

용접공들의 망간 폭로와 건강장해에 관한 연구

인제대학교 의과대학 산업의학교실 및 산업의학연구소

문덕환 · 손병철 · 강동묵

— Abstract —

Manganese Exposure and its Health Hazards of Welders

Deog-Hwan Moon, Byung-Chul Son, Dong-Mug Kang

*Department of Industrial Medicine, College of Medicine and Institute of Industrial Medicine
Inje University*

Objectives : In order to evaluate the degree of manganese exposure and its health hazards effect on welders in manufacturing industry.

Methods : The author measured airborne, blood and urine concentrations of manganese and blood chemistry, and also observed clinical symptoms and signs on 60 welders for case and 60 non-welders for control working in manufacturing industry by age matching method.

Results : The geometric means of blood and urine concentrations of manganese were $1.13 \pm 1.38 \mu\text{g}/\text{dl}$ and $2.52 \pm 1.37 \mu\text{g}/\text{l}$ for Welders group, $1.09 \pm 1.68 \mu\text{g}/\text{dl}$ and $1.86 \pm 1.34 \mu\text{g}/\text{l}$ for Non-welders group. Airborne concentration of manganese was $0.15 \pm 1.66 \text{mg}/\text{m}^3$ for exposed group, and the urinary mean concentration of manganese was statistically significant difference between exposed and non-welders group ($P < 0.05$). Clinical signs in welders group were palmomente reflex (23.3%), tremor (20.0%) and grabellar sign (5.0%). Symptoms in welders group were fatigue (66.7%), amnesia (66.7%), excessive sweating (51.7%), nervousness (51.7%), general weakness (48.3%) and arthralgia (46.7%) and so on, and there was statistically significant difference compared to non-welders group ($P < 0.05$). Manganese exposure effects on blood chemistry were not observed. There were statistically significant correlation between manganese concentration in blood and urine ($r=0.269$), airborne and urine ($r=0.601$) and airborne and blood ($r=0.268$).

Conclusion : The author suggest that further studies are followed to evaluate the health status of welders whose blood and urine manganese concentrations were below normal reference level, and to establish the questionnaire and the diagnostic tools for early detecting the chronic manganese poisoning on welders.

Key Words ; Welder, Manganese, Exposure

서 론

망간은 자연계에 널리 분포되어 있는 원소로서 회백색의 부스러지기 쉬운 형태의 금속이며, 토양중에는 평균 900 ppm이 함유되어있고, 주로 이산화 망간(MnO_2) 형태의 망간 광석으로부터 산출되며, 정련되어 우리 생활에 이용되고 있다(박정일 등, 1991; 김지용 등, 1994; Clayton, 1981; WHO, 1986; Zenz, 1988). 망간은 단독으로 사용되는 경우는 드물고 약 90 %는 제철산업에 사용되며 이외에는 비철 합금의 제조와 건전지 제조, 과망간산 칼륨 등 망간 화합물의 제조, 용접봉의 전극의 피막제조, 유리 및 섬유의 표백제, 염색제, 가죽의 유피(tanning), 비료제조 등에 사용되며 망간의 유기탄 산업은 증유의 첨가제, 매연제거제, 안티노킹(anti-knocking)제의 첨가제로 이용된다(박정일 등, 1991; 김지용 등, 1994; WHO, 1986). 망간은 전세계적으로 940만톤이 생산되며, 전세계 생산량의 약 40 %는 구 소련에서 생산되고 있으며, 우리나라는 용접봉 생산에 1991년 15만톤, 1996년 25만톤에 이르고 있다(김지용 등, 1994; 통계청, 1996).

망간에 의한 건강 장해는 주로 만성중독에 의해 초래되는데(박용만, 1998), 최초의 망간 중독에 관하여는 Couper(1837)에 의하여 신경학적 이상 증상이 기술된 이래 계속적인 임상보고가 나오고 있으나 실제의 상황에 미치지 못하는 상황이다. 이는 망간중독의 진단시 진단자체나 확진 그리고 보고되는 단계에 어려움이 많으며, 망간 중독 대부분이 신경학적 근거에 근거하므로 객관적인 증상을 찾아내기에 난점이 많기 때문이다. 우리나라에서도 근대화에 따른 각종 제조업의 발달로 망간을 재료로 쓰는 합금이나 용광로 작업, 배터리 등 화학제품 제조에서 망간 흡에 대한 폭로가 많이 보고되고 있으며, 1991년 망간광석을 분쇄하여 용접봉 제조원료를 생산하는 업체에서 4명의 환자가 발생한 후 실시한 박정일 등(1991)의 역학조사, 1993년 호황시의 망간제조업체의 남성 근로자를 대상으로 한 김지용 등(1994)의 연구와 망간제조업체의 여성 근로자를 대상으로한 임현술 등(1995)의 연구가 있다. 또한 최근 1996년 10월 10일 대한산업의학회 추계 학술대회에서 경전완을 주수로 입원한 이산화탄소 아크

(CO_2 Arc)용접공의 자기공명 영상에서 망간 뇌증이 의심되는 소견이 보고되었으며(홍영숙 등, 1998), 1997년 2월 12일 노동부 직업병 심의위원회에서 용접에 의한 망간 중독의 업무상 질병으로 인정 받음으로서 특히 용접공들의 망간 중독에 대해 사회적으로 커다란 관심이 되고 있는 실정이다.

용접작업의 형태로는 피복 아크 용접(shielded arc welding), 아르곤 용접(argon arc welding), CO_2 용접(CO_2 gas arc welding), spot 용접(spot welding), 및 납땀(soldering)작업 등이 있으며(이권섭과 백남원, 1994), 이권섭과 백남원(1994)의 용접작업 형태별 공기중 용접흡 농도와 금속성분에 관한 연구에 의하면 이들 용접 작업 형태 중에서 피복아크용접과 CO_2 가스용접에서 망간의 폭로가 높다고 보고 하였다.

따라서 본 연구는 피복아크 용접과 CO_2 가스 용접을 행하는 근로자를 대상으로 용접에 의한 망간 폭로 정도를 파악하기 위하여 근로자 개인의 공기중 망간 폭로 농도와 혈중 및 뇨중 망간 농도를 정량하고 또한 이들 간의 상관관계를 알아볼 뿐 아니라 혈중 망간 농도에 따른 임상 증상 및 신경학적 검사의 변화 양상 등을 비교 검토함으로써 추후 이러한 용접을 행하는 근로자들의 망간 중독을 사전에 예방하기 위한 대책 마련은 물론 이들 분야의 기초 자료를 제공하고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 용접공들의 망간폭로와 건강장해를 파악하기 위하여 근로 기준법 및 근로자 건강 진단 실시 계획에 의거 매년 정기 건강 진단을 받아야 하는 부산지역 제조업(중분류 13개 업종)에서 운송장비 제조업을 포함한 중분류 8개 업종(작업환경 측정을 실시한 총 98개 용접사업장) 중 16개 용접사업장에 근무하는 피복아크 용접과 CO_2 가스 용접을 행하는 남성 근로자 60명을 용접군으로 하였다. 이들을 설문조사, 이학 및 생화학적 검사 그리고 작업환경, 혈중 및 뇨중 망간농도를 측정하였으며, 1998년 2월부터 7월까지 조사하였다. 또한 비용접군은 동일 제조업에 근무하며 용접작업을 행하지 않는 남성 근

로자 60명을 연령 짝짓기 (age matching method) 법에 의해 선정하였다

2. 연구방법

1) 설문조사

망간에 의한 자각증상을 평가하기 위하여 근로자들의 일반적인 사항과 과거 직업력, 현 작업력 및 망간에 의해 초래될 수 있는 증상 등에 대하여 설문지를 작성하였으며, 설문 조사는 검진 전에 설문지를 배부하여 자기기입식 방법으로 시행하였다. 시력 저하나 국문 해독 불가 등의 이유로 설문에 응할 수 없는 경우 면접조사하였으며 설문 응답시 누락항목에 대해서는 조사자가 직접 물어 확인하여 보충하였다. 설문 조사는 잘 훈련된 산업의학 전공의가 시행하였다.

