

망간취급 여성근로자의 망간폭로 및 건강위해에 관한 연구

임현술·김지용·정해관·정희경

동국대학교 의과대학 예방의학교실

= Abstract =

A Study on the Manganese Exposure and Health Hazard among Manganese Manufacturing Woman Workers

Hyun Sul Lim, Ji Yong Kim, Hae Kwan Cheong, Hoe Kyung Cheong

Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Dongguk University

To study the health hazards and exposure status of manganese among female manganese workers, authors conducted airborne, blood and urine manganese concentration measurements, questionnaire and neurological examinations on 80 manganese-handling productive female workers(exposed group) in a manganese manufacturing factory in Pohang city and 127 productive female workers not handling manganese(control group) in other factories in the Pohang city.

The results are;

1. Geometric mean concentrations of manganese in air and urine were $0.98\text{mg}/\text{m}^3$ and $4.12\mu\text{g}/\text{l}$ and arithmetic mean concentration of manganese in blood was $6.94\mu\text{g}/\text{dl}$ in exposed group, significantly higher than those of control group($p<0.05$). However, clinical and laboratory findings in exposed group were not statistically different from those of control group.

2. As age increase, positive rates of clinical symptoms also increased in the exposed group. However, in older aged group, the positive rates of symptoms and signs were statistically

* 본 논문은 1994년 노동부의 직업병 예방을 위한 학술연구용역사업의 일환으로 수행되었음.

different from those of control group. We observed the same tendency in the positive rates of the neurological examinations.

3. There was statistically significant correlation between airborne and urine manganese concentrations($r=0.61$, $p<0.01$) while there was no statistically significant correlation between airborne and blood manganese concentrations($r=0.29$, $p>0.05$).

The results suggest that urine manganese concentration was the best appropriate biomarker to estimate the exposure to manganese in respect to clinical symptoms and signs. In the analysis of correlation between urine and airborne manganese concentrations, it is required to adjust the present permissible exposure level(PEL) of airborne manganese.

Key words : manganese, manganese exposure, chronic manganese poisoning, female workers

서 론

망간에 의한 건강장애는 주로 만성 중독에 의해 초래되는데 파킨슨씨병과 유사한 소견을 나타내며, 초기 증상으로는 식욕부진, 피로감, 두통, 무력감, 무관심, 수면장애, 기억력 및 집중력 장애, 탈력감, 하지 경련, 말초의 마비나 통증 등 불특정 다수의 증상 및 징후가 나타나고, 중독이 진행할 경우 근육의 이상긴장, 사지나 몸의 진전, 언어장애, 돌진증, 자세이상, 소자증 및 손가락의 사용에 장애가 오게 된다(Clayton과 Clayton, 1981). 망간에 의한 중독은 주로 망간광, 망간합금 취급, 망간의 제련, 망간이 함유된 세라믹, 벽돌 및 화학공장의 근로자와 망간 흡이 발생하는 용접작업, 이산화망간을 사용하는 건전지제조업, 과망간산칼륨 제조업 등에서 발생한다. 외국의 경우 19세기말 영국에서 최초의 중독사례가 보고되었으며, 망간 광에 근무하는 근로자의 경우 2%에서 최고 25%에 달하는 발생률로 보고되고 있다(Whitlock, 1966; Tanaka와 Lieben, 1969; Cook 등, 1974). 우리나라에서는 1991년 망간광석을 분쇄하여 용접봉 제조원료를 생산하는 업체에서 4명의 환자가 발생한 후 실시한 박정일 등(1991)의 역학조사 및 1993년 포항시의 망간제조업체의 남성 근로자를 대상으로 한 김지용 등(1994)의 연구가 있다.

본 조사자들은 1994년 망간취급업체에 종사하는 남

성 근로자들에 대한 망간에 의한 폭로군이 대조군에 비해 건강위해상 신경학적 증상 및 증후에서 유의한 양성 소견율의 차이를 보이고 있음을 알 수 있었다(김지용 등, 1994). 그러나 여성 근로자의 경우 폭로되는 작업 공정이 남성 근로자와 달랐으며, 폭로형태도 남성 근로자의 경우 전기로에서 발생하는 흡(노동부 허용기준; $1mg/m^3$)인데 반해 여성 근로자의 경우 파쇄과정에서 나오는 분진(노동부 허용기준; $5mg/m^3$)이었다(노동부, 1991). 또한 임상증상과 이학적 검사의 경우 여성 근로자의 연령 분포가 중년기에 집중되어 있어 남성 근로자와 비교할 수 없었으며 동일한 연령군의 적절한 대조군의 설정을 하지 못해 조사를 시행하지 못하였다.

따라서 이번 연구는 첫째, 망간취급 여성 근로자를 동일 연령군의 여성 대조군과 임상증상 및 이학적 검사를 비교하여 망간에 의한 건강장애를 살펴봄으로서 차후 건강 진단 설문지의 작성과 특수 건강 진단 검사 항목의 설정에 기초가 되게 하며, 둘째, 공기중, 혈중 및 요중 망간 농도와 임상증상 및 이학적 검사를 비교함으로써 차후 적절한 생체 지표로서의 검사 항목을 선정하는데 기초가 되게 하며, 셋째, 망간 취급 여성 근로자를 대상으로 망간분진의 폭로 실태를 조사하여 공기 중 망간 농도와 혈중 망간 농도, 요중 망간 농도와 의 연관성을 파악하여, 1994년도 연구결과인 망간 흡

과의 연관성을 비교함으로써 각각의 허용기준 및 정상 참고치를 비교하기 위하여 시행되었다.

연구 대상 및 방법

1. 연구대상

1) 폭로군의 선정

조사대상 망간취급업체 공장은 월 5,000톤 가량의 망간 원석을 수입하여 주문 수요에 따라 철망간이나 규소 망간을 생산하는 회사이다. 망간을 생산하는 공정을 살펴보면 망간 원석과 코크우스, 석회석 등을 생산품에 따라 일정비율을 전기로에 투입하여 1,500℃에서 가열한다. 출탕된 망간은 2톤 단위로 자연 냉각된 뒤 크레인으로 야외 파쇄장으로 옮겨져 손 망치로 일정한 크기(직경 5cm 가량)로 부수는데, 이곳에서 근무하는 근로자는 주로 40대의 중년여성들로 이루어져 있으며 파쇄로 인한 망간분진의 폭로가 일어난다. 파쇄부서 근로자의 평균 1인당 근무시간은 10시간이며 하루 작업량은 근로자의 숙련도에 따라 하루 2톤에서 5톤까지의 작업을 행한다. 이 부서에서 작업하고 있는 여성 근로자 80명을 망간 폭로군으로 선정하였다.

2) 대조군의 선정

조사대상과 같은 연령 대에 속하며 같은 지역에 소재하는 수산물 가공 공장에 근무하는 여성 근로자 66명과 포항공업단지 내 공장에서 근무하는 여성 근로자 61명 등 총 127명을 대조군으로 선정하였다. 이들은 일반건강진단 대상자로서 현재 직업력 및 과거력상 망간이나 그외 다른 유해물질이나 유해인자에 폭로가 없는 근로자들이다.

