

## 경남소재 일개조선소 근로자의 건강이상소견과 아르곤 용접과의 관련성

최우호<sup>1</sup> · 진성미 · 권덕현 · 김장락<sup>1,2</sup> · 강운식<sup>1,2</sup> · 정백근<sup>1,2</sup> · 박기수<sup>1,2</sup> · 황영실<sup>3</sup> · 홍대용<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 건강과학연구원 산업의학연구센터

<sup>2</sup>경상대학교 의학전문대학원 예방의학교실 및 건강과학연구원

<sup>3</sup>경상대학교 의학전문대학원 내과학교실

### Association between Subjective Distress Symptoms and Argon Welding among Shipyard Workers in Gyeongnam Province

Woo-Ho Choi<sup>1</sup> · Seong-Mi Jin · Deok-Heon Kweon · Jang-Rak kim<sup>1,2</sup> · Yune-Sik Kang<sup>1,2</sup> ·  
Baek-geum Jeong<sup>1,2</sup> · Ki-Soo Park<sup>1,2</sup> · Young-Sil Hwang<sup>3</sup> · Dae-Yong Hong<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Health Sciences Research Center of Occupational Medicine, Gyeongsang National University,*

<sup>2</sup>*Department of Preventive Medicine, School of Medicine and Institute of Health Sciences,  
Gyeongsang National University,*

<sup>3</sup>*Department of Internal Medicine, School of Medicine, Gyeongsang National University*

#### ABSTRACT

**Objective:** This study was conducted to investigate the association between subjective distress symptoms and argon welding among workers in Gyeongnam Province shipyard.

**Method:** 31 argon and 29 non-argon welding workers were selected as study subjects in order to measure concentrations of personal dust, welding fumes and other hazardous materials such as ZnO, Pb, Cr, FeO, MnO, Cu, Ni, TiO<sub>2</sub>, MgO, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO and Ar. An interviewer-administered questionnaire survey was also performed on the same subjects. The items queried were as follows: age, height, weight, working duration, welding time, welding rod amounts used, drinking, smoking, and rate of subjective distress symptoms including headache and other symptoms such as fever, vomiting and nausea, metal fume fever, dizziness, tingling sensations, difficulty in breathing, memory loss, sleep disorders, emotional disturbance, hearing loss, hand tremors, visual impairment, neural abnormality, allergic reaction, runny nose and stuffiness, rhinitis, and suffocation.

Statistical analysis was performed using SPSS software, version 18. Data are expressed as the mean  $\pm$  SD. An  $\chi^2$ -test and a normality test using a Shapiro wilk test were performed for the above variables. Logistic regression analysis was also conducted to identify the factors that affect the total score for subjective distress symptoms.

**Result:** An association was shown between welding type (argon or non-argon welding) and the total score for subjective distress symptoms. Among the rate of complaining of subjective distress symptoms, vomiting and nausea, difficulty breathing, and allergic reactions were all significantly higher in the argon welding group. Only the concentration of dust and welding fumes was shown to be distributed normally after natural log transformation.

According to logistic regression analysis, the correlations of working duration and welding type (argon or non-argon) between the total score of subjective distress symptoms were found to be statistically significant ( $p=0.041$ ,  $p=0.049$ , respectively).

**Conclusion:** Our results suggest that argon welding could cause subjective distress symptoms in shipyard workers.

**Key words:** Argon-welding, Subjective-distress-symptoms

\*Corresponding author: Dae-yong Hong, Tel:055-772-8091, E-mail: dyhong@gnu.ac.kr

Gyeongsang National University Department of Preventive Medicine, School of Medicine 816Gil 15 Jinjudaero, JinJu, Gyeongnam 660-751

Received: November 17, 2014, Revised: December 23, 2014, Accepted: December 27, 2014

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## I. 서 론

우리나라는 2000년 이래 조선산업의 선도국으로 평가받고 있으며 선박 및 보트 건조 사업체수는 총 2200여개소이고 근로자수는 16만 여명으로 추산되고 있다(MoEL, 2012; KOSA, 2013).

조선업은 제철, 기계, 전자, 화학 등 여러 산업으로부터 기자재를 가공 혹은 조립하는 종합적이고 규모가 큰 산업으로 공정이 복잡하며 표준화가 어렵다(Kang et al., 2007). 조선업에서 용접이 차지하는 비중이 높고 그형태 또한 다양하여 표준화가 어렵다.

