

용접경력자의 망간에 의한 건강 장애에 관한 연구

김규희, 임현술, 유선희

동국대학교 의과대학 예방의학교실

= Abstract =

A study on manganese health hazards among experienced welders

Gyu-hoi Kim, Hyun-Sul Lim, Sunhee Yu

Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Dongguk University

This study was conducted to evaluate the health hazards and to develop early diagnostic methods of the manganism in experienced welders and to know the meaning of signal intensities on the brain Magnetic Resonance images. It was carried out from December 1996 to February 1997 with 277 male welders, the duration of welding was at least 5 years or more. The study was consisted of a questionnaire, physical examination and measurements of blood & urine manganese concentrations. Brain Magnetic Resonance imaging was done on 19 study subjects by random sampling.

As the duration of welding increases, the positive rates of clinical symptoms, neurological examinations and blood manganese concentrations were also increased. However, physical examinations and urine manganese concentrations were not statistically significant with the duration of welding. Authors couldn't observe any Parkinsonism-like diseases.

There were statistically significant correlations between duration of welding and blood manganese concentrations($r=0.16$, $p<0.01$). There were not statistically significant correlations between duration of welding and urine manganese concentrations ($r=0.06$). There were statistically significant correlations between blood & urine manganese concentrations($r=0.34$, $p<0.01$).

By viewing brain Magnetic Resonance images, 13 welders(68.4 %) among 19 welders were found to have signal intensities. The positive rates of clinical symptoms, physical examinations, neurological examinations and blood & urine manganese concentrations were not statistically different between those with signal intensities and those without signal intensities.

We would like to suggest that some non-specific clinical symptoms and neurological signs are correlated with the duration of welding but any Parkinsonism-like diseases had not been observed with these welders. Next we suggest that the high signal intensities on TIWI of brain Magnetic Resonance images are not the sign of manganese intoxication but the sign of manganese deposition.

Key words : Welding, Manganese, Magnetic Resonance imaging, High signal intensity, Neurological examination

I. 서 론

용접은 용해와 융합으로 금속을 접합시키는 과정을 말하며, 현대 사회에서 필요 불가결한 작업으로 전 세계적으로 80만 명의 근로자가 용접에 종사하고 있다(Sferlazza와 Beckett, 1991; Guidotti 등, 1992). 용접작업은 크게 용융용접과 비용융용접으로 구분되며, 열원의 종류 및 용접방식에 따라 용융용접에는 아크 용접, Electro Slag 용접, 전자빔 용접, 레이저 용접, 가스 용접 등이 있고 비용융용접에는 저항 용접, 압력 용접, 납땜 등이 있다(William, 1981; Stern, 1983; 윤두근, 1991).

용접시 흡입 폭로의 주요 원인은 용제이며(Stern 등, 1986; Sferlazza와 Beckett, 1991), 용접에 의한 건강 장애로는 자외선에 의한 안질환, 유해 가스에 의한 호흡기계질환, 산화철흡 등에 의한 용접공폐증 및 용접흡에 포함된 망간에 의한 파킨슨씨병과 유사한 신경계 질환, 니켈에 의한 천식과 피부염, 아연 등에 의한 금속열 등의 중금속 중독이 발생할 수 있다(Stern, 1983; Guidotti 등, 1992; Sjögren, 1994). 중금속 중독 중에서 특히 망간에 의한 건강 장애의 발생 가능성이 있다.

망간에 의한 건강 장애는 주로 중추신경계 장애를 초래하여 파킨슨씨병과 유사한 소견을 나타내며, 초기 증상으로는 식욕부진, 수면장애, 기억력 및 집중력 장애, 탈력감, 하지 경련, 말초신경 마비나 통증 등 비특이적 증상이 나타나고, 중독이 진행되면 근육의 이

상 긴장, 사지나 몸의 진전, 운동완만, 언어 장애, 돌진 증, 자세 이상 및 소자증이 오게 된다(Stern, 1983; Guidotti 등, 1992; Clayton과 Clayton, 1994; Sjögren, 1994).

망간중독에 대한 보고는 Couper 등(1837)이 망간분쇄공장에서 일하는 5명의 근로자에서 파킨슨씨병 유사 증상이 나타난다고 기술한 이후 망간광, 주물, 건전지 제조 등에서 다수 보고되었다. 우리나라에서 망간에 대한 건강 조사는 1991년 망간 광석을 분쇄하여 용접봉 제조 원료를 생산하는 업체에서 4명의 환자가 발생한 후 실시한 박정일 등(1991)의 역학 조사 및 망간 제조 업체의 남성 근로자를 대상으로 한 김지용 등(1994)의 연구와 망간 분쇄 여성 근로자에 대한 연구(임현술 등, 1995)가 있으나 뇌자기공명영상을 관찰한 연구가 수행된 적은 없었다. 최근에 용접공에서 뇌자기공명영상에서 고신호강도가 관찰되어 망간뇌증에 대한 논란이 되고 있다(김양호 등, 1996). 그러므로 뇌자기공명영상에서 관찰되는 고신호강도의 의미와 용접공에서 망간중독이 발생할 가능성에 대하여 파악할 필요성이 대두되었다.

이에 본 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 용접경력자에서 망간에 의한 건강 장애를 파악한다. 둘째, 용접경력자에서 혈중 및 요중 망간농도를 측정하고 이를 비교하여 망간 조기 진단을 위한 방법을 모색하고자 한다. 셋째, 망간 폭로와 뇌자기공명영상에서 관찰되는 고신호강도와 관련성을 살펴보고자 한다. 넷째, 뇌자기공명영상의 고신호강도의 임상적 의의를 파악하고자 한다.

II. 연구대상 및 연구방법

1. 연구대상

1996년 12월부터 1997년 2월까지 모 대학병원에서 용접공 임시 검진을 받은 용접 작업자 중에서 5년 이상 용접작업을 한 남성 근로자 315명 중에서 망간에 의한 건강장애에 영향을 준다고 생각하는 과거 일산 화탄소 중독과 두부 외상력 등이 있는 38명을 제외시킨 277명을 연구 대상으로 하였다.

2. 연구방법

1) 설문지 조사

(1) 증상 설문 항목

망간에 의한 자각 증상을 평가하기 위하여 구체적인 설문 내용을 참조할 수 있는 설문지를 수집하였으며 수집된 설문지 중에서 중복된 항목은 제외하고, 수집된 설문지에는 포함되어 있지 않았으나 참고문헌 등에서 망간에 의하여 초래될 수 있는 것으로 알려진 증상들을 첨가하여 설문지를 개발하였다. 이러한 증상은 적절한 한글로 번역하였으며 망간에 의하지 않으면서 나타날 수 있는 일반적인 증상을 포함하였다. 순위는 무작위로 배열하였다.

(2) 설문 조사 방법

설문 조사는 검진 전에 설문지를 배부하여 자기기입식 방법으로 시행하였으며, 설문 응답시 누락된 항목에 대해서는 조사자가 직접 물어 확인하여 보충하였다.

2) 이학적 검사

(1) 혈압 검사

숙련된 간호사가 측정을 하였으며 측정치가 높은

경우 15분간 안정을 취한 뒤 재측정을 시행하였다. 수축기혈압은 140 mmHg 이상, 이완기혈압은 90 mmHg 이상일 때 이상치로 간주하였다.

(2) 악력 검사

악력계의 눈금 부위를 바깥쪽으로 하여 잡고 팔을 아래로 늘어뜨린 뒤 힘을 주어 당기게 하였다. 이때 팔을 몸통에 닿지 않게 하였으며 좌수와 우수 각각 두 번 반복 시행한 후 최고치를 기록하였다.

3) 신경학적 검사

검사의 내용은 추체로, 추체외로 및 소뇌 기능을 평가하는 검사를 선정하여(Haerer, 1992), 산업의학 전문의 1인에 의하여 시행하였으며 각각의 항목에 대한 양성 조건은 다음과 같다.

(1) 표정; 검진 과정 중 얼굴 표정이 가면을 쓴 것과 같이 무표정한 경우 이를 양성으로 하였으며 의심되는 경우 주위 동료들과의 대화를 통해 확인을 받았다.

(2) 자세; 걷거나 앉아 있을 때의 자세가 전굴이나 후굴되었을 때 이를 양성으로 하였다.

(3) 사고과정; 문진시 정상인보다 반응이 비정상적으로 늦다고 판단한 경우 이를 양성으로 하였다.

(4) 근력 검사; 근육 운동력 0에서 5까지 6단계 중에서 4단계 이하로 운동력이 감소되었다고 판단될 때 이를 양성으로 하였다.

(5) 조절 능력

① 길항운동반복불능증(dysdiadochokinesia); 양쪽 손을 교대로 돌려보게 하며 이의 운동에 장애가 있을 시 양성으로 하였다.

② 손가락-코 검사(finger to nose test); 소뇌치상핵이나 상소뇌각의 장애 여부를 보는 검사로 한 쪽의 검지 손가락을 코에 댄 후 반대쪽 다른 쪽 검지 손가락에 닿도록 해 본다. 한 지점에 접근하면서 손가락이 흔들림을 보일 때 이를 양성으로 하였다.

③ 종슬경 검사(heel-knee-test); 실조증을 파악하는

것으로 환자의 발뒤꿈치를 반대측 무릎에 놓고 정강이를 지나 미끄러져서 발등까지 가게 하였다. 이때 발뒤꿈치가 흔들려 무릎 옆을 지나치거나 옆으로 미끄러져 발까지 가지 못하고 떨어지게 되는 경우 이를 양성으로 하였다.

- ④ 경직성(rigidity); 팔을 굽혔다가 펼 때 검사자가 저항감을 느끼는 경우 이를 양성으로 하였다.
- ⑤ 진전(tremor); 안정된 상태에서 엄지와 검지가 교차하듯이 떨리는 경우를 안정시 진전(resting tremor) 양성으로 보고, 자기 의사에 반하여 목적 없이 율동적으로 흔들리는 관절의 운동으로서 손을 펼치게 한 후 위에 종이를 올려놓아 종이 떨리는 경우를 의도진전(intention tremor) 양성으로 하였다.
- ⑥ 반사(reflex); 해머를 이용하여 주관절과 슬관절의 건반사를 측정하여 정상인보다 항진되거나 감소된 경우를 양성으로 하였다.

⑦ 보행 검사

- ① Tandem gait; 환자의 한쪽 발을 반대쪽 발의 앞에 붙이며 이를 반복적으로 걷도록 할 때 좌우로 흔들리는 정도가 심할 때 이를 양성으로 하였다.
- ② Romberg test; 양쪽 발을 앞 뒤 모두 모으고 서서 눈을 감았을 때 몸이 좌우로 흔들리면 양성으로 하였다.
- ③ 셔플링보행(shuffling gait); 보행시 발을 질질 끌게 되는 경우 양성으로 하였다.