2. 연구방법

1) 설문 조사

망간에 의한 자각증상을 평가하기 위하여 여성 근로자들의 일반적인 사항, 과거 직업력 및 병력, 현 직업력 및 망간에 의해 초래될 수 있는 증상 등에 대해 설문지를 작성하였다. 설문 조사는 검진 전에 설문지를 배부하여 자기기입식 방법으로 시행하였으며, 시력 저하나 국문 해독 불가 등의 이유로 설문에 응할 수 없는 경우 의사 검진 전 조사자가 면접 조사하였다. 설문 응답시 누락된 항목에 대해서는 조사자가 직접 물어 확인하여 보충하였다.

2) 이학적 검사

혈압검사, 시력검사 및 악력검사를 시행하였으며, 가정 의학 전문의 2인에 의해 신경학적 검사를 시행하였다.

3) 공기중 망간농도의 측정

NIOSH Method 7300(NIOSH, 1984)에 따라 개인시료포집기(Personal Air Sampler, Gilian, USA)와 직경 35mm의 Mixed cellulose ester membrane filter(Milipore, GN type)를 이용하여 여성 근로자의 호흡영역에서 1.9-2.0lpm의 속도로 6시간 이상 측정을 하였다. 측정당시 망간을 취급하고 있던 37명을 대상으로 작업위치 및 작업 공정에 따라 시료를 교체하여 1인당 3~4회 이상 측정하였으며 망간을 취급하지 않는 대조군 근로자의 경우 분진 측정대상 여성 근로자 19명에 대하여 폭로군과 동일한 방법으로 측정하였다.

채취된 시료는 원자흡수분광 광도계(Shimatsu(日本), AA-6501F)의 Flame법을 이용하여 파장 257.6nm에서 분석하였다. 이때 공기를 통과하지 않는 시료는 다른 시료와 동일하게 처리한 후 blank로 하여 농도 계산시 이를 보정하였으며 시료에 대한 회수율을 구하여 보정하였다.

4) 혈중 및 요중 농도의 측정

건강 검진을 받는 여성 근로자를 대상으로 해파린 처리된 시험관에 혈액 10cc를 채취하였으며, 소변은 폴리프로필렌 병에 중간 소변 50cc 가량을 받아 냉장 보관으로 실험실까지 운송한 후 분석 전까지 실험실의 냉동고에서 -18℃에서 보관하였다. 검체는 1% TX-100 시약으로 각각 4배, 2배로 희석한 후 원자흡수분광 광도계(Shimatsu(日本), AA-6501F)의 Flameless법을 이용하여 Standard Addition법으로 분석하였다. 분석 값에 대한 결과는 반복분석결과 최소 3번의 분석 오차 값이 10%내에 드는 경우 이들 값의 평균으로 구하였다. 측정값은 요중 creatine값을 이용하여 보정하였다. 이때 원자흡수분광 광도계의 조건은 다음 표 1과 같이 설정하였다.

Table 1. Condition of atomic absorption for analysis of blood and urine manganese concentration

| | Temperature(℃) | Duration(sec) |
|-------------|----------------|---------------|
| Drying | 120 | 10 |
| Ashing | 500 | 20 |
| Atomization | 2300 | 3 |

3. 통계적 처리방법

모든 자료를 코딩한 후 SPSS/PC+를 이용하여 분석하였다. 측정치의 적합도 검사(Test of Goodness)는 Kolmogorov-Smirnov 검정으로 정규 분포 여부를 확인하였으며, 군간 양성률의 비교는 χ^2 -검정과 Fisher의 직접확률법을 이용하였다. 변수간 상관관계를 보기

위하여 단순 회귀분석을 시행하였고 상관계수를 구하였다(안윤옥, 1990).

연구결과

1. 공기중, 요중 및 혈중 망간 농도의 분포 및 폭로군과 대조군의 비교

공기중, 혈중 및 요중 망간 농도의 측정치의 분포상태를 살펴보고자 Kolmogorov-Smirnov test를 시행한 결과, 혈중 망간 농도의 결과치는 정규분포를 하는 반면 공기중 및 요중 망간 농도는 대수정규분포를 하였다.

표 2는 폭로군과 대조군의 공기중, 혈중 및 요중 망간 농도의 차이를 본 것이다. 폭로군의 공기중 망간 농도의 기하 평균값이 $0.98\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 대조군의 $0.13\text{mg}/\text{m}^3$ 에 비해 유의하게 높았으며($p < 0.01$), 폭로군의 요중 망간 농도의 기하 평균값은 $4.12\mu\text{g}/\text{l}$, 혈중 망간 농도의 산술 평균값은 $6.94\mu\text{g}/\text{dl}$ 로서 둘다 대조군에 요중 농도 $0.70\mu\text{g}/\text{l}$ 및 혈중 농도 $3.94\mu\text{g}/\text{dl}$ 에 비해 유의하게 높았다($p < 0.01$).

2. 폭로군과 대조군의 일반적 특성의 비교

일반적인 특성은 표 3에서 보는 바와 같이 연령, 교육수준, 흡연 여부, 음주 여부에 대한 유의한 차이를 보이지 않았으며, 신경 증상을 유발시킬 수 있는 다른 질환(일산화탄소 중독, 고혈압, 폐결핵, 간질환, 갑상선

Table 2. Airborne, blood and urine manganese concentration by exposure

| Contents | Exposure group | | | Control group | | |
|--|----------------|---------------------|-----------------------|---------------|------|-------|
| | No | G.M. [†] | G.STD ^{††} | No | G.M. | G.STD |
| Airborne Mn (mg/m^3) ^{**} | 37 | 0.98 | 2.24 | 19 | 0.13 | 3.18 |
| Urine Mn ($\mu\text{g}/\text{l}$) ^{**} | 80 | 4.12 | 3.90 | 127 | 0.70 | 4.10 |
| Blood Mn ($\mu\text{g}/\text{dl}$) ^{**} | No | A.M. ^{†††} | A.STD ^{††††} | No | A.M. | A.STD |
| | 80 | 6.94 | 3.96 | 127 | 3.94 | 2.38 |

* $p < 0.01$; by Student's t-test compared between exposure and control group

†; Geometric mean ††; Geometric standard deviation

†††; Arithmetic mean ††††; Arithmetic standard deviation

질환, 두부외상, 간질, 신경병, 빈혈)의 과거력에 대한 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).

3. 폭로군과 대조군의 임상증상

1) 임상증상

두 군간의 일반 증상 및 신경 증상의 양성률은 표 4에서 보는 바와 같이 폭로군의 양성률이 '자주 피곤하다'(62.5%), '팔이 자주 아프다'(45.0%), '다리가 자주 아프다'(35.0%), '전에 비해 땀이 자주 난다'(27.5%), '팔이 자주 뻗뻗해지고 힘이 없다'(25.0%) 등의 문항에서 대조군에 비해 유의하게 높았으며($p<0.01$), '잘 안 들린다'(13.8%), '소화가 잘되지 않는다'(13.8%), '조금만 일해도 숨이 차다'(12.5%), '기침이 자주 난다'(11.3%), '친한 사람들과 이야기할 때에 상대방이 하는 말을 잘 이해하지 못한다'(11.3%) 등의 문항에서도 대조군에 비해 유의하게 높았다($p<0.05$).

