

## 이황화탄소 폭로가 혈압에 미치는 영향에 관한 분석적 연구

박종태<sup>1</sup> · 김해준<sup>1</sup> · 염용태<sup>1</sup> · 백도명<sup>2</sup>

고려대학교 의과대학 예방의학교실<sup>1</sup>, 서울대학교 보건대학원<sup>2</sup>

= Abstract =

### An Analytic Study on the Effect of Carbon Disulfide on the Blood Pressure

Jong Tae Park<sup>1</sup>, Hae Joon Kim<sup>1</sup>, Yong Tae Yum<sup>1</sup>, Do Myung Paek<sup>2</sup>

*Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Korea University<sup>1</sup>,  
Department of Occupational Health, School of Public Health, Seoul National University<sup>2</sup>*

To investigate the effect of carbon disulfide on blood pressure, the BP measurements in the periodic health examination results and the medical records of factory clinic were reviewed. The study subjects were composed of 1336 male and 544 female workers, who were categorized into three groups by the exposure status-highly exposed, moderately exposed and non-exposed group.

The results of the study were as follows ;

1. The age-adjusted mean systolic and diastolic BP of male workers were 122.35 mmHg/79.11 mmHg in highly exposed, 121.57 mmHg/79.05 mmHg in moderately exposed and 122.67 mmHg/82.27 mmHg in non-exposed group.  
For female workers, BPs were 115.13 mmHg/74.49 mmHg in moderately exposed and 113.48 mmHg/74.30 mmHg in non-exposed group.
2. In multiple regression analysis of maximum BP against Age and tenure, the slope coefficients of age and tenure on the systolic BP were 0.379, 0.667 respectively and those on the diastolic BP were 0.331, 0.405 respectively in highly exposed male workers. Tenure was a significant variable in this study. For female workers, however the slope coefficients of tenure on BP were significant only for systolic BP of moderately-exposed group.
3. In multiple regression analysis of Bp against age, cumulative exposure index (CEI), cholesterol, all the variables showed significant slope coefficients in male, but age and CEI on systolic BP were significant for female workers ( $P < 0.05$ ).

4. In the multiple analysis of the amount of Bp change and the velocity of Bp change among male workers, the slope coefficients of tenure tended to increase as exposure level increased.

Among female workers, the slope coefficients of tenure were significant on the amount of Bp change and the velocity of Bp change in moderately exposed group.

---

**Key words:** carbon disulfide, systolic and diastolic blood pressure, slope coefficient, coefficient of determination (R-square)

## 서 론

### 1. 연구의 배경 및 필요성

이황화탄소는 휘발성이 강한 무색의 맑은 액체상 물질로서 1796년 독일의 화학자 W. A. Lampadius에 의하여 최초로 발견된 후 반세기동안 여러 질환의 치료에 이용되다가 고무, 레진, 유황, 인, 옥소 등에 대해 용매로서의 작용이 알려지면서 1800년대 중반부터 공업분야에 이용되기 시작하여 산업에서 대규모로 이용된 것은 19세기 중반 경화과정이 필요한 고무공장과 인건사 공장에서였다. 오늘날 이황화탄소는 주로 비스코스 레이온과 셀로판을 생산하는 데 사용되며 사염화탄소의 제조에도 중요한 물질이다. 그의 화학실험실에서 추출제, 농산물에 대한 훈증제와 살충제, 부식방지제 등으로도 사용된다.

이황화탄소의 인체내 흡수는 주로 증기흡입에 의하며 피부를 통하여서도 흡수되나 거의 무시할 정도이며 마시게 되면 소화기를 통해 급속히 흡수된다. 일단 체내에 흡수된 이황화탄소의 8~20%는 호기로, 10% 미만은 뇨로 배설되고 70~90%는 체내에서 대사된다. 이 과정에서 이황화탄소가 생체에 독성작용을 일으키게 된다. 이황화탄소에 의한 독성작용은 19세기 중반 고무공장 근로자에서 급성신경증을 보고한 Delpech (1863)에 의해 최초로 기술된 이래 1900년대까지 고무공장 근로자에서 이황화탄소 중독사례가 다수 보고되었다. 이후 인건사제조업의 발달과 함께 이황화탄소에 의한 중독이 심각한 문제로 대두되었

는데 Vigliani는 인건사 공장에서 16례의 이황화탄소 중독 환자를 보고하면서 3례의 부검에서 뇌의 대, 중동맥 경화와 신장과 그외 장기의 모세혈관 초자화를 주병리상으로 하는 소견을 발견하고 이를 encephalovascular diffusa sulfocarbonica라 명명한 바 있다.