용접은 모재료의 접합부위를 가열·용융시켜 접합시키는 것으로 일반적으로 용접봉이나 용접선을 용가재로 사용하며 고열에 의한 금속산화방지를 위해 각종 피복방법이 첨가되고 있다. 용접의 종류를 크게 분류하면 용융용접과 비용융용접으로 나눌 수 있다. 용융용접은 아크용접, Electro Slug 용접, 전자빔용접, 레이저용접, 가스용접 및 Termit용접이 있으며 비용융용접은 저항용접, 압접 및 땀납접이 있다. 일반적으로 많이 사용하는 용융용접인 아크용접에는 소모전극을 사용하는 피복아크용접, MAG용접, CO<sub>2</sub>용접, MIG용접, Arc Stud용접, Submerged Arc용접 및 무피복아크용접이 있으며, 비소모전극을 사용하는 Argon 용접(TIG용접), Plasma Arc용접, 원자수소용접, 및 탄소아크용접 등이 있다(KOSHA, 2011).

용접에서 발생하는 금속흡은 주로 전극이나 용접봉에서 나오지만 모재, 피복가스 및 표면도금 등에서도 금속흡이 발생할 수 있으며 공기 중의 산소와 상호작용하여 금속산화물을 형성할 수 있다(Blanc, 2007). Hewitt & Madden(1994)에 의하면 용접작업시 사용전류와 전압이 크고 용접봉의 지름이 클수록 용접흡이 많이 발생하며 용접봉의 극성이 직류 양전극일 때가 직류 음전극이나 교류일 때 보다 용접흡 발생량이 많다고 알려져 있다(Hewitt & Madden, 1994; Dennis et al., 1997).

한편 산업현장에서 사용하는 용접은 보통 아크용접으로 피복용접봉을 사용하는 피복아크용접의 비중이 높으나 가스실드아크용접의 비중 또한 증가하고 있다. 아크용접의 경우 고온에 의해 피용접물 및 용접봉이 용융되면서 각종 금속흡이 다양하게 발생되며 고농도로 근로자에게 노출될 가능성이 있다.

용융용접으로 인해 발생하는 분진용접흡, 금속흡, 유해가스 및 고열환경 등의 위험성과 유해성에 대해서는 오래전부터 많은 논란이 있어왔다.

Cavendish가 1810년에 아크용접으로 인한 질소산화물의 생성가능성을 지적하였으나 1902년에 와서야 비로소 아크용접 작업으로 인해 발생하는 건강장애의 대부분이 아크용접에 의해 발생하는 질소산화물 때문이라는 것이 알려졌다. 이밖에도 Von Haam 등이 흡 속에 있는 불화물의 유해성에 대하여 언급하면서 저수소계 피복아크 용접봉 속의 불화칼슘을 문제 삼기도 하였다.

특히 스웨덴에서는 저수소계 용접으로 인한 두통호소가 문제시 되어 1948년부터 National Institute of Public Health가 광범위한 피복아크용접에 있어서의 흡과 가스에 대한 분석을 실시한 바 있다. 당시 용접봉의 50%가 이러한 저수소계였으므로 작업자의 두통문제는 더욱 확대되었으나 K. Kellermann 등은 두통과의 관련성을 증명할 과학적 근거는 발견하지 못하였다고 하였다. 또한 폐기능장애에 대하여 McMillan 등이 영국의 용접작업자를 대상으로 과거에 있었던 사례를 인용하여 보고하였으나 흡연 등 교란변수 때문에 명확한 결론을 내리지는 못했다(KIHA, 1993).

한편 국내에서도 아크용접작업 중 발생하는 금속흡과 관련된 건강장애에 대해서는 많은 연구가 이루어져 왔다.

용접사업장의 금속노출농도와 혈중금속농도가 제시되었으며(Choi et al., 1999), 중장비 제조업체의 용접흡노출 및 금속함량도 보고되었다(Jeung et al., 2002). 이밖에도 플렉스 코어드 아크 용접 중 발생하는 총 크롬 및 6가크롬의 함량변화 등에 대해서도 연구가 진행되었다(Yoon et al., 2000). 또한, 일차 금속 제련업의 용접공으로 근무하면서 비소세포 폐암(편평상피세포암)으로 진단받고 업무상 질병으로 인정된 증례가 보고되었으며(Lim & Lee, 2003), 구리관 내벽을 헬륨가스를 이용한 아크용접 후 발생한 증상(두통, 오한, 가슴이 답답, 목이마름등)이 구리흡에 의한 금속열이라는 보고도 있다(Armstrong et al., 1983; Lim & Cheong, 1998 ).

이밖에도 용접작업 근로자에서 발생한 기관지염은 이산화탄소 아크용접 시 내후성 강재를 모재로 사용한 것이 원인이라고 하였고(Lim, 1998), 조선소의 전

기용접공폐증이 의심되었던 환자가 호흡곤란, 기침, 흉통등을 호소한다는 연구가 있었다(Yun & Yoo, 1982).

또한 선박용접공에서의 직업성 천식은 용접시 발생하는 니켈 및 크롬증기가 원인물질로 추측된다고 하였고(Cho et al., 1992), 용접흡 폭로 근로자들의 폐 기능 장애를 평가하는 최대중간호기속도치가 근무월수의 증가에 유의하게 증가되었다는 보고도 있다(Hong et al., 1995).