2) 임상증상의 연령별 비교

여성의 경우 의학적으로 40대 연령에 접어들면서 폐경기 증후군이 나타나며 50대부터는 각종 증상이 나타나게 되므로 망간에 의한 신경학적 증상과 비교하기 힘들게 된다. 따라서 각 임상증상의 양성률을 각 연령군별로 총화하여 비교하였다.

39세 이하 여성의 경우 두 군간의 일반 증상 및 신경학적 증상의 양성률은 표 4에서 보는 바와 같이 전 항목에서 폭로군과 대조군간의 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 반면 40세부터 49세 사이 여성의 경우 '전보다 성욕이 떨어진 것 같다'(14.3%) 문항의 양성률이 폭로군에서 대조군에 비해 유의하게 높았으며($p<0.01$), '자주 피곤하다'(65.7%), '기침이 자주 난다'(25.7%), '팔이 자주 아프다'(48.6%) 등의 문항의 양성률도 대조군에 비해 유의하게 높았다($p<0.05$). 50세 이상 여성의 경우 '다리가 자주 아프다'(45.7%), '다리가 자주 뻗뻗해지고 힘이 없다'(31.4%), '팔이 자주 뻗뻗해지고 힘이 없다'(29.4%) 등의 문항의 양성률이 폭로군에서

Table 3. General characteristics of study subjects by exposure (%)

| Contents | Exposure group | Control group |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Total number | 80 | 127 |
| Mean age(year) | 47.5±5.9 ^{††} | 47.1±8.0 ^{††} |
| Education level | | |
| Middle school or below | 69(86.3) | 101(79.5) |
| High school or above | 11(13.7) | 26(20.5) |
| Smoking | | |
| Yes | 7(8.8) | 10(7.9) |
| No | 73(91.2) | 117(92.1) |
| Drinking | | |
| Yes | 17(21.3) | 19(15.0) |
| No | 63(78.7) | 108(85.0) |
| Past or present disease | | |
| CO poisoning | 5(6.3) | 7(5.5) |
| Hypertension | 3(3.8) | 7(5.5) |
| Diabetes mellitus | -(0.0) | 2(1.6) |
| Others [†] | 12(15.0) | 22(17.3) |

† ; include diseases manifesting neurologic or psychiatric symptoms or signs such as thyroid disease, cardiovascular accident psychiatric disease, liver disease, epilepsy, pulmonary tuberculosis, neurosis, anemia

†† ; mean±SD

$p> 0.05$

대조군에 비해 유의하게 높았으며($p<0.01$), '자주 피곤하다'(68.6%), '팔이 자주 아프다'(45.7%), '전에 비해 땀이 자주 난다'(22.9%), '조금만 일해도 숨이 차다'(20.0%) 등의 문항의 양성률도 대조군에 비해 유의하게 높았다($p<0.05$).

3) 혈중 및 요중 망간 농도에 따른 임상증상의 비교

우리나라의 망간 혈중 및 요중 농도 정상 참고치는 각각 $10\mu\text{g}/\text{dl}$, $10\mu\text{g}/\text{l}$ 이다(노동부 1989). 이 기준을 적용하였을 때 혈중 정상참고치를 초과하는 근로자의 수는 11명(5.3%)인데 반해 요중 정상 참고치를 초과하는 근로자의 수는 23명(10.6%)이었다. 혈중 및 요중 망간 농도가 정상 참고치 미만인 군과 이상인 군으로 분류하여 각각의 임상 증상의 양성률을 비교해 보았다.

혈중 망간 농도에 의해 구분된 두 군간의 일반 증상 및 신경 증상의 양성률은 표 5에서 보는 바와 같이 폭로군과 대조군간에 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 반면 요중 망간 농도에 따른 두 군간의 일반 증상

Table 4. Positive rates of clinical symptoms among study subjects by age and exposure

| Contents | Age | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | Total | | 39≥ | | 40 – 49 | | 50≤ | |
| | Exposure group | Control group | Exposure group | Control group | Exposure group | Control group | Exposure group | Control group |
| Number of person | 80 | 127 | 10 | 28 | 35 | 50 | 35 | 51 |
| General weakness | 62.5** | 40.2 | 30.0 | 30.8 | 65.7* | 42.0 | 68.6* | 43.1 |
| Urinary frequency | 12.5 | 20.5 | 10.0 | 11.5 | 14.3 | 30.6 | 11.4 | 15.7 |
| Cough | 11.3* | 3.1 | – | – | 25.7* | 6.0 | – | 2.0 |
| Dyspnea | 12.5* | 4.7 | – | – | 11.0 | 6.0 | 20.0* | 5.9 |
| Anorexia | 13.8 | 17.3 | 20.0 | 19.2 | 11.4 | 20.0 | 14.3 | 13.7 |
| Hearing loss | 13.8* | 3.9 | – | – | 14.3 | 4.0 | 17.1 | 5.9 |
| Tinnitus | 17.5 | 9.4 | – | – | 25.7 | 12.0 | 14.3 | 11.8 |
| Decreased visual acuity | 17.5 | 29.1 | – | 15.4 | 17.1 | 24.0 | 22.9 | 41.2 |
| Tremor | 15.0 | 7.9 | – | 3.8 | 25.7 | 14.0 | 8.6 | 3.9 |
| Depression | 7.5 | 9.4 | – | 19.2 | 11.4 | 8.0 | 5.7 | 5.9 |
| Numbness | 32.5 | 42.5 | 50.0 | 26.9 | 28.6 | 44.0 | 31.4 | 49.0 |
| Insomnia | 10.0 | 11.0 | – | – | 14.3 | 16.0 | 8.6 | 11.8 |
| Difficulty in understanding | 11.3* | 3.9 | 20.0 | – | 11.4 | 4.0 | 8.6 | 5.9 |
| Amnesia | 25.0 | 26.0 | – | 11.5 | 22.9 | 32.0 | 34.3 | 27.5 |
| Nervousness | 20.0 | 22.0 | – | 23.1 | 20.0 | 22.0 | 25.7 | 21.6 |
| Difficulty in attention | 7.5 | 6.3 | – | 7.7 | 11.4 | 10.0 | 5.7 | 2.0 |
| Hypoesthesia | 10.0 | 4.7 | – | 7.7 | 14.3 | 6.0 | 8.6 | 2.0 |
| Anosmia | 5.0 | 2.4 | – | 7.7 | 5.7 | – | 5.7 | 2.0 |
| Personality change | 5.0 | 1.6 | 10.0 | – | 2.9 | 4.0 | 5.7 | – |
| Headache | 23.8 | 30.7 | 10.0 | 26.9 | 25.7 | 40.0 | 25.7 | 23.5 |
| Weakness, Upper extremities | 25.0** | 11.0 | 20.0 | – | 22.9 | 24.0 | 29.4** | 3.9 |
| Weakness, Lower extremities | 23.8 | 15.7 | 20.0 | – | 17.1 | 34.0 | 31.4** | 5.9 |
| Pain, Upper extremities | 45.0** | 21.3 | 30.0 | 19.2 | 48.6* | 22.0 | 45.7* | 21.6 |
| Pain, Lower extremities | 35.0** | 18.9 | 30.0 | 30.8 | 25.7 | 14.0 | 45.7** | 17.6 |
| Sweating | 27.5** | 10.2 | 10.0 | – | 37.1 | 20.0 | 22.9* | 5.9 |
| Walking difficulty | 7.5 | 3.9 | – | – | 5.7 | 4.0 | 11.4 | 5.9 |
| Libido change | 10.0 | 5.5 | – | 7.7 | 14.3** | – | 5.7 | 9.8 |
| Drooling | 2.5 | 1.6 | – | – | 8.6 | – | – | 3.9 |
| Difficulty in Writing | 7.5 | 6.3 | – | – | 5.7 | 10.0 | 2.9 | 5.9 |
| Dizziness | 20.0 | 18.1 | 20.0 | 26.9 | 14.3 | 20.0 | 11.4 | 11.8 |
| Speech disturbance | 1.3 | 3.9 | – | 7.7 | 5.7 | 6.0 | – | – |
| Behavioral change | 2.5 | 3.9 | – | 7.7 | 2.9 | 4.0 | 2.9 | 2.0 |
| Monotonous voice | 1.3 | 3.1 | – | – | 2.9 | 8.0 | – | – |
| Weak voice | 3.8 | 4.7 | – | – | 2.9 | 12.0 | 5.7 | – |
| Menstrual disturbance | 10.0 | 8.7 | – | 23.1 | 17.1 | 5.0 | 5.7 | – |

