands	3(2.4)	2(2.1)	1(3.1)	1.48(0.13-16.94)

* Number(percentage)

이 설치되어 있지만 기능이 불량하다고 응답하였다. 국소환기상태의 평가는 위의 세가지 요소를 종합하여 이루어졌는데, 국소환기시설이 설치되어 있지 않거나, 국소환기시설이 설치되어 있더라도 기능이 불량하거나 이용률이 30 % 이하인 경우를 ‘불량’한 것으로 평가하였고 그렇지 않은 경우를 ‘양호’한 것으로 평가하였다.

국소환기상태는, 하루납땜시간 4시간 미만인 91명 중 양호 44명(48.4 %), 불량 47명(51.6 %), 하루납땜 4시간 이상인 32명 중 양호 20명(62.5 %), 불량 12명(37.5 %)로서 통계적으로 유의하지는 않지만 하루납땜 4시간 미만인 군에서 국소환기상태가 더 불량한 것으로 나타났다.

호흡기보호구에 대해 전체 대상근로자 126명 중, 2명이 항상 착용하거나 가끔 착용하는 것으로 답하였을 뿐 나머지 124명의 근로자가 거의 착용하지 않는다고 답하였다.

2. 최근 평균 하루납땜시간에 따른 증상 호소율 (Table 2)

최근 2주간, ‘눈이 가렵고 충혈됨’, ‘코가 가렵거나 따가움’, ‘채채기’, ‘콧물’, ‘코막힘’, ‘목이 따끔거림’, ‘목에 무언가가 걸려있는 것 같음’, ‘갑자기 연속적인 기침을 함’, ‘운동 시에 다른 사람에 비해 숨이 가쁨’, ‘숨을 쉴 때 쉼쉼하는 소리가 남’, ‘가래가 끓음’, ‘손이나 안면에 가려움을 느낌’, ‘안면에 여드름이 남’, ‘손이나 안면에 붉은 반점이 남’ 등, 모두 14가지 증상에 대해 본인이 경험한 적이 있는지 여부를 조사하여, 하루납땜 4시간 미만인 군과 4시간 이상인 군으로 나누어 분석하였다.

각각의 증상 유무가 하루납땜시간에 따라 차이를 보이는지를 검정하기 위해, χ^2 검정을 시행하고, 조비차비(crude odds ratio)를 구한 결과, ‘갑자기 연속적인 기침을 함’이 비차비 3.15(Confidence interval, 이하 CI 1.10~9.04)로 하루납땜 4시간 이상인 군에서 유의하게 증상호소율이 높았고, ‘손이나 안면에 가려움을 느낌’은 비차비 3.21(CI

Table 3. Results of Multiple Logistic Regression Analysis: Symptoms by Exposure categories

	Daily soldering hours ≥4hr / <4hr	Months employed in soldering >36M / ≤36M	Status of local ventilation Poor / Good	Methods of soldering Manual/Auto
Eyes				
Itchy and red eyes	1.51(0.57-4.04)*	0.73(0.30-1.78)	1.40(0.58-3.37)	0.51(0.12-2.15)
Nose				
Itchy or prickly nose	0.89(0.17-4.73)	2.02(0.38-10.50)	2.11(0.50-8.93)	NS†
Sneezing	1.75(0.57-5.39)	1.84(0.54-6.24)	0.57(0.21-1.55)	NS
Rhinorrhea	1.62(0.50-5.29)	1.62(0.47-5.51)	0.75(0.27-2.08)	NS
Blocked nose	1.80(0.61-5.36)	0.76(0.27-2.08)	0.93(0.35-2.48)	2.04(0.32-12.78)
Throat				
Prickly throat	2.64(0.65-10.78)	0.75(0.18-3.02)	3.12(0.74-13.19)	1.41(0.11-18.30)
Foreign body sensation	1.68(0.50-5.67)	1.87(0.47-7.40)	1.29(0.43-3.89)	NS
Tracheobronchial				
Sudden bouts of coughing	3.90(1.17-13.00)	0.40(0.12-1.28)	0.83(0.26-2.67)	2.62(0.38-18.18)
Exertional breathlessness	1.87(0.54-6.56)	1.05(0.32-3.45)	0.76(0.24-2.46)	0.93(0.16-5.46)
Sputum production	2.25(0.74-6.82)	0.56(0.21-1.52)	1.40(0.52-3.72)	1.93(0.30-12.37)
Skin				
Itchy face or hands	4.59(0.82-25.65)	0.24(0.04-1.27)	0.21(0.03-1.35)	4.02(0.30-53.84)
Acneiform eruption on the face	2.29(0.42-12.40)	0.50(0.10-2.50)	0.56(0.11-2.83)	1.52(0.12-18.90)

* Figures are odds ratios with their 95 % confidence intervals in the parentheses which are adjusted for general and job-related characteristics of 123 participants, i.e., age (<30, 30~39, ≥40), smoking status (current smoker, ex-smoker, non-smoker), methods of soldering (manual, automatic), status of local ventilation (good, poor), and months employed in soldering (≤36, >36). Among 14 symptoms, 'Wheezing' and 'red spot on face or hands' showed too low positive frequencies to be eligible for the adjustment procedures and were omitted.

