

모 수은취급사업장의 작업환경 개선 및 근로자 작업전환 효과에 관한 연구

고려대학교 의과대학 예방의학교실

장 성 훈 · 김 광 종

= Abstract =

A Study on the Effect of Improvement in Work Environment and of Segregation in a Fluorescent Lamp Manufacturing Factory

Soung Hoon Chang and Kwang Jong Kim

*Department of Preventive Medicine
College of Medicine, Korea University*

This research was conducted to evaluate the effect of improvement in work environment and of segregation in a fluorescent lamp manufacturing factory.

Among the total of 80 workers, 8 workers whose mercury concentration in urine reached a hazardous level (200-299 $\mu\text{g}/\text{l}$) were moved to mercury free workplace. The follow-up examination for their mercury concentration in urine was done three times ; on May 3, 1988, September 1, 1988 and April 3, 1989.

The results were as follows :

1. Mercury concentration in the air was reduced from 0.140 to 0.107 mg/m^3 in 4 months, and to 0.087 mg/m^3 in one year after environmental improvement in workplace. However the level still exceeded the Threshold Limit Value.
2. The geometric mean of urinary mercury concentration among 80 workers was 173.0 $\mu\text{g}/\text{l}$ (5.1 ~ 458.6 $\mu\text{g}/\text{l}$). The distribution of workers according to urinary mercury concentration showed that 9 workers (11.2%) were above the mercury poisoning level (300 $\mu\text{g}/\text{l}$), 24 workers (30.0%) were 200-299 $\mu\text{g}/\text{l}$, 35 workers (43.8%) were 50-199 $\mu\text{g}/\text{l}$, and 12 workers (15.0%) were below 50 $\mu\text{g}/\text{l}$.
3. Among the 24 workers whose urinary mercury concentration was 200-299 $\mu\text{g}/\text{l}$, 8 were able to be followed up. Their mean urinary mercury concentration before segregation was 244.9 $\mu\text{g}/\text{l}$, but decreased to 151.4 $\mu\text{g}/\text{l}$ in four months, 128.8 $\mu\text{g}/\text{l}$ in six months, and 46.8 $\mu\text{g}/\text{l}$ in one year after segregation.

Key Words: Mercury concentration, Segregation, Fluorescent lamp manufacturing factory, mercury poisoning/level, Threshold limit value.

I. 서 론

수은은 고대에서부터 현대에 이르기까지 각종 산업에 다양하게 사용되고 있는 중금속 중의 하나이다. 즉 체온계, 혈압계 등의 의료기구제조, 형광등, 수은등의 조명등제조, 금·은·동의 아말감제조, 기압계, 수은전지제조, 염소제조공장에서 수은전극을 사용한 전기분해작업, 모자용 모피 또는 펠트제조에서의 착색제 등 그 이용도는 매우 광범위하다.

역사적으로 수은중독에 대한 연구는 1557년 프랑스인 Jean Fernel이 당시 이뇨제로 사용된 수은화합물에 의한 중독증상들을 처음 기술하였고, Ramazzini(1713), Sollman 등(1928), Hunter등(1940), Ashe등(1953)의 연구 보고가 있었으며 20세기에 들어와 각국에서는 공업화와 더불어 집단 수은중독이 발생하였다. 직업으로 인한 수은중독 발생은 영국, 프랑스, 미국의 중절모 제조 근로자에서 (Neal 등, 1938; Baldi 등, 1953) 발견된 것이 보고된 이래 우리나라에서도 최근 모 형광등제조업체에서 수은중독이 보고되었으나 국내에서 발생한 직업성 수은중독에 대해 연구된 바가 거의 없다.

수은은 금속수은, 무기수은, 유기수은으로 대별할 수가 있으며 이중 형광등 제조에는 금속수은이 사용된다. 금속수은은 상온에서 은빛의 액체상태이며 쉽게 증발하는 특성을 가지고 있기 때문에 수은중독의 예방을 위한 작업환경의 관리와 근로자의 보건교육 및 건강관리를 소홀히 할 경우 수은중독을 일으킬 위험이 커지게 된다.