4) 혈중 및 요중 망간농도의 측정

해파린 처리된 시험관에 혈액 10 cc를 채취하였으며, 소변은 폴리프로필렌 병에 중간 소변 50 cc 가량을 받아 냉장 보관으로 실험실까지 운송한 후 분석 전까지 실험실의 냉동고(-18℃)에서 보관하였다. 검체는 1% TX-100 시약으로 각각 2배, 4배로 희석한 후 원자흡수분광 광도계 [Shimatsu(日本), AA-6501F]의 Flameless 법을 이용하여 Standard Addition 법으로 분석하였다. 분석 값에 대한 결과는 반복 분석 결과 최소 3번

의 분석 오차 값이 10 % 내에 드는 경우 이들 값의 평균으로 구하였다. 측정된 값은 요중 creatine 값을 이용하여 보정하였다. 이 때 원자흡수분광 광도계의 조건은 표 1과 같이 설정하였다.

Table 1. Condition of atomic absorption for analysis of blood & urine manganese concentrations

	Temperature (°C)	Duration (sec)
Drying	120	10
Ashing	500	20
Atomizing	2300	3

5) 뇌자기공명영상 촬영

무작위 추출로 19명에 대하여 뇌자기공명영상(Picker, USA, Vista 1.0T)을 시행하였다. 축상 T1강조 영상 및 시상 T1강조 영상에 뇌기저핵에 고신호강도가 보이며, 축상 T2강조 영상에서 뇌기저핵에 저신호강도가 관찰되는 경우를 양성 소견으로 판독하였다.

3. 통계적 처리 방법

모든 자료를 코딩한 후 SPSS win 7.5를 이용하여 분석하였다. 용접기간별 임상 증상, 신경학적 검사, 이학적 검사, 혈중 및 요중 망간농도 양성률의 비교는 직접 표준화 방법에 의하여 연령 보정 후 χ^2 -trend 검정을 하였으며, 군간 비교를 위해 χ^2 -검정과 Fisher의 직접확률법을 이용하였다. 평균간 비교는 Student's t-검정과 Mann-Whitney U 검정 및 ANOVA 검정을 이용하였다. 혈중 망간농도와 요중 망간농도의 상관관계를 보기 위하여 단순 회귀분석을 시행하였고 상관계수를 구하였다.

Table 2. Distribution of general characteristics of study subjects by duration of welding

Contents	Duration of welding(years)								P-value
	5-9(n=87)		10-14(n=70)		15-19(n=60)		20≤(n=60)		
	No.	Relative frequency(%)	No.	Relative frequency(%)	No.	Relative frequency(%)	No.	Relative frequency(%)	
Age (years)									0.0000 ⁺⁺
< 40	58	66.7	42	60.0	31	51.7	10	16.7	
40 ≤	29	33.3	28	40.0	29	48.3	50	83.3	
M ± SD ¹	36.5 ± 8.6		38.1 ± 6.4		40.5 ± 4.4		44.8 ± 5.1		0.0000 [§]
Alcohol drinking [#]									0.1810 ⁺
No drinking	25	28.7	11	15.7	17	28.3	18	30.0	
Monthly 2-3 times	20	23.0	22	31.4	20	33.3	9	15.0	
Weekly 1-2 times	38	43.7	32	45.7	19	31.7	23	38.3	
Weekly 3-4 times	3	3.4	4	5.7	3	5.0	10	16.7	
Daily	1	1.1	1	1.4	1	1.7	0	0.0	
Smoking									0.4110 ⁺
Non-smoker	8	9.2	13	18.6	9	15.0	9	15.0	
Ex-smoker	8	9.2	9	12.9	10	16.7	10	16.7	
Smoker	71	81.6	48	68.6	41	68.3	41	68.3	
Education level									0.0010 ⁺⁺
Middle school or below	39	44.8	37	52.9	36	60.0	46	76.7	
High school or above	48	55.2	33	47.1	24	40.0	14	23.3	
Marital status									0.0000 ⁺⁺
Married	66	75.9	61	87.1	60	100.0	60	100.0	
Single	21	24.1	9	12.9	0	0.0	0	0.0	

⁺ comparison by χ^2 -test among groups

[§] comparison by ANOVA test among groups

⁺⁺ comparison by χ^2 -trend test among groups

[#] Alcohol drinking is a statistical analysis by two groups (no drinking, drinking)

¹ M ± SD; mean ± standard deviation

Ⅲ. 연구결과

1. 용접기간별 특성

1) 일반적 특성

연구 대상 근로자 277명의 평균 연령은 39.6세로 용접기간이 길수록 연령이 증가하였다(p<0.01). 음주 여부는 1주일에 1회에서 2회 정도 마시는 사람이 112명(40.4%)으로 가장 많았으며 흡연 여부는 현재 흡연을 하고 있는 사람이 201명(72.6%)으로 가장 많았다. 그러나 음주 여부와 흡연 여부는 용접기간과 유의한 관련성이 없었다(p>0.05). 교육수준과 결혼여부는 용

접기간과 유의한 차이를 보여 용접기간이 긴 사람이 교육수준이 낮으며 결혼한 사람이 많았다(p<0.01, 표 2).

2) 작업적 특성

연구 대상 근로자가 작업하고 있는 용접 종류로는 전기아크 용접과 이산화탄소 용접 그리고 아르곤 용접 외 여러 가지 용접을 하고 있었으며, 전기아크 용접을 하는 사람이 146명(52.7%)으로 가장 많았다. 용접시작 연령은 용접기간이 길수록 유의하게 연령이 낮았으며(p<0.01), 하루 용접시간은 용접기간별로 유의한 차이는 없었다(p>0.05). 평균 한달 근무일도 용접기간별로 유의한 차이는 없었다(p>0.05, 표 3).

Table 3. Distribution of work characteristics of study subjects by duration of welding

Contents	Duration of welding(years)								P-value
	5-9(n=87)		10-14(n=70)		15-19(n=60)		20≤(n=60)		
	No.	Relative frequency(%)	No.	Relative frequency(%)	No.	Relative frequency(%)	No.	Relative frequency(%)	
Type of welding									0.2780 ⁺
Electric arc	46	52.9	35	50.3	32	53.3	33	55.0	
CO ₂ arc	30	34.5	25	35.7	16	26.7	12	20.0	
Others	11	12.6	10	14.3	12	20.0	15	25.0	
Starting age of welding (years)									0.0000 [§]
Mean±Standard deviation	27.8±7.7		26.3±5.3		24.0±4.2		21.8±4.5		
Daily welding time (hours)									0.5130 [§]
Mean±Standard deviation	8.1±1.8		8.3±2.0		8.2±2.2		7.7±2.3		
Working days in a month									0.1280 [§]
Mean±Standard deviation	24.6±3.9		25.3±3.1		25.1±4.4		26.1±2.9		

⁺ comparison by χ^2 -test among groups

[§] comparison by ANOVA test among groups

Table 4. Distribution of use of protective devices of study subjects by duration of welding

Contents	Duration of welding(years)								P-value
	5-9(n=87)		10-14(n=70)		15-19(n=60)		20≤(n=60)		
	No.	Relative frequency(%)	No.	Relative frequency(%)	No.	Relative frequency(%)	No.	Relative frequency(%)	
Anti-dust mask									0.3130
Never	10	11.5	4	5.7	7	11.7	3	5.0	
Often	28	32.2	27	38.6	22	36.7	30	50.0	
Always	49	56.3	39	55.7	31	51.7	27	45.0	
Anti-toxic mask									0.6510
Never	63	72.5	58	82.9	48	80.0	46	76.7	
Often	13	14.9	6	8.6	7	11.7	10	16.7	
Always	11	12.6	6	8.6	5	8.3	4	6.7	
Goggles									0.5910
Never	21	24.1	16	22.9	9	15.0	9	15.0	
Often	28	32.2	18	25.7	22	36.7	19	31.7	
Always	38	43.7	36	51.4	29	48.3	32	53.3	

comparison by χ^2 -test among groups

3) 보호구 사용 실태

방진 마스크 착용 여부는 항상 착용함이 146명(52.7%)으로 가장 많았으며, 방독 마스크 착용 여부는 착용 안함이 215명(77.6%)이었다. 보안경 착용 여부는

항상 착용한다고 대답한 사람이 135명(48.7%)으로 가장 많았으나 착용하지 않는 사람도 55명(19.9%)이었다. 세 가지 모두 용접기간별로는 유의한 차이는 없었다(p>0.05, 표 4).

Table 5. Positive rate of clinical symptoms among study subjects by duration of welding(age-adjusted)

Clinical symptoms	Duration of welding (years)								p-value
	5-9(n=87)		10-14(n=70)		15-19(n=60)		20≤(n=60)		
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
Fatigue	37	39.8	34	46.6	28	46.6	25	36.9	0.8267
Indigestion	19	20.8	12	15.6	13	21.7	9	17.1	0.7390
Urinary frequency	13	13.0	10	13.7	15	25.0	20	32.0	0.0018
Coughing	12	13.8	11	16.0	17	28.4	16	28.0	0.0093
Tinnitus after working	8	10.3	3	3.6	3	5.0	7	15.1	0.4583
Anorexia	7	6.1	6	7.3	6	10.0	6	14.1	0.0925
Hearing loss	8	7.8	10	14.3	9	15.1	9	12.9	0.2883
Tinnitus	10	12.9	11	15.0	19	31.9	15	22.9	0.0200
Visual difficulty	8	8.7	7	9.6	8	13.4	8	12.0	0.5036
Tremor	6	6.1	5	6.6	1	1.6	7	11.0	0.3956
Depression	10	9.6	5	7.1	12	20.0	10	18.0	0.0286
Numbness	22	24.2	13	17.4	17	28.3	12	15.9	0.5944
Insomnia	8	7.8	1	1.2	3	5.0	4	8.0	0.8867
Difficulty in understanding (words)	4	4.3	2	2.4	1	1.6	4	8.0	0.4399
Amnesia	14	16.4	15	20.3	17	28.3	12	24.1	0.0986
Nervousness	14	14.7	10	13.7	13	21.7	16	32.1	0.0096
Difficulty in understanding (work)	4	5.1	7	9.6	7	11.6	9	12.9	0.0624
Difficulty in attention	11	11.3	16	21.6	10	16.5	10	13.9	0.8193
Hypoesthesia	7	7.0	13	17.4	6	10.0	6	10.0	0.7427
Anosmia	3	3.5	7	9.0	4	6.7	8	16.1	0.0109
Personality change	8	10.3	5	6.6	4	6.8	3	3.0	0.1147
Headache	22	22.6	12	15.6	16	26.7	14	22.0	0.8116
Weakness, upper extremities	9	9.5	5	6.1	3	5.0	6	5.9	0.3600
Weakness, lower extremities	10	10.4	2	2.4	4	6.7	7	11.0	0.7521
Pain, upper extremities	9	12.0	9	11.4	7	11.7	8	12.0	0.9662
Pain, lower extremities	8	7.8	14	18.6	11	18.3	10	13.9	0.2934
Sweating	15	17.2	15	20.9	7	11.7	13	29.2	0.2059
Walking difficulty	1	1.7	2	3.0	2	3.4	1	1.0	0.7201
Libido change	12	13.0	18	25.1	11	18.3	14	22.0	0.2696
Drooling	2	2.6	1	1.2	0	0.0	1	1.0	0.5514
Difficulty in writing	4	5.1	5	7.1	2	3.3	5	13.1	0.1106
Dizziness	11	10.5	10	14.3	5	8.4	7	11.0	0.9454
Amnesia (speech)	14	15.5	15	20.3	12	20.1	13	25.1	0.2059
Speech disturbance	7	6.1	8	10.8	6	10.0	4	8.0	0.5799
Behavioral change	4	4.3	4	4.9	4	6.6	6	10.0	0.1653
Monotonous voice	2	1.8	3	3.6	0	0.0	1	1.0	0.4640
Weak voice	4	3.5	6	8.4	5	8.3	2	2.0	0.8086

comparison by χ^2 -trend test among groups

Table 6. Positive rate of neurological examinations among study subjects by duration of welding (age-adjusted)