†NS : not significant : Confidence intervals were too wide to be submitted in the table.

0.75~13.69)로 하루납땜 4시간 이상인 군에서 증상 호소율이 높았지만 유의하지 않았다. 그외 다른 증상에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았지만, '코가 가렵거나 따가움'을 제외한 모든 증상이 하루납땜 4시간 이상인 군에서 4시간 미만인 군보다 높았다.

개별 증상 중 증상호소율이 매우 낮은 '숨을 쉴 때 쉼쉼거리는 소리가 남'과 '손이나 안면에 붉은 반점이 남' 등 2가지 증상을 제외한 나머지 증상에 대해 다중로지스틱회귀분석을 시행하였다. 다중로지스틱회귀분석은 각각의 증상을 종속변수로 하고 하루납땜 시간(4시간 이상/4시간 미만)과 함께 연령(40세 이상/30세 이상 40세 미만/30세 미만), 납땜종사기간(3년 초과/3년 이하), 흡연력(현재흡연/과거흡연/비흡연), 국소환기상태(불량/양호), 납땜작업종류(수

납땜/자동납땜) 등이 독립변수로 포함되어 국소환기 상태를 평가하기 위한 질문에 응답한 123명에 대해 이루어졌다.

다중로지스틱회귀 분석결과 '갑자기 연속적인 기침을 함'이 하루납땜시간 4시간 미만인 군에 대해 4시간 이상인 군이 보정비차비 3.90(CI 1.17-12.99)로서 통계적으로 유의하게 높은 비차비를 보였으며, '손이나 안면에 가려움을 느낌'은 하루납땜시간 4시간 미만인 군에 대해 4시간 이상인 군이 4.59(CI 0.82~25.65)의 보정비차비를 보였다. 여타 증상의 경우 통계적으로 유의하지는 않았지만, '코가 가렵거나 따가움' 외에는 하루납땜 4시간 미만인 군에 대해 4시간 이상인 군이 1이 넘는 보정비차비를 보여, 단변량분석과 유사한 결과를 보였는데, 특히 '가래가 끓음', '목이 따끔거림', '안면에 여드름이 남'

Table 4. Patterns of the symptom, ‘sudden bouts of coughing’

	Frequency	Percentage
No. of participants who complained of ‘sudden runs of coughing’	17	100
Most frequent time zone in a day		
from getting up till beginning of the shift	1	5.9
during the shift	5	29.4
from the end of the shift till taking sleep	7	41.2
during sleep	2	11.8
no answer	2	11.8
Days the symptom had occurred during the last 2 weeks		
1 day	4	23.5
2-4 days	6	35.3
5-10 days	3	17.6
almost everyday	3	17.6
no answer	1	5.9
Course of the symptom during holidays or leaves		
getting worse	0	0
stationary	6	35.3
getting better	10	58.8
no answer	1	5.9
Company of other tracheobronchial symptoms		
exertional breathlessness*	7	41.2
wheezing [†]	1	5.9
sputum production	9	52.9

* p = 0.001

[†]p = 0.002

등의 증상은 하루납땜 4시간 이상 군이 4시간 미만 군에 비해 2이상의 보정비차비를 보였다(Table 3).

3. 발작성 기침을 호소한 대상자의 증상양상 (Table 4)

‘갑자기 연속적인 기침을 함’을 호소한 17명의 대상자들에 대해서 하루 중 증상이 가장 호발하는 시간대, 최근 2주간 증상이 발생한 일수, 휴일이나 휴가기간 동안 증상의 경과 등에 대해 질문하였다.

하루중 증상이 가장 호발하는 시간대에 대해서는 ‘퇴근후부터 자기전’ 7명(41.2%), ‘근무시간중’ 5명(29.4%), ‘수면중’ 2명(11.8%), ‘기타’ 2명(11.8%), ‘기상후 출근전’ 1명(5.9%)의 순으로 답하였다.

최근 2주간 증상이 발생한 일수에 대해 16명이 응답하였는데, 이중 ‘1일’에 4명(25.0%), ‘2-4일’에 6명(37.5%), ‘5~10일’에 3명(18.8%), ‘거의 매일’에 3명(18.8%)이 답하였다.

휴일이나 휴가기간 동안 증상의 경과에 대해서는 16명이 응답하였는데, 이중 악화된다고 답한 사람은 한명도 없었으며, 호전되는 경우가 10명(62.5%), 현상유지되는 경우가 6명(37.5%)로 답하였다.