2) 이학 및 생화학적 검사

이학적 검사는 Palmomentle 반응, 진전, Rigidity, Glabellar sign, Finger to nose, Writing disturbance, Arm swing, 보행장애 등을 시행하였으며 (김지용 등, 1994; 임현술 등, 1995), 생화학적 검사는 혈중 헤모글로빈, 헤마토크릿, 백혈구, 적혈구, GOT, GPT 및 γ -GPT 등에 대하여 모 대학 부속병원 임상병리과에 의뢰하여 실시하였다.

3) 기중, 혈중 및 뇨중 망간 농도 측정

기중 망간 농도의 측정을 위하여 개인 시료 포집기와 직경 37 mm의 mixed cellulose ester membrane filter (Millipore AA type)를 이용하여 근로자의 호흡 영역에서 약 2 l/min의 유속으로 6시간 이상 연속 작업시에는 시료를 2~3회 분할하고, media를 교체하여 채취하였다. 채취된 시료는 NIOSH method 7300 (NIOSH, 1984)에 의거 용해하여 원자흡수분광광도계 (Perkin-Elmer 4100ZL, USA)의 flameless 법으로 정량하였으며 공 filter를 사용하여 blank 보정을 시행하였다. 혈중 및 뇨중 망간 농도 측정을 위하여 전체 조사 대상자들로부터 헤파린 처리된 시험관에 혈액 3 cc를 채취하였으며, 소변은 근무 종료직전 일시뇨를 약 50 cc를 집뇨하여 분석전까지 실험실의 냉동고에서 -18 에서 보관하였다. 검체는 0.2 % TX-100과 0.2 % HNO₃를 희석액으로 혈액 및 뇨 시료를 각각 10배, 2배로 희석한 다음 원자흡수분광광도계 (Perkin-Elmer 4100ZL, USA)의 flameless법을 이용하여 standard addition법으로 정량하였다. 그리고 뇨 보정은 비중법으로 하였으며 서양인에 있어서 1.024를 사용하나, 본 연구에서는 동양인에 맞는 뇨 비중치인 1.018로서 보정하였다.

Table 1. General characteristics of total subjects

Variables	Welders group	Non-welders group	P-value
Age			0.979
40~49	20(33.3)*	20(33.3)	
50~	40(66.7)	40(66.7)	
Smoking			0.187
No	12(20.0)	7(11.7)	
Sometime	5(8.3)	7(11.7)	
Yes	42(70.0)	43(71.7)	
Drinking			0.119
No	13(21.7)	4(6.7)	
Sometime	3(5.0)	6(10.0)	
Yes	43(71.7)	48(80.0)	
Education (years)			0.508
~6	9(15.0)	7(11.7)	
7~9	27(45.0)	38(63.3)	
10~	22(36.7)	14(23.3)	

* ; frequency(%)

Welding year ; 14.8±5.6 year

Welding hour/day ; 8.4±3.0 hour

Table 2. Mean concentration of Mn in blood, urine and airborne by group

Variables	Welders group	Non-welders group	P-value
Blood Mn* (M±SD)	1.21±0.49	1.18±0.35	0.771
Urine Mn† (M±SD)	2.65±0.94	1.95±0.75	0.000
Airborne Mn‡ (M±SD)	0.17±0.11	-	-
Blood Mn* (GM±GSD)	1.13±1.38	1.09±1.68	0.605
Urine Mn† (GM±GSD)	2.52±1.37	1.86±1.34	0.000
Airborne Mn‡ (GM±GSD)	0.15±1.66	-	-

* : $\mu\text{g}/\text{dl}$ † : $\mu\text{g}/\text{l}$ ‡ : mg/m^3

GM : Geometric Mean

GSD : Geometric Standard Deviation

Table 3. Positive rate of neurological examinations by group

Test	Welders group	Non-welders group	P-value
Palmomentle reflex	14(23.3)*	4(6.7)	0.542
Resting tremor	1(1.7)	0	-
Positional tremor	12(20.0)	9(15.0)	0.704
Terminal tremor	0	0	-
Rigidity	0	0	-
Glabella sign	3(5.0)	0	-
Finger to nose	0	0	-
Writing disturbance	0	0	-
Arm swing	0	0	-
Gait disturbance	0	0	-

* ; frequency(%)

4) 통계처리 방법

모든 자료를 SPSS(version 7.52) 통계 프로그램을 이용하여 처리하였으며, T-test, ANOVA, χ^2 -test, 상관분석 및 single linear regression을 시행하였다.

결 과

1. 조사대상자들의 일반적 특성

조사대상자들의 특성을 살펴보면, 용접군의 연

령은 40대군 20명(33.3%)과 50대군 40명(66.7%)이었고, 흡연 유무, 음주 여부 및 교육 정도에 따른 용접군과 비용접군간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1). 그리고 용접군의 용접경력(14.8±5.6년)이며, 일일 용접시간은 8.4±3.0시간이었다.

2. 기증, 혈중 및 요중 망간 농도

혈중 망간의 기하평균 농도는 용접군 1.13±1.38 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 비용접군 1.09±1.68 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이었고 뇨중 망

Table 4-1. Positive Rate of Symptoms by Group

Symptom	Welders group	Non-welders group	P-value
Headache	29(48.3)*	8(13.3)	0.000
Anorexia	15(25.0)	11(18.3)	0.375
Fatigue	40(66.7)	21(35.0)	0.001
General weakness	29(48.3)	10(16.7)	0.000
Drowsy	22(36.7)	18(30.0)	0.439
Dimness	16(26.7)	2(3.3)	0.000
Dizziness	22(36.7)	8(13.3)	0.003
Depression	16(26.7)	10(16.7)	0.184
Nervousness	31(51.7)	13(21.7)	0.001
Excitement	22(36.7)	9(15.0)	0.007
Amnesia	40(66.7)	11(18.3)	0.000
Sleep disorder	17(28.3)	5(8.3)	0.005
Nightmare	12(20.0)	5(8.3)	0.067
Delusion	2(3.3)	2(3.3)	1.000
Personality change	5(8.3)	6(10.0)	0.752
Behavioral change	7(11.7)	5(8.3)	0.543
Excessive sweating	31(51.7)	30(50.0)	0.855
Excessive salivation	8(13.3)	-	-
Drooling	4(6.7)	-	-
Speech disturbance	16(26.7)	1(1.7)	0.000
Difficulty in attention	24(40.0)	8(13.3)	0.001
Hypoesthesia	3(5.0)	2(3.3)	0.648
Tremor	15(25.0)	2(3.3)	0.001
Difficulty in writing	6(10.0)	2(3.3)	0.143
Arthralgia	28(46.7)	26(43.3)	0.714
Back pain	19(31.7)	7(11.7)	0.008
Myalgia	18(30.0)	10(16.7)	0.148
Muscle weakness	14(23.3)	9(15.0)	0.324
Muscle stiffness	9(15.0)	3(5.0)	0.120
Walking disturbance	12(20.0)	6(10.0)	0.197
Cough	19(31.7)	8(13.3)	0.016
Dyspnea	13(21.7)	5(8.3)	0.041
Urinary frequency	6(10.0)	2(3.3)	0.143
Libido change	11(18.3)	5(8.3)	0.107
Sexual disturbance	2(3.3)	3(5.0)	0.648
Mean Score(M±SD)	9.72±7.33	5.15±6.97	0.001

* ; frequency(%)

간의 기하평균 농도는 용접군 $2.52 \pm 1.37 \mu\text{g}/l$, 비용접군 $1.86 \pm 1.34 \mu\text{g}/l$ 이었으며 두 군간의 노출 시간의 기하평균 농도에 있어서 용접군이 비용접군에 비하여 통계적으로 유의하게 높았다($P < 0.05$). 한편 용접군의 기중 망간의 평균 농도는 산술평균 $0.17 \pm 0.11 \text{mg}/\text{m}^3$, 기하평균 0.15 ± 1.66

mg/m^3 이었다(Table 2).