상기와 같이 일반적인 아크용접에서의 용접흡과 건강장애에 대한 연구는 많이 이루어져 왔으나 아르곤가스를 사용하는 아크용접(TIG용접)에 의한 건강이상소견에 대한 연구는 극히 미미한 실정이다.

이런 상황에서 경남소재 일개조선소의 아르곤 용접근로자들이 두통 등의 건강이상소견을 호소해 옴에 따라 이 증상들과 아르곤용접과의 관련성을 규명하기 위하여 본 연구가 실시되었으며 통계분석은 아르곤용접(Tig용접)과 비아르곤용접(CO<sub>2</sub>용접, 절단작업) 근로자로 구분하여 수행하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

Non-argon 용접공정(CO<sub>2</sub>용접, 절단작업)과 Argon 용접(Tig용접)공정 근로자로 구분하였으며 대상근로자에 대하여 용접시 발생하는 유해인자 측정과 건강이상소견에 관한 설문조사를 실시하였다.

### 2. 유해인자 측정 및 분석방법

#### 1) 유해인자의 종류

용접 작업시에 발생할 수 있는 유해인자를 대상으로 측정하였으며 대상인자는 분진용접흡과 금속용접흡인 산화아연(ZnO), 납(Pb), 크롬(Cr), 산화철(FeO), 산화망간(MnO), 구리(Cu), 니켈(Ni), 알루미늄(Al), 이산화티타늄(TiO<sub>2</sub>), 산화마그네슘(MgO) 및 유해가스인일산화질소(NO), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 오존(O<sub>3</sub>), 산소(O<sub>2</sub>), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 일산화탄소(CO), 아르곤(Ar) 등이었다.

#### 2) 유해인자 측정 및 분석방법

유해물질은 고체 흡착판, Glass-fiber filter, Membranes

filter 및 코팅된 필터를 부착한 개인 시료 포집기로 채취하였다. 이후 분진용접흡은 중량분석법으로 분석하였고 금속흡은 원자흡광광도기기(AAS) 및 유도결합플라즈마(ICP)기기를 이용하여 분석하였다. 유해가스류는 작업현장에서 자동측정기기로 바로 측정하거나 분석실로 옮겨 이온크로마토그래피(IC)기기를 이용하여 분석하였다.

### 3. 설문조사

설문조사는 현장에서 작업자와 개인 면담을 통하여 실시하였다. 조사항목은 용접작업자의 나이, 키, 몸무게, 근무월수, 용접시간, 음주, 흡연 여부와 건강이상소견으로는 발열, 구토구역, 두통, 현기증, 얼얼한 느낌, 숨쉬기 불편함, 기억력상실, 수면장애, 정서장애, 청력손실, 손 떨림, 시각장애, 신경이상, 호흡곤란, 알레르기반응, 콧물, 코가 답답함, 기타비염, 질식 등 이었다.

### 4. 통계 분석방법

본 연구를 통해 얻은 자료는 SPSS 프로그램 (Version 18.0)을 이용하여 분석 하였다. 먼저 기술통계량의 기술통계 및 교차분석을 통해 Argon 용접과 Non-argon 용접별 대상자간의 일반적인 특성(Table 1)과 건강이상소견의 차이를 검정하였다(Table 2). 독립표본T검정을 실시하여 Argon용접과 Non-Argon용접간의 용접흡분진 및 관련 유해물질들의 농도차이를 검정하였다(Table 3). 다음으로 각 독립변수의 정규성을 검토하기 위하여 기술통계량의 데이터 탐색을 통해 Shapiro Wilk 검정을 하였다(Table 4). 나이, 키, 몸무게 및 NO농도 이외는 정규성을 보이지 않았으므로 자연대수변환을 실시한 결과 분진용접흡 농도에서만 대수정규그래프를 얻을 수 있었다(Figure 1). 건강이상소견의 합계치의 평균인 4.30을 기준으로 구분하여 일반적인 특성과 argon 용접여부, 용접흡농도 등 과의 관계를 분석하였다(Table 5). 마지막으로 회귀분석의 이분형로지스틱분석을 이용하여 건강이상소견 합계치에 영향을 미치는 변수들을 로지스틱 회귀분석으로 검정하였다(Table 6).

한편, 상기의 건강이상소견 합계치는 다음과 같이 계산되었다. 두통의 경우에는 있는 경우에 2점, 없는 경우에 0점을 주었고 나머지 변수인 발열, 구토구역,

금속흡열, 현기증, 얼얼한 느낌, 숨쉬기 불편함, 기억력상실, 수면장애, 정서장애, 청력손실, 손떨림, 시각장애, 신경이상, 호흡곤란, 알레르기반응, 콧물 · 코가 답답함, 기타비염, 질식은 있는 경우에 1점, 없는 경우에 0점을 준 후 전부 합산하였다.