Neurological examinations	Duration of welding (years)								p-value
	5-9(n=87)		10-14(n=70)		15-19(n=60)		20≤(n=60)		
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
General appearance									
Appearance (masked face)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—
Postural instability	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—
Thinking process abnormality	0	0.0	1	1.2	0	0.0	1	1.0	0.4063
Dystonia	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—
Speech abnormality	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—
Reflex									
DTR abnormality									
Right	21	25.8	10	14.3	12	19.9	9	17.1	0.2775
Left	21	25.8	10	14.3	12	19.9	9	17.1	0.2775
Tone abnormality									
Right	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—
Left	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—
Palmo-mental reflex									
Right	4	5.1	2	3.0	3	5.0	2	2.0	0.5036
Left	2	2.6	2	3.0	3	5.0	2	2.0	0.9209
Snout reflex									
Right	0	0.0	0	0.0	1	1.7	1	1.0	0.1455
Left	0	0.0	0	0.0	1	1.7	1	1.0	0.1455
Myerson sign	4	6.0	3	4.2	3	5.0	3	2.9	0.5541
Cogwheel rigidity									
Right	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—
Left	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—
Resting tremor									
Right	17	18.1	16	24.8	19	31.7	14	22.0	0.3701
Left	13	13.9	17	26.0	19	31.7	15	22.9	0.0804
Cerebellum									
Finger-to nose abnormality									
Right	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	2.0	0.1420
Left	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.0	0.1420
Intention tremor									
Right	8	9.5	11	16.6	16	26.8	15	27.1	0.0023
Left	7	8.6	11	16.6	16	26.8	15	27.1	0.0011
Dysdiadochokinesia									
Right	0	0.0	0	0.0	1	1.7	1	5.1	0.0121
Left	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—
Gait									
Tandem walking abnormality									
Right	1	1.7	0	0.0	1	1.7	0	0.0	0.6747
Left	0	0.0	0	0.0	1	1.7	0	0.0	0.5578
Romberg test abnormality	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—

comparison by χ^2 -trend test among groups

Table 7. Comparison of laboratory findings among study subjects by duration of welding

Contents	Duration of welding(years)				P-value
	5-9(n=87)	10-14(n=70)	15-19(n=60)	20≤(n=60)	
	M±SD ¹	M±SD ¹	M±SD ¹	M±SD ¹	
Blood pressure (mmHg)					
Systolic	131.5±17.0	128.6±14.7	130.3±11.6	133.0±17.4	0.412
Diastolic	84.0±8.8	82.9±9.8	84.7±7.5	85.0±11.0	0.567
Grip strength (kg)					
Dominant hand	44.1±6.0	43.8±5.8	43.2±6.0	43.6±6.4	0.840
Non-dominant hand	42.0±6.0	42.2±6.2	41.0±5.7	41.9±6.0	0.691
Blood Mn concentration (mg/dL)	3.5±2.7	3.7±2.6	3.6±2.3	5.1±3.7	0.005
Urine Mn concentration (mg/L)	3.2±3.7	3.6±3.3	3.1±3.3	4.1±3.6	0.410

comparison by ANOVA test among groups

¹ M±SD; mean±standard deviation

2. 용접기간별 임상 증상 양성률

임상 증상들을 연령 보정 후 용접기간별로 양성률을 비교하여 보았을 때 ‘소변이 자주 마렵다’, ‘기침이 자주 난다’, ‘귀에서 웅하는 소리가 들린다’, ‘이유 없이 우울해 질 때가 있다’, ‘신경이 날카로워졌다’, ‘전에 비해 냄새를 잘 못 맡는다’라는 항목에서 유의하게 용접기간이 길수록 양성률이 높아지는 경향을 보였다(p<0.05, 표 5).

3. 용접기간별 신경학적 검사 양성률

용접기간별로 연령 보정하여 신경학적 검사 양성률을 비교하여 보았을 때 ‘우측과 좌측의 의도진전’과 ‘우측의 길항운동반복불능증’에서 유의하게 용접기간이 길수록 양성률이 높아지는 경향을 보였다(p<0.05, 표 6). 그러나 파킨슨병과 유사한 질병은 한 명도 관찰되지 않았다.

4. 용접기간별 이학적 검사, 혈중 및 요중 망간농도

1) 평균값 비교

용접기간별 이학적 검사, 혈중 및 요중 망간농도 결과를 비교해 보았을 때 수축기 및 이완기 혈압과 압

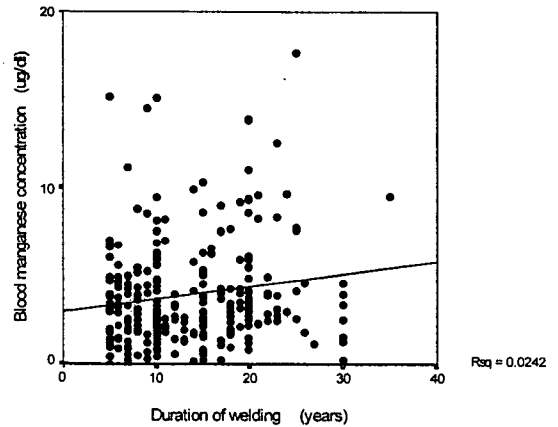


Figure 1. Correlations between duration of welding and blood manganese concentrations (p<0.01)

력은 용접기간별로 유의한 차이는 없었다(p>0.05). 혈중 망간농도는 용접기간별로 유의한 차이를 보여 20년 미만인 군들보다 20년 이상군에서 더 높은 농도를 보였다(p<0.01). 요중 망간농도는 용접기간별로 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05, 표 7).

2) 용접기간별 혈중 및 요중 망간농도의 상관성

용접기간과 혈중 망간농도의 상관 계수는 0.16으로 유의한 양의 상관을 보였다(p<0.01, 그림 1). 그러나 용접기간과 요중 망간농도는 상관계수가 0.06으로 유

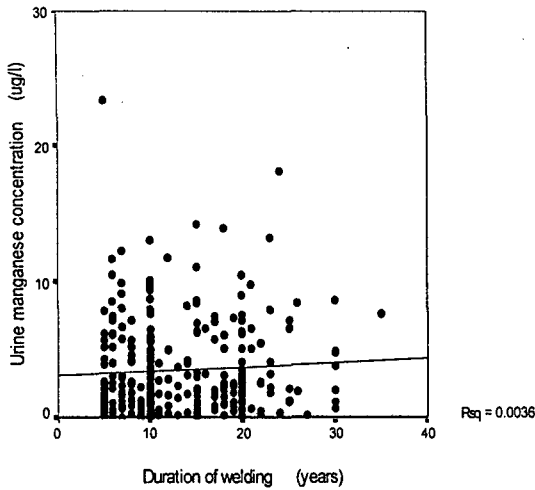


Figure 2. Correlation between duration of welding and urine manganese concentration ($p>0.05$)

의한 상관관계를 보이지 않았다($p>0.05$, 그림 2)

3) 검사 양성률 비교

용접기간별로 연령 보정하여 이학적 검사, 혈중 및 요중 망간농도의 양성률을 관찰한 바 유의한 경향을 보이는 검사는 없었다($p>0.05$, 표 8).

Table 8. Positive rate of laboratory findings and abnormal blood & urine manganese concentrations among study subjects by duration of welding (age-adjusted)

Contents	Duration of welding (years)								P-value
	5-9 (n=87)		10-14 (n=70)		15-19 (n=60)		20≤ (n=60)		
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
Blood pressure									
Systolic	30	34.5	19	27.1	18	30.0	29	48.3	0.0640
Diastolic	43	49.4	31	44.3	33	55.0	35	58.3	0.3890
Blood Mn concentration	3	3.4	1	1.4	1	1.7	5	8.3	0.1878
Urine Mn concentration	4	4.6	4	5.7	3	5.0	3	5.0	0.9423

comparison by χ^2 -trend test among groups

5. 혈중 망간농도와 임상 양상

1) 혈중 망간농도와 임상 증상 양성률

혈중 망간농도를 참고치군과 이상치군으로 나누어 연령 보정하여 임상 증상 양성률을 비교하여 본 결과 ‘밥맛이 없다’, ‘요즘 들어 잘 안 보인다’, ‘손발이 저주 저리다’, ‘신경이 날카로워 졌다’, ‘정신집중이 어렵

Table 9. Positive rate of clinical symptoms among study subjects by blood manganese concentration (age-adjusted)

Clinical symptoms	Blood Mn concentration($\mu\text{g}/\text{dL}$)				p-value
	≤ 10 (n=267)		$10 <$ (n=10)		
	No.	%	No.	%	
Fatigue	118	44.1	6	71.9	0.1933
Indigestion	50	18.7	3	40.9	0.1082
Urinary frequency	54	20.2	4	38.0	0.2254
Coughing	54	20.3	2	14.0	0.6924
Tinnitus after working	21	7.9	0	0.0	1.0000
Anorexia	21	7.8	4	48.0	0.0009
Hearing loss	34	12.7	2	14.0	1.0000
Tinnitus	54	20.3	1	7.0	0.6924
Visual difficulty	27	10.1	4	38.0	0.0168
Tremor	17	6.4	2	24.0	0.1443
Depression	35	13.1	2	24.0	0.6278
Numbness	56	20.9	8	86.0	0.0000
Insomnia	14	5.2	2	24.0	0.1074
Difficulty in understanding (words)	11	4.1	0	0.0	1.0000
Amnesia	56	20.9	2	24.0	1.0000
Nervousness	47	17.6	6	62.0	0.0043
Difficulty in understanding (work)	24	9.0	3	31.0	0.0624
Difficulty in attention	43	16.0	4	48.0	0.0163
Hypoesthesia	28	10.4	4	48.0	0.0029
Anosmia	20	7.6	2	15.6	0.5516
Personality change	19	7.1	1	7.0	0.5334
Headache	59	22.0	5	55.0	0.0128
Weakness, upper extremities	22	8.2	1	7.0	0.5860
Weakness, lower extremities	22	8.2	1	7.0	0.5860
Pain, upper extremities	21	11.6	2	33.9	0.1110
Pain, lower extremities	38	14.2	5	55.0	0.0015
Sweating	47	17.6	3	31.0	0.3939
Walking difficulty	5	1.9	1	7.0	0.1996
Libido change	50	18.7	5	55.0	0.0058
Drizzling	3	1.1	1	7.0	0.1375
Difficulty in writing	14	5.2	2	14.0	0.4324
Dizziness	32	12.0	1	17.0	0.3531
Amnesia(speech)	50	18.6	5	41.5	0.1082
Speech disturbance	22	8.2	3	31.0	0.0511
Behavioral change	15	5.6	3	31.0	0.0208
Monotonous voice	6	2.2	0	0.0	1.0000
Weak voice	16	6.0	1	7.0	0.4749

comparison by Fisher's exact test between groups

Table 10. Positive rate of neurological examinations among study subjects by blood manganese concentration (age-adjusted)