3. 용접군과 비용접군의 이학적 검사

전체 조사대상자들의 이학적 검사 양성율은 용접군의 경우 Palmomentle 반응 23.3 %, 손의 진전 20.0 %, 미간 증후 5.0 % 등의 순이었고, 비용접

Table 4-2. Positive rates of clinical symptoms among total subjects by blood Mn concentration

Symptom	Blood Mn		P-value
	≤ 1 μ g/dl	> 1 μ g/dl	
Headache	14(31.8)	23(30.3)	0.859
Anorexia	11(25.0)	15(19.7)	0.500
Fatigue	28(63.6)	33(43.4)	0.033
General weakness	17(38.6)	22(28.9)	0.275
Drowsy	17(38.6)	23(30.3)	0.348
Dimness	9(20.5)	9(11.8)	0.203
Dizziness	13(29.5)	17(22.4)	0.382
Depression	10(22.7)	16(21.1)	0.830
Nervousness	18(40.9)	26(34.2)	0.463
Excitement	15(34.1)	16(21.1)	0.116
Amnesia	23(52.3)	28(36.8)	0.099
Sleep disorder	10(22.7)	12(15.8)	0.344
Nightmare	9(20.5)	8(10.5)	0.133
Delusion	1(2.3)	3(3.9)	0.622
Personality change	6(13.6)	5(6.6)	0.208
Behavioral change	6(13.6)	6(13.6)	0.312
Excessive sweating	24(54.5)	37(48.7)	0.536
Excessive salivation	3(6.8)	5(6.6)	0.960
Drooling	-	4(5.3)	-
Speech disturbance	6(13.6)	11(4.5)	0.899
Difficulty in attention	15(34.1)	17(22.4)	0.162
Hypoesthesia	2(4.5)	3(3.9)	0.874
Tremor	7(15.9)	10(13.2)	0.677
Difficulty in writing	2(4.5)	6(7.9)	0.478
Arthralgia	23(52.3)	31(40.8)	0.223
Back pain	10(22.7)	16(21.1)	0.830
Myalgia	10(22.7)	18(23.7)	0.738
Muscle weakness	9(20.5)	14(18.4)	0.726
Muscle stiffness	5(11.4)	7(9.2)	0.701
Walking disturbance	8(18.2)	10(13.2)	0.579
Cough	13(29.5)	14(18.4)	0.160
Dyspnea	7(15.9)	11(14.5)	0.832
Urinary frequency	-	8(10.5)	-
Libido change	7(15.9)	9(11.8)	0.528
Sexual disturbance	2(4.5)	3(3.9)	0.874
Mean Score(M \pm SD)	8.18 \pm 6.62	7.00 \pm 7.95	0.407

* ; frequency(%)

군의 경우 손의 진전 15.0 %, pamomental 반응 6.7 % 등의 순이 있으며 용접군과 비용접군간에는 유의한 차이가 없었다(Table 3).

4. 용접군과 비용접군의 임상증상

전체 조사대상자들의 임상증상은 Table 4-1과 같

다. 용접군의 경우 피로 66.7 %, 기억력 저하 66.7 %, 다한 및 신경 과민 51.7 %, 허약 48.3 % 그리고 관절통 46.7 % 등의 순이었고, 비용접군의 경우 다한 50.0 %, 관절통 43.3 %, 피로 35.0 % 및 졸음 30.0 % 등의 순이었으며, 두통, 피로, 허약, 기억력 저하, 행동이상, 언어장애, 신경과민 등 관

Table 4-3. Positive rates of clinical symptoms among total subjects by urine Mn concentration

Symptom	Urine Mn			P-value
	≤ 2 μ g/l	2~3 μ g/l	> 3 μ g/l	
Headache	11(18.3)*	15(34.9)	11(64.7)	0.001
Anorexia	10(16.7)	11(25.6)	5(29.4)	0.392
Fatigue	24(40.0)	23(53.5)	14(82.4)	0.008
General weakness	11(18.3)	15(34.9)	13(76.5)	0.000
Drowsy	14(23.3)	17(39.5)	9(52.9)	0.041
Dimness	5(8.3)	8(18.6)	5(29.4)	0.071
Dizziness	9(15.0)	13(30.2)	8(47.1)	0.016
Depression	13(21.7)	8(18.6)	5(29.4)	0.658
Nervousness	17(28.3)	17(39.5)	10(58.8)	0.063
Excitement	9(15.0)	15(34.9)	7(41.2)	0.022
Amnesia	15(25.0)	23(53.5)	13(76.5)	0.000
Sleep disorder	8(13.3)	9(20.9)	5(29.4)	0.274
Nightmare	5(8.3)	9(20.9)	3(17.6)	0.177
Delusion	-	3(7.0)	1(5.9)	-
Personality change	6(10.0)	3(7.0)	2(11.8)	0.804
Behavioral change	4(6.7)	6(14.0)	2(11.8)	0.462
Excessive sweating	28(46.7)	21(48.8)	3(70.6)	0.208
Excessive salivation	2(3.3)	2(4.7)	4(23.5)	0.010
Drooling	1(1.7)	2(4.7)	1(5.9)	0.579
Speech disturbance	4(6.7)	7(16.3)	6(35.3)	0.010
Difficulty in attention	8(13.3)	17(39.5)	7(41.2)	0.004
Hypoesthesia	1(1.7)	3(7.0)	1(5.9)	0.384
Tremor	4(6.7)	8(18.6)	5(29.4)	0.035
Difficulty in writing	2(3.3)	4(9.3)	2(11.8)	0.323
Arthralgia	22(36.7)	22(51.2)	10(58.8)	0.161
Back pain	10(16.7)	11(25.6)	5(29.4)	0.392
Myalgia	13(21.7)	8(18.6)	7(41.2)	0.327
Muscle weakness	9(15.0)	7(16.3)	7(41.2)	0.129
Muscle stiffness	3(5.0)	5(11.6)	4(23.5)	0.188
Walking disturbance	8(13.3)	5(11.6)	5(29.4)	0.372
Cough	9(15.0)	11(25.6)	7(41.2)	0.062
Dyspnea	6(10.0)	7(16.3)	5(29.4)	0.135
Urinary frequency	3(5.0)	2(4.7)	3(17.6)	0.146
Libido change	6(10.0)	5(11.6)	5(29.4)	0.106
Sexual disturbance	4(6.7)	-	1(5.9)	-
Mean Score(M±SD)	5.67±7.64	7.95±6.58	12.35±7.05	0.004

* ; frequency(%)

찰된 여러 임상 증상의 발생 빈도에 있어서 용접군이 비용접군에 비하여 통계학적으로 유의하게 높았다($P < 0.05$). 한편, 용접군의 평균 임상증상 호소수는 9.72 ± 7.33 개이었고, 비용접군의 평균 임상증상 호소수는 5.15 ± 6.97 개로 용접군이 비용접군

에 비하여 통계적으로 유의하게 많은 증상을 호소하였다($p < 0.05$).

전체 조사 대상자들의 혈중 망간 농도별 임상증상 호소율을 보면 먼저 혈중 망간 농도가 $1 \mu\text{g/dl}$ 이하군(44명/120)에서는 피로 63.6%, 다한 54.5