### III. 연구결과 및 고찰

#### 1. 대상 용접작업자의 일반적인 특성과 Argon 용접 여부에 따른 건강이상소견의 관련성

기술통계량의 기술통계 및 교차분석을 통해 Argon 용접과 Non-Argon 용접별 대상자의 일반적인 특성의 차이를 검토한 결과 용접종류에 따라 유의한 차이는 나타나는 변수는 용접시간( $p=0.002$ ), 용접봉량( $p=0.000$ ), 건강이상소견 합계치( $p=0.037$ )이었다(Table 1).

용접으로 인해 발생한 건강이상소견에 대해서 설문

**Table 1.** General Characteristics of study subjects(N=60, male)  
unit : number of subjects

variables	Classification	Argon	Non-argon	P-value
Age	30 below	20	12	0.073
	above	11	17	
Height (cm)	171 below	14	15	0.0698
	above	16	14	
Weight (kg)	68 below	18	17	0.965
	above	13	12	
Working duration (months)	77 below	20	16	0.582
	above	11	12	
Welding time(h/day)	7.4 below	7	18	0.002
	above	24	11	
Welding rod amount used (kg/day)	15 below	14	0	0.000
	above	1	14	
Drinking	yes	26	28	0.102
	no	5	1	
Smoking	yes	20	19	0.935
	no	11	10	
Headache	yes	9	7	0.668
	no	22	22	
Total score of subjective distress symptoms	4.3 above	13	5	0.037
	below	18	24	

**Table 2.** The differences of subjective distress symptoms complaint rate level by welding type(N=60, male)  
unit : number of subjects

Variables	Symptom Yes/No	Argon (N=31)	Non-argon (N=29)	P-value
Fever	Yes	0	1	0.297
	No	31	28	
Vomit and nausea	Yes	10	26	0.040
	No	21	3	
Headache	Yes	9	7	0.668
	No	22	22	
Metal fume fever	Yes	3	0	0.086
	No	28	29	
Dizziness	Yes	8	3	0.122
	No	23	26	
Tingling sensation	Yes	1	0	0.329
	No	30	29	
Difficulty in breathing	Yes	10	3	0.040
	No	21	26	
Memory loss	Yes	7	6	0.859
	No	24	23	
Sleep disorder	Yes	3	4	0.620
	No	28	25	
Emotional disturbance	Yes	3	1	0.334
	No	28	28	
Hearing loss	Yes	5	9	0.173
	No	26	20	
Hand tremor	Yes	6	4	0.563
	No	25	25	
Visual impairment	Yes	8	3	0.122
	No	23	26	
Neural abnormality	Yes	1	1	0.962
	No	30	28	
Breathing difficulty	Yes	11	4	0.053
	No	25	25	
Allergic reaction	Yes	4	0	0.045
	No	27	29	
Runny nose and stuffy	Yes	11	11	0.844
	No	20	18	
Rhinitis	Yes	2	0	0.164
	No	29	29	
Suffocation	Yes	1	0	0.329
	No	30	29	

조사를 한 결과를 보면, 근로자들이 주로 호소한 두통의 경우에는 Argon 및 Non-argon용접간에서 유의한 차이를 보이지 않았으나, 발열, 구토·구역, 두통, 급속 호흡, 현기증, 얼얼한 느낌, 숨쉬기 불편함, 기억력상실, 수면장애, 정서장애, 청력손실, 손떨림, 시각장애, 신경이상, 호흡곤란, 알레르기반응, 콧물·코가 답답함, 기타비염, 질식 변수들로서 건강이상소견 합계치를 계산한 후 평균치인 4.3 이상과 미만으로 나누어서 Argon용접과 Non-argon용접간의 차이를 검정한 결과에서는 유의한 차이( $p=0.037$ )를 볼 수 있었다(Table 1, 2).

한편 건강이상소견 중에서 Argon용접여부에 따라 통계학적으로 유의한 차이를 보인 것은 구토·구역( $p=0.040$ ), 숨쉬기 불편함( $p=0.040$ ), 및 알레르기반응( $p=0.045$ )등이었으며 호흡곤란( $p=0.053$ )의 경우는 약한 유의차를 볼 수 있었다. 구토·구역을 제외한 세 변수 전부에서 Argon 용접시 건강이상소견 호소율이 유의하게 높음을 볼 수 있었다(Table 2).