Neurological examinations	Blood Mn concentration($\mu\text{g}/\text{dL}$)				p-value
	≤ 10 (n=267)		$10 <$ (n=10)		
	No.	%	No.	%	
General appearance					
Appearance (masked face)	0	0.0	0	0.0	—
Postural instability	0	0.0	0	0.0	—
Thinking process abnormality	2	0.8	0	0.0	1.0000
Dystonia	0	0.0	0	0.0	—
Speech abnormality	0	0.0	0	0.0	—
Reflex					
DTR abnormality					
Right	51	19.1	1	7.0	0.6937
Left	51	19.1	1	7.0	0.6937
Tone abnormality					
Right	0	0.0	0	0.0	—
Left	0	0.0	0	0.0	—
Palmo-mental reflex					
Right	11	4.1	0	0.0	1.0000
Left	9	3.0	1	5.5	1.0000
Snout reflex					
Right	1	0.4	1	7.0	0.0710
Left	1	0.4	1	7.0	0.0710
Myerson sign					
Cogwheel rigidity	13	4.9	0	0.0	1.0000
Right	0	0.0	0	0.0	—
Left	0	0.0	0	0.0	—
Resting tremor					
Right	61	22.9	4	48.0	0.0616
Left	60	22.5	4	48.0	0.0580
Cerebellum					
Finger-to nose abnormality					
Right	2	0.8	0	0.0	1.0000
Left	1	0.4	0	0.0	1.0000
Intention tremor					
Right	46	18.0	3	21.1	0.0853
Left	45	16.9	4	38.0	0.0800
Dysdiadochokinesia					
Right	2	0.8	0	0.0	1.0000
Left	1	0.4	0	0.0	1.0000
Gait					
Tandem walking abnormality					
Right	2	0.8	0	0.0	1.0000
Left	1	0.4	0	0.0	1.0000
Romberg test abnormality	0	0.0	0	0.0	—

comparison by Fisher's exact test between groups

다', '피부감각이 전보다 둔해진 것 같다', '머리가 자주 아프다', '다리가 자주 아프다', '전보다 성욕이 떨어진 것 같다', '행동의 변화가 있다'는 항목에서 이상치군이 유의하게 높은 양성률이 보였다(p<0.05, 표 9).

2) 혈중 망간농도와 신경학적 검사 양성률
혈중 망간농도를 참고치군과 이상치군으로 나누어 연령 보정하여 신경학적 검사 양성률을 비교하여 본 결과 유의한 차이를 보인 검사 소견은 없었다(p>0.05, 표 10).

3) 혈중 망간농도와 이학적 검사 이상률
혈중 망간농도에 따라 검사 소견 양성률을 보았을 때 이학적 검사 및 혈중 요중 망간농도 이상치 및 악력에서 유의한 차이가 없었다(p>0.05, 표 11).

Table 11. Positive rate of abnormal laboratory findings among study subjects by blood manganese concentration

Contents	Blood manganese concentration ($\mu\text{g}/\text{dL}$)				P-value
	≤ 10 (n=267)		$10 <$ (n=10)		
	No.	%	No.	%	
Blood pressure[#]					
Systolic	90	33.7	6	34.7	0.1000
Diastolic	135	50.6	7	70.0	0.3360
Grip strength (kg)[@]					
	Mean	SD [!]	Mean	SD [!]	
Dominant hand	43.8	6.1	42.5	5.2	0.5420
Non-dominant hand	41.9	6.0	39.7	5.0	0.2790

[@] comparison by Mann-Whitney U test between groups

[#] comparison by Fisher's exact test between groups

[!] SD; standard deviation

6. 요중 망간농도와 임상 양상

1) 요중 망간농도와 임상 증상 양성률
요중 망간농도를 참고치군과 이상치군으로 나누어 연령 보정하여 임상 증상 양성률을 비교하여 본 결과 '말을 이해하기가 어렵다', '머리가 자주 아프다', '말이 없어졌다', '행동의 변화가 있다' 항목에서 유의한 양성률을 보였다(p<0.05, 표 12).

Table 12. Positive rate of clinical symptoms among study subjects by urine manganese concentration(age-adjusted)

Clinical symptoms	Urine Mn concentration($\mu\text{g}/\ell$)				p-value
	≤ 10 (n=263)		$10 < (n=14)$		
	No.	%	No.	%	
Fatigue	121	45.9	3	30.5	0.2014
Indigestion	50	19.0	4	30.5	0.4850
Urinary frequency	56	21.3	2	15.6	0.7412
Coughing	53	20.2	3	16.4	0.7435
Tinnitus after working	20	7.6	1	5.5	1.0000
Anorexia	24	9.1	1	10.2	1.0000
Hearing loss	35	7.9	1	21.1	0.1102
Tinnitus	54	20.6	1	10.2	0.3153
Visual difficulty	31	11.8	0	0.0	0.3790
Tremor	19	7.2	0	0.0	0.6084
Depression	35	13.3	2	15.6	1.0000
Numbness	59	22.4	5	46.2	0.1025
Insomnia	15	5.7	1	10.2	0.5742
Difficulty in understanding (words)	9	3.4	2	20.4	0.0173
Amnesia	54	20.5	4	36.0	0.1857
Nervousness	49	18.6	4	36.0	0.1578
Difficulty in understanding (work)	26	9.9	1	10.2	1.0000
Difficulty in attention	45	17.1	2	20.4	0.7159
Hypoesthesia	29	11.0	3	30.5	0.0706
Anosmia	20	7.6	2	15.6	0.3071
Personality change	18	6.9	2	15.6	0.2675
Headache	63	23.9	1	10.2	0.0188
Weakness, upper extremities	22	8.4	1	10.2	1.0000
Weakness, lower extremities	22	8.4	1	10.2	1.0000
Pain, upper extremities	31	11.8	2	20.4	0.3916
Pain, lower extremities	40	15.2	3	30.5	0.2491
Sweating	48	18.2	2	15.6	1.0000
Walking difficulty	5	1.9	1	10.2	0.2696
Libido change	51	19.4	4	31.3	0.4883
Drooling	3	1.2	1	10.2	0.1883
Difficulty in writing	15	5.7	1	10.2	0.5742
Dizziness	32	12.1	1	10.2	1.0000
Amnesia (speech)	49	18.6	5	41.5	0.0383
Speech disturbance	24	9.1	1	10.2	1.0000
Behavioral change	15	5.7	3	30.5	0.0103
Monotonous voice	5	1.9	1	10.2	0.2696
Weak voice	16	6.1	1	10.2	0.5970

comparison by Fisher's exact test between groups

Table 13. Positive rate of abnormal neurological examinations among study subjects by urine manganese concentration (age-adjusted)

Neurological examinations	Urine Mn concentration($\mu\text{g}/\ell$)				p-value
	≤ 10 (n=263)		$10 < (n=14)$		
	No.	%	No.	%	
General appearance					
Appearance (masked face)	0	0.0	0	0.0	—
Postural instability	0	0.0	0	0.0	—
Thinking process abnormality	1	0.4	1	10.2	0.0987
Dystonia	0	0.0	0	0.0	—
Speech abnormality	0	0.0	0	0.0	—
Reflex					
DTR abnormality					
Right	46	17.5	6	46.9	0.0074
Left	46	17.5	6	46.9	0.0074
Tone abnormality					
Right	0	0.0	0	0.0	—
Left	0	0.0	0	0.0	—
Palmo-mental reflex					
Right	11	4.2	0	0.0	1.0000
Left	8	3.0	1	5.5	0.3774
Snout reflex					
Right	2	0.8	0	0.0	1.0000
Left	2	0.8	0	0.0	1.0000
Myerson sign	13	5.0	0	0.0	1.0000
Cogwheel rigidity					
Right	0	0.0	0	0.0	—
Left	0	0.0	0	0.0	—
Resting tremor					
Right	61	23.3	4	31.3	0.7459
Left	60	22.9	4	31.3	0.7444
Cerebellum					
Finger-to nose abnormality					
Right	2	0.8	0	0.0	1.0000
Left	1	0.4	0	0.0	1.0000
Intention tremor					
Right	47	18.0	3	21.1	0.7231
Left	46	17.6	3	21.1	0.7194
Dysdiadochokinesia					
Right	1	0.4	1	5.5	0.0987
Left	0	0.0	1	5.5	0.0505
Gait					
Tandem walking abnormality					
Right	2	0.8	0	0.0	1.0000
Left	1	0.4	0	0.0	1.0000
Romberg test abnormality	0	0.0	0	0.0	—

comparison by Fisher's exact test between groups

2) 요중 망간 농도와 신경학적 검사 양성률

요중 망간농도를 참고치군과 이상치군으로 나누어 연령 보정하여 신경학적 검사 양성률을 비교하여 본 결과 건반사에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$, 표 13).

3) 요중 망간농도와 이학적 검사 양성률

요중 망간농도에 따라 이학적 검사의 양성률을 보았을 때 유의한 차이를 보이는 소견은 없었다($p > 0.05$, 표 14).

Table 14. Positive rate of abnormal laboratory findings among study subjects by urine manganese concentration

Contents	Urine Mn concentration($\mu\text{g}/\ell$)				p-value
	≤ 10 (n=263)		$10 <$ (n=14)		
	No.	%	No.	%	
Blood pressure [#]					
Systolic	91	34.6	5	35.7	1.0000
Diastolic	137	52.1	5	35.7	0.2790
Grip strength (kg) [Ⓔ]	Mean	SD [†]	Mean	SD [†]	
Dominant hand	43.8	6.0	42.5	6.3	0.3010
Non-dominant hand	41.9	6.0	39.6	5.2	0.1570

[Ⓔ] comparison by Mann-Whitney U test between groups

[#] comparison by Fisher's exact test between groups

[†] SD : standard deviation

7. 혈중 망간농도와 요중 망간농도의 상관성

혈중 망간농도와 요중 망간농도의 상관계수는 0.34로 유의한 양의 상관성을 보였다($p < 0.01$, 그림 3).

8. 뇌자기공명영상

1) 용접기간별 뇌자기공명영상의 망간 침착 소견

무작위 추출로 뇌자기공명영상을 시행한 19명 중 13명(68.4%)에서 고신호강도의 소견이 관찰되어 망간 침착이 의심되었다. 이들을 용접기간별로 연령 보정하

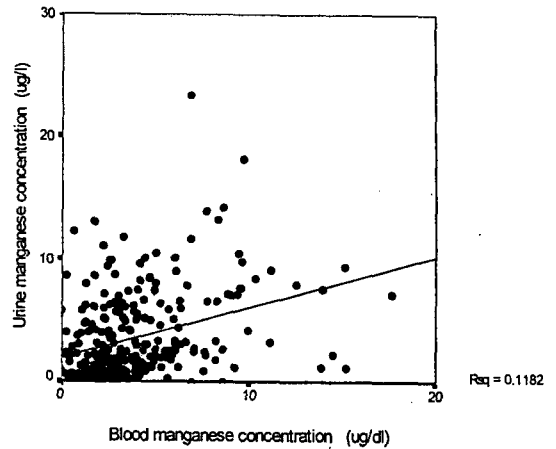


Figure 3. Correlations of blood manganese concentrations and urine manganese concentrations ($p < 0.01$)

여 망간 침착 양성률을 비교해 보았을 때 용접기간에 따라 유의한 양성률이 관찰되지 않았다($p > 0.05$, 표 15).