** $p < 0.01$ compared between exposure and control group

* $p < 0.05$ compared between exposure and control group

Table 5. Positive rates of clinical symptoms among study subjects by blood and urine manganese concentration

| Contents | Blood Mn Concentration | | Urine Mn Concentration | |
|-----------------------------|------------------------|-----------|------------------------|----------|
| | 10µg/dl ≤ | 10µg/dl > | 10µg/l ≤ | 10µg/l > |
| Number of person | 11 | 196 | 23 | 184 |
| General weakness | 54.5 | 48.5 | 78.3** | 45.7 |
| Urinary frequency | 9.1 | 17.9 | 8.7 | 18.5 |
| Cough | – | 6.6 | 13.0* | 5.4 |
| Dyspnea | 9.1 | 7.7 | 8.7* | 7.6 |
| Anorexia | – | 16.8 | 17.4 | 15.8 |
| Hearing loss | 18.2 | 7.1 | 26.1* | 5.4 |
| Tinnitus | – | 13.3 | 21.7 | 11.4 |
| Decreased visual acuity | 9.1 | 25.5 | 13.0 | 26.1 |
| Tremor | 18.2 | 10.2 | 26.1 | 8.7 |
| Depression | – | 9.2 | 13.0 | 8.2 |
| Numbness | 18.2 | 39.8 | 17.4 | 41.3 |
| Insomnia | 9.1 | 10.7 | 8.7 | 10.9 |
| Difficulty in understanding | – | 7.1 | 8.7* | 6.5 |
| Amnesia | 36.4 | 25.0 | 26.1 | 25.5 |
| Nervousness | 27.3 | 20.9 | 13.0 | 22.3 |
| Difficulty in attention | – | 7.1 | 8.7 | 6.5 |
| Hypoesthesia | 18.2 | 6.1 | 21.7 | 4.9 |
| Anosmia | – | 3.6 | 4.3 | 3.3 |
| Personality change | – | 3.1 | 4.3 | 2.7 |
| Headache | 27.3 | 28.1 | 26.1 | 28.3 |
| Weakness, Upper extremities | 18.2 | 16.3 | 39.1** | 13.6 |
| Weakness, Lower extremities | 27.3 | 18.4 | 43.5 | 15.8 |
| Pain, Upper extremities | 36.4 | 30.1 | 65.2** | 26.1 |
| Pain, Lower extremities | 36.4 | 24.5 | 30.4** | 24.5 |
| Sweating | 18.2 | 16.8 | 34.8** | 14.7 |
| Walking difficulty | – | 5.6 | 8.7 | 4.9 |
| Libido change | – | 7.7 | 8.7 | 7.1 |
| Drooling | – | 2.0 | 4.3 | 1.6 |
| Difficulty in Writing | 9.1 | 6.6 | 13.0 | 6.0 |
| Dizziness | 18.2 | 18.9 | 30.4 | 17.4 |
| Speech disturbance | – | 3.1 | 4.3 | 2.7 |
| Behavioral change | 9.1 | 3.1 | 4.3 | 3.3 |
| Monotonous voice | – | 2.6 | 4.3 | 2.2 |
| Weak voice | – | 4.6 | 4.3 | 4.3 |
| Menstrual disturbance | 9.1 | 9.2 | 17.4 | 8.2 |

** p < 0.01 compared between high and low concentration group

* p < 0.05 compared between high and low concentration group

Table 6. Positive rates of neurological examinations of among study subjects by age and expose

| Contents | Age | | | | | | | |
|-------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | Total | | 39 ≥ | | 40~49 | | 50 ≤ | |
| | Exposure group | Control group | Exposure group | Control group | Exposure group | Control group | Exposure group | Control group |
| Number of persons | 80 | 127 | 10 | 28 | 35 | 50 | 35 | 51 |
| Eye blinking | 3.8* | - | 10.0 | - | - | - | 5.7 | - |
| FTN(Finger to nose) | 10.8 | 4.7 | - | - | 5.7 | 4.0 | 17.1 | 7.8 |
| Appearance(masked face) | 1.3 | - | - | - | - | - | 2.9 | - |
| Tremor | 12.5** | 3.1 | 10.0 | - | 14.3** | 2.0 | 11.4 | 5.9 |
| RAM(Rapid arm movement) | 3.8 | 3.1 | - | - | 11.0 | - | 2.9 | 2.0 |
| HTS(Heel to shin) | 6.3** | - | - | - | 11.4* | - | 2.9 | - |
| Dystonia | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Bradykinesia | 5.0 | 4.7 | - | - | 2.9 | 8.0 | 8.6 | 3.9 |
| Abnormal posture | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Thinking process | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Power & tone | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Rigidity | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Drooling | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tandem walking | 7.5** | - | - | - | 14.3** | - | 2.9 | - |
| Romberg | 5.0* | - | - | - | 11.0* | - | 2.9 | - |