Table 4-4. Positive rates of clinical symptoms among subjects by age and group

Symptom	Age					
	40 ~ 49		P-value	50 ~		P-value
	Welders group	Non-welders group		Welders group	Non-welders group	
Headache	9(45.0)*	1(5.0)	0.003	20(50.0)	7(17.5)	0.002
Anorexia	2(10.0)	3(15.0)	-	13(32.5)	8(20.0)	0.204
Fatigue	12(60.0)	5(25.0)	0.025	28(70.0)	16(40.0)	0.007
General weakness	8(40.0)	3(15.0)	0.077	21(52.5)	7(17.5)	0.001
Drowsy	8(40.0)	5(25.0)	0.311	14(35.0)	13(32.5)	0.813
Dimness	6(30.0)	-	-	10(25.0)	2(5.0)	0.012
Dizziness	6(30.0)	1(5.0)	0.091	16(40.0)	-	-
Depression	5(25.0)	2(10.0)	0.407	11(27.5)	8(20.0)	0.431
Nervousness	7(35.0)	5(25.0)	0.731	24(60.0)	8(20.0)	0.001
Excitement	7(35.0)	1(5.0)	0.044	15(37.5)	8(20.0)	0.084
Amnesia	13(65.0)	4(20.0)	0.004	27(67.5)	7(17.5)	0.001
Sleep disorder	3(15.0)	1(5.0)	0.605	14(35.0)	4(10.0)	0.007
Nightmare	3(15.0)	-	-	9(22.5)	5(12.5)	0.239
Delusion	-	-	-	2(5.0)	2(5.0)	-
Personality change	2(10.0)	1(5.0)	-	3(7.5)	5(12.5)	0.712
Behavioral change	2(10.0)	-	-	5(12.5)	5(12.5)	-
Excessive sweating	11(55.0)	7(35.0)	0.204	20(50.0)	23(57.5)	0.501
Excessive salivation	-	-	-	8(20.0)	-	-
Drooling	1(5.0)	-	-	3(7.5)	-	-
Speech disturbance	6(30.0)	-	-	10(25.0)	1(2.5)	0.003
Difficulty in attention	5(25.0)	2(10.0)	0.407	19(47.5)	6(15.0)	0.002
Hypoesthesia	-	1(5.0)	-	3(7.5)	1(2.5)	0.615
Tremor	2(10.0)	-	-	13(32.5)	2(5.0)	0.002
Difficulty in writing	3(15.0)	-	-	3(7.5)	2(5.0)	-
Arthralgia	11(55.0)	8(40.0)	0.342	17(42.5)	18(45.0)	0.822
Back pain	5(25.0)	1(5.0)	0.182	14(35.0)	6(15.0)	0.039
Myalgia	5(25.0)	2(10.0)	0.407	13(32.5)	8(20.0)	0.204
Muscle weakness	5(25.0)	4(20.0)	-	9(22.5)	5(12.5)	0.239
Muscle stiffness	1(5.0)	1(5.0)	-	8(20.0)	2(5.0)	0.126
Walking disturbance	3(15.0)	1(5.7)	0.605	9(22.5)	5(12.5)	0.239
Cough	5(25.0)	3(15.0)	0.695	14(35.0)	5(12.5)	0.018
Dyspnea	2(10.0)	1(5.0)	-	11(27.5)	4(10.0)	0.045
Urinary frequency	3(15.0)	-	-	3(7.5)	-	-
Libido change	3(15.0)	1(5.0)	0.005	8(20.0)	4(10.0)	0.210
Sexual disturbance	-	2(10.0)	-	2(5.0)	1(2.5)	-
Mean Score(M±SD)	8.20±6.14	3.30±4.19	0.580	10.78±7.88	5.48±6.14	0.047

* ; frequency(%)

%, 기억력저하 52.3 %, 관절통 52.3 %, 신경과민 40.9 %, 허약 및 졸음 38.6 % 등의 순이었고, 1 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상군(76명/120)에서는 다한 48.7 %, 피로

43.4 %, 관절통 40.8 %, 기억력 저하 36.8 %, 신경 과민 34.2 %, 두통 및 졸음 30.3 % 등의 순이었다. 한편 혈중 망간 농도별 평균 임상증상 호소

수는 혈중 망간농도가 1 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이하군은 8.18 \pm 6.62 개이었고, 1 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상군은 7.00 \pm 7.95 개로 1 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이하군이 많았으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 4-2).

전체 조사 대상자들의 뇨중 망간 농도별 임상 증상 호소율을 보면 먼저 뇨중 망간의 농도가 2 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이하군(60명/120)에서는 다한 46.7 %, 피로 40.0

%, 관절통 36.7 %, 신경과민 및 기억력 저하 25.0 % 순이었고, 2~3 $\mu\text{g}/\text{l}$ 군(43명/120)에서는 피로 및 기억력 저하 53.5 %, 관절통 51.2 %, 다한 48.8 %, 졸음, 신경 과민 및 집중력 저하 39.5 % 등의 순이었으며, 3 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이상군(17명/120)에서는 피로 82.4 %, 허약 및 기억력 저하 76.5 %, 두통 64.7 %, 신경과민 및 관절통 58.8 % 등의 순이었

Table 5. Mean value of laboratory findings by group

Variables	Welders group (M \pm SD)	Non-welders group (M \pm SD)	P-value
GOT(IU)	29.8 \pm 6.5	29.1 \pm 8.6	0.612
GPT(IU)	27.5 \pm 11.2	24.6 \pm 9.2	0.132
γ -GTP	34.8 \pm 26.5	31.1 \pm 20.6	0.410

GOT ; Glutamic oxalacetic transaminase
 GPT ; Glutamic pyruvic transaminase
 γ -GTP ; gamma-Glutamyl trans peptidase

Table 6. Mean concentration of Mn in blood, urine and airborne by variable

Variables	Blood Mn ($\mu\text{g}/\text{dl}$) (GM \pm GSD)	Urine Mn ($\mu\text{g}/\text{l}$) (GM \pm GSD)	Airborne Mn (mg/m^3) (GM \pm SD)
Age			
40~49	0.97 \pm 1.99	2.65 \pm 1.38	0.16 \pm 1.78
50~	1.15 \pm 1.51	2.45 \pm 1.37	0.14 \pm 1.61
P value	0.384	0.226	0.388
Smoking			
No	0.93 \pm 2.14	2.74 \pm 1.48	0.19 \pm 1.80
Sometime	1.13 \pm 1.48	2.19 \pm 1.21	0.14 \pm 1.30
Yes	1.13 \pm 1.59	2.50 \pm 1.36	0.14 \pm 1.65
P-value	0.730	0.610	0.260
Drinking			
No	1.04 \pm 2.08	2.46 \pm 1.39	0.14 \pm 1.45
Sometime	1.39 \pm 1.31	2.80 \pm 1.43	0.19 \pm 1.70
Yes	1.08 \pm 1.60	2.52 \pm 1.38	0.15 \pm 1.72
P-value	0.859	0.933	0.513
Education (year)			
~6	1.08 \pm 2.48	2.67 \pm 1.45	0.18 \pm 1.74
7~9	1.12 \pm 1.48	2.47 \pm 1.36	0.16 \pm 1.61
10~	1.07 \pm 1.65	2.53 \pm 1.39	0.14 \pm 1.69
P-value	0.950	0.981	0.387
Welding duration (year)			
~ 5	1.08 \pm 0.37	2.90 \pm 1.30	0.23 \pm 0.17
5~15	1.44 \pm 0.55	3.06 \pm 1.49	0.20 \pm 0.19
15 ~	1.20 \pm 0.50	2.59 \pm 0.86	0.17 \pm 0.09
P-value	0.948	0.281	0.469

다. 한편, 뇨중 망간 농도별 평균 임상 증상 호소수는 2 $\mu\text{g/l}$ 이하군 5.67 \pm 7.64 개, 2~3 $\mu\text{g/l}$ 군 7.95 \pm 6.58 개, 3 $\mu\text{g/l}$ 이상군 12.35 \pm 7.05 개로 뇨중 망간농도가 증가할 수록 평균 임상증상 호소수도 증가하는 양상을 보였다($P < 0.01$) (Table 4-3).

전체 조사대상자들의 연령별 임상증상 호소율은 40대의 경우 용접군은 기억력 저하 65.0 %, 피로 60.0 %, 다한 및 관절통 55.0 % 등의 순이었고, 비용접군은 관절통 40.0 %, 다한 35.0 %의 순이었다. 또한 50대의 경우 용접군은 피로 70.0 %, 기억력 저하 67.5 %, 다한 및 두통 50.0 % 등의 순이었고, 비용접군은 다한 57.5 %, 관절통 45.0 % 및 피로 40.0 % 등의 순이었다. 한편, 40대의 평균 임상증상 호소수는 용접군 8.20 \pm 6.14 개, 비용접군 3.30 \pm 4.19 개 이었고, 50대의 평균 임상증상 호소수는 10.78 \pm 7.88 개, 비용접군 5.48 \pm 6.14 개 이었으며 50대에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$) (Table 4-4).