‘갑자기 연속적인 기침을 함’을 호소한 대상자 중 다른 기관기관지증상(tracheobronchial symptoms), 즉, ‘운동 시에 다른 사람에 비해 숨이 가쁨’, ‘숨을 쉴 때 쉼썩하는 소리가 남’, ‘가래가 끓음’ 등의 증상이 동반된 자는 각각 7명(41.2%), 1명(5.9%), 9명(52.9%)로서, 이 증상이 있는 대상자들이 없는 자들에 비해, ‘운동 시에 다른 사람에 비해 숨이 가쁨’, ‘가래가 끓음’ 등의 호소율이 통계적으로 매우 유의하게 높았다(각각 p=0.002, 0.001)

4. 납땜작업의 건강위험요인에 대한 근로자의 인식 (Table 5)

전체 126명 중 117명이 응답하여 이중 43명(36.8%)이 ‘건강위험이 적다’에 응답하였으며, ‘건강위험

Table 5. Participants' own assessments on the health risk of the soldering

	All respondents (n=117)	Daily hours of soldering		Significance (p-value)
		<4hours(n=87)	≥4hours(n=30)	
'Low risk'	43(36.8)*	28((32.2)	15(50.0)	0.081
'High risk'	74(63.2)	59(67.8)	15(50.0)	
Lead is responsible	59(50.4)	51(58.6)	8(26.7)	0.009
Flux is responsible	15(12.8)	8(9.2)	7(23.3)	

* Number(percentage)

Table 6. Blood lead levels by daily hours of soldering

	All (n=126)	Daily hours of soldering		Significance (p-value)
		<4hours(n=87)	≥4hours(n=30)	
Blood lead level (minimum-maximum)	6.05±2.46* (1.66-15.50)	5.82±2.49 (1.66-15.50)	6.72±2.29 (3.07-13.20)	0.072
≤ 5.61†	63(50.0)†	53(56.4)	10(31.3)	0.014
> 5.61	63(50.0)	41(43.6)	22(68.8)	
Correlation coefficient		0.184		0.039

* Arithmetic mean±standard deviation; unit: µg/dL

†Number(percentage)

‡Median

이 크다'고 응답한 74명 중, 그것이 주로 어떠한 물질 때문인지에 대해 59명이 납(50.4%), 15명(12.8%)이 플럭스라고 응답하였다. 하루납땜시간에 따라서는 위험이 적다고 응답한 근로자의 비율이 4시간 미만군에서 더 컸으며(p=0.081), 위험이 크다고 응답한 대상자중 플럭스를 주건강위험요인으로 지적한 비율이 하루납땜 4시간 이상인 군에서 유의하게 컸다(p=0.009).

5. 혈중연검사 (Table 6)

전체 연구대상자에 대해 혈중연농도를 측정된 결과, 전체 대상자의 평균 혈중연농도는 6.05 µg/dL였으며, 최고치는 15.50 µg/dL이었다. 하루 납땜작업시간에 따라 분석하였을 때, 하루납땜 4시간 이상인 군이 4시간 미만인 군보다 평균 혈중연농도가 높지만 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의하지는 않았다(p=0.072). 중위치를 기준으로 전체 대상자를 양분하였을 때, 하루납땜 4시간 이상인 군에서 4시간 미만인 군보다 혈중연농도가 높은 대상자가 통계적으로 유의하게 많았으며(p=0.014), 혈중연과 하루 납땜시간 사이에 상관분석을 수행한 결과, 상관계수 0.184로 유의하였다(p=0.039).

고 찰

산업안전공단에서 제공하는 물질안전보건자료(MSDS)의 일례에 의하면, 실땜납(wire solder)의 조성이 질량백분율로 주석 55~60%, 납 35~40%, 송진 1~4%였으며, 자동납땜에 쓰이는 '크림땜납'(paste solder)의 경우 주석 50~55%, 납 30~35%, 송진 10~15%였다. 본연구의 대상사업장중 한 곳에서 쓰이는 실땜납의 물질안전보건자료의 경우 주석과 납의 혼합비가 63:37이었으며, 영업상비밀로 성분이 공개되지 않은 플럭스가 1.5~2.5% 포함되고, '크림땜납'의 경우 주석 31.7%, 납 54.5%, 은 1.8%, 송진 7~8%, 글리콜에테르 2~3%, 미네랄스피릿 1% 미만이 포함된 것으로 기재되어 있었다. 물질안전보건자료에 기재된 각성분의 함량비인 질량백분율을 몰백분율로 환산하고, 주석납 합금과 송진의 용점과 비점을 고려하면 납땜시 발생하는 흡에서 송진에 의한 흡이 차지하는 비율은 이보다 훨씬 클 것으로 추정된다.

송진(pine resin, rosin, colophony)은 주로 소나무속(Pinus genus)에 속하는 식물에서 추출된

함유수지(oleoresin)를 증류시켜 얻는 것으로 소나무 껍질을 끓여서 채취(gum rosin)하거나 고사 소나무의 그루터기에서 추출(wood rosin)하기도 하며, 펄프제조 부산물(tall oil rosin)로 얻어지기도 하는데(Fisher 1986; Mathias 등, 1984), 이중 뒤의 두 종류는 가공과정에서 산화되어 자연산 송진보다 산화수지산을 더 많이 포함하는 경향이 있다(Burge, 2000).