이에 본 연구는 모 형광등업체에서 형광등 제조공장 바닥의 개조, 국소배기 시설의 설치, 수동배기 시설에서 자동배기 시설로 대체, 근로자에 대한 보건교육실시등 개선대책을 실시하기 전과 후의 개선효과를 파악하기 위하여 작업장 공기중의 수은농도를 측정하였다. 또한 건강관리의 일환으로 요중수은을 정량 측정하였고, 요중수은량이 300 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이상자는 입원치료 시켰으며, 수은중독의 위험이 있는 200-299 $\mu\text{g}/\text{l}$ 에 해당자는 공기중수은이 오염되지 않은 타부서로 작업전환 시킨 후 요중수은 배설량의 추이를 파악하고자 3차에 걸쳐 요중수은량을 추적조사하였다. 이러한 실증자료를 통하여 향후 형광등업체에서 수은중독 예방관리 수립에 도움이 되고자 본 연구를 시도하였다.

II. 조사대상 및 방법

1. 조사대상

본 연구의 조사대상자는 경기도에 소재한 모 형광등제조업체의 작업부서인 진공 배기부서, 씨링부서, 베이싱부서에서 금속수은 증기에 폭로된 근로자 80명을 대상으로 선정하였다. 이들 근로자의 일반적인 인적 특성으로 남녀 각각 40명(50.0%)이었고, 평균연령은 25.7세(18-47세), 평균근속년수는 2.9년(0.1-21년)이었다 (Table 1, 2).

Table 1. Age distribution of the study population

Age(years)	Number of workers(%)
-19	5 (6.2)
20-24	39 (48.1)
25-29	23 (28.4)
30-	13 (16.0)
Total	80(100.0)

Table 2. Work duration of the study population

Work duration(years)	Number of workers(%)
-1	24 (30.0)
1-3	30 (37.5)
3-	26 (32.5)
Total	80 (100.0)

2. 조사방법

1) 작업장 공기 중 수은농도 측정

조사대상자가 근무하는 작업장의 공기중 수은농도 측정을 작업환경 개선이 실시되기 전인 1988년 5월과 개선이 실시된 후인 1988년 9월과 1989년 4월 등 3차에 걸쳐 시행하였다. 개인 시료포집기(Personal air sampler, Gilian Instru. Corp., U. S. A.)에 midget impinger를 부착하고 흡수액 $\text{KMnO}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ 10ml를 사용하여 근로자의 호흡기 위치에서 유속 1.5 l/min로 30분동안 채취하였으며, 측정회수는 1일 8시간 작업 중 6회이상으로 하

여 시간가중 평균치로 나타내었다.

포집한 흡수액은 환원기화법(多田治等, 1979)에 준하여 전처리한 후 원자흡광 광도계의 cold vapor generator (Atomic Absorption Spectrophotometer, IL-551, England)를 이용하여 파장 253.7 nm에서 측정하였다. 이때 공기를 통과시키지 않은 흡수액을 모든 시료와 동일하게 처리한 후 blank로 하여 농도 계산시에 이를 보정하였다.

그리고 작업환경 개선에 의한 유해물질 발산이 억제되는 개선효과율을 판정하기 위하여 다음과 같은 공식을 이용하였다 (정규철, 1980).

n : 효과율(%)

$$n = \frac{W_i - W_e}{W_i} \times 100$$

W_i : 환경개선 전의 환경조건

W_e : 환경개선 후의 환경조건

2) 요중 수은량 측정

소변 10 ml에 KMnO₄ 0.5g을 가하여 용해시킨 후 황산(H₂SO₄) 1 ml를 가하고 하룻밤 방치한다. 20% NH₂OH-HCl 용액을 가하여 과량의 KMnO₄를 환원시켜서 탈색시킨후 환원기화 장치에 옮긴다. 소포제인 인산나트륨(NaH₂PO₄) 한방울을 가한뒤 10% SnCl₂-0.5N HCl용액 2 ml와 3% 염산 Cystein 용액을 가하고 흔들어 준 뒤 증류수로 전량을 100 ml로 만든다. 이 용액을 원자흡광광도계의 mercury generator에 넣은 후 40% NaOH 용액 4 ml를 가하고 stirring하여 파장 253.7 nm에서 측정하였다. 측정된 각 요중 수은량은 요비중으로 보정하였다.