5. 용접군과 비용접군의 임상검사

전체 조사 대상자들의 임상 결과는 Table 5과 같이 용접군과 비용접군 모두 정상 범위였으며, GOT, GPT 및 γ -GTP에서 용접군이 비용접군보다 약간 높았으나 통계학적으로 유의하지 않았다.

6. 용접군의 변수들에 대한 망간 평균농도

용접군의 연령별, 흡연 유무별, 음주여부별, 교육 정도별 및 총 용접 년수별 등과 기중, 혈중 및 뇨중 망간의 평균농도는 Table 6과 같으며 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

7. 망간 농도와 임상검사와의 상관관계

기중, 혈중 및 뇨중 망간농도와 임상검사와의 상관계수는 Table 7와 같으며 혈중 망간농도와 뇨중 망간농도간의 상관계수는 0.269, 기중 망간농도와 뇨중 망간농도 간의 상관계수는 0.601 그리고 기

Table 7. Correlation coefficients between Mn concentration and clinical tests

	UMn	BMn	AMn	GOT	GPT	r-GTP	HB	HCT	RBC	WBC	PLT
UMn	1.000										
BMn	.269*	1.000									
AMn	.601†	.268*	1.000								
GOT	-.037	.115	.095	1.000							
GPT	.056	.067	.043	.691†	1.000						
r-GTP	.118	.053	.041	.720†	.758†	1.000					
HB	-.084	.094	.027	.189	.163	.104	1.000				
HCT	.101	-.133	.046	.021	.043	-.004	.695†	1.000			
RBC	.148	.158	-.180	-.039	.067	.019	.203	.242	1.000		
WBC	-.202	.004	-.157	-.171	-.043	.033	.025	-.044	-.123	1.000	
PLT	.278*	.148	.372†	-.110	-.104	-.016	.021	-.078	-.039	.289*	1.000

UMn ; Mn in Urine
 BMn ; Mn in Blood
 AMn ; Mn in Airborne
 GOT ; Glutamic oxalacetic transaminase
 GPT ; Glutamic pyruvic transaminase
 γ -GTP ; gamma-Glutamyl transpeptidase
 Hb ; Hemoglobin
 Hct ; Hematocrit
 RBC ; Red blood cell
 WBC ; White blood cell
 PLT ; Platelet
 * ; $P < 0.05$
 † ; $P < 0.01$

중 망간농도와 혈중 망간농도 간의 상관계수는 0.268로 모두 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다($P < 0.05$).

고 찰

망간은 원자번호 25, 원자량 54.9380으로 (Clayton과 Clayton, 1981; Zenz, 1988) 생물에 있어서 필수 미량원소이며, 망간이 체내에 담당하고 있는 역할에 대해서는 상당히 많은 연구가 이루어져 왔다(Horiuchi 등, 1970; Chandra 등, 1974; Chandra, 1975; Lai 등, 1981; Buthieau와 Autissier, 1983; Aihara, 1985; Bolze 등, 1985; Alessio 등, 1989; Davidsson 등, 1989; Cui와 Dannies, 1992; Krieger 등, 1995). 연골에 있어서 chondroithin sulfate의 합성에 관계한다고 알려져 있으며 생식기능, 당대사, 지질대사에 관련하고 있다고 알려져 있다. 또한 세포내에서도 미토콘드리아에 축적되어 있어 산화인 산화에 관계하고 있다고 알려져 있으며, 최근 뇌내 catecolamine 대사의 관계가 주목되고 있다(Wilson 등, 1991). 이러한 망간은 경구 또는 흡입으로 체내에 흡수되어 흡수된 망간의 95~98 %로 담즙과 함께 십이지장으로 배설되나, 이 배설 경로가 차단되어지면 체장을 통하여 배설되게 된다. 과잉 망간 부하의 경우에는 각 조직에서 복합적 항상성 기전 (complex homeostatic mechanism)에 의해 담관의외 경로로 배설이 증가함에 따라 체내 망간의 항상성이 이루어지나 뇌의 추체외로계 (extrapyramidal system)는 망간에 대한 특별한 친화력을 가지고 있어 축적이 용이하며 이 부위에 축적된 망간은 파킨슨 증후군의 병으로 작용 할 수 있다고 한다 (Bertinchamps 등, 1996; 홍영습 등, 1998). 경구 섭취되어진 망간은 장관내에서 동일하게 흡수되어지며, 불용성의 이산화 망간이라도 위내에서 장시간 체류할 때 위에서 흡수되어진 것을 관찰하기 위하여 유분무 결색 마우스를 이용한다. 망간의 장관 흡수율은 3~20 %로 실험자에 따라 상당히 달랐다 (김지용 등, 1994).

혈장에 $MnCl_2$ 를 첨가시켜 incubate하면 Mn^{2+} 는 Mn^{3+} 로 산화되며 37 °C 조건하에서는 ^{54}Mn 의 대부분은 transferrin과 또한 일부는 α_2 -macroglu-

lin과 결합한다(Morrow 등, 1967). free Mn^{2+} 및 Mn^{3+} 형태로서 α_2 -macroglobulin과 결합하고 있는 것은 간 정맥에서 빠르게 감소하지만 transferrin과 결합하고 있는 것은 그 감소가 더디며 특히 이런 형태의 Mn이 다른 조직으로 지속적으로 공급되어진다고 생각하고 있다(Morrow 등, 1967). 직업적인 망간중독에서 가장 중요한 경로는 흡입을 통한 것이며(임 영 등, 1991), 흡입되어진 Mn 분진의 호흡기에 있어서의 흡착, 클라이런스 및 흡수에 대한 보고는 적다.

분진의 clearance를 알 목적으로 이산화 망간을 20~30분 간 흡입시킨 실험에서 흡입후 3시간 내에 clearance는 상당히 빨라 반감기는 2~8시간이었으며, 24~28시간 후 느린속도로 떨어지다가 그 후 반기는 62~68일이 걸렸다(Morrow 등, 1967). 또한 이산화 망간의 분진을 1시간 정도 흡입시킨 경우 추정 흡입 총량의 약 20 %가 흡입기간중 흡수되어졌으며, 그 경우 섬모운동에 의해 소화관으로 이행하여 흡수되어진 비율은 무시할만했다(김지용 등, 1994).

용접흡에 의한 용접공들의 망간의 노출정도를 살펴보면 과거의 경우 2~23 mg/m³로 보고하고 있으나 (Clayton과 Clayton, 1977) 최근 비불꽃 원자흡수 분광광도법을 이용한 보다 감도가 높은 새로운 분석 기법의 개발로 보다 정확한 폭포량을 산출한 결과 본조사 연구의 경우 기하평균 0.15±1.66 mg/m³으로 이권섭과 백남원(1994)은 용접 작업 형태별 공기중 용접흡내의 금속성분에 관한 조사 연구에서 환기장치를 하지 않는 경우 0.149 mg/m³(0.078~0.503 mg/m³), 환기장치를 가동한 경우 0.085 mg/m³(0.014~0.208 mg/m³)와 박정일 등(1991)의 원광 분쇄 작업장에서의 기중 망간 농도 0.6~2.1 mg/m³와는 유사하였으나, Horiuchi 등(1970)의 망간 분쇄 작업장의 공기중 망간농도 4.2~17.1 mg/m³, 임현술 등(1995)의 철망간이나 규소망간을 생산하는 작업장에서의 기중 망간농도 0.98±2.24 mg/m³, 김지용 등(1994)의 망간 취급업체 근로자를 대상으로 한 기중 망간농도 0.60±2.31 mg/m³보다는 낮았으며, 이는 조사 대상자들의 작업 장소와 작업 형태의 차이 즉, 본 조사 대상자들의 경우 거의 대부분이 옥외에서 용접 작업을 행하기 때문이었던 것으로 사료된다.

음식물을 통한 인체의 망간 하루 섭취량은 3~7 mg이라고 하며, 70kg의 건강인의 경우 체내에 12~20 mg의 망간을 함유하고 있으며 rat의 경우 미토콘드리아내에 농축되어 있으며 체내에 골고루 분포되어 있다고 한다. 또한 망간에 대하여 비폭로 성인의 혈중 망간 농도는 0.8~1.6 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이고 요중 망간의 기하평균 농도도 0.56 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0.11~2.67 $\mu\text{g}/\text{l}$)라고 한다(Zenz, 1988).