송진은 수많은 종류의 화합물의 혼합물로서 그 성분이 아직 완전히 알려지지 못하고 있는데, 주로 수지산(resin acids)이 약 90%, 중성물질이 약 10% 포함되며, 수지산의 기체크로마토그래피 연구보고에 의하면 채취원에 따라 아비에틴산(abietic acid), 탈수아비에틴산(dehydroabietic acid), 신아비에틴산(neoabietic acid), 피마르산(pimaric acid), 팔루스테르산 등이 다양한 분율로 포함(Mitchell 등, 1979; Karlberg 등, 1980)되어 있다고 하며, 이중 아비에틴산이 천연 송진에 의한 피부감작의 주원인으로 지적(Wahlberg, 1978; Fisher, 1981)되어 왔다.

한편, 납땜작업시 땀납이 녹기 위해 필요한 온도는 혼합물의 총괄성질(colligative properties)에 의하는 바, 주석의 혼합비에 따라 이론적으로 섭씨 183도에서 313도 이상이면서, 용착되는 모재의 변형을 피하기 위해 항복점(yielding point) 이하의 온도를 요하는데, 통상 250~350도 부근에서 작업이 이루어지며(엄기원 등, 1980), 이 온도에서 땀납이 용해됨과 동시에 송진에서 알데히드를 비롯한 열분해 산물(Smith 등, 2000)과 산화수지산(oxidized resin acids), 즉, 7-oxo-dehydroabietic acid, 15-hydroxydehydroabietic acid, 7-hydroxydehydroabietic acid 등이 발생하는데(Smith 등, 1998), 이들이, 용해되면서 기화된 비산화수지산(non-oxidized resin acids)과 함께 납땜작업자의 피부 및 호흡기 감작의 원인물질일 것으로 여겨지고 있다. 발병기전은 직업성 알레르기질환에 전형적인, 저분자화학물질이 합텐으로 작용하여 G형 면역글로불린과 결합하여 유발되는 기전을 취하는, 이른바 E형 면역글로불린 비의존형인 것으로 보고 있으며(Smith 등, 1999; Cullen 등 1992), 최근의 세포배양연구에 의하면 호중구 및 단구와 같은 탐식세포의 반응성 산소라디칼에 의한 산화작용이

관련된 것이 가설로 제기되고 있다(Elms 등, 2000)

납땜근로자의 건강장해에 대한 본격적인 연구가 수행된 것은 1970년대 후반부터인데, Fawcett 등의 발표에 이어 영국을 중심으로 여러 곳에서 많은 역학조사 및 임상연구결과에 대한 보고가 있었다. 이중 본 연구와 같이 노출근로자의 증상호소율에 대한 조사가 이루어진 예로는, 가정용오디오제조업체에 근무하는 근로자를 대상으로 한 Burge 등의 연구가 있다(Burge 등, 1979). 앞서 1978년에 송진 플렉스임을 취급하는 근로자 중 천식에 이환된 21명을 대상으로 땀납 및 송진에 의한 기관지유발시험을 시행하고, 그 임상양상을 기술한 바(Burge 등, 1978) 있는 저자는 이 연구에서 납땜생산직 97명(전원 여성), 납땜공정과 같은 공간에서 작업하는 비납땜생산직 349명(여성 280명), 사무직 86명(여성 39명)을 대상으로, 호흡곤란(breathlessness), 비염증상(itchy, runny, or blocked nose), 결막염증상(itchy or watery eyes), 두통 등에 대해 조사하였는데, 호흡곤란의 경우 작업관련성을 무시할 경우, 세 군 간의 차이는 없었던 반면, 증상호소자중 주말이나 휴일에 호전된다고 답한 근로자의 분율이 납땜근로자 및 납땜공정과 같은 공간에서 작업하는 비납땜생산직에서 사무직보다 유의하게 높았으나 납땜근로자와 비납땜근로자 간에는 유의한 차이가 없었다. 비염증상, 결막염증상도 그 자체는 세군간에 차이가 없었으나 주말이나 휴가기간에 증상이 호전된다고 답한 근로자의 분율이 납땜근로자가 비납땜근로자보다 유의하게 높았고, 비납땜근로자는 사무직보다 유의하게 높았다. Burge의 연구의 단점은 국소환기장치가 없는 인쇄회로기판 수납땜공정 및 국소환기장치가 있는 전선함침 수납땜공정을 수행하는 두 군의 납땜근로자를 따로 분리하지 않고 분석하였으며, 납땜작업시간, 납땜작업종사기간, 흡연력, 연령 등에 따른 비교가 이루어지지 못하였다.