** p < 0.01 compared between exposure and control group

* p < 0.05 compared between exposure and control group

Table 7. Positive rates of neurological examinations among study subjects by the blood and urine manganese concentration

| Contents | Blood Mn Concentration | | Urine Mn Concentration | |
|-------------------------|------------------------|-----------|------------------------|----------|
| | 10µg/dl ≤ | 10µg/dl > | 10µg/l ≤ | 10µg/l > |
| Number of persons | 10 | 196 | 23 | 184 |
| Eye blinking | - | 1.5 | 4.3 | 1.1 |
| FTN(Finger to nose) | 27.3 | 5.6 | 17.4* | 5.4 |
| Appearance(masked face) | 9.1 | - | 4.3* | - |
| Tremor | 27.3 | 5.6 | 17.4 | 15.4 |
| RAM(Rapid arm movement) | 9.1 | 3.1 | 8.7 | 2.7 |
| HTS(Heel to shin) | - | 2.6 | 4.3 | 2.2 |
| Dystonia | - | - | - | - |
| Bradykinesia | 9.1 | 4.6 | 13.0 | 3.8 |
| Abnormal posture | - | - | - | - |
| Thinking process | - | - | - | - |
| Power & tone | - | - | - | - |
| Rigidity | - | - | - | - |
| Drooling | - | - | - | - |
| Tandem walking | - | 3.1 | 21.7 | ** 0.5 |
| Romberg | - | 2.0 | 13.0 | ** 0.5 |

** p < 0.01 compared between high and low concentration group

* p < 0.05 compared between high and low concentration group

및 신경 증상의 양성률은 '자주 피곤하다'(78.3%), '팔
이 자주 아프다'(65.2%), '다리가 자주 뻣뻣해지고 힘이
없다'(43.5%), '팔이 자주 뻣뻣해지고 힘이 없다'(39.
1%), '잘 안 들린다'(26.1%), '피부감각이 전보다 더 둔

해진 것 같다(21.7%) 등 문항의 양성률이 폭로군에서 대조군에 비해 유의하게 높았으며($p < 0.01$), '전에 비해 땀이 자주 난다'(34.8%), '손발이 자주 떨린다'(26.1%), '손발이 자주 저린다'(17.4%) 등 문항 양성률도 폭로군에서 대조군에 비해 유의하게 높았다($p < 0.05$).

4) 폭로군과 대조군의 이학적 검사 결과

1) 이학적 검사 결과

두 군간의 이학적 검사 결과는 표 6에서 보는 바와 같이 손의 진전(12.5%), 일렬 보행(7.5%), HTS(Heel to shin) 검사(6.3%)의 양성률이 폭로군에서 대조군에 비해 유의하게 높았으며($p < 0.01$), Romberg 검사(5.0%), 안검의 동작이상(3.8%)의 양성률도 폭로군이 대조군에 비해 유의하게 높았다($p < 0.05$).

2) 연령에 따른 이학적 검사의 비교

39세 이하 여성의 두 군간의 신경 증상의 양성률은 표 6에서 보는 바와 같이 폭로군과 대조군간의 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 반면 40세부터 49세 사이의 여성의 경우 일렬 보행(14.3%)의 양성률이 폭로군에서 유의하게 높았으며($p < 0.01$), 손의 진전(14.3%), HTS 양성(11.4%), Romberg 검사(11.0%)도 폭로군의 양성률이 유의하게 높았다($p < 0.05$). 50세 이상 여성의 경우 이학적 검사의 양성률은 폭로군과 대조군간의 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

3) 혈중 및 요중 망간 농도에 따른 이학적 검사의 비교

두 군간의 혈중 망간 농도에 따른 이학적 검사의 비교는 표 7에서 보는 바와 같이 손의 진전(27.3%), FTN(Finger to nose) 양성(27.3%)으로 폭로군의 양성률이 대조군에 비해 유의하게 높았다($p < 0.05$).

반면 요중 망간 농도에 따른 두 군간의 이학적 검사의 비교는 일렬 보행(21.7%), Romberg 검사(13.0%)가 폭로군의 양성률이 대조군에 비해 유의한 차이를 보였

으며($p < 0.01$), FTN 이상(17.4%), 가면안(4.3%)도 폭로군이 대조군에 비해 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

4) 폭로군 및 대조군의 임상 검사 결과의 비교

두 군간의 임상 검사 결과는 표 8에서 보는 바와 같이 혈압이나 혈구 용적치, 혈청 지오티, 혈청 지피티, 악력 검사 결과가 폭로군과 대조군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

Table 8. Comparison of laboratory findings by exposure

| Contents | Exposure Group (N=80) | Control Group (N= 127) |
|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Systolic blood pressure(mmHg) | 117.8 ± 16.4 | 119.3 ± 14.2 |
| Diastolic blood pressure (mmHg) | 76.7 ± 12.2 | 76.9 ± 11.2 |
| Hematocrit(%) | 40.0 ± 13.3 | 39.3 ± 14.2 |
| SGOT(IU) | 27.3 ± 11.4 | 28.5 ± 17.1 |
| SGPT(IU) | 25.7 ± 17.5 | 27.4 ± 15.1 |
| Grip strength right(kg) | 23.9 ± 2.7 | 22.6 ± 5.8 |
| Grip strength left(kg) | 23.9 ± 3.4 | 22.1 ± 6.5 |

$p < 0.05$

5) 공기중 망간 농도와 혈중, 요중 망간 농도의 상관관계

그림 1과 2는 개인별 공기중 망간 농도 측정이 가능했던 56명의 공기중 망간 농도에 대한 혈중 및 요중 망간 농도의 상관관계를 본 것으로, 공기중 망간 농도와 혈중 망간 농도의 상관관계수 r 의 값은 0.24 이었으며, 공기중 망간 농도와 요중 망간 농도의 상관관계수 r 의 값은 0.61 로 유의한 상관관계를 보였다($p < 0.01$). 그림 3은 혈중 및 요중 망간 농도 측정이 가능한 전 근로자에 대한 혈중 및 요중 망간 농도 간의 관계를 나타낸 것으로 상관관계수 r 의 값은 0.29로 상관관계를 보이지 않았다($p > 0.05$).

고 찰

망간의 만성 중독의 정도는 진행상황에 따라 3기로 나눈 분류가 잘 인용되고 있다(Rodier, 1955). 1기(전 구기)로는 두통, 전신권태, 탈력감, 식욕부진, 기억력저