본 연구에서의 혈중 망간의 기하평균 농도는 용접군 1.13±1.38 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 비용접군 1.09±1.68 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이었고, 뇨중 망간의 기하평균 농도는 용접군 2.52±1.37 $\mu\text{g}/\text{l}$, 비용접군 1.86±1.34 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이었으며 두 군간내 뇨중 망간의 기하평균 농도에 있어서 용접군이 비용접군에 비하여 통계학적으로 유의하게 높았다($p < 0.05$). 이는 박용만(1998)의 조선업 중사 용접공을 대상으로한 혈중망간의 평균농도는 용접군 3.1±0.5 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 비용접군 1.2±0.4 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 용접군의 경우 다소 낮았고 비용접군의 경우 유사하였으며, 뇨중 망간의 기하평균 농도는 용접군 2.6±1.1 $\mu\text{g}/\text{l}$, 비용접군 1.4±0.7 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 용접군은 유사하였으며 비용접군은 다소 높았다. 또한 용접군의 경우 현재 우리나라에서의 직업병 인정시 선별기준인 혈중 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 뇨중 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ 와 임현술 등(1995)의 혈중 6.94 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 뇨중 4.12 $\mu\text{g}/\text{l}$, 박용만(1998)의 혈중 5.5 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 뇨중 19.8 $\mu\text{g}/\text{l}$ 및 김지용 등(1994)의 혈중 3.16 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 뇨중 6.92 $\mu\text{g}/\text{l}$ 보다 낮았고 비용접군의 경우 Cholak와 Hubbard(1960)의 혈중 1.1 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 뇨중 2.75 $\mu\text{g}/\text{l}$, Watanate(1978)의 뇨중 0.11~2.67 $\mu\text{g}/\text{l}$, Buchet(1976)의 혈중 0.8~1.6 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 등과 유사하였으며, 용접군의 경우 혈중 및 뇨중 망간의 평균 농도에 있어 차이를 보인 것은 조사 대상자, 망간의 정량 방법, 폭로 정도의 차이 등에서 기인한 것으로 사료되며 추후 이에 관한 연구가 더욱 필요할 것으로 사료된다.

망간의 만성중독의 정도로 Roider(1955)의 보고에 의하면 그 진행 상황에 따라 3기로 나눈 분류가 많이 이용되고 있다. I기(전구기)에는 두통, 전신권태, 무력감, 식욕부진, 기억력저하, 어지러움, 무관심, 불면, 성욕감퇴, 유연, 발한향진, 이상자각, 근육통, 요통 및 손의 진전 등 다양한 증상이 보여지며, II기(중간기)에는 위에서 언급한 일부 증상이

악화되는 것과 더불어 회화장애, 근력저하, 운동장애 등의 신경증후가 차차 나타나는 시기이다. 정신증상으로는 강박웃음 또는 울음이 보이는 경우가 있으며 이는 원인없이 갑자기 일어나며 억제가 불가능할 경우도 있다. III기(확립기)에는 전신증상은 어느 정도 소실되지만 신경증상이 점차 심해진다. 신경증후로 추체 외로 증후를 중심으로 추체로 증후, 소리 증후로 나타난다. 즉, 근긴장 항진, 과다동작, 표정소실, 가면안, 보행장애, 측방돌진, 후방돌진, 언어장애(단조), 진전, 심부 반사 항진, 때로는 병적 반사 출현, 소서증 등이 있다. Whitlock(1966)은 여러 보고에서 신경 증후의 발현 빈도에 따른 근 긴장 항진(87%), 가면안(67%), 보행장애(67%), 단조언어(47%), 진전(상지 47%, 하지 40%), 지각장애(20% 이하), 청각장애(20%), 자세이상(13%), 보시(13%), 추체로 장애(13%) 등을 열거하고 있다.

본 연구에서의 신경학적 검사에서는 용접군의 경우 Palmomentle 반응 23.3%, 손의 진전 20.0%, 미간증후 5.0% 등의 순이었고, 비용접군의 경우 손의 진전 15.0%, Palmomentle 반응 6.7% 등의 순이었으며, 용접군과 비용접군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

전체 조사 대상자들의 임상 증상 호소율은 용접군의 경우 피로 66.7%, 기억력 저하 66.7%, 다한 및 신경 과민 51.7%, 허약 48.3% 그리고 관절통 46.7% 등의 순이었고, 비용접군의 경우 다한 50.0%, 관절통 43.3%, 피로 35.0% 및 졸음 30.0% 등의 순이었으며, 피로, 기억력 저하, 행동 이상, 신경과민, 흥분, 두통 및 허약 등 관찰된 거의 대부분의 임상증상 호소율에 있어서 용접군이 비용접군에 비하여 통계적으로 유의하게 높았다($p < 0.05$).

한편 용접군의 평균 임상증상 호소수는 9.72±7.33 개이었고 비용접군의 평균 임상 증상 호소수는 5.15±6.97 개로 용접군이 비용접군에 비하여 통계적으로 유의하게 많은 증상을 호소하였다($p < 0.05$). 이러한 결과에 비추어 볼 때 본 연구의 용접군의 경우 기증, 혈중 및 뇨중 망간의 평균 농도가 낮음에도 불구하고 Roider(1955)의 분류상 I기에 해당하는 증상들이 주류를 이루고 있는바 이들 조사 대상 근로자들이 현재 망간에 의한 만성 중독이 진행중인

것으로 판단되나 추후 계속적인 연구를 통하여 확실하게 규명되어야 할 것으로 사료된다. 한편 Horiuchi 등(1970)은 공기중 망간 농도가 4.2 mg/m³에서 17.1 mg/m³인 망간 분쇄작업장에서 일하는 작업자 47명의 임상증상 및 징후를 조사하였는데, 두통과 관절통을 가장 많이 호소하였고, 길항운동 반복불능, 보행장애의 징후를 보인 작업자가 13명과 12명이었다. 박용만(1998)의 망간 광석을 분쇄하여 용접봉 제조 원료를 생산하는 모 사업장의 남녀 근로자 20명을 조사대상으로 한 임상증상 및 징후에서는 관절통을 호소한 경우와 보행장애가 나타난 경우는 있었으나 두통, 길항운동 반복불능을 보인 자는 없다고 하였다. 임현술 등(1995)의 망간 원석을 수입하여 주문 수요에 따라 철망간이나 규소망간을 생산하는 근로자 66명(기중 망간의 기하평균농도 0.98 mg/m³)을 조사대상으로 한 임상증상에서는 전신 권태, 근육통, 발한항진, 탈력감 등의 임상증상 양성율이 용접군이 비용접군에 비해 유의하게 높았다(P<0.01)고 하였으며 또한 이학적 검사에서는 손의 진전, 일렬보행, HTS 검사, Romberg 검사, 안검의 동작이상(비용접군에 비해 용접군이 통계적으로 유의하게 높았다고 하였으며, 김지용 등(1994)의 일부 망간 취급 생산직 근로자 90명(기중 망간의 기하평균 농도 0.28 mg/m³)을 조사대상으로 한 신경학적 증상은 다한, 지각둔화, 성욕감퇴, 취각기능 저하, 시력저하 등이 비용접군에 비해 유의하게 높았으며 또한 신경증후로는 안검의 동작이상과 가면양안모가 유의하게 높았다고 보고하였다. 이상에서 보는 바와 같이 여러 연구에서 약간씩 상이한 증후 및 증상들을 보고하고 있어 이는 조사대상자, 폭로 정도, 조사 방법 및 조사시기등의 차이에서 기인한 것으로 추정되나 향후 이에 대해서는 더욱 연구 검토가 필요할 것으로 생각된다.