이황화탄소에 의해 나타날 수 있는 임상 양상은 매우 다양하여, 신경계 장애, 안장해, 신장해, 심혈관계 장애, 간장 장애, 내분비 장애 등을 일으키는 것으로 알려져 있다. 이중 많은 건강장애가 혈관의 동맥경화성 변화에 의한 것으로 이러한 변화는 20 ppm 정도의 농도에 장기간 폭로된 사람에게 주로 망막증, 신부전, 단백뇨, 뇌혈관장애에 의한 정신신경증상을 초래한다. 영국의 mortality study에서는 인건사 공장에서 관상동맥질환의 발생률이 높음을 보고하였다(Tiller, 1968). 이후 이러한 보고는 Finland에서의 코호트 연구와 15년간의 추적연구 결과에서 확인된 바 있다(Nurminen, 1985). 미국에서도 레이온 공장에서 동맥경화성 심질환에 의한 사망률이 더 높음을 후향적 코호트 연구를 통해 보여 주었다(MacMahon, 1988).

이처럼 이황화탄소가 관상동맥질환의 직업성 위험요인 중 하나로 비교적 잘 알려져 있으나, 순환기 질환의 근원적 원인이 되는 고혈압에 미치는 영향에 대한 연구사례는 적을 뿐만 아니라 그 연구결과 또한 일치하지 않는 것으로 나타났다. Vertin(1977)은 이황화탄소 폭로군과 비폭로군 사이에 유의한 혈압의 차이가 없다고 보고하였고

Sugimoto 등(1984)에 의해서도 354명의 폭로군과 성과 연령을 짝지운 177명의 비폭로군에 대한 연구에서 혈압과 혈중 콜레스테롤의 농도에 특별한 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 그러나 Egeland 등(1992)은 이황화탄소 폭로군의 확장기 혈압과 LDL 농도는 비폭로군에 비해 유의하게 높고 이러한 경향은 폭로군만 놓고 보았을 때 고폭로군에서 저폭로군보다 더 강한 경향을 보인다고 하였다. 또한 이황화탄소가 혈압을 상승시키는 기전에 대해서도 확실히 밝혀진 정설은 없으나 갑상선 기능의 저하와 catecholamine 대사에 변화를 초래함으로써 지질대사와 혈관조절 기능에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 우리나라의 경우에는 이황화탄소에 폭로된 근로자에서 고혈압의 유병률이 폭로되지 않은 군보다 높게 나타났다는 일부 보고가 있었으나(이규백 등, 1990; 이은일 등, 1992; 서울대 보건대학원 역학조사반, 1992) 이황화탄소 폭로가 혈압에 미치는 영향에 대해 구체적으로 연구한 논문은 드물다 할 수 있다.

우리나라에서 1987년 이황화탄소에 의한 중독환자가 원진레이온 근로자에서 처음으로 진단된 이래, 1993년 5월까지 직업병에 의한 이황화탄소 중독으로 진단받은 원진레이온 근로자는 총 228명에 이르고 있다. 1993년 6월로 국내 유일의 인건사 공장이던 원진레이온이 폐업하게 되었지만 직업병 발생문제 등으로 아직도 많은 수의 원진레이온 근로자가 직업병 판정을 위한 검사를 받고 있으며, 직업병 판정을 받지 못한 근로자들도 판정결과에 수긍하지 않고 계속적인 검사를 요구하고 있는 상황으로 중독의 진행성 여부에 따라 직업병자의 수가 더 늘어날 수도 있는 상황이다.