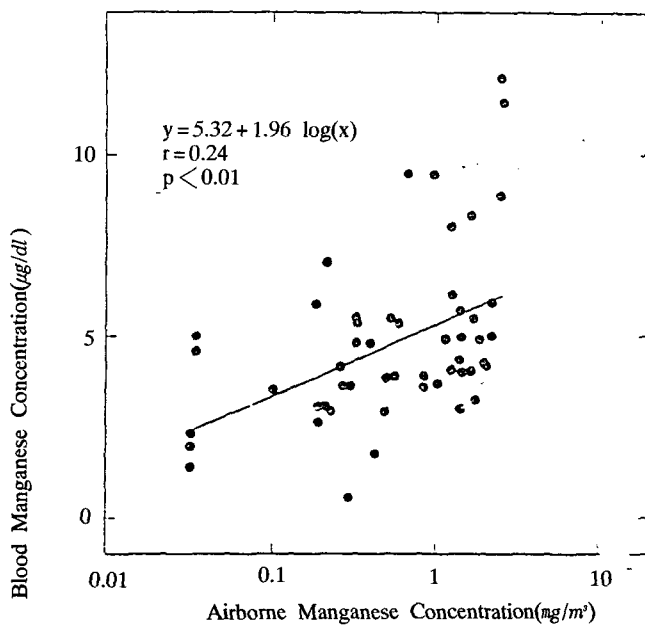


Figure 1. Correlation between blood and airborne manganese concentration

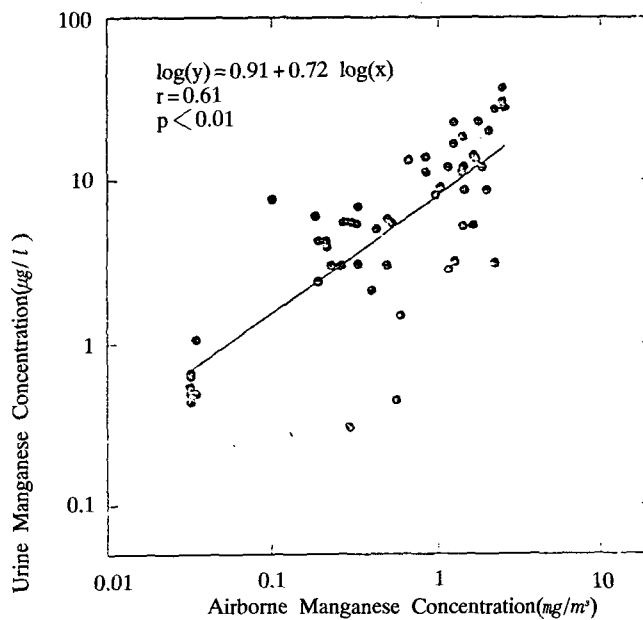


Figure 2. Correlation between urine and airborne manganese concentration

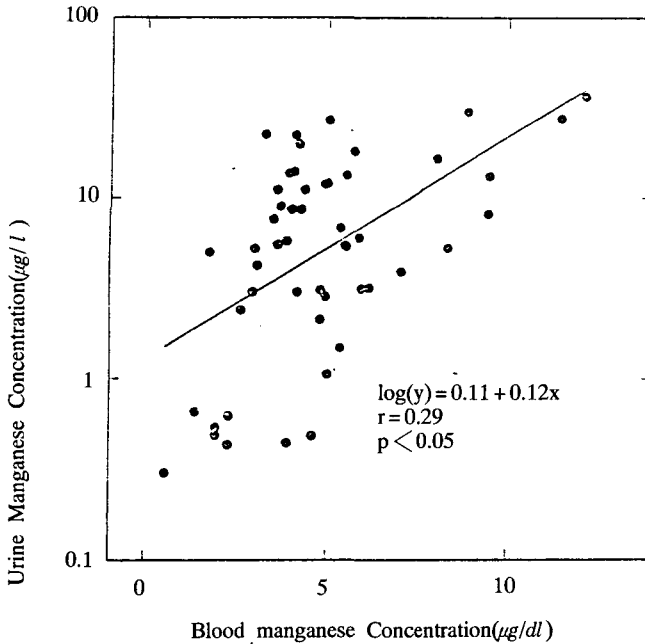


Figure 3. Correlation between urine and blood manganese concentration

하, 어지러움, 무관심, 무기력, 불면, 성욕 감퇴, 유연, 발한 항진, 이상 지각, 근육통, 요통, 손의 진전 등 다양한 증상이 보여진다. II기(중간기)에는 위에서 언급한 일부 증상이 악화되는 것과 더불어 타각적으로 회화 장애, 근력 저하, 운동 장애 등의 신경 증후가 차차 나타나는 시기이다. 정신 증상으로는 강박 웃음(특히 강박 울음)이 보이는 경우가 있다. 이는 원인 없이 갑자기 일어나며 억제가 불가능한 경우도 있다. III기(확립기)에는 정신 증상은 어느 정도 소실하지만 신경증상이 점차 심해진다. 신경 증후는 추체외로증후를 중심으로 추체로 증후, 소뇌 증후도 나타난다. 즉 근긴장 항진, 과다 동작, 표정 소실, 가면안, 보행 장애, 측방 돌진, 후방 돌진, 언어 장애(단조), 진전, 심부반사 항진, 때로는 병적 반사 출현, 소서증 등이 있다. Whitlock 등은 여러 보고에서 신경 증후의 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%), 보시(13%), 추체로 장애(13%)를 열거하고 있다 (Whitlock 등, 1966).

본 조사에서는 폭로군에서 호소한 임상증상중 전신 권태, 근육통, 발한 항진, 탈력감 등의 증상의 양성률이 폭로군이 대조군에 비해 유의하게 높았다($p < 0.01$). 이를 연령별로 살펴보면 30대 이하 여성의 경우 폭로군이 대조군과 유의한 차이를 보이는 임상 증상이 없었는데 이는 근무기간이 짧아 폭로기회가 적어 망간에 대한 만성 증상이 나타나지 않았다고 보여진다. 40대 여성의 경우 성욕 감퇴, 기억력 감퇴와 같은 정신신경계통의 증상의 양성률이 대조군에 비해 높게 나타나고 50대로 들어가면서 이러한 정신신경계통 증상들을 호소하는 대조군의 비율이 높아지면서 유의한 차이를 다시 보이지 않게 되고 상하지의 근육통, 감각 이상과 같은 골관절 계통, 호흡기 계통의 증상, 전신적 증상의 양성률이 높아진다.

혈중 망간 농도와 요중 망간 농도의 차이에 의한 임상 증상 양성률의 비교를 보면 혈중 망간 농도에 따른

차이는 보이지 않는 반면 요중 망간 농도에 의한 임상 증상의 양성률은 전신 권태, 근육통, 상하지의 탈력감, 청력 장애, 지각 장애, 발한 항진, 진전, 이상 지각에 대한 문항이 대조군에 비해 유의하게 높았다($p < 0.05$). 이러한 차이를 나타내는 문항들은 위의 연령 구분 없이 비교한 내용들과 일치하는 내용이 많음을 알 수 있다. 또한 본 조사자들이 1994년도에 시행한 망간 취급 남성 근로자에게서 유의한 차이를 보인 발한 항진, 이상 지각, 성욕 감퇴, 시력 장애, 진전 등을 포함하고 있다 (김지용 등, 1994).

그러나 망간 취급 남성 근로자의 임상 증상 양성률의 차이를 설명하는데 설문지에 대한 응답의 신뢰도의 문제를 고려해야 한다. 여성 근로자의 경우 공기중 망간 농도, 혈중 및 요중 망간 농도의 값과 신경학적 검사 소견 양성률도 망간 취급 남성 근로자들에 비해 전반적으로 높은 반면 임상 증상의 양성률이 떨어지는 양상을 보이는데 이는 첫째, 중년 이상의 여성들의 학력이 전반적으로 남성에 비해 낮으며, 둘째 우리 나라 처럼 유교의 영향을 받은 경우 여성의 자기 비하나 체념을 통한 소극적인 태도 등으로 인하여 설문에 대한 인지도나 이해도, 설문에 대한 응답의 형태가 남성의 경우와 차이가 있으므로 설문의 신뢰도가 낮을 수도 있다고 생각된다. 그러나 이러한 사회적인 이유로 인하여 호소율이 낮아졌다고 보면 결론의 유의성을 약화시킬 뿐 결론의 방향을 바꾸지는 않으리라고 생각한다.