3) 작업전환 후 요중 수은량 추적조사

1988년 5월에 대상자 전원에 대하여 요중수은을 정량하였고 그 결과 요중수은량이 300 µg/l 이상자는 입원치료 시켰으며, 200-299 µg/l에 해당자는 공기중 수은이 오염되지 않은 타 부서로 작업전환을 시킨 뒤 1988년 9월, 11월과 1989년 4월의 3차에 걸쳐 요중 수은량을 추적 조사하였다.

Ⅲ. 조사성적 및 고찰

1. 공기 중 수은농도

생산공정 중 수은을 직접 취급하는 진공배기 부서는 형광등 표면을 가열시킨 후 내부의 공기를 배기시키고

수은을 주입하는 작업공정이다. 따라서 진공배기 부서는 수은으로 인해 작업장 공기를 오염시키는 유일한 오염원이며 이 오염원으로 인해 타 부서까지 수은오염이 확산된다.

공기중 수은오염의 주요인은 배기대의 도자관인 수은 주입통에 수은을 붓다가 간혹 실수하여 수은을 작업장 바닥에 쏟거나 수은이 주입된 형광등이 파손되므로써 공기를 오염시키거나, 진공배기 펌프의 수은증기가 누출되어 공기중의 수은농도를 높게 된다(박승희, 1989).

또한 국소배기 시설이나, 자동진공배기시설, 작업장 바닥의 재질등도 공기중 수은농도에 큰 영향을 미치는 요소이다.

본 연구의 대상사업장의 작업환경 개선내용을 보면 Table 3의 결과 같이

Table 3. Contents of improvement in work environment

Content of improvement	After improvement	
	Before improvement (1988. 5)	(1988. 9)
Local ventilator (Equipped / Total)	0 / 7	7 / 7
Automatic vaccum rotary machine(Equipped / Total)	3 / 7	7 / 7
Material of floor	Cement Concrete	Epoxy resin
Number of health education	1	4

작업환경의 개선은 1988년 5월부터 시작하여 1988년 9월에 완료되었으며 작업환경 개선전인 1988년 5월에는 7대의 배기대에 설치된 기존 배기시설은 상방외부식 원형후드로써 배풍기등의 동력장치 부착이 전부하였고, 주 오염원인 수은주입 봉합반에 국소배기 시설이 미설치되었으나, 개선후인 1988년 9월 이후는 각 배기대에 동력장치가 부착된 외부식 원형후드의 국소배기 시설이 설치되었다. 또 7개의 진공배기대중 자동 진공배기대는 개선전에는 3대 뿐이었으나 개선 후에는 7대 모두 자동 진공배기대로 대체하였으며, 작업장 바닥도 시멘트 콘크리트에서 매끄러운 에폭시수지로 개조되었다. 보건교육실시는 1988년 1월 경기도 모 형광등업체에서 수은 중독자가 집단으로 발견된 후 1988년 5월에 처음으로 보건교육이 실시되었으나, 1988년 5월 이후는 매월 1회 이상 수은중독을 비롯한 각종 직업병 예방관리에 관

하여 보건교육이 실시되고 있었다.

국소배기 시설의 설치, 자동진공배기대의 증설, 작업장 바닥의 개조등 작업환경 개선에 따른 공기중 수은농도의 추이를 파악하기 위하여 1988년 5월부터 1989년 4월 까지 3차에 걸쳐 진공배기 부서의 공기중 수은농도를 추적조사한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Changes of mercury concentration according to improvement of work environment(unit : mg / m³)

Date	No. of Sample	A, M, ±S, D.	GM**	Range
1988. 5. 3	10	0.143±0.064	0.140	0.093-0.274
1988. 9. 1	21	0.124±0.066	0.107	0.039-0.216
1989. 4. 3	15	0.107±0.084	0.087	0.045-0.279

Note : + indicates arithmetic mean±standard deviation
++ indicates geometric mean

즉 작업환경 개선이 이루어지지 않았던 1988년 5월에 측정된 공기중 수은농도는 기하평균 0.140 mg / m³이 었으나 개선후인 1988년 9월에는 0.107 mg / m³, 1989년 4월에는 0.087 mg / m³으로 나타나, 1988년 5월에 비하여 공기중 수은농도의 개선효과율은 각각 23.6%, 37.9%를 나타냈으나 공기중 허용농도를 여전히 초과하였다.