전체 조사대상자들의 혈중 망간 농도별 임상증상은 혈중 망간 농도가 1 µg/dl 이하군(44명/120)의 경우 피로, 다한, 기억력 저하, 관절통, 신경과민, 허약 및 졸음 등을 호소하였고, 1 µg/dl 이상군(76명/120)의 경우 다한, 피로, 관절통, 기억력 저하, 신경과민, 두통 및 졸음 등을 호소하였으며, 혈중 망간 농도별 평균 임상증상 호소수는 혈중 망간 농도가 1 µg/dl 이하군의 경우 8.18±6.62개, 1 µg/dl 이상군 7.00±7.95 개로 1 µg/dl 이하군이 약간

많았으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

전체 조사 대상자들의 뇨중 망간 농도별 임상증상은 뇨중 망간 농도가 2 µg/l 이하군(60명/120)의 경우 다한, 피로, 관절통, 신경과민 및 기억력 저하를 호소하였고, 2~3 µg/l 군(43명/120)의 경우 피로, 기억력 저하, 관절통, 다한, 졸음, 신경과민 및 집중력 저하 등이었으며, 3 µg/l 이상군(17명/120)의 경우 피로, 허약 및 기억력 저하, 두통, 신경과민 및 관절통 등을 호소하였다. 한편 뇨중 망간 농도별 평균임상 증상 호소수는 2 µg/l 이하군 5.67±7.64 개, 2~3 µg/l 군 7.95±6.58 개, 3 µg/l 이상군 12.35±7.05 개로 뇨중 망간의 농도가 증가할수록 평균 임상 증상 호소수도 증가하는 양상을 보였다(p<0.01). 이러한 결과는 방사선 동위원소인 ⁵⁴Mn을 이용하여 건강한 망간 취급 근로자, 정상인, 과거 폭로후 치료된 망간 만성 중독자를 대상으로 망간 체내 반감기 측정 실험 결과 건강한 망간 취급 근로자의 체내 반감기는 12.5일 인데 반해 정상인과 과거 폭로로 인한 만성 중독자의 반감기는 각각 35.5, 26.5일 이었다고 한 보고(Mena 등, 1967)에 미루어 보아 인체는 망간의 항상성 유지를 위해 체내에 망간의 부하가 어느정도 포화되면 체외로 배설이 급속히 이루어지기 때문인 것으로 판단되며 건강한 망간 취급 근로자의 경우 지속적인 폭로가 이루어 지고 있는데 반해 체내에 포화상태인 관계로 흡입이나 경구 섭취로 인한 더 이상의 폭로는 빠른 배출을 일으키는 반면 정상인의 경우 체내에 축적되는 시일이 길리기 때문에 반감기가 길어지며 과거 폭로자의 경우 투약을 통한 체외 배출을 통해 체내 축적량이 적기 때문에 또 다시 체내 축적이 일어나는 관계로 인하여 배출속도가 늦어지며, 뇨중 망간의 농도가 증가한다는 것은 곧 체내에 망간의 부하량이 포화상태로 진행되어가고 있거나 포화상태가 되었기 때문이며 이로 인하여 임상 증상 호소수가 증가한 것으로 판단된다. 추후 보다 많은 뇨중 망간 농도군들과 임상증상에 대한 연구가 이루어진다면 좀더 명확한 결론을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

전체 조사 대상자들의 연령별 임상 증상은 40대의 경우 용접군은 기억력 저하, 피로, 다한 및 관절통을 호소하였고, 비용접군은 관절통, 다한 등을 호소하였으며, 50대의 경우 용접군은 피로, 기억력 저하, 다한 및 두통을 호소하였고, 비용접군은 다한,

관절통 및 피로를 호소하였다.

한편, 40대의 평균 임상 증상 호소수로 용접군 8.20±6.14 개, 비용접군 3.30±4.19 개 이었고, 50대의 평균 임상 증상 호소수는 10.78±7.88 개, 비용접군 5.48±6.14 개이었으며, 50대에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 이러한 차이는 연령이 증가할수록 노화 현상과 더불어 임상 증상 호소수가 많아진 것인지 망간 폭로에 의한 것인지 판명하기 어려우며 추후 더욱 많은 연구 검토가 있어야 할 것으로 사료된다.

본 연구에서의 임상 검사 결과는 표 5과 같으며, 용접군과 비용접군 모두 정상 범위내 였으며, GOT, GPT, γ -GTP에서 용접군이 비용접군보다 약간 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 이러한 결과는 Horiuchi 등(1970)의 연구에서 용접군과 비용접군 간에 차이가 없었으며, 단지 간기능 검사치인 혈청 GOT 6명, 혈청 GPT 1명이 정상치를 벗어났다고 한 것과, 임현술 등(1995), 김지용 등(1994), 박정일 등(1991)의 보고에서도 용접군과 비용접군간에 유의한 차이가 없었다고 한 것과 일치하였으나, Charles 등(1979)은 동물 실험을 통하여 망간 폭로 농도가 증가할수록 헤모글로빈과 적혈구 수가 증가하였다고 한 것으로 미루어 보아 작업자가 조금 더 높은 농도에 만성적으로 폭로되었을 경우 여러 가지 변화가 올 가능성이 있으므로 향후 보충 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

용접군의 연령별, 흡연 유무별, 음주 여부별, 교육정도별 및 총 용접 연수별 등과 기중, 망간 및 노중 망간의 평균 농도는 표 8과 같으며, 총 용접 연수별 기중 망간 평균 농도의 경우 총 용접 연수가 증가할수록 기중 망간 평균 농도가 감소하였으며 이는 총 용접 연수가 증가한다는 것은 곧 직장내에서 상위 직급으로 승급함에 따라 용접하는 횟수 또는 시간 등이 감소함에 따른 것으로 판단되어진다. 또한 총 용접 연수별 혈중 및 노중 망간 평균 농도는 5~10년 군이 다른군에 비하여 약간 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

용접군의 혈중 망간 농도와 노중 망간 농도간의 회귀직선식은 $y(\text{노중 망간 농도}(\mu\text{g}/\text{l}))=0.141x(\text{혈중 망간 농도}(\mu\text{g}/\text{dl}))+0.835$ 이었고, 상관계수는 0.269($p < 0.05$)이었으며, 이는 김지용 등(1994)의 0.25($p < 0.05$)와 유사하였다. 또한 기중 망간 농도

와 노중 망간 농도간의 회귀식은 $y(\text{공기중 망간 농도}(\text{mg}/\text{m}^3))=0.068x(\text{노중 망간 농도}(\mu\text{g}/\text{l}))+0.007$ 이었고, 상관계수는 0.601($p < 0.01$)이었으며, 이 역시 김지용 등(1994)의 0.60 ($p < 0.01$)과 매우 유사하였다. 기중 망간 농도와 혈중 망간 농도간의 회귀 직선식은 $y(\text{공기중 망간 농도}(\text{mg}/\text{m}^3))=0.058x(\text{혈중 망간 농도}(\mu\text{g}/\text{dl}))+0.103$ 이었고, 상관계수는 0.268($p < 0.05$)이었으며, 이는 김지용 등(1994)의 0.49($p < 0.01$)보다 다소 낮았으며 이러한 차이는 조사대상자들의 차이에 기인한 것으로 사료된다.

한편, 우리나라에서는 기중 망간의 허용농도를 망간 분진의 경우 5 mg/m^3 , 망간흙의 경우 1 mg/m^3 로 정하고 있으며(노동부, 1998), 혈중과 노중 망간 농도에 대한 정상 참고치를 각각 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 정하고 있는바(노동부, 1989), 본 연구의 경우 노중 망간 농도와 기중 망간 농도간의 회귀방정식을 통해 계산하여 보면, 노중 정상 참고치인 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ 에 해당하는 공기중 망간 농도는 대략 0.1 mg/m^3 로 되어 추후 공기중 망간 농도에 대한 허용기준의 재조정이 필요하리라고 사료되며 이에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

요 약

목적 : 용접공들의 망간폭로 정도와 이로 인한 건강장애 정도를 파악함으로써 향후 이들의 망간폭로를 미연에 예방할 뿐아니라 향후 이들 분야 종사자들의 건강증진 대책 마련에 있어 기초자료를 제공하고자 본 연구를 시행하였다.