최근 Palmer 등에 의해 이루어진 한 연구(Palmer 등, 1997)에서는 국소환기상태가 불량한 4곳의 중규모 사업장에서 직접 납땜을 하거나 인접한 장소에서 작업하는 여성 근로자 152명을 주 20시간 이하 납땜작업군 및 주37시간 이상 납땜작업군으로 나누어서 작업관련성 안증상, 비증상, 호흡곤란, 만성기침, 만성객담, 천명 등의 증상을 조사한 바 있는데, 작업과 관련된 안증상 및 비증상, 천명 등이

주37시간 이상 작업군에서 유의하게 높았으나, 호흡곤란 만성기침, 객담 등의 증상은 차이가 없었다.

싱가폴의 Koh와 Lee 등은 하루 4시간 이상 수납뿔에 종사하는 150명의 여성근로자와 납뿔과 관련이 없는 52명의 여성근로자를 대상으로 안자극증상(동통/발적/가려움), 비자극감(폐색/가려움/콧물), 기침, 호흡곤란, 천명, 발진, 여드름 등에 대해 조사하여 그 결과를 발표한 바 있다(Lee 등, 1994; Koh 등, 1994). 저자들의 연구결과에 따르면 대부분이 화교들로 이루어진 납뿔근로자들의 안자극감, 비자극감의 증상호소율이 대조군에 비해 유의하게 높았으며, 기침, 호흡곤란, 천명, 여드름 등은 유의한 차이를 보이지 않았다.

본 연구는 납뿔근로자들만을 대상으로 이루어졌으므로, 납뿔작업자와 비납뿔작업자 간의 비교가 이루어지지 못한 점이 있지만, 납뿔근로자들을 하루평균 납뿔시간을 기준으로 4시간 이상 작업자와 4시간 미만 작업자로 나누어 비교함으로써 이러한 단점을 극복하고자 하였다. 본 연구결과에 의하면 연령, 흡연, 납뿔종사기간, 국소환경상태, 납뿔작업종류 등의 요인에 대해 보정하였을 때, '갑자기 연속적인 기침을 함'이 하루납뿔시간 4시간 미만인 군에 대해 4시간 이상인 군이 약 4정도의 유의한 비차비를 보였다. '코가 가렵거나 따가움'을 제외한 여타의 모든 증상에서 하루납뿔시간에 따라 유의하지는 않지만 1이 넘는 비차비를 보였으며, 이 중, '손이나 안면에 가려움을 느낌', '가래가 끓음', '목이 따끔거림', '안면에 여드름이 남'의 증상에서는 2이상의 비차비를 보였다. 따라서, 이 연구에서 조사된 증상에 대해 앞으로 좀더 많은 장시간 납뿔근로자들을 대상으로 하거나, Palmer 등의 연구에서와 같이 하루납뿔시간에 따른 대조를 좀더 뚜렷이 둔 연구가 필요한 것으로 사료된다.

Burge 등과 Palmer 등의 연구에서는 각각의 증상이 휴일에 호전 혹은 악화되는 경과를 조사하여 호전되는 경우 작업관련성증상으로 정의하여 이의 분포를 분석하였으나, 본 연구에서는 대부분의 증상에 대해 이러한 조사가 이루어지지 않았다. 다만, 하루납뿔시간에 따라 통계적으로 유의하게 위험도의 증가를 보인 '갑자기 연속적인 기침을 함'을 호소한 대상자들에 대해 하루중 증상의 호발시간대, 최근2주간의 증상발생일수, 휴일 및 휴가기간 동안의 경과 등에

대해 조사한 결과, 작업관련성여부를 판단할 수 있는 휴일 및 휴가기간 동안의 증상의 경과에 대해 악화된다고 답한 대상자가 없고, 호전된다고 답한 경우가 10명(58.8%)으로 가장 많은 것으로 미루어, 본 증상을 호소한 대상자중 다수가 작업관련성을 가지고 있는 것으로 여겨진다. 하루중 증상의 호발시간대에 대해서는 작업중과 퇴근후 취침전까지의 시간대에 답한 대상자가 대부분인데, 이에 대해서는 송진이 비특이적 기도과민성을 유발하는 자극성 물질임과 동시에 후기천식반응(late asthmatic reaction)을 일으키는 물질(조영주 등, 1989; Graneek 등, 1987)이라는 점으로 설명될 수도 있다.