## 2. 용접흡의 농도 및 기타유해물질의 농도

Argon과 Non-Argon용접 작업시 발생하는 분진용접흡, 급속흡 및 기타 유해물질 농도의 차이를 보면, Argon 용접작업에서 더 높은 수치를 보이는 변수는 NO( $20.8141\pm 22.66$ ), NO<sub>2</sub>( $3.38\pm 6.60$ ), O<sub>3</sub>( $0.0409\pm 0.0810$ ) 및 Ar( $3.03\pm 0.90$ )이었다. 일산화질소 및 오존은 노출기준[NO(25 ppm), O<sub>3</sub>(0.08 ppm)]미만이었지만 이산화질소는 노출기준(3 ppm)을 초과하였다(NIOSH, 1994; MoEL, 2011). 이들 변수들의 측정치가 Non-argon용접작업보다 Argon용접작업에서 높은 것은 비소모전극을 사용하는 Argon아크용접온도가 소모전극을 사용하는 Non-argon아크용접온도보다 높은 까닭으로 공기 중에서 질소산화물과 오존이 더 많이 생성되어졌기 때문으로 생각된다. 또한, 아르곤 용접에서 아르곤가스가 관측되는 것은 아르곤가스를 보호막으로 사용하기 때문이며 CO<sub>2</sub>가스를 보호막으로 하는 용접에서는 볼 수 없는 현상이다. 아르곤용접은 아르곤가스와 고압을 이용하여 용접봉 없이 모재와 텅스텐봉 사이에서 발생하는 아크열을 이용하여 모재를 용융시켜 접합한다. 따라서 이때 발생하는 고열아크에 의하여 공기 중의 산소와 질소가 반응하여 질소산화물과 오존이 생성되고 아르곤가스로 누출된다. 또한, 일산화질소는 고온, 고압시에 공기 중의 산소와 결합하여 이산화질소로 전환될

수 있으며(Burgess, 2007), 흡입시에는 두통, 혼란, 현기증, 메스꺼움, 구토 등을 일으킬 수 있다고 알려져 있다(MoEL, 2011).

본 조사에서 일산화질소의 농도는 Non-argon용접보다 Argon용접( $20.811\pm 22.66$ )에서 더 높은치를 보였다. 노출기준보다는 낮았지만 공기 중의 산소와 반응하여 이산화질소로 변할 수 있기 때문에 주의가 필요하다고 하겠다. 한편, 이산화질소는 농도가 1~3 ppm일때 자극적인 냄새가 나며, 3~13 ppm일때 눈물, 콧물등을 일으킬 수 있고 25~50 ppm일때는 폐기능에 장애를 유발할 수 있다고 알려져 있다(Patty, 1978).

오존은 농도가 0.02 ppm~0.08 ppm인 경우 5분에서 1시간 노출시 냄새감지이상, 불안, 코 및 인후 자극, 두통, 눈자극 등을 일으킬 수 있으며, 0.1 ppm~0.9 ppm인 경우 30분에서 6시간 노출시 호흡기 자극, 시각장애, 폐기능저하, 기관지 자극 등을 일으킬 수 있고 0.9 ppm이상에서는 5분에서 6시간동안 노출시에 폐충혈, 가슴통증 및 급성폐부종을 유발할 수 있다고 하였다(NIoER, 1995; MoE, 2002). 따라서 본 조사에서 측정된 오존의 농도( $0.04\pm 0.08$  ppm)에서 장시간 노출시에는 냄새감지, 인후자극, 두통 및 눈자극 등이 발생할 가능성이 있다.

한편, 아르곤은 질소, 산소에 이어 세번째로 많은 원소로서 대기 중에 0.93% 존재하고 있으며, 고농도로 흡입시에는 메스꺼움, 구토, 현기증, 이명, 경련 등을 일으킬 수 있다는 보고도 있다(MoEL, 2011). Table 3에서 아르곤가스의 측정치 농도는  $3.03\pm 0.90$ (%)로 일반적인 대기 중 농도보다는 약 3배 높은치를 보이고 있어 건강이상소견을 유발할 가능성이 있다.

이와 같이 용접작업시 발생하는 NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> 및 Ar의 농도는 용접작업자들에게 다양한 건강장애를 유발할 수 있는 수준이라고 하겠다. 한편, 이들 변수들의 측정치가 Non-Argon용접 보다 Argon용접시 더 높다는 것은 아르곤 용접의 경우 더 많은 건강장애를 유발할 가능성이 있으며 따라서 Argon용접과 건강이상소견간의 관련성을 유추해 볼 수 있다.