방법 : 본 연구자는 용접직업을 하는 근로자 60명을 용접군으로 하고 동일 업체 타 부서에서 근무하며 용접 경력이 전혀 없는 근로자 60명을 성·연령 짝짓기 법에 의거 비용접군으로 하여 이들의 기중, 혈중 및 노중 망간의 농도를 산정하고 이학적검사, 임상증상에 대한 설문조사 및 임상검사를 실시하였다.

결과 : 용접군의 기중, 혈중 및 노중 망간의 기하평균 농도는 0.15±1.66 mg/m^3 , 1.13±1.38 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 및 2.52±1.37 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로서 비용접군의 혈중 및 노중 망간의 기하평균 농도는 1.09±1.68 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 및 1.86±1.34 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이었으며, 노중 망간 농도에 있어

용접군이 비용접군보다 통계적으로 유의하게 높았다 ($P < 0.05$). 용접군의 이학적 검사에서는 Palmomentle 반응(23.3%), 진전(20.0%), 미간증후(5.0%) 등의 순으로 양성율을 보였다. 용접군의 주요 임상증상 양성율은 피로 및 기억력 저하(66.7%), 다한 및 신경 과민(51.7%), 허약(48.3%) 그리고 관절통(46.7%) 등의 순이었으며, 이들 증상 발현율은 통계적으로 비용접군과 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$). 생화학적검사에서는 모든 항목에서 정상 범위였으며, 비용접군과 차이가 없었다. 망간농도와 임상검사들 간의 상관관계는 혈중 망간농도와 뇨중 망간농도($r=0.269$), 기중 망간농도와 뇨중 망간농도($r=0.601$) 및 기중 망간농도와 혈중 망간농도($r=0.288$) 등에서 통계학적으로 유의한 상관성이 있었다($P < 0.05$).

결론 : 혈중 및 뇨중 망간 농도가 허용기준 이하인 용접공들에 대하여 보다 정확한 상태를 평가하고, 만성 망간 중독의 조기진단을 위한 진단항목 개발에 관한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

김지용, 임현술, 정해관, 백남원. 일부 망간취급 근로자의 망간폭로 및 건강상태에 관한 연구. 대한산업의학회지 1994;6(1):98-112.
 노동부. 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고시 제97-65호). 1998;1-139.
 노동부. 근로자 특수건강진단 방법 및 직업병 관리기준 개정. 1989;325-329.
 박용만. 조선업 종사 용접공들의 망간 흡 폭로정도와 건강 위해. 인제대학교 대학원 박사학위 논문 1998;1-25.
 박정일, 노영만, 구정완, 이승환. 원광분쇄 작업장에서의 망간폭로. 대한산업의학회지 1991;3(1):111-118.
 박중수. 일부 공업고등학교 용접 작업장의 공기중 용접흡 농도와 환기 시설의 효과. 서울대학교 보건대학원 석사 학위 논문 1987;1-12.
 이권섭, 백남원. 용접작업 형태별 공기중 용접흡 농도와 급속성분에 관한 조사 연구. 한국산업위생학회지 1994;4(1):71-80.
 임 영, 임현우, 김경아, 윤임중. 망간 중독에 관한 고찰. 한국의 산업의학 1991;30(1):13-18.
 임현술, 김지용, 정해관, 정희경. 망간취급 여성근로자의 망간폭로 및 건강위해에 관한 연구. 대한예방의학회지 1995;28(2):406-420.

통계청. 광공업 통계 조사 보고서. 서울 : 문성인쇄주식회사, 1996;606-627.
 홍영습, 임영아, 이용희, 정해관, 김지용, 임현술, 이증정, 사공준, 김준연. CO₂ 아크 용접 근로자의 뇌 MRI 고 신호강도 3례. 대한산업의학회지 1998;10(2):290-298.
 Aihara K. Zinc, copper, manganese, and selenium metabolism in patients with human growth hormone deficiency or acromegaly. J Pediatr Gastroenterol Nutr 1985;4:610-615.
 Alessio L, Apostoli P, Ferioli A, Lombardi L. Interference of manganese on neuroendocrinological system in exposed workers. Preliminary report. Biol Trace Element Res 1989;21:249-253.
 Bertinchamps AJ, Miller ST, Cotizias GC. Interdependence of routes excreting manganese. Am J Physiology 1996;211-217.
 Bolze MS, Reeves RD, Lindbeck FE, Kemp SF, Elders MJ. Influence of manganese on growth, somato-medin and glycosaminoglycan metabolism. J Nutr, 1985;115(3):352-358.
 Buchet JP. Determination of manganese in blood and urine by flameless atomic absorption spectrometry. Clin Chim Acta 1976;73:481-491.
 Buthieau AM, Autissier N. Effects of manganese ions on thyroid function in rat. Arch Toxicol 1983;54:243-246.
 Chandra SV, Seth PK, Mankeshwar JK. Manganese poisoning clinical and biochemical observations. Environ Res 1974;7:374-380.
 Chandra SV. Histological and histochemical changes in experimental manganese encephalopathy in rabbits. Archiv fur Toxicologie 1975;29:29-38.
 Charles EU, William R, Manual B. Evaluation of the chronic inhalation toxicity of a manganese oxide aerosol, III-Pulmonary function, electromyogram, limb tremor and tissue manganese data. Clin Chem Histopathol 1979;40:349-353.
 Cholok J, Hubbard DM. Determination of manganese in air and biological material. Am Ind Hyg Assoc J 1960;21:356-365.
 Clayton GD, Clayton FE. Patty's industrial hygiene and toxicology. New York: A Wiley Interscience Publication 1977;1172-1178.
 Clayton GD, Clayton FE. Patty's Industrial hygiene and toxicology. New York: A Wiley-Interscience Publication 1981;1749-1769.
 Couper J. On the effect of black oxide of man-

- ganese when inhaled into the lung. *Br Ann Med Phama* 1837;23:110.
- Cui ZJ, Dannies PS. Thyrotropin-releasing hormone-mediated Mn²⁺ entry in perfused rat anterior pituitary cells. *Biochem J* 1992;283:507-513.
- Davidsson L, Cederblad A, Lonnerdal B, Sandstrom B. Manganese retention in man, A method for estimating manganese absorption in man. *Am J Clin Nutr* 1989;49(1):170-179.
- Horiuchi K, Horiuchi S, Shinagawa K, Utsunomiya T, Tsuyama Y. On the significance of manganese contents in the whole blood and urine of manganese handlers. *Osaka City Med J* 1970;16:29-36.
- Krieger D, Krieger S, Jansen O, Peter G, Lorenz T, Herbert L. Manganese and chronic hepatic encephalopathy. *Lancet* 1995;346:270-274.
- Lai JC, Minski MJ, Chan AW et al. Brain regional manganese distribution after chronic manganese treatment. *Biochem Soc Trans* 1981;9:228-239.
- Mena I, Marine O, Ruenzalida S, Cotzias GC. Chronic manganese poisoning clinical picture and manganese turnover, *Neurology* 1967;17:128.
- Morrow PE, Gibb FR, Gazioglu K. The clearance of dust from the lower respiratory tract of man. An experimental study, In Davies CN *Inhaled Particles and Vapours I*. Pergmon press 1967.
- NIOSH. Manual of analytical method, vol 1. Method 7300-1, US DHHS (NIOSH) publication NO. 84-100, NIOSH, Cincinnati, Ohio, 1984.
- Rodier A. Manganese poisoning in Moroccan mines. *Br J Ind Med* 1955; 12:21-35.
- Watanabe T. Determination of urinary manganese by direct chelation method and flameless atomic absorption spectrometry. *Br J Ind Med* 1978;35:73-89.
- Whitlock CM. Chronic neurological disease in two manganese steel workers. *Am Ind Hyg Assoc J* 1966;27:454-459.
- WHO: Early detection of occupational disease, Geneva, World Health Organization 1986;69-79.
- Wilson JD, Braunwald E, Isselbacher KJ, Petersdorf RG. *Harrison's principles of internal medicine*, New York: McGraw Hill 1991;443-445.
- Zenz C. *Occupational medicine principles and practical applications*. 2nd ed., Chicago. Year Book Medical Publishers Inc 1988;547-548 & 1053-1059.