이와 같은 결과에서 오염원에 대한 국소배기 시설의 설치, 자동진공배기대의 증설, 시멘트 콘크리트 바닥 구멍이나 틈이 없는 에폭시수지로 개조, 파손된 형광등의 수시 수거, 근로자에 대한 보건교육 실시등에 의하여 공기중 수은농도가 감소하는 경향을 보이고는 있으나 보다 적합하고 효율적인 국소배기 시설의 고안, 수은주입 방법의 개선, 진공배기 펌프의 수은누출 방지등 앞으로의 개선방안이 더욱 검토되어야 할 것으로 생각된다. I. L. O. (1983)에 의하면 진공배기 부서등에 국소배기 시설등을 설치하여도 공기중 수은농도는 허용농도를 가끔 초과하는 경우가 있다고 지적하였으며, 이런 부서에 근무하는 근로자의 건강관리를 위해서는 정기적인 건강진단과 요중 수은량을 수시로 측정하여 관리할 필요가 있다고 하였다.

2. 요중 수은량 분포

1988년 5월에 요중 수은량을 검사한 결과 요중 수은량별 근로자의 분포는 Table 5와 같다.

Table 5. Distribution of mercury exposed workers by urinary mercury concentration

Hg level(μg / l)	No. of workers	%
-49	12	15.0
50-199	35	43.8
200-299	24	30.0
300-	9	11.2
Total	80	100.0
Geometric Mean (μg / l)	173.0	
Range (μg / l)	5.1-458.6	

즉 수은중독의 선별기준(노동부, 1989)인 300 μg / l 이상자는 9명(11.2%)으로 나타났으며, 200-299 μg / l 군은 24명(30.0%), 50-199 μg / l 군은 35명(43.8%), 49 μg / l 이하군은 12명(15.0%)이었다. 전 근로자의 평균 요중 수은량은 173.0 μg / l(5.1-458.6 μg / l)로 나타났다. 본 성적은 박승희등(1989)과 장미영등(1989)이 발표한 형광등업체 근로자의 요중 수은량이 각각 97.1, 111.8 μg / l로 나타난 것보다는 높게 나타났으나 Langolf등(1978), Levin등(1982), Smith등(1983)이 Chloralkali공장 근로자를 대상으로 한 결과나 吉田總등(1981)이 수은온도계공장 근로자를 대상으로 한 결과보다는 낮은 양을 나타냈다. 이러한 차이는 대상업체의 생산공정의 시설이나 설비조건, 수은사용량, 국소배기 시설의 공학적 대책, 작업방법, 보건교육실시등의 제반요인의 차이에 의해 기인되었다고 생각된다.

3. 작업전환 후 요중 수은량의 추적조사

전 근로자에 대한 요중 수은량을 측정된 결과에 따라 건강관리를 위한 사후대책의 일환으로 요중 수은량이 300 μg / l 이상자는 입원치료시켰으며, 200-299 μg / l에 해당자 24명에 대해서는 공기중 수은이 오염되지 않은 타 부서로 작업전환 시킨 후 요중 수은량의 추이를 파악하고자 3차에 걸쳐 추적조사를 시행하였다. 그러나 이

들 중 16명은 추적조사 중 퇴사하였거나 휴직하였으므로 8명에 대해서만 추적조사가 가능하였다. 따라서 이들에 대한 요중 수은량을 경시적으로 추적 조사한 결과 요중 수은량의 기하평균치는 작업전환 전인 1988년 5월에는 244.9 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이었으나 작업전환 시킨지 4개월 후인 1988년 9월에는 151.4 $\mu\text{g}/\text{l}$, 6개월 후인 1988년 11월에는 최초의 수치보다 47.4%가 감소한 128.8 $\mu\text{g}/\text{l}$ 를 나타내어 처음수치보다 반감하였으며, 1년후인 1989년 4월에는 46.8 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 정상수준을 나타내었다 (Table 6).