Table 15. High signal intensity of brain MRI by duration of welding

High signal intensity	Duration of welding								P-value
	5-9(n=9)		10-14(n=2)		15-19(n=5)		20≤(n=3)		
	No.	Relative frequency (%)	No.	Relative frequency (%)	No.	Relative frequency (%)	No.	Relative frequency (%)	
No	3	33.3	0	0.0	2	40.0	1	33.3	0.8793*
Yes	6	66.7	2	100.0	3	60.0	2	66.7	

* Age-adjusted p-value comparison by χ^2 -trend test among groups

2) 뇌자기공명영상 소견별 작업에 관한 사항

뇌자기공명영상에서 망간 침착 소견 여부에 따라 작업에 관한 사항을 보았을 때 용접종류에서 이산화탄소 아크 용접이 다른 용접에 비해 유의하게 더 높았다($p < 0.05$). 방진마스크 착용 여부와 방독마스크 착용 여부에서는 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$). 보안경 착용

Table 16. Distribution of general characteristics by high signal intensity at T1WI of brain MRI

Contents	High signal intensity				p-value
	No (n=6)		Yes (n=13)		
	No.	Relative frequency (%)	No.	Relative frequency (%)	
Welding type					0.0181 ^④
Electric arc	3	50.0	3	23.1	
CO ₂ arc	0	0.0	8	61.5	
Others	3	50.0	2	15.4	
Anti-dust mask					1.0000 [§]
Never	1	16.7	3	23.1	
Often	5	83.3	4	30.8	
Always	0	0.0	6	46.2	
Anti-toxic mask					1.0000
Never	5	83.3	11	84.6	
Often	1	16.7	2	15.4	
Always	0	0.0	0	0.0	
Goggles					0.0436 ^{&}
Never	0	0.0	7	53.8	
Often	4	66.7	2	15.4	
Always	2	33.3	4	30.8	
	Mean	SD ¹	Mean	SD ¹	
Starting age of welding [#]	26.8	10.5	26.8	8.7	0.8260
Duration of welding [#]	12.2	8.5	11.7	5.8	0.7230
Daily welding time [#]	7.0	2.5	8.5	1.0	0.0380

comparison by Fisher's exact test between groups

[#] comparison by Mann-Whitney U test between groups

^④ comparison by CO₂ arc welding and others(electric arc welding include)

[§] comparison by never and others(often and always)

[&] comparison by never and others(often and always)

¹ SD; standard deviation

용 여부에서는 유의하게 착용하는 사람이 뇌침착이 낮은 것으로 나타났다(p<0.05). 용접시작 연령이나 용접기간에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나 하루 용접 시간이 길수록 망간 뇌침착 소견이 유의하게 높았다(p<0.05, 표 16).

3) 뇌자기공명영상 소견별 임상 증상 양성률
 뇌자기공명영상 소견별로 임상 증상 양성률을 비교해 보았을 때 유의한 양성률 차이를 보이는 임상 증상은 없었다(p>0.05, 표 17).

Table 17. Positive rate of clinical symptoms by high signal intensity of brain MRI

Clinical symptoms	High signal intensity				p-value
	No(n=6)		Yes(n=13)		
	No.	%	No.	%	
Fatigue	1	16.7	8	61.5	0.141
Indigestion	2	33.3	7	53.8	0.628
Urinary frequency	2	33.3	5	38.5	1.000
Coughing	1	16.7	3	23.1	1.000
Tinnitus after working	0	0.0	2	15.4	1.000
Anorexia	1	16.7	3	23.1	1.000
Hearing loss	0	0.0	2	15.4	1.000
Tinnitus	0	0.0	3	23.1	0.517
Visual difficulty	0	0.0	2	15.4	1.000
Tremor	1	16.7	1	7.7	1.000
Depression	0	0.0	1	7.7	1.000
Numbness	3	50.0	6	46.2	1.000
Insomnia	0	0.0	1	7.7	1.000
Difficulty in understanding (words)	0	0.0	0	0.0	—
Amnesia	2	33.3	3	23.1	1.000
Nervousness	1	16.7	2	15.4	1.000
Difficulty in understanding (work)	1	16.7	1	7.7	1.000
Difficulty in attention	1	16.7	3	23.1	1.000
Hypoesthesia	1	16.7	3	23.1	1.000
Anosmia	0	0.0	1	7.7	1.000
Personality change	1	16.7	0	0.0	0.316
Headache	1	16.7	4	30.8	1.000
Weakness, upper extremities	0	0.0	0	0.0	—
Weakness, lower extremities	1	16.7	1	7.7	1.000
Pain, upper extremities	0	0.0	3	23.1	0.517
Pain, lower extremities	2	33.3	3	23.1	1.000
Sweating	2	33.3	3	23.1	1.000
Walking difficulty	0	0.0	0	0.0	—
Libido change	0	0.0	5	38.5	0.128
Drooling	0	0.0	0	0.0	—
Difficulty in writing	0	0.0	1	7.7	1.000
Dizziness	0	0.0	2	15.4	1.000
Amnesia (speech)	2	33.3	1	7.7	0.222
Speech disturbance	0	0.0	0	0.0	—
Behavioral change	0	0.0	3	23.1	0.517
Monotonous voice	1	16.7	0	0.0	0.316
Weak voice	0	0.0	0	0.0	—

comparison by Fisher's exact test between groups

4) 뇌자기공명영상 소견별 신경학적 검사 양성률
 뇌자기공명영상 소견에 따라 신경학적 검사 양성률
 을 비교하여 보았을 때 유의한 차이를 보이는 신경학
 적 검사는 없었다(p<0.05, 표 18).

Table 18. Positive rate of neurological examinations by high signal intensity of brain MRI

Neurologic examination	High signal intensity				p-value
	No(n=6)		Yes(n=13)		
	No.	%	No.	%	
General appearance					
Appearance (masked face)	0	0.0	0	0.0	—
Postural instability	0	0.0	0	0.0	—
Thinking process abnormality	0	0.0	0	0.0	—
Dystonia	0	0.0	0	0.0	—
Speech abnormality	0	0.0	0	0.0	—
Reflex					
DTR abnormality					
Right	4	66.7	6	46.2	0.6280
Left	4	66.7	6	46.2	0.6280
Tone abnormality					
Right	0	0.0	0	0.0	—
Left	0	0.0	0	0.0	—
Palmo-mental reflex					
Right	0	0.0	1	7.7	1.0000
Left	0	0.0	1	7.7	1.0000
Snout reflex					
Right	0	0.0	0	0.0	—
Left	0	0.0	0	0.0	—
Myerson sign	0	0.0	2	15.4	1.0000
Cogwheel rigidity					
Right	0	0.0	0	0.0	—
Left	0	0.0	0	0.0	—
Resting tremor					
Right	3	50.0	7	53.8	1.0000
Left	2	33.3	6	46.2	1.0000
Cerebellum					
Finger-to nose abnormality					
Right	0	0.0	0	0.0	—
Left	1	0.0	0	0.0	—
Intention tremor					
Right	2	33.3	4	30.8	1.0000
Left	2	33.3	3	23.1	1.0000
Dysdiadochokinesia					
Right	0	0.0	0	0.0	—
Left	0	0.0	0	0.0	—
Gait					
Tandem walking abnormality					
Right	0	0.0	0	0.0	—
Left	0	0.0	0	0.0	—
Romberg test abnormality	0	0.0	0	0.0	—

comparison by Fisher's exact test between groups

5) 뇌자기공명영상 소견별 이학적 검사, 혈중 및 요
 중 망간농도 양성률

뇌자기공명영상에서 망간 침착 유무별 혈압, 혈중
 및 요중 망간농도, 주로 사용하는 손의 악력에서는 유
 의한 차이가 없었다(p>0.05). 그러나 혈중 망간농도의
 평균값 비교시 두 군 사이에 유의한 차이가 있었다
 (p<0.05). 그리고 주로 사용하지 않는 손의 악력은 유
 의하게 망간 침착군에서 낮았다(p<0.05, 표 19).

Table 19. Positive rate of laboratory findings and abnormal blood & urine manganese concentrations by high signal intensity of brain MRI

Contents	High signal intensity				P-value
	No(n=6)		Yes(n=13)		
	No.	%	No.	%	
Blood pressure[#]					
Systolic	3	50.0	5	38.5	1.0000
Diastolic	3	50.0	6	46.2	1.0000
Blood Mn concentration [#]	0	0.0	2	15.4	1.0000
Urine Mn concentration [#]	0	0.0	5	38.5	0.1280
	Mean	SD [!]	Mean	SD [!]	
Blood Mn concentration [@]	2.2817	1.0339	5.3931	3.5543	0.0350
Urine Mn concentration [@]	1.9700	2.1517	8.0462	8.1804	0.0870
Grip strength(kg)[@]					
Dominant hand	49.3	7.0	42.3	8.2	0.0870
Non-dominant hand	48.2	5.8	41.5	6.0	0.0480

[#] comparison by Fisher's exact test between groups

[@] comparison by Mann-Whitney U test between groups

[!] SD; standard deviation

IV. 고 찰

망간은 원자번호 25, 원자량 54.9380이고 실온에서
 안정하며 회백색의 부서지기 쉬운 형태의 금속으로
 주로 자연계에 다량 존재하는 이산화망간(MnO2) 형
 태의 화합물에서 추출하게 된다. 망간은 지구상에서
 철, 알루미늄, 구리 다음으로 많이 쓰이는 중금속으로
 매년 약 800만 톤이 생산된다. 망간은 단독으로 사용

되는 경우는 드물고 약 94%는 철강 제조에 사용되며, 알루미늄, 마그네슘, 구리와 합금 제조, 용접봉 제조, 건전지, 도자기, 유리의 제조, 살균제 제조 등에 사용된다(WHO, 1986). 우리나라에서 망간은 생산되지 않아 전량 수입에 의존하고 있으며 제철 산업에서 가장 많이 사용하여 연간 생산되는 망간철은 1991년 7.2만 톤에 달하며, 규소 망간철은 1986년 10.4만 톤에 달한다. 이외에도 연간 생산 15만 톤 이상인 용접봉의 제조에 사용된다(광공업생산통계연감, 1992).

망간에 의한 중독은 주로 망간광, 망간합금 취급, 망간의 제련, 망간이 함유된 세라믹, 벽돌 및 화학공장의 근로자와 망간흡이 발생하는 용접작업, 이산화망간을 사용하는 건전지 제조업, 과망간산칼륨 제조업 등에서 발생한다(Whitlock, 1966; Tanaka와 Lieben, 1969; Cook 등, 1974; Roels 등, 1987; Nelson 등, 1993; Mergler 등 1994). 특히 용접공에서 발생하는 망간중독을 몇몇 연구에서 보고하고 있다(Chandra 등, 1981; Nelson 등, 1993; Sj gren 등, 1996).