발작성 기침, 천명, 호흡곤란은 기관지 천식의 삼주징(triad)으로서 전형적인 천식발작에서 삼자가 동반되는 경우가 많고 객담배출이 동반되는 경우도 흔하다(Braunwald 등, 2001). 연구대상자 가운데 발작성 기침에 해당하는 '갑자기 연속적인 기침을 함'을 호소한 17명 중 천명을 호소한 경우는 1명 밖에 없었으며, 호흡곤란, 객담은 매우 유의하게 호소율이 높았다. 기침호소자 중 천명을 호소한 대상자가 매우 적었던 것은, 전형적 기관지천식에 해당되는 증상은 적다고 평가할 수 있지만, 기침형 천식의 가능성을 고려해야 한다. 기침형 천식환자의 상당수가 결국 천명을 동반한 전형적 천식으로 이행하는 점에 비추어 기침형 천식이 천식의 초기 혹은 경증 발현이라고 보는 견해에 의할 때, 천명이 동반되지 않았다고 해서 천식과 무관하다고 보기는 곤란하다. 만성기침환자에 대한 연구들에 의하면 그 원인질환으로 기침형 천식(전체의 약 30~40%)을 포함하여 후비루증후군(postnasal drip syndrome), 위식도 역류(gastroesophageal reflux disease), 만성기관지염(chronic bronchitis)등이 가장 흔한 4대 원인질환으로 꼽히고 있으며, 이들 모두에서 발작적이고 연속적인 기침이 주증상으로 호소되는 경우가 흔하며, 이 중 기침형 천식을 감별하는 방법은 기도과민성검사를 시행하는 것이다(Koh 등, 1999; 지영구 등, 1998; McGarvey 등, 1998; Pratter 등, 1993). 따라서 본 연구의 결과를 바탕으로 할 때, 전형적인 천식증상이 없더라도 발작성기침을 호소하는 납뿔근로자들에 대하여, 기도과민성검사를 수행하여 이들 중 기침형 천식환자를 감별할 필요가 있다고 사료된다.

현재 국내에서 납땜공정에 종사하는 근로자들에 대한 정기건강진단은 납에 대한 특수건강진단이 법제화되어 있는데, 필수검사항목으로 혈중연농도 측정이 포함되어 있다. 따라서, 전체 연구대상자에 대한 혈중연농도가 측정되었는데, 납땜시간에 따라 혈중연농도가 유의한 상관관계를 보였으며, 하루납땜시간이 4시간 이상인 군에서 4시간 미만인 군보다 혈중연농도가 높은 사람이 많았다. 외국에서는 납땜작업자의 플럭스흡 노출에 대해 포름알데히드, 송진 등을 포집하여 분석해왔으며, 최근 Smith 등이 수지산 및 산화수지산에 대한 노출측정에 대한 연구(Smith 등, 1998; Smith 등, 1997; Smith 등, 1996)와 함께 동물실험에서 단백질분자와의 합텐형성을 증명한 논문(Smith 등, 1999)을 발표하면서 이 물질들의 기중농도가 납땜근로자의 플럭스흡에 대한 노출지표로 제안되고 있지만, 플럭스와 관련된 작업환경측정이 제도화되어있지 않은 국내 실정에서, 기중연농도와 혈중연농도 등 연에 대한 노출강도를 나타내는 지표들이 납땜근로자의 플럭스흡 노출강도에 대한 대리측정자(proxy estimator)로 쓰일 수 있는 지에 대한 고려와 함께, 납땜공정을 여타의 연노출작업과는 별도로 기준을 설정하여 관리하도록 제도화할 필요가 있다.

이와 관련하여, 본연구에서는 직접적인 노출측정이 이루어지지 못하고 하루 납땜시간을 기준으로 노출강도를 나타내었는데, 앞서 언급한 Palmer 등의 연구에서는 주당 납땜시간에 따라 납땜시간이 긴 군에서 증상호소율이 높은 것을 들어 납땜작업시간이 현재 노출강도를 어느 정도 대변할 수 있음을 주장한 바 있다. 본 연구의 결과에서 Table 3에 제시된 바대로, 국소환기상태, 총납땜종사시간, 납땜작업종류 등 여타의 노출관련 요인이 모든 증상에 대해 유의한 결과를 나타내지 않은 것으로 나타나, 다른 요인에 비해 상대적으로 노출강도를 더 잘 대변할 수 있는 것으로 생각되었다.

서문에서 언급하였듯이 땀납에 쓰이는 송진에 의한 건강장해는 의학적으로 잘 정립된 것이며, 최근 영국의 산재보상사례에 대한 보고와 1998년 직업성 호흡기질환감시체계(SWORD '98)의 보고에 의하면, 송진플럭스흡은 직업성 천식의 원인인자 중 여전히 3위 이내에 꼽히고 있다(한국산업안전공단, 2001; Meyer 등, 1999). 이에 반하여 국내에서는

본 연구에서 조사된 바와 같이, 대부분의 납땜근로자들이 자신의 작업과 관련하여, 발생가능성이 상대적으로 희박한, 납중독에 대한 지나친 우려를 가지고 있을 뿐, 그들이 작업과 관련해서 느끼는 호흡기, 피부, 눈 등의 자극 및 과민증상과 그 원인-송진플럭스흡에 대해서는 적절한 정보를 가지지 못하고 있고, 호흡기 보호구의 착용률이 매우 낮은 상태인 것으로 여겨지므로, 납땜근로자들에 대한 적절한 예방보건사업이 요구된다. 송진플럭스흡에 의해 직업성 천식에 이환된 납땜근로자들의 예후는 비교적 나쁜 것으로 보고되고 있다. 질환이 확진된 후 이직한 근로자들을 대상으로 한 Burge의 추적조사에 의하면 1~4년 후 10%만이 증상이 소실되었으며, 90%는 이미 플럭스흡에 의해 유발된 기도과민성, 생활중의 송진, 폐내에 축적된 송진 등에 의해 증상이 지속되는 것으로 나타났다(Burge, 1982).