Table 6. Follow up of 8 workers for urinary mercury concentration after segregation

Date	Urinary mercury concentration ($\mu\text{g}/\text{l}$)		
	A. M. \pm S. D.*	G. M.**	Range
1988. 5	245.7 \pm 15.6	244.9	228.3-277.5
1988. 9	161.1 \pm 57.0	151.4	104.9-243.8
1988. 11	134.1 \pm 41.7	128.8	81.0-189.3
1989. 4	48.7 \pm 13.7	46.8	28.9-66.0

Note : + indicates arithmetic mean \pm standard deviation
 ++ indicates geometric mean

中明등(1975)은 저농도의 수은증기에 폭로된 근로자의 요중 수은배설의 반감기는 약 40일로 상당히 완만하다고 하였으며 Piotrowski등(1975)은 요중 수은배설량은 반감기가 약 70일로 매우 천천히 저하된다고 하였다. 또한 Cherian등(1978)은 ^{197}Hg 또는 ^{203}Hg 를 흡수한 사람의 약물역동학적 연구의 결과에서 체내중 신장에서 수은축적량이 가장 높으며, 신장에서의 반감기는 64일로 가장 길고, 폭로 중지후 7일간의 뇨중 배설량은 체내 축적량의 2.4%에 지나지 않는다고 하였다. 그외에도 금속수은의 생물학적 반감기(Michael등, 1973; Hursh등, 1976; Singer 등, 1987)는 본 연구에서 보인 6개월보다는 매우 짧았다. 장미영등(1989)은 근로자를 작업전환시키지 않고 환경만 개선한 뒤 추적조사한 결과 요중 수은량이 221 $\mu\text{g}/\text{l}$ 에서 154.3 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 30.3%의 감소함을 보고하였다. 그러나 본 연구에서 요중 수은량의 반감되는 기간이 긴 이유는 앞으로 더 연구해야 할 과제로 생각된다.

근로자 개개인의 작업전환전 기준년도의 요중 수은량과 작업전환후의 각 검사기간에 있어서 요중 수은량과의 실제 차이를 비교한 결과 (Table 7) 기준년도에 비해 증

Table 7. The decrease of urinary mercury concentration for 8 workers according to segregation (unit : $\mu\text{g}/\text{l}$)

Workers	Initial data (1988. 5)	The net decrease of urinary mercury concentration		
		1988. 9	1988. 11	1989. 4
A	236.3	47.0	66.3	170.3
B	240.3	142.1	159.9	177.5
C	254.2	144.1	147.0	214.2
D	234.4	9.2	45.1	201.4
E	228.3	-15.5	40.1	199.4
F	277.5	91.3	164.6	219.8
G	240.9	114.2	126.7	191.4
H	253.2	148.3	143.7	201.9
Mean \pm S. D.		85.1 \pm 53.8	117.8 \pm 52.4	196.9 \pm 16.9
		N. S.		P < 0.01

Note : N. S. indicates statistically not significant

가한 예는 작업전환을 시킨 4개월후인 1988년 9월에 8명 중 1명에 불과하였으며, 작업전환을 시킨 기간이 갈수록 각 개인의 요중 수은감소량은 증가하는 경향을 보였고, 작업전환 시킨 후 기준년도와 비교하여 각 기간에 있어서 요중 수은감소량의 평균치는 85.1, 111.7, 196.9 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 증가하였다. 평균 요중 수은 감소량은 작업전환을 시킨 6개월 후인 1988년 11월과 1년 후인 1989년 4월간에는 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

그러므로 금속수은 중독에 대한 생물학적 모니터링의 지표로서 사용되는 요중 수은량은 체내폭로의 지표로서 뿐만 아니라 근로자의 사후관리에 대한 지표로서 널리 활용되어야 하겠다.

IV. 결 론

본 연구는 모 형광등 제조업체를 대상으로 작업환경 개선을 실시한 후 공기중 수은농도를 측정하여 개선효과를 평가하였으며 또한 이 업체에 종사하는 근로자 80명 중 요중 수은량 위험수준 (200-299 $\mu\text{g}/\text{l}$)을 보인 8명을 작업전환시킨후 요중 수은량의 추이를 파악하기 위하

여 1988년 5월부터 1989년 4월까지 3차에 걸쳐 요중 수은량을 추적조사하였다. 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 공기중 수은농도는 작업환경 개선전에는 0.140 mg/m^3 이었으나 개선을 한 후 4개월에서는 0.107 mg/m^3 , 1년에는 0.087 mg/m^3 로 각각 23.6%, 37.9%의 감소를 나타냈으나 공기중 수은의 허용농도는 초과하였다.