망간은 인간과 동물의 생물학적 기능 유지를 위해 필요한 필수 요소로(Hams 등, 1988; Cawte 등, 1987) 경구 또는 흡입으로 흡수되어 95-98%는 담즙과 함께 십이지장으로 배설되며 배설되지 않은 망간의 대부분은 간을 통하여 인체의 각 조직에 균등하게 분포된다. 과부하 시에는 친화조직인 뇌에서는 망간의 침착이 이루어지나, 다른 조직에서는 복합적인 항상성 기전에 의해 담관 외의 경로로 배설을 증가시켜 정상적인 망간농도를 유지하게 된다. 높은 혈중 망간농도와 낮은 혈중 철 농도와는 관련성이 있다고 보고되고 있다(Pol-lack 등, 1965; Mena 등, 1969; Cawte 등, 1987).

망간은 인간에게 기본적 금속이지만, 과도한 폭로로 중추신경계, 폐, 간, 위장관계와 비노생식기계에 질환을 일으킬 수 있다(Shukla와 Singhal, 1984). 만성 망간 폭로가 발생하는 두 가지 주요 표적 장기는 폐와 중추신경계이다. 폐에서는 폐렴, 기관지염, 만성 비특이성 폐질환 발생을 증가시키며, 중추신경계에서는 추체외로 증상을 특징으로 하는 신경행동학적 증상과 신경학적 징후를 보이는 파킨슨병과 유사한 질환을

일으킨다(Calene과 Langston, 1983; Bleecker, 1988; Goldsmith 등, 1990; Hertzman 등, 1990; Zayed 등, 1990; Roels 등, 1992). 또한 Wolf와 Baum(1983)은 망간의 심혈관 독성 작용도 보고하였다.

특히 1960년대 이후로 몇몇 역학 연구가 있었으며 이러한 역학 연구들은 망간폭로 근로자들의 신경학적 징후와 증상에 관심을 두었다(Tanaka와 Lieben, 1969; Jonderko 등, 1971; Smyth 등, 1973; Huang 등, 1989; Wang 등, 1989). 망간에 의한 신경행동학적 효과는 망간이 기저핵의 신경독성 물질로 중추신경계에 작용하여 일어나게 된다. (Pentschew 등, 1963; Cook 등, 1974; . Barbeau 등, 1976; Garbeau, 1984; Newland 등, 1989). 신경독성 손상의 기전은 잘 모르지만 신경독성 도파민 산화작용 생성물과 과산화수소의 존재와 관련되어 있을 것이라고 하였다(Florence 등, 1987; Hams와 Fabri, 1988).

망간의 만성 중독의 정도는 진행 상황에 따라 3기로 나눈 분류가 잘 인용되고 있다(Rodier, 1955). I기인 전기기에는 두통, 전신권태, 탈력감, 식욕부진, 기억력저하, 어지러움, 무관심, 무기력, 불면, 성욕 감퇴, 보행 장애, 발한 항진, 이상 지각, 근육통, 요통, 수지진전 등 다양한 증상이 보여진다. II기인 중간기에는 위에서 언급한 일부 증상이 악화되는 것과 더불어 타각적으로 대화 장애, 근력 저하, 운동 장애 등의 신경징후가 차차 나타나는 시기이다. 정신 증상으로는 강박 웃음이나 강박 울음을 보이는 경우가 있다. 이는 원인 없이 갑자기 일어나며 역제가 불가능한 경우도 있다. III기인 확립기에는 정신 증상은 어느 정도 소실하지만 신경증상이 점차 심해진다. 신경 징후는 추체외로 징후를 중심으로 추체로 징후, 소뇌 징후도 나타난다. 즉 근긴장 항진, 과다 동작, 가면안, 보행 장애가 심해지면서 측방 돌진과 후방 돌진, 언어 장애, 진전, 심부반사 항진, 때로는 병적 반사 출현, 소서증 등이 있다. 여러 보고들에서 신경 징후의 발현 빈도에 따라 근긴장 항진(87%), 가면안(67%), 보행 장애(67%), 단조 언어(47%), 진전(상지 47%, 하지 40%), 지각 장애(20% 이하), 청각 장애(20%), 자세 이상(13%), 복시

(13%), 추체로 장해(13%)를 열거하고 있다(Whitlock 등, 1966; Shukla와 Singhal, 1983; Nelson 등, 1993).

본 연구에서는 임상 증상들을 연령 보정 후 용접기 간별로 양성률을 비교하여 보았을 때 ‘소변이 자주 마렵다’, ‘기침이 자주 난다’, ‘귀에서 웅하는 소리가 들린다’, ‘이유 없이 우울해 질 때가 있다’, ‘신경이 날카로워 졌다’, ‘전에 비해 냄새를 잘 못 맡는다’라는 항목에서 유의하게 용접기간이 길수록 양성률이 높아지는 경향을 보였다. 그러나 이러한 증상들은 특이적인 신경학적 증상들이 아니라 비특이적인 일반적인 증상들로 Roels 등(1987)의 연구에서 몇 가지의 비특이적 증상(피로, 이명, 손가락 떨림, 흥분을 잘함) 등을 제외하고는 다른 주관적인 호소 증상의 유병률이 비폭로군과 유의한 차이가 없었다는 결과와 비슷하다. 또한 용접시 발생하는 유해 가스에 의하여 몇 가지 증상 양성률이 높을 가능성이 있다.

용접기간별로 연령 보정하여 신경학적 검사 양성률을 비교하여 보았을 때 ‘우측과 좌측의 의도진전’과 ‘우측의 길항운동반복불능증’에서 유의하게 용접기간이 길수록 양성률이 높아지는 경향을 보였으며, 이것은 Rodier(1955)가 망간중독의 징후와 망간 폭로기간과 관련성이 없다고 한 결과와 Chandra 등(1974)이 용접폭로기간과 망간중독의 증상과 관련성이 없었다는 것과 상반되는 결과를 보였다. 진전의 경우 1995년에 Jankovic 등에 의한 연구에서 본태성 진전과 파킨슨병의 진전과 비교에서 진전은 단순한 노화과정의 부산물이라고 결론 내렸으나 본 연구에서는 연령 보정하여 양성률을 구하였기 때문에 노화과정 외에 다른 원인이 있을 가능성을 시사하고 있다. 즉, 용접작업이 무거운 용접기구를 잡고 긴장한 상태에서 집중하여 용접을 실시하기 때문에 진전이 발생하였을 가능성이 크다고 생각한다.

혈중 망간농도는 용접기간별로 유의한 차이를 보여 20년 미만군보다 20년 이상군에서 더 높은 농도를 보여 Roels 등(1987)의 연구에서 혈중 망간농도가 체내 축적량을 나타낸다는 결과를 뒷받침해 준다고 하겠다. 요중 망간농도는 용접기간별로 유의한 차이를 보이지

않아 임현술 등(1995)의 연구 결과와는 차이가 있었다.

Tanaka와 Lieben(1969), Roels 등(1987), 김지용 등(1994) 및 임현술 등(1995)의 연구에서는 혈중 망간농도와 기중 망간농도는 유의한 상관성이 없었으나 요중 망간농도와 기중 망간농도는 유의한 상관성이 있다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 작업 환경 측정을 시행하지 못하여 비교하지 못하였다. 본 연구에서는 혈중 망간농도와 요중 망간농도의 상관계수는 0.34로 유의한 양의 상관을 보여 몇몇 연구 결과와는 다른 결과를 보였다(Roels 등, 1987; 김지용 등, 1994; 임현술 등, 1995).

망간중독시 망간이 뇌에 침착하여 파킨슨 유사증후군을 유발하는데 그 기전은 원숭이 등에 대한 동물실험을 통하여 망간이 뇌의 기저핵(basal ganglia) 구성 부분인 미상핵(caudate nucleus), 피각(putamen), 담창구(globus pallidus), 시상하핵(subthalamic nucleus) 중 뇌의 흑질망상부(substantia nigra pars reticulata)에 손상을 유발함을 밝혀졌으며, 이러한 추체외로 부위의 손상이 nigrostriatal dopaminergic pathway의 장애를 유발하여 파킨슨 유사증후군이 발생한다고 하였다(Suzuki 등, 1975; Yamada 등, 1980; Barbeau, 1984; Newland 등, 1989).

조직학적 소견을 통하여 밝혀진 망간의 뇌침착을 자기공명영상에서 보기 위해 Newland 등(1987)은 원숭이에게 MnCl₂를 흡입 및 정맥 주사하여 뇌기저핵의 구성 부분인 미상핵, 피각, 담창구, 시상하핵 등에 고신호강도가 나타남을 관찰하였다. 망간 침착이 뇌자기공명영상에서 고신호강도를 보이는 것은 상자성 효과(paramagnetic effect)에 의한 종이완시간감소(T1 relaxation time shortening)에 의해 나타난다. 생체에서 망간의 뇌내 분포 및 침착은 흡입과 정맥주사에서도 정도의 차이는 있지만 유사한 분포를 보인다고 하였다. Shinotoh 등(1995)은 원숭이의 행동변화 및 뇌의 망간침착을 관찰한 실험에서 MnCl₂ 정맥주사 후 뇌의 미상핵, 피각, 담창구, 시상하핵에 고신호강도를 관찰하였는데 이는 Newland 등(1987)의 실험과 일치하였

으며 아울러 원숭이에서 점차적인 행동 저하 및 경직을 확인하였는데 이러한 행동 변화의 원인은 담창구의 손상에 의한다고 결론을 내렸다. 이러한 망간의 뇌 침착은 전비경구적 영양(Total parenteral nutrition)에 의해 망간이 과부하된 환자의 뇌자기공명영상 T1강조 영상에서도 뇌기저핵 및 중뇌의 고신호강도를 확인하였다(Ejima 등, 1991). Nelson 등(1993)은 25년간 망간 흡에 폭로된 미국의 철도보수 아크용접공 1인에서 발생한 망간뇌증에 대한 연구를 발표하였는데 이 환자는 23년째부터 두통 및 초조감이 발생하였고 점차적으로 착란증, 기억력저하, 인지능저하, 편집적 사고 등이 발생하였고 환자의 T1강조 자기공명영상에서 양측 기저핵의 담창구에 고신호강도가 관찰되었다. 본 연구에서도 무작위 추출로 뇌자기공명영상을 시행한 19명 중 13명(68.4%)에서 기저핵에 고신호강도를 보여 망간 침착 소견이 있음을 관찰하였다.