Palmer 등과 Koh와 Lee등이 여성근로자만을 대상으로 연구한 것과는 달리, 본 연구는 남성근로자만을 대상으로 수행되었는데, 이는 여성근로자를 대상으로 할 경우 무엇보다 흡연력이 부정확할 가능성이 많기 때문이었으며, 화장품의 사용 등이 혼란변수로 작용할 가능성이 크고, 예비조사 상 대상사업장내에 여성 납땜작업자의 수가 60명, 이중 본연구의 목적에 적합한 대상자가 51명으로 효과적인 통계적 분석을 수행하기에 부적합하다고 판단되었기 때문이었는데, 향후 충분한 수의 여성근로자들을 포함한 연구가 필요하다고 사료된다.

이 연구는 단면연구로서 각 증상과 관련요인 간의 인과관계를 규명하기에는 원천적인 한계가 있으므로, 추후 환자대조군 연구나 코호트 연구를 통해 보강될 필요가 있으며, 증상조사에 따른 연구결과이므로 차후 송진플럭스흡에 대한 질병유병률을 파악하기 위해, 천식관련 증상호소자들에 대해서는 앞서 언급한 기도과민성검사 뿐만 아니라, 최대호기유속 측정, 원인물질에 의한 유발검사 등을 수행하고 피부증상자에 대해서는 첩포검사를 시행하는 등 좀더 객관적인 임상검사를 바탕으로 한 연구가 필요하다. 더불어 본연구는 송진, 수지산, 산화수지산 등의 기중농도측정이 이루어지지 못하여 직접적인 노출강도에 따른 증상호소율의 차이를 보지 못한 한계가 있으며, 추후 이들 물질에 대한 기중농도측정을 바탕으로 한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

요 약

목적 : 이 연구는 납땜작업자를 대상으로 납땜작업으로 유발될 가능성이 높은 눈, 호흡기, 피부 등의 증상호소율 및 노출강도에 따른 관련성을 파악하기 위해 수행되었다.

방법 : 연구참가자 146명중 연구목적에 적합한 20명을 제외한 126명을 대상으로 '눈이 가렵고 충혈됨', '코가 가렵거나 따가움', '재채기', '콧물', '코막힘', '목이 따끔거림', '목에 무언가가 걸려있는 것 같음', '갑자기 연속적인 기침을 함', '운동 시에 다른 사람에 비해 숨이 가쁨', '숨을 쉴 때 쉼쉼하는 소리가 남', '가래가 끓음', '손이나 안면에 가려움을 느낌', '안면에 여드름이 남', '손이나 안면에 붉은 반점이 남' 등 14가지 증상에 대한 경험유무와 혈중연농도, 납땜작업의 건강위험요인에 대한 지식상태 등을 조사하였다.

결과 : 조사된 14가지의 증상 중, '갑자기 연속적인 기침을 함'이 하루 납땜시간 4시간 이상인 군에서 4시간 미만인 군보다 유의하게 증상호소율이 높았으며, 다른 증상의 경우 하루 납땜시간에 따라 유의한 결과를 보이지 않았다. 납땜작업의 건강위험요인에 대한 질문에 12.8 %가 플릭스에 의한 건강위험을 지적하였다. 전체 대상자의 평균 혈중연농도는 6.05 µg/dL였으며, 최고치는 15.50 µg/dL이었다.

결론 : 납땜작업자에게 호흡기 증상의 위험이 높을 가능성이 있으며, 납땜작업의 건강위험에 대한 추가적인 연구와 납땜작업자들을 대상으로 납땜작업에 의해 유발될 수 있는 건강장애에 대한 적극적인 교육 및 홍보활동을 요한다.

참고문헌

엄기원, 이원평. 용접공학. 서울: 원화, 1980:292-95.
 조영주, 김미영, 김유영. 송진연무에 의한 직업성천식 1례. 알레르기 1989;9(1):47-51.
 지영구, 오형태, 이계영, 김건열, 조상현 등. 만성기침으로 내원한 환자에서 원인 질환 및 빈도에 관한 전향적 연구. 천식 및 알레르기 1998;18(2):222-31.
 한국산업안전공단. 산업의학전문 III. 직업성호흡기질환. 한국산업안전공단 2001:22-3.
 Adams RM. Occupational contact dermatitis.