폭로군과 대조군의 이학적 검사는 손의 진전, 일렬 보행, HTS 검사, Romberg 검사, 안검의 동작 이상이 대조군에 비해 폭로군이 유의하게 높았다. 이러한 결과는 안검의 동작 이상, 가면안에서 유의한 차이를 보인 남성 근로자를 대상으로 조사한 결과와 비교하여 볼 때 여성에게 있어 신경학적 검사가 중요하다고 볼 수 있다. 또한 임상 증상과 마찬가지로 이학적 검사에서도 연령에 의한 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 즉 30대 이하 여성이나 50대 이상의 연령의 여성에게 있어 폭로군과 대조군의 이학적 검사상 뚜렷한 차이를 볼 수 없는 반면, 40대 여성의 경우 일렬 보행, 손의 진

전, HTS 검사, Romberg 검사에서 대조군에 비해 폭로군의 양성률이 유의하게 높았다. 혈중 및 요중 망간 농도에 따른 이학적 검사를 비교해 보면 요중 농도 초과군에서는 일렬 보행, Romberg 검사, FTN 검사, 가면안에서 폭로군의 양성률이 대조군에 비해 유의하게 높았다.

위의 결과로 미루어 볼때 여성에 있어서 망간의 건강 영향을 평가하는데 이학적 검사가 중요하다고 볼 수 있겠으나, 남성의 경우와 달리 폭로군과 유의한 차이를 보이지는 않지만 대조군에서도 신경학적 이상 소견을 보이는 수가 절대적으로 많았다는 점이다. 이는 성별과 연령에 따른 영향으로 보이며 여성의 경우 신경학적 이상 소견을 보인다고 반드시 망간의 영향이라고 보기는 힘들고 다른 소견들과 병행하여 판단하여야 한다고 생각한다.

망간 분진에 폭로된 여성 근로자들에 대한 공기중 망간 농도에 대한 생체 지표를 살펴볼 때 폭로를 가장 잘 반영하는 것은, 상관계수의 값이 0.24인 혈중 망간 농도보다 상관계수의 값이 0.61인 요중 망간이라고 보여진다. 이는 1994년 조사한 남성 근로자들이 폭로된 망간 흡에 대한 연구에서 공기중 망간 농도에 대한 혈중 망간 농도와의 상관계수의 값이 0.49임에 반해 요중 망간 농도와의 상관계수의 값이 0.60으로 높은 점을 비교해 볼 때 요중 망간 농도가 혈중 망간 농도보다 폭로 정도의 반영에 더 적합하다고 생각한다. 공기중 망간 농도와 요중 망간 농도 사이의 상관관계를 살펴본 다른 연구에서 $r=0.67$ 라는 밀접한 상관관계를 나타낸 것 (Keefer 등, 1970)과 동일한 결과를 보여준다고 할 수 있다. 또한 이같은 결과는 정상인과 망간 정련 작업자, 건전지 제조 근로자, 용접봉 제조 근로자의 공기중, 혈중 및 요중 망간 농도의 상관관계를 연구한 다른 역학 조사 결과(田中, 1966; Horiuchi 등, 1970)에서도 동일하였다.

현재 우리나라에서는 직업병 인정시 선별기준에 의한 혈중, 요중 망간 농도에 대한 정상 참고치는 각각 $10\mu\text{g}/\text{dl}$, $10\mu\text{g}/\text{l}$ 을 적용하고 있다(노동부, 1989). 이를 기준으로 하여 이 기준값 미만의 측정값을 나타낸 군

과 그 이상인 측정값을 나타낸 군에 대한 임상 증상 및 이학적 검사를 비교해 보면, 임상 증상에서는 혈중 망간 농도에 대한 이상군과 미만군간에 유의한 차이를 보인 증상이 없는 반면, 요중 망간 농도이상군과 미만군간에는 유의한 차이를 보이는 증상이 많았으며, 폭로군과 대조군의 임상 증상의 결과(표 4)와 비교하여 볼 때 비슷한 소견을 보이고 있다는 사실은 상당히 흥미롭다. 즉 이러한 사실을 고려하여 볼 때 요중 망간 농도가 혈중 망간 농도보다 폭로에 대한 증거로서 더욱 활용도가 높다고 볼 수 있다. 또한 기준에 설정되었던 요중 망간 농도에 대한 정상 참고치인 $10\mu\text{g/l}$ 은 임상 증상 및 이학적 검사의 비교를 볼 때 적절하게 설정되어 있다고 생각한다.

본 조사에서는 공기중 망간분진의 농도와 요중 망간 농도와의 상관관계가 높음을 밝혔다. 따라서 요중 망간 농도의 정상참고치를 $10\mu\text{g/l}$ 라고 보았을 때 이에 대한 공기중 망간분진의 농도의 산출이 가능하다. 그림 1을 보면 두 농도의 상관 방정식은

$\log(\text{요중 망간 농도}(\mu\text{g/l})) = 0.91 + 0.72 \log(\text{공기중 망간분진 농도}(\text{mg/m}^3))$

임을 알 수 있다. 따라서 요중 망간 농도 $10\mu\text{g/l}$ 에 대한 공기중 망간 분진 농도를 계산하여 보면 약 1.36mg/m^3 가 됨을 알 수 있다. 우리나라 작업환경측정 망간 분진에 대한 허용 기준인 5mg/m^3 을 비교하여 볼 때 상당히 낮은 농도에서 망간에 대한 유소견자가 나올 수 있다는 사실을 알 수 있다. 반대로 위의 공식에 공기중 망간분진 농도 허용기준인 5mg/m^3 을 대입하여 보면 이에 대응하는 요중 망간 농도는 약 $25\mu\text{g/l}$ 가 됨을 알 수 있다.

이러한 사실은 1994년 조사한 망간 흡에 의한 분석에서도 같은 내용의 결과를 얻을 수 있다. 두 농도와의 상관 방정식은

$\log(\text{요중 망간 농도}(\mu\text{g/l})) = 1.38 + 1.07 \log(\text{공기중 망간흡 농도}(\text{mg/m}^3))$

로서, 요중 망간 농도 $10\mu\text{g/l}$ 에 대한 공기중 망간흡 농도를 계산하여 보면 약 0.44mg/m^3 가 됨을 알 수 있다. 우리나라 작업환경측정 망간흡에 대한 허용기준인

1mg/m^3 을 비교하여 볼 때 상당히 낮은 농도에서 망간에 대한 유소견자가 나올 수 있다는 사실을 알 수 있다. 반대로 위의 공식에 공기중 망간흡 농도 허용기준인 1mg/m^3 을 대입하여 보면 이에 대응하는 요중 망간 농도는 약 $24.0\mu\text{g/l}$ 가 됨을 알 수 있다.