T1강조 자기공명영상에서 뇌 기저핵 및 중뇌의 병변 고신호강도가 나타날 수 있는 경우는 상자성 금속인 망간, 철, 구리 등의 침착 및 흑색종, 신경섬유종증, 석회화 등이 있다(Osborn, 1994; Montgomery, 1995). 그러나 흑색종, 신경섬유종증, 석회화는 자기공명영상의 소견이 비대칭적으로 관찰되며, 아울러 임상적인 양상으로 구분될 수 있다. 윌슨병에서 뇌에 구리 침착에 의해 유사한 소견을 보일 수 있으나 이는 유전성 대사성 질환으로 요중 구리의 배설증가 및 활동성 간염의 소견이 진단 요건으로 본 예와 구별된다. Hallervorden-spatz병에 의해 뇌에 철이 침착하여 이와 유사한 양상을 보일 수 있으나 이 병은 희귀한 유전성 대사성 질환으로 특징적인 근긴장도 및 운동성 장애로 감별된다(Barbeau, 1984; Markesbery 등, 1984; Nelson 등, 1993).

용접기간에 따라 망간 뇌침착 유무를 보았을 때 유의한 경향은 없었다. 그러나 뇌자기공명영상에서 망간 침착 소견 여부에 따라 작업에 관한 사항을 보았을 때 용접종류에서 이산화탄소 아크 용접이 다른 용접에 비해 유의하게 망간 침착 소견이 많았다. 이것은 이산화탄소 아크 용접시 다른 용접에 비해 기중 망간흡 발

생이 높을 가능성을 시사하며 앞으로 용접종류별 기중 망간농도의 측정이 필요하다. 망간 뇌침착 소견별로 용접시작 연령이나 용접기간에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나 하루 용접 시간이 길수록 망간 뇌침착 소견이 유의하게 높은 것으로 나타나 망간 뇌침착 소견이 만성적 효과보다는 급성 효과일 가능성이 있다. Ejima 등(1992)의 연구에서 전비경구적 영양에 의해 뇌자기공명영상에서 망간중독을 확인한 후 전비경구적 영양을 중단한 22주 후에 재촬영한 뇌자기공명영상에서 고신호강도가 감소된 양상을 보여 폭로시 침착된 후 폭로를 중단하면 서서히 빠져나감을 알 수 있었다. 인간과 영장류에서의 중추신경계에서부터 망간의 제거 반감기는 54일에서 260일로 다양하며 이것은 폭로 상황에 의존한다고 하였다(Cotzias 등, 1968; Newland 등, 1987; Newland 등, 1989). 뇌자기공명영상 소견별로 임상 증상 양성률을 비교해 보았을 때 유의한 양성률 차이를 보이는 임상 증상 및 신경학적 검사는 수가 적었다. 이것은 Shinotoh 등(1995)의 연구와는 다른 결과이다.

망간중독의 진단으로 1969년 Tanaka와 Lieben은 Ca-EDTA를 이용하여 요중 망간농도의 유의한 증가를 관찰하였다. 그리고 망간중독을 알아내기 위한 진단 보조 수단으로 혈중 및 요중 망간농도를 이용하고 있다. Chandra 등(1974)은 혈중 망간농도는 변이가 심하여 진단 유의성이 적은 반면 요중 망간농도는 보조 수단으로 적당하다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 용접기간과 혈중 망간농도가 유의한 상관성이 있는 것으로 나타났으며, 혈중 망간농도에 따라 양성률의 차이를 보이는 임상 증상이 많아 혈중 망간농도가 더 유용한 검사라고 생각한다. 또한 Chandra 등(1974)은 혈청 칼슘 농도가 신경학적 징후가 양성인 용접공에서 증가함을 관찰하였으며, Roels 등(1987)은 정신운동 검사가 망간의 중추신경계 영향을 조기에 발견하기 위한 표준화된 신경학적 검사보다 민감하다고 하였다.

Smyth 등(1973)은 망간중독의 신경학적 장애는 영구적인 변화보다는 가역적 징후로 추정할 수 있으므로 비가역적인 중추신경계 장애가 발생하기 전에 폭

로를 제거하는 것이 중요하다고 하였다. 망간중독에 의해 신경증상이 확립되어 파킨슨씨 유사증후군이 발생하면 회복은 어렵다(Rodier, 1995). 체내 망간의 배설을 목적으로 Ca-EDTA와 같은 착화제를 사용하는 것은 조기일 경우 어느 정도 효과가 있지만 신경증상이 지속되는 확립기에는 그 효과는 기대할 수 없다(Cotzias, 1968). 비특이적 증상에 의해 진단이 어려운 초기 망간중독시 뇌자기공명영상은 조기 진단의 도구로 유용함을 추측할 수 있으나 이에 대해서는 보다 광범위하고 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

현재 우리나라에서는 직업병 인정시 선별기준에 의한 혈중, 요중 망간농도에 대한 정상 참고치는 각각 $10 \mu\text{g}/\text{dl}$, $10 \mu\text{g}/\text{l}$ 을 적용하고 있다(노동부, 1991; 노동부, 1994). 이를 기준으로 하여 이 기준값 미만의 측정값을 나타낸 군과 그 이상인 측정값을 나타낸 군에 대한 임상 증상 및 이학적 검사를 비교해 보면, 혈중 망간농도에 의한 임상 증상의 양성률은 '밥맛이 없다', '요즘 들어 잘 안 보인다', '손발이 자주 저리다', '신경이 날카로워졌다', '정신집중이 어렵다', '피부감각이 전보다 둔해진 것 같다', '머리가 자주 아프다', '다리가 자주 아프다', '전보다 성욕이 떨어진 것 같다', '행동의 변화가 있다'는 항목이 이상치군에서 유의하게 높았다. 요중 망간농도의 경우는 '말을 이해하기가 어렵다', '머리가 자주 아프다', '말이 없어졌다', '행동의 변화가 있다'는 항목이 이상치군에서 유의하게 높은 양성률을 보였다. 신경학적 검사는 요중 망간농도가 이상치군에 속할 때 건반사에서 유의한 차이를 보인 것 이외는 정상치군과 이상치군에서 차이가 없었다. 요중 망간농도에 대한 이상군과 미만군간에 유의한 차이를 보인 증상이 적은 반면, 혈중 망간농도 이상군과 미만군간에는 유의한 차이를 보이는 증상이 많았다. 즉 이러한 사실을 고려하여 볼 때 혈중 망간농도가 요중 망간농도보다 만성 폭로에 대한 증거로서 더욱 활용도가 높다고 볼 수 있다. 그러나 Chandra 등(1974), 김지용 등(1994), 임현술 등(1995)의 연구 결과와 다른 결과를 보여 이에 대한 연구가 필요하다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 작업환경 측정을 실시하지 못하였다는 점이다. NIOSH의 8시간 가중평균치 허용기준은 $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ 이하로 Chandra 등(1981)의 망간중독이 발생한 용접작업장의 기중 망간농도 $0.31-1.74 \text{ mg}/\text{m}^3$ 및 박정일 등(1991년)의 망간중독이 발생한 망간철 분쇄작업장의 작업환경 결과인 기중 망간농도는 $0.6-2.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ 이다. 우리나라 밀폐 작업장의 기중 망간농도는 기하평균이 $1.2 \text{ mg}/\text{m}^3$ 이고 범위가 $0.05-10.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ 이며, 개방된 작업장의 기중 망간농도는 기하평균이 $0.3 \text{ mg}/\text{m}^3$ 이고 범위가 $0.001-2.0 \text{ mg}/\text{m}^3$ 로 다양하였고 허용기준을 초과하는 경우가 많았다(곽영순과 백남원, 1997). 용접공은 일용직 근로자들로서 여러 군데 사업장에서 작업을 하는 근무 형태임을 고려할 때 앞으로 다양한 용접작업의 작업환경 측정이 이루어져야 한다. 둘째, 망간 비폭로 대조군과 5년 미만의 용접공과의 비교를 하지 못한 점이 제한점이지만 경력자의 망간 뇌침착 소견을 용접기간별로 보아 관련성이 있으므로 어느 정도 용량-반응 관계를 유추할 수 있다. 셋째, 뇌자기공명영상의 시행자 수가 적었다.

용접 작업자에 대한 혈중 망간농도가 요중 망간농도에 비해 폭로 정도의 반영에 적합하고 임상 증상 호소율이나 신경학적 검사의 양성률의 측면에서도 적절한 지표라고 생각하며, 현재까지 보고되고 있는 여러 가지 생체 지표에 대한 연구와 조기 진단에 사용될 수 있는 다른 생체 지표를 찾는 연구가 필요하다. 그리고 추후 연구로써 망간 뇌침착의 신경학적 질환 발생을 보기 위해 망간 뇌침착군과 비침착군 사이의 추적조사를 통한 발생률 및 유병률 연구가 필요하다.

V. 결 론

용접경력자에서 망간에 의한 건강 장애를 파악하고 혈중 및 요중 망간농도와 비교하여 망간 조기 진단을 위한 방법을 모색하고, 망간 폭로와 뇌자기공명영상에서 고신호강도와 관련성을 살펴봄에 뇌자기공명영상에서 관찰되는 고신호강도의 임상적 의미를 파악하고

자 하였다. 이를 위하여 1996년 12월부터 1997년 2월 까지 본원에서 용접공 임시 검진을 받은 용접작업자 중에서 5년 이상 용접작업을 한 남성 근로자 315명 중에서 망간에 의한 건강장애에 영향을 준다고 생각하는 과거 일산화탄소 중독과 두부 외상력 등이 있는 38명을 제외시킨 277명을 연구 대상으로 하였다. 이들에 대하여 임상적 증상에 관한 설문 조사, 이학적 검사, 신경학적 검사, 혈중 및 요중 망간농도를 측정하고, 임의로 선정된 19명에 대하여 뇌자기공명영상을 촬영하여 다음과 같은 소견을 얻었다.

1. 용접기간별로 연령 보정하여 임상 증상 양성률을 비교하여 보았을 때 '소변이 자주 마렵다', '기침이 자주 난다', '귀에서 웅하는 소리가 들린다', '이유 없이 우울해 질 때가 있다', '신경이 날카로워졌다', '전에 비해 냄새를 잘 못 맡는다'라는 항목에서 유의하게 용접기간이 길수록 양성률이 높아지는 경향을 보였다($p(0.05)$). 용접기간별로 연령 보정하여 신경학적 검사 양성률을 비교하여 보았을 때 '우측과 좌측의 의도진전'과 '우측의 길항운동반복불능증'에서 유의하게 용접기간이 길수록 양성률이 높아지는 경향을 보였다($p(0.05)$). 그러나 파킨슨병과 유사한 질병은 한 명도 관찰되지 않았다.

2. 용접기간별로 이학적 검사와 요중 망간농도는 차이가 관찰되지 않았으나 혈중 망간농도는 유의한 차이가 관찰되었다($p(0.05)$).

3. 용접기간과 혈중 망간농도의 상관 계수는 0.16으로 유의한 양의 상관을 보였으나($p(0.01)$) 용접기간과 요중 망간농도는 상관계수가 0.06으로 유의한 상관을 보이지 않았다. 혈중 망간농도와 요중 망간농도의 상관계수는 0.34로 유의한 양의 상관을 보였다($p(0.01)$).

4. 무작위 추출로 뇌자기공명영상을 시행한 19명 중에서 13명(68.4%)에서 고신호강도의 소견이 관찰되어 망간 침착이 의심되었다. 이들을 용접기간별로 연령 보정하여 망간 침착 양성률을 비교해 보았을 때 용접기간에 따라 유의한 양성률이 관찰되지 않았다.