2. 총 80명 근로자의 요중 수은량은 기하평균 $173.0 \mu\text{g/l}$ ($5.1-458.6 \mu\text{g/l}$)이었으며, 수은중독의 선별기준인 $300 \mu\text{g/l}$ 이상자는 9명 (11.2%), $200-299 \mu\text{g/l}$ 군은 24명 (30.0%), $50-199 \mu\text{g/l}$ 군은 35명 (43.8%), $49 \mu\text{g/l}$ 이하군은 12명 (15.0%)이었다.

3. 요중 수은량이 $200-299 \mu\text{g/l}$ 군중 3차의 추적조사가 가능했던 8명의 작업전환전의 요중 수은량은 기하평균 $244.9 \mu\text{g/l}$ 이었으나 작업전환 4개월 후에는 $151.4 \mu\text{g/l}$, 6개월 후에는 $128.8 \mu\text{g/l}$, 1년 후에는 $46.8 \mu\text{g/l}$ 로 정상수준을 나타냈었다.

참 고 문 헌

노동부. 근로자 특수건강진단 방법 및 직업병 관리기준. 1989; 쪽 294-298

박승희. 모 형광등업체에 있어서의 공기중 수은농도 및 뇨중 수은량 조사. 고대 석사논문 1989; 쪽 13-16

장미영, 김광중, 염용태. An intervention study on the outbreak of occupational mercury poisoning. 고대의대 논문집 1989; 1: 26

정규철. 최신산업보건학. 탐구당, 1980; 쪽 29

吉田稔, 山村行夫. 水銀蒸氣暴露者の尿中排泄되는金屬水銀. 水銀溫度計の工場調査. 産業醫學 1981; 23: 422

多田治, 中明賢二. 環境有害物の測定과評價. 上卷, 無機編, 勞動科學研究所 1979; pp.116

中明賢二. 水銀蒸氣暴露에 의한實驗的 研究. 勞動科學 1975; 51(12): 705-716

Ash WF, Largent EJ, Dutra FR, Hubbard DM, Blackstone M. Behavior of mercury in the animal organism following inhalation. Arch Ind Hyg Occup Med 1953; 19-43

Bald G, Vigliani EC, Zurlo N. Chronic mercurialism in felt hat industries. Abstract. Arch Ind Hyg Occup Med 1953; 8: 487

Cherian MG, Hursh JB, Clarkson TW, Allen J. Radioactive mercury distribution in biological fluids and excretion in human subjects after inhalation of mercury vapour. Arch Env Health 1978; 33: 109-114

Hunter D, Bomford RR, Russell DS. Poisoning by methyl mercury compounds. Quart J Med 1940; 9: 193

Hursh JB, Clarkson TW, Cherian MG, Vostal J. Clearance of mercury vapor inhaled by human subjects. Arch Env Health 1976; 31: 302-309

I. L. O. Encyclopedia of Occupational Health and Safety. 3rd ed. Geneva, I. L. O., 1983; pp.1332-1335

Langolf GD, Chaffin DB, Henderson R, Whittle HP. Evaluation of workers exposed to elemental mercury using quantitative tests to tremor and neuromuscular functions. Ind Hyg Assoc J 1978; 39: 976-978

Levin SP, Cavender GD, Langolf GD, Albers JW. Elemental mercury exposure. Peripheral neurotoxicity. Br J Ind Med 1982; 39: 136-139

Michael H, Utidjian D. Criteria for a recommended standard... Occupational exposure to inorganic mercury. J Occup Med 1973; 15: 909-914

Neal PA, Jones RR. Chronic mercurialism in the Hatters' fur-cutting industry. JAMA 1938; 110: 337-343

Piotrowski JK., et al. Excretion kinetics and variability of urinary mercury in workers exposed to mercury vapour. Intern Arch Occup Env Health 1975; 35: 245-256

Ramazzini B. Disease of workers. De Morbis Artificum. Translated by Wright WC from Diatriba, 1713. New York, Hafner, 1964

Singer R, Roseman KD. Peripheral neurotoxicity in workers exposed to inorganic mercury compounds. Arch Env Health 1987; 42: 181-184

Smith PJ, Langolf GD, Goldberg J. Effects of occupational exposure to elemental mercury on short term memory. Br J Ind Med 1983; 40: 413-419

Sollman T, Schreiber NE. Chemical studies of acute poisoning from mercury bichloride. Arch Intern Med 1928; 57: 46-62