이러한 결과는 외국의 참고문헌에서도 살펴보면, 사람에서 신경학적 영향을 나타낼 수 있는 폭로 수준은 $0.14\text{--}0.30\text{mg/m}^3$ 범위였다(Whitlock 등, 1966, Tanaka와 Lieben, 1969, Rosenstock 등, 1971, Cook 등, 1974, 佐野 등, 1978). 이들 연구가 용량-반응 곡선을 나타내는데는 충분하지 않으며 각 폭로 형태가 분진인지 흡인지를 분명히 밝히지 않았지만 Rosenstock 등은 0.14mg/m^3 의 중등도 농도에 폭로된 근로자에게서 신경행동학적 이상 소견이 나타남을 보고하고 있다(Rosenstock 등, 1971). 또한 1mg/m^3 의 농도에 폭로된 근로자에게서 조기 신경학적 영향을 찾아낸 佐野(1978)의 연구에 의해 지지되었다.

결론적으로 요중 망간 농도가 혈중 망간 농도에 비해 망간 분진이나 망간 흡에 대한 폭로 정도를 반영하는데 가장 적절하며, 현재의 정상 참고치인 $10\mu\text{g/l}$ 가 적절한 기준임을 고려할 때 이를 예방하기 위한 망간 분진이나 망간 흡에 대한 작업환경의 허용 기준치의 하향 조정이 필요하다고 생각한다.

결론

망간취급업체에 종사하는 여성 근로자의 망간폭로 실태 및 건강장해를 파악하고자 망간취급업체에서 근무하면서 망간에 폭로되는 여성 생산직 근로자 80명을 폭로군으로, 같은 연령대의 망간에 폭로되지 않는 여성 생산직 근로자 127명을 대조군으로 선정하여 작업 중 공기중 망간 농도 및 근로자들의 혈중 및 요중 망간 농도를 측정하여 연관성을 파악하였으며, 신경학적 증상에 관한 설문조사, 신경학적 검사를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 망간 취급업체의 작업 공정에 대한 공기중 망간 분진 농도의 기하 평균값은 0.98mg/m^3 이었으며 대조군

의 망간 분진 농도의 기하평균값은 $0.13\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 유의한 차이를 보였다($p<0.01$).

2. 망간 취급업체 여성 근로자의 혈중 망간 농도의 산술평균값은 $6.94\mu\text{g}/\text{dl}$ 이었으며 요중 망간 농도의 기하평균값은 $4.12\mu\text{g}/\text{l}$ 로서 각각의 값이 $3.94\mu\text{g}/\text{dl}$, $0.70\mu\text{g}/\text{l}$ 인 대조군에 비해 유의하게 높았다($p<0.01$).
3. 폭로군에서 호소한 임상증상은 전신권태(62.5%), 근육통(45.0%), 발한항진(27.5%), 탈력감(25.0%)이 대조군에 비해 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).
4. 연령에 따른 임상증상의 차이를 비교해 보면 30대 이하에서는 차이가 별로 보이지 않다가 40대에서 유의한 소견을 보이는 증상이 증가하였으나 50대 이후에는 감소하였다.
5. 요중 망간 농도 정상참고치를 초과하는 군과 초과하지 않는 군과의 비교에서는 정상참고치를 초과하는 군에서 유의하게 높은 호소율을 보이는 증상이 많았다. 반면 혈중 망간 농도의 정상참고치를 초과하는 군과 초과하지 않는 군과의 비교에서는 호소율의 차이가 유의한 증상이 관찰되지 않았다.
6. 신경학적 검사에 대한 비교에서는 손의 진전(12.5%), tandem gait(7.5%), HTS 양성(6.3%)이 대조군에 비해 폭로군에서 양성율이 유의하게 높았으며($p<0.01$), Romberg 양성(5.0%), 안검의 동작이상(3.8%)이 대조군에 비해 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).
7. 혈압, 헤마토크리트, 혈청 지오티, 혈청 지피티, 악력치는 양군간에 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).
8. 공기중 망간 농도와 혈중 망간 농도의 상관계수는 0.24이었으며 공기중 망간농도와 요중 망간 농도의 상관계수는 0.61로서 유의한 상관관계가 있었다($p<0.01$). 혈중과 요중 망간 농도간의 상관계수는 0.29로서 유의한 상관관계가 없었다.

이상의 결과로 망간취급업체에 종사하는 근로자들에 대한 임상증상의 호소율이나 이학적 검사의 양성율의 측면에서 요중 망간 농도가 혈중 망간 농도에 비해 폭로정도를 반영하는데 적절한 지표라고 생각하며, 요

중 망간 농도에 대한 정상참고치를 기준으로 할 때 공기중 망간 농도의 허용기준을 하향 조정하는 것이 바람직하다고 사료된다. 차후 이에 관한 연구와 함께 만성 망간중독의 조기 진단을 위한 진단항목의 개발을 위한 계속적인 연구가 이루어져야 한다.

참고문헌

- 김지용, 임현술, 정해관, 백남원. 일부 망간취급 근로자의 망간폭로 및 건강장해에 관한 연구. 대한산업의학회지 1994 : 6(1) : 98-112
- 노동부. 근로자 특수건강진단 방법 및 직업병 관리기준 개정. 1989, 쪽 325-329
- 노동부. 유해물질의 허용농도 노동부고시 제 91-22호. 서울, 1991, 쪽 54
- 박정일, 노영만, 구정완, 이승한. 원광분쇄 작업장에서의 망간폭로. 대한산업의학회지 1991 : 3(1) : 68
- 안윤옥. 실용의학 통계론. 서울, 서울대학교 출판부, 1990
- Clayton GD, Clayton FE. *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*, New York, A Wiley-Interscience Publication, 1981, pp 1749-1769
- Cook DG, Fahn S, Brait KA. *Chronic manganese intoxication*. Arch Neurol, 1974 : 30 : 59
- 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
- Keefer RC, Barak AJ, Boyett JD. *Binding manganese and transferrin in rat serum*. Biochem Biophys Acta 1970 : 21 : 390
- NIOSH: Manual of Analytical Method, vol 1. *Method 7300-1 US DHHS(NIOSH) Publication No.84-100*, NIOSH, Cincinnati, Ohio, 1984
- Rodier J. *Manganese poisoning in Moroccan miners*. Brit J Ind Med 1955 : 12 : 21
- Rosenstock HA, Simons DG, Meyer JS. *Chronic manganism. Neurologic and laboratory studies during treatment with levodopa*. JAMA 1971 : 217 : 1354
- Tanaka S, Lieben J. *Manganese poisoning and exposure in pennsylvania*. Arch Environ Health 1969 : 19 : 674

Whitlock CM. *Chronic neurological disease in two manganese steel workers. Am Ind Hyg Assoc J* 1966 : 27 : 454

田中成昭: 都市在住健康日本人の血液, 尿及び尿中マンガ

ン量に関する研究. 阪市醫誌 1966; 15(9-10): 371
佐野晴洋, 山下節義, 川西正佐. 京都府下元マンアン鍍採掘
作業従事者におけるマンアン中毒の實態について. 第
51回日本産業衛生學會講演集 1978, pp. 572-575