용접경력에 따라 망간 중독증의 비특이적인 증상과 징후가 유의하게 높게 관찰되었으나 파킨슨병 유사

질환은 관찰할 수 없었다. 혈중 망간농도와 신경과적 검사가 망간 중독의 폭로와 조기 진단에 유용하였다. 뇌자기공명영상의 고신호강도는 망간뇌증의 객관적 증거보다는 망간 축적의 증거로 판정함이 타당하다고 생각한다.

참고문헌

- 곽영순, 백남원. 모조선소의 밀폐된 작업장에서의 공기중 용접흡 및 증금속 농도에 관한 조사 연구. 한국산업위생학회지 1997;7(1): 113-131
- 광공업생산통계연감. 서울, 통계청, 1992
- 김지용, 임현술, 정해관, 백남원. 일부 망간취급 근로자의 망간폭로 및 건강위해에 관한 연구. 대한산업의학회지 1994;6(1): 98-112
- 김양호, 김재우, 이도켄고, 임현술, 신용철, 김규상 등. 망간중독이 의심되었던 용접공에서의 양전자방출단층촬영(PET) 결과. 대한산업의학회 1997년도 제 19차 추계학술대회 연제집
- 노동부. 근로자특수건강진단방법 및 직업병관리기준. 1994, 153-159
- 노동부. 유해물질의 허용농도. 1991.
- 노동부고시 제 88-70호 대한산업보건협회. 특수건강진단종합연보. 1983-1995
- 박정일, 노영만, 구정완, 이승한. 원광분쇄 작업장에서 의 망간폭로. 대한산업의학회지 1991;3(1): 111-118
- 윤두근. 자동 특수 용접공학. 성안당, 1991, 205-213
- 임현술, 김지용, 정해관, 정희경. 망간취급 여성근로자의 망간폭로 및 건강위해에 관한 연구. 대한예방의학회지 1995;28(2): 406-420
- Barbeau A, Inoue N, Cloutier T. Role of manganese in dystonia. In Eldridge R, Ed. Advances in Neurology, 14. Raven Press, New York, 1976
- Barbeau A. Manganese and extrapyramidal disorders. Neurotoxicology 1984;5: 13-36
- Bleecker ML. Parkinsonism: A clinical marker of exposure to neurotoxins. Neurotoxicol Teratol 1988;10: 475-478
- Calene DB, Langston JW. Aetiology of Parkinson's disease. Lancet 1983;24: 1457-1459
- Cawte J, Hams G, Kilburn C. Manganism in all neurological ethnic complex in Northern Australia [Letter]. Lancet 1987;30

- Chandra SV, Seth PK, Mankeshwar JK. Manganese poisoning; Clinical and biochemical observations. *Environ Res* 1974;7 : 374-380
- Chandra SV, Shukla GS, Srivastava RS. An exploratory study of manganese exposure to welders. *Clin Toxicol* 1981;18(4) : 407-416
- Clayton GD, Clayton FE. *Patty's industrial hygiene and toxicology*. 4th ed. New York, A Wiley-Interscience Publication, 1994, 2106-2124
- Cook DG, Fahn S, Brait A. Chronic manganese intoxication. *Arch Neurol* 1974;30 : 59-64
- Cotzias GC, Horiuchi MS, Fuenzalida S, Mena I. Clearance of tissue manganese concentrations with persistence of the neurologic picture. *Neurology* 1968;18 : 376-383
- Ejima A, Imamura T, Nakamura S, Saito H, Matsumoto K, Momono S. Manganese intoxication during total parenteral nutrition. *Lancet* 1992;339 : 426
- Florence TM, Stauber JL, Fardy JJ. Ecological studies of manganese on Groote Eylandt. In : "Manganese and metabolism" symposium, June 1987, Darwin, Australia. St. Lucia, Australia : Univ. of Queensland Printery [Limited release]
- Garbeau A. Manganese and extrapyramidal disorders. *Neurotoxicology* 1984;5 : 13-36
- Goldsmith, JR, Herishanu Y, Abaranel JM, Weinbaum Z. Clustering of Parkinson's disease points to environmental etiology. *Arch Environ Health* 1990;45 : 88-94
- Guidotti TL, Lappi VG, Lang rd S. Hazards of welding technologies. Rom WN. *Environmental and occupational medicine*. 2nd ed. New York, Little, Brown and Company, 1992, 831-841
- Hams GA, Fabri JK. An analysis for blood manganese used to assess environmental exposure. *Clinical Chemist* 1988;34(6) : 1121-1123
- Haerer AF. *Dejong's the neurologic examination*, 5th ed. Philadelphia, JB Lippincott Co., 1992, 294-488
- Hertzman C, Wiens M, Bowering D, Snow B, Calne D. Parkinson's disease : A case-control study of occupational and environmental risk factors. *Am J Ind Med* 1990;17 : 349-355
- Huang CC, Chu NS, Lu JD, Wang JD, Tsai JL, Tzeng JC, Wolters EC, Calne DB. Chronic manganese intoxication. *Arch Neurol* 1989;46 : 1104-1106
- Jankovic J, Beach J, Schwartz K, Contant C. Tremor and longevity in relatives of patients with Parkinson's disease, essential tremor; and control subjects. *Neurology* 1995;45 : 645-648
- Jonderko G, Kujawska A, Lamgauer-Lewovicka H. Problems of chronic manganese poisoning on the basis of investigations of workers at a manganese alloy foundry. *Int Arch Arbeit Med* 1971;28 : 250-264
- Markesberry WR, Ehmann WD, Hossain T, Alauddin M. Brain manganese concentrations in human and Alzheimer's disease. *Neurotoxicology* 1984;37 : 566-579
- Mena I, Horiuchi K, Burke K, Cotzias GC. Chronic manganese poisoning. Individual susceptibility and absorption of iron. *Neurology* 1969;19 : 1000-1006
- Mergler D, Huel G, Bowler R, Iregren A, Belanger S, Baldwin M. Nervous system dysfunction among workers with long-term exposure to manganese. *Environ Res* 1994;64 : 151-180
- Montgomery EB. Heavy metal and the etiology of Parkinson's disease and other movement disorders. *Toxicology* 1995;97 : 3-979
- Nelson K, Golnick J, Korn T, Carol A. Manganese encephalopathy : utility of early magnetic resonance imaging. *Br J Ind Med* 1993;50(5) : 510-513
- Newland MC, Ceckler TL, Kordower JH, Weiss B. Visualizing manganese in the primate basal ganglia with magnetic resonance imaging. *Experiment neurol* 1989;106 : 251-258
- Newland MC, Cox C, Hamada R, Oberdoerster G, Weiss B. The clearance of manganese chloride in the primate. *Fundam Appl Toxicol* 1987;9 : 314-28
- Osborn AG. *Diagnostic Neuroradiology*. Mosby-Year Book Inc, 1994, 748-784
- Pentschew A, Ebner FF, Kovatch RM. Experimental manganese encephalopathy in monkeys; A preliminary report. *J Neuropathol Exp Neurol* 1963;22 : 488-499
- Pollack S, George JN, Reba RC, Kauman RM, Crossy WH. The absorption of nonferrous metals in iron deficiency. *J Clin Invest* 1965;44 : 1470
- Rodier J. Manganese poisoning in Moroccan mines. *Br J Ind Med* 1955;12 : 21-35

- Roels H, Lauwerys R, Buchet JP, Genet P, Sarhan MJ, Hanotiau I, Fays MD, Bernard A, Stanesco D. Epidemiological survey among workers exposed to manganese : Effects on lung, central nervous system, and some biological indices. *Br J Ind Med* 1987;11 : 307-327
- Roels H, Lauwerys R, Genet P, Sarhan MJ, Fays M, Hanotiau I, Buchet JP. Relationship between external and internal parameters of exposure to manganese in workers from a manganese oxide and salt producing plant. *Am J Ind Med* 1987;11 : 297-305
- Roels HA, Ghyselen P, Buchet JP, Ceulemans E, Lauwerys RR. Assessment of the permissible exposure level to manganese in workers exposed to manganese dioxide dust. *Br J Ind Med* 1992;49 : 25-34
- Sferlazza SJ, Beckett WS. The respiratory health of welders. *Am Rev Respir Dis* 1991;143 : 1134-1148
- Shinotoh H, Snow BJ. MRI and PET studies of manganese-intoxicated monkeys. *Neurology* 1995;45 : 1199-1204
- Shukla GS, Singhal RL. The present status of biological effects of toxic metals in the environment : lead, cadmium, and manganese. *Can J Phy Pharmacol* 1984;62;1015-1031
- Sjögren B. Effects of Gases and particles in welding and soldering. In Zenz C, Dickerson OB, Horvath Jr. EP. *Occupational medicine*. 3rd ed. USA, Mosby-year book, Inc., 1994, 917-925
- Sjögren B, Iregren A, Frech W, Hagman M, Johansson L, Tesarz M, Wennberg A. Effects on the nervous system among welders exposed to aluminium and manganese. *Occup and Environ Med* 1996;53 : 32-40
- Smyth LT, Ruhf RC, Whitman NE, Dugan T. Clinical manganism and exposure to manganese in the production and processing of ferromanganese alloy. *J Occup Med* 1973;15 : 101-109
- Stern RM. Assessment of risk of lung cancer for welders. *Arch Environ Health* 1983;38(3) : 148-154
- Stern RM, Berlin A, Fletcher A, Hemminki K, Jarvisalo J, Peto J. International conference on health hazards and biological effects of welding fumes and gases. *Int Arch Occup Environ Health* 1986;57 : 237-246
- Suzuki Y, Mouri Y, Suzuki K, Nishiyama N, Fujii, Yano H. Study of subacute toxicity of manganese dioxide in monkeys. *Tokushima J Exp Med* 1975;22 : 5-10
- Tanaka S, Lieben J, Pa H. Manganese poisoning and exposure in Pennsylvania. *Arch Environ Health* 1969;19 : 674-684
- WHO. *Early detection of occupational disease*. Geneva, World Health Organization, 1986, 69-73
- Wang JD, Huang CC, Hwang YH, Chiang JR, Lin JM, Chenm JS. Manganese induced parkinsonism : an outbreak due to unrepaired ventilation control system in a ferromanganese smelter. *Br J Ind Med* 1989; 46 : 856-859
- Whitlock CM, Amuso SJ, Bittenbender JB. Chronic neurological disease in two manganese steel workers. *Am Ind Hyg Assoc* 1966;27 : 454-459
- William AB. *Recognition of health hazards in industry*. Canada, John Wiley & Sons Inc., 1981, 117-136
- Wolf GL, Baum L. Cardiovascular toxicity and tissue proton T1 response to manganese injection in the dog and rabbit. *AJRA* 1983;141 : 193-197
- Yamada M, Ohno S, Okayasu I, et al. Chronic manganese poisoning : a neuropathological study with determination of manganese distribution in the brain. *Acta Neuropathol* 1980;70 : 273-278
- Zayed J, Ducic S, Campanella G, Panniset JC, Andre P, Masson H, Roy M. Facteurs environnementaux dans l'étiologie de la maladie de Parkinson. *Can J Neurol Sci* 1990;17 : 286-291