그런데 Table 3에서 보면 용접작업시에 건강이상소견 중 가장 연관성이 많을 것으로 기대했던 분진용접흡 농도는 Argon 용접작업( $0.41\pm 0.51$ )보다 오히려 Non-argon용접( $1.83\pm 3.09$ )에서 더 높은치를 보였다. 이것은 Hewitt & Madden(1986)의 보고와 유사한

**Table 3.** Concentrations of welding fume and other hazardous materials by welding type(N=60, male)

unit: Mean±SD

Variables	Argon (N=31)	Non-argon (N=29)	P-value	
Dust-welding fume (mg/m <sup>3</sup> )	0.41±0.51	1.83±3.09	0.014	
Metal welding fume	ZnO(mg/m <sup>3</sup> )	0.02±0.03	0.11±0.15	0.001
	Pb(mg/m <sup>3</sup> )	0.001±0.00	0.0005±0.00	0.000
	Cr(mg/m <sup>3</sup> )	0.02±0.02	0.05±0.06	0.018
	FeO(mg/m <sup>3</sup> )	0.17±0.47	0.70±0.90	0.005
	MnO(mg/m <sup>3</sup> )	0.03±0.02	0.12±0.28	0.103
	Cu(mg/m <sup>3</sup> )	0.004±0.002	0.01±0.00	0.301
	Ni(mg/m <sup>3</sup> )	0.02±0.01	0.02±0.01	0.108
	Al(mg/m <sup>3</sup> )	0.02±0.04	0.03±0.11	0.517
	TiO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0.004±0.02	0.04±0.13	0.127
MgO(mg/m <sup>3</sup> )	0.02±0.12	0.05±0.15	0.385	
Hazardous materials	NO(ppm)	20.8141±22.66	13.85±6.62	0.117
	NO <sub>2</sub> (ppm)	3.38±6.60	2.80±2.19	0.652
	O <sub>3</sub> (ppm)	0.0409±0.0810	0.0278±0.0203	0.402
	O <sub>2</sub> (%)	20.14±0.38	20.67±0.11	0.000
	CO <sub>2</sub> (ppm)	1705.55±883.44	1637.07±1193.65	0.801
	CO(ppm)	0.00±0.00	14.97±22.12	0.000
	Ar(%)	3.03±0.90	0.00±0.00	0.000

결과이며 그 이유로는 두꺼운 용접봉과 금속탈산의 목적으로 와이어 속에 금속물질(Mn, Si, Al, Ti 등)을 넣어 사용하는 Non-argon용접작업(CO<sub>2</sub>용접, 절단)의 경우가 얇은 용접봉과 비소모성인 텅스텐전극봉을 사용하는 Argon용접작업(Tig용접)보다 일반적으로 분진용접흡을 더 많이 발생시키기 때문이다.

### 3. 각 변수의 정규성

일반적인 통계분석의 경우, 정규분포를 하는 변수들만을 비교의 대상으로 할 수 있기 때문에 각 변수들의 분포의 정규성을 파악할 필요가 있었으며 Shapiro-Wilk 검정한 결과, 나이, 키, 몸무게 및 NO에서 정규성을 볼 수 있었다(Table 4).

이들 변수를 제외한 모든 변수가 정규성을 보이지 않았으므로 나머지 변수들을 대상으로 자연대수변환을 한 후 다시 정규성을 검토해 본 결과 분진용접흡의 경우에서만 정규성을 볼 수 있었다(Figure. 1).

**Table 4.** Normality of variables

unit : number of subjects							
Normality test	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk			
	Statistics	Degree of freedom	Probability	Statistics	Degree of freedom	Probability	
Dust- welding fume(mg/m <sup>3</sup> )	.391	29	.000	.497	29	.000	
Metal welding fume	ZnO (mg/m <sup>3</sup> )	.310	29	.000	.544	29	.000
	Pb (mg/m <sup>3</sup> )	.333	29	.000	.723	29	.000
	Cr (mg/m <sup>3</sup> )	.263	29	.000	.786	29	.000
	FeO (mg/m <sup>3</sup> )	.296	29	.000	.575	29	.000
	MnO (mg/m <sup>3</sup> )	.392	29	.000	.381	29	.000
	Cu (mg/m <sup>3</sup> )	.287	29	.000	.575	29	.000
	Ni (mg/m <sup>3</sup> )	.291	29	.000	.779	29	.000
	Al (mg/m <sup>3</sup> )	.387	29	.000	.304	29	.000
	TiO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	.451	29	.000	.319	29	.000
	MgO (mg/m <sup>3</sup> )	.431	29	.000	.357	29	.000
Hazardous materials	NO (ppm)	.107	29	.200	.966	29	.469
	NO <sub>2</sub> (ppm)	.198	29	.005	.915	29	.022
	O <sub>3</sub> (ppm)	.208	29	.002	.849	29	.001
	O <sub>2</sub> (%)	.197	29	.005	.884	29	.004
	CO <sub>2</sub> (ppm)	.164	29	.044	.838	29	.000
	CO (ppm)	.320	29	.000	.690	29	.000
	Ar (%)	.309	29	.000	.774	29	.000
	Age (y)	.167	29	.037	.944	29	.130
Height (cm)	.094	29	.200	.979	29	.810	
Weight (kg)	.191	29	.008	.946	29	.147	
Working duration (months)	.221	29	.001	.885	29	.004	
Welding time (h/day)	.307	29	.000	.797	29	.000	
Welding rod amount used (kg/day)	.201	29	.004	.890	29	.006	