Philadelphia: JB Lippincott, 1969:219.
 Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, et al. Harrison's principles of internal medicine, 15th Ed. McGraw-Hill, 2001:1459-60.
 Burge PS, Harries MG, O'Brien IM, Pepys J. Respiratory disease in workers exposed to solder flux fumes containing colophony (pine resin). Clinical Allergy 1978;8(1):1-14.
 Burge PS, Perks W, O'Brien IM, Hawkins R, Green M. Occupational asthma in an electronics factory. Thorax 1979;34:13-8.
 Burge PS. Occupational asthma in electronics workers caused by colophony fumes: follow-up of affected workers. Thorax 1982;37(5):348-53.
 Burge PS. Colophony hypersensitivity revisited. Clinical and Experimental Allergy 2000;30(2):158.
 Clayton GD, Clayton FE. Patty's industrial hygiene and toxicology, 4th Ed. Newyork: A Wiley-Interscience Publication, 1991:1:655-60.
 Cullen RT, Cherrie B, Soutar CA. Immune responses to colophony, an agent causing occupational asthma. Thorax 1992;47(12):1050-5.
 Elms J, Allan LJ, Pengelly I, Fishwick D, Beckett PN, et al. Colophony: an in vitro model for the induction of sensitization. Clin Exp Allergy 2000;30(2):209-13.
 Fawcett IW, Taylor AJ, Pepys J. Asthma due to inhaled chemical agents-fumes from 'Multicore' soldering flux and colophony resin. Clinical Allergy 1976;6(6):577-85.
 Fernandez FJ. Micromethod for lead determination in whole blood by atomic absorption with use of graphite furnace. Clin Chem 1975;21:555-61.
 Fisher AA. Allergic contact dermatitis in a violinist. The role of abietic-A sensitizer in rosin(colophony)-as the causative agent. Cutis 1981;27:466.
 Fisher AA. Contact Dermatitis, 3rd Ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1986:667.
 Graneek BJ, Durham SR, Newman TAJ. Late asthmatic reactions and changes in histamine responsiveness provoked by occupational agents. Bull Eur Physiopathol Respir 1987;23(6):577-81.
 Karlberg AT, Boman A, Wahlberg JE. Allergenic potential of abietic acid colophony and pine resin-HA. Cont. Derm 1980;6:137.
 Koh D, Lee HS, Chia HP, Phoon WH. Skin disorder-

- ders among hand solderers in the electronics industry. *Occup Med (Lond)* 1994;44(1):24-28.
- Koh YY, Jeong JH, Park Y, Kim CK. Development of wheezing in patients with cough variant asthma during an increase in airway responsiveness. *Eur Respir J* 1999;14(2):302-8.
- Lee HS, Koh D, Chia HP, Phoon WH. Symptoms, lung function, and diurnal variation in peak expiratory flow rate among female solderers in the electronics industry. *Am J Ind Med* 1994;26(5):613-9.
- Mathias CG, Adams RM. Allergic contact dermatitis from rosin used as soldering flux. *J Am Acad Dermatol* 1984;10:454-6.
- McGarvey LPA, Heaney LG, Lawson JT, Johnston BT, Scally CM, et al. Evaluation and outcome of patients with chronic non-productive cough using a comprehensive diagnostic protocol. *Thorax* 1998;53(9):738-43.
- Meyer JD, Holt DL, Cherry NM, McDonald JC. SWORD '98: surveillance of work-related and occupational respiratory disease in the UK. *Occup Med (Lond)* 1999;49(8):485-9.
- Mitchell J, Rook A. *Botanical Dermatology*. Vancouver: Greenglass, 1979:521.
- Palmer K, Crane G. Respiratory disease in workers exposed to colophony solder flux fumes: continuing health concerns. *Occup Med (Lond)* 1997;47(8):491-6.
- Pratter MR, Bartter T, Akers S, Dubois J. An algorithmic approach to chronic cough. *Ann Intern Med* 1993;119:977-83.
- Rom WN. *Environmental and Occupational Medicine*, 3rd Ed. USA: Lippincott-Raven, 1998:500.
- Sadhra S, Foulds IS, Gray CN, Koh D, Gardiner K. Colophony-uses, health effects, airborne measurement and analysis. *Ann Occup Hyg* 1994;38(4):385-96.
- Smith PA, Bowerbank CR, Lee ML, Solberg M, Drown DB, et al. Airborne aldehydes from heating rosin core solder and liquid rosin flux to soldering temperatures. *Am Ind Hyg Assoc J* 2000;61(1):95-101.
- Smith PA. Conjugation of 7-oxodehydroabiatic acid to lysine, a haptentation mechanism for an oxidized resin acid with dermal sensitizing properties. *Appl Occup Environ Hyg* 1999;14(3):171-6.
- Smith PA, Gardner DR, Drown DB, Jederberg WW, Still K. Oxidized resin acids in aerosol derived from rosin core solder. *Am Ind Hyg Assoc J* 1998;59(12):889-894.
- Smith PA. Detection of resin acid compounds in airborne particulate generated from rosin used as a soldering flux. *Am Ind Hyg Assoc J* 1997;58(12):868-75.
- Smith PA. Sampling and analysis of airborne resin acids and solvent-soluble material derived from heated colophony (rosin) flux: a method to quantify exposure to sensitizing compounds liberated during electronics soldering. *Toxicology* 1996;111(1-3):225-383.
- Wahlberg JE. Abietic acid and colophony. *Cont Derm* 1978;4:55.