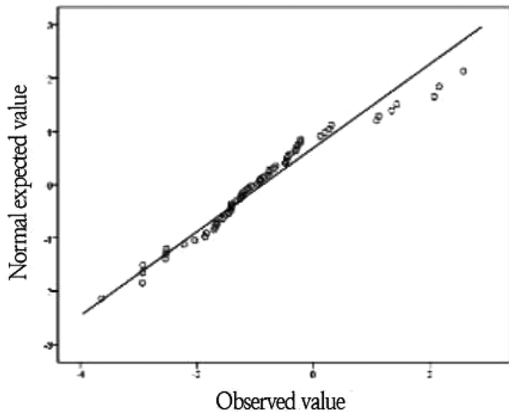


Fig 1. Log-normal distribution of dust welding fume concentration

#### 4. 건강이상소견과 각 변수들의 관련성

상기에서 계산된 건강이상소견의 합계치를 평균치인 4.3을 기준으로 상·하로 나누어서 건강이상소견 합계치와 각 변수들의 관련성을 검토한 결과는 다음과 같다.

먼저, 건강이상소견 합계치와 각 변수들의 관련성을 보면 용접기간( $p=0.047$ )과 용접의 종류인 Argon 또는 Non-argon 용접( $p=0.037$ )에 따라서 건강이상소견 합계치에 차이가 있음을 볼 수 있었다. 그밖에 유의한 관련성을 나타내는 변수는 용접봉양( $p=0.003$ ), 두통( $p=0.000$ ) 및  $\ln$ 분진용접흡( $p=0.020$ )이었다. 그러나 변수들 중 관련성이 높을 것으로 예상했던 분진용접흡의 경우에는 유의한 관련성을 볼 수 없었다(Table 5).

#### 5. 건강이상소견 합계치에 영향을 미치는 변수

건강이상소견 합계치에 영향을 미치는 변수를 확인하기 위해서 로지스틱 회귀분석을 실시하였으며 정규분포를 하는 변수 이외는 회귀분석이나 로지스틱 회귀분석에 포함시킬 수 없으므로 Shapiro-Wilk 검정을 통해 정규성을 만족하는 변수만 삽입하였다.

Table 6에서 볼 수 있듯이 근무월수( $OR=3.977$ )와 용접종류( $OR=4.308$ ), 즉 아르곤용접여부가 유의한 변수임을 알 수 있었다.

이러한 결과는 근무월수증가에 따라 최대중간호기 속도치가 증가한다는 과거의 연구결과(Hong et al., 1995)와도 일치하여 용접작업기간이 길어질수록 각종 건강장애가 발생할 가능성이 높아진다는 상식과

Table 5. General Characteristics of study subjects by total score of subjective distress symptoms

		unit : number of subject		
Variables	Classification	Total score of subjective distress symptoms		P-value
		4.3 above	4.3 below	
Age	30 below	7	25	0.142
	above	11	17	
Height (cm)	171 below	12	17	0.036
	above	5	25	
Weight (kg)	68 below	12	23	0.391
	above	6	19	
Working duration (months)	77 below	7	29	0.047
	above	10	13	
Welding time (h/day)	7.4 below	6	19	0.391
	above	12	23	
Welding rod amount used (kg/day)	15 below	8	6	0.003
	above	1	14	
Drinking	Yes	16	38	0.851
	No	2	4	
Smoking	Yes	11	28	0.679
	No	7	14	
Headache	Yes	14	2	0.000
	No	4	40	
Welding type	Argon	13	18	0.037
	Non-argon	5	24	
Dust welding fume(mg/m <sup>3</sup> )	1.10 below	17	32	0.094
	above	1	10	
ln dustwelding fume(mg/m <sup>3</sup> )	-0.88 below	14	19	0.020
	above	4	23	

Table 6. Crude Odds ratio of covariate on total score of subjective distress symptoms by logistic regression analysis

Variables	Classification	OR*(95% CI)	P-value
$\ln$ dust-welding fume concentration ( $mg/m^3$ )	-0.877 below	0.414(0.102-1.682)	0.218
	above		
Working duration (months)	77 below	3.977(1.061-14.901)	0.041
	above		
Welding type	Argon	4.308(1.010-18.382)	0.049
	Non-argon		

\*OR: Odds Ratio

도 일치하는 결과라고 하겠다. 그러나 Table 2에서와 동일한 이유로 정규성이 있다고 하여 분석에 사용한

$\ell n$ 분진용접흡 농도에서는 유의한 차이를 볼 수 없었다(Table 6).

#### IV. 결 론

본 연구는 경남 소재 일개 조선소의 근로자에서 건강이상소견과 아르곤용접과의 관련성을 알아보기 위해 수행되었다. Non-argon 용접공정(CO<sub>2</sub>용접, 절단 작업)과 Argon 용접(TIG용접)공정 근로자로 구분하여 용접시 발생하는 유해인자 측정과 건강이상소견에 관한 설문조사를 실시하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 아르곤용접여부에 따라 용접시간, 용접봉양 및 건강이상소견 합계치가 유의한 차이를 보였다.
2. 대상변수들의 분포의 정규성을 검토한 결과, 나이, 키, 몸무게 및 NO에서 정규분포성을 보였다. 나머지 변수들에 대해서도 검토한 결과 자연대수( $\ell n$ ) 변환시 분진용접흡에서만 정규성을 볼 수 있었다.
3. Argon용접 여부에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있는 건강이상소견은 숨쉬기 불편함 및 알레르기 반응이었다.
4. 로지스틱 회귀분석의 결과 근무월수와 아르곤 용접여부가 건강이상소견 합계치와 통계적으로 유의한 관련성이 있음을 알 수 있었다.

이상의 결과를 볼때, 조선소 근로자에 있어서Argon 용접과 건강이상소견간에는 유의한 관련성이 있는 것으로 판단된다.

#### References

- Armstrong CW, Moore LWJ, Hackler RL, Miller GB, Stroube. An outbreak of metal fume fever. Diagnostic use of urinary copper and zine determinations. J Occup Med. 1983; 25:886-888
- Burgess WA. Recognition of Health Hazards in Industry, NewYork: John wiley and Sons Inc.; 2007. p. 130-131
- Blanc PD. Inhalation Fever. In: Rom WN(eds) Environmental and Occupational Medicine. 4th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Pub. 2007. p. 402-419
- Cho YS, Seo HS, Park HS. A Case of occupational asthma in a metal arc welder. J Asthma allergy clinical Immunology. 1992; 12(2):218-221
- Choi HC, Kim KY, An SH, Park WM, Kim SJ, Lee YJ, Chang KC. Airborne concentrations of welding fume and metals of workers exposed to welding fume. J Korean Soc Occup Environ Hyg 1999; 9(1):56-72
- Dennis JH, Mortazavi SB French MJ, Hewitt PJ, Redding CR. The effects of welding parameters on ultraviolet light emissions, ozone and Cr (VI) formation in MIG welding. Ann Occup Hyg 1997; 41(1): 95-104
- Hewitt PJ and Madden MG. Strategies for the modification of arc welding consumable and process parameters to reduce the risk from fumes and gases to health. second european conf. Joining Technology, May Florence; 1986. p.16-18
- Hong YS, Kim BG, Kim SR, Dam DW, Kim JM, Jung KY, Kim JY. Study on the pulmonary function in welding exposed workers. Korean J. of Preventive Medicine 1995; 28(1):43-57
- Jeung JY, Lee KN, Kim JM. Welding fumes metal exposures, and metal contents of gas metal arc welding in the heavy construction machinery shop. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2002; 12(1):7-17
- Kang YS, Sim SH, Lee SK, Bin SO, Choi ES. A Comparison study on the concentration of total welding fume and respirable particulate mass for welding workers of a shipbuilding. Kor J Env Hlth 2007; 33(4):276-282
- Korean Industrial Health Association(KIHA). Health Management Manual 1993. p. 93-141
- Korea Occupational Safety Health Agency. Welding work Safety 2011. p. 4-5
- Korea Offshore Shipbuilding Association. Shipbuilding Database 2013. p. 12-13
- Lim HS, A Study on bronchitis associated with welding at a manufacture factory. The Korean Academy of Family Medicine 1998; 19(1):95-106
- Lim HS, Cheong HK. A Case of metal fume fever associated with copper fume in a welder. Korean J of Preventive Medicine 1998; 31(3):414-423
- Lim HS, Lee JS. A case of occupational lung carcinoma occurred by exposure to welding fume. The Dongguk journal of medince 2003; 10(1):113-1122
- Ministry of Environment(MoE). A Study on Indoor Air Pollution Characterization and Management 2002. p. 18-19.
- Ministry of Employment and Labor(MoEL) Korean Statistical Information Service 2012
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Material Safety Data Sheet 2011
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Notification 2011-13



- National Institute of Environmental Research(NIoER). Effects of ozone on the human body. 1995. p. 1-35
- NIOSH Manual of Analytical Method(6014). 4th ed. Cincinnati, Ohio: Nation Institute of Occupational Safety and Health; 1994
- Patty FA. Industrial hygiene and toxicology. 3rd ed. John wiley and Sons Inc.; 1978. p. 613-620
- Yoon CS, Paik NW, Kim JH, Park DU, Ha KC, Choi SJ, Kim SB, Chae HB. Content variation of total chromium and hexavalent chromium in flux cored arc welding. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2000; 10(1):32-45
- Yun IG, Yoo JI. Clinical findings of the patients with welder's lung in shipyard. Kor J Occup Health 1982; 21(3):64-72