1993년 5월에 이황화탄소 중독에 대한 업무상 질병인정기준이 개정되면서 고혈압이 추가되었다. 이황화탄소 폭로가 고혈압을 초래할 수 있는지에 대한 충분한 연구검토 없이 인정기준에 인구의 약 10%의 유병률을 보이는 고혈압이 추가된 것은 과도한 이황화탄소에 폭로된 원진레이온 근로자들에 대하여 직업병 인정의 폭을 넓게 하

게 위한 것으로 생각된다. 본 연구는 1987년부터 1992년까지의 남녀 근로자 1,880명의 혈압측정 자료를 이용하여 이황화탄소 폭로가 혈압에 미치는 영향을 연구함으로써 이황화탄소에 의한 직업성 중독을 진단하는데 참고자료로 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

## 2. 연구의 목적

이황화탄소는 다채로운 임상증상과 인체의 여러 장기를 침범하는 특성을 갖고 있어 직업병 진단이 매우 까다롭다 할 수 있다. 이에 노동부는 이황화탄소에 의한 직업병 진단기준을 명확히 하기 위해 1991년 9월 직업병 인정기준을 제정하였으나 직업병 판정을 둘러싼 논란은 계속되었고 1992년 5월 서울대학교 보건대학원의 역학조사를 계기로 새로운 인정기준이 제정된 상황이다. 즉 장애를 인정하는 기준이 완화된 방향으로 진행되어 이황화탄소중독에 의한 것인데도 중독으로 인정되지 않는 경우를 최소화하는 기준이 마련된 것이었다.

그러나 1993년 6월 원진레이온이 폐업을 선언하게 되고, 이로써 이황화탄소 폭로에 의한 직업병자의 새로운 발생 가능성은 없어졌다 할 수 있지만 과거 폭로자들에 대한 이황화탄소에 의한 질병의 경과 및 진행성 여부를 관찰하여 이황화탄소중독의 자연사를 밝히는 연구는 계속되어야 할 것이다.

일본에서는 이황화탄소중독의 전형적인 증상으로 뇌혈관 질환보다는 고혈압과 신경화증 같은 신장해가 주로 관찰되는데 비해(Sakurai, 1982) 서구에서는 70년대 이후에 심장질환에 대한 연구가 활발히 이루어져 이황화탄소 폭로에 의한 관상동맥질환이 주로 보고되고 있다. 우리나라에서는 말초신경계 이상과 안저 이상 소견 등이 가장 흔히 보고되고 있을뿐 근본적으로 혈압이나 심혈관계에 미치는 영향에 대한 구체적인 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 이황화탄소가 인체에 미치는 여러가지 영향 중 혈압에 미치는 영

항을 기존의 혈압 측정자료를 이용하여 분석함으로써 궁극적으로 이황화탄소 폭로와 고혈압 사이의 연관성을 밝히고, 더 나아가 이황화탄소가 심혈관계 질환을 일으키는 기전을 연구하는데 기초자료로 이용됨을 목적으로 한다. 아울러 1993년 5월 개정된 이황화탄소에 의한 업무상 질병 인정 기준에 새로이 추가된 고혈압에 대한 참고자료 내지는 뒷받침 자료로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 구체적 목적은 다음과 같다.

- 이황화탄소 폭로군별로 혈압수준을 파악한다.
- 이황화탄소 폭로근로자의 혈압 변화양상을 폭로기간과 누적폭로지수를 통해 각 폭로군별, 성별로 비교함으로써 이황화탄소 폭로와 혈압 변화 사이의 연관성을 규명한다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상 및 자료

본 연구는 경기도 미금시에 소재하고 있는 모레이온 공장에서 1987년부터 1992년 동안에 근무한 적이 있는 현직 및 퇴직 남녀 근로자 1,880명을 연구 대상으로 하였다.

이들의 특수 및 일반 건강검진 결과지와 사내 의무실의 기록자료에 나와 있는 혈압 측정치와 콜레스테롤치를 자료로 이용하였다. 연구대상자의 성별 분포는 남자가 1,336명, 여자는 544명이었으며 연구대상자료가 얻어진 마지막 시점인 1992년 8월에서의 평균 연령은 남자 35.4세, 여자 29.4세였으며 평균근무기간은 남녀 각각 7.45년, 4.25년이었다. 성별, 연령별 대상자의 분포는 남자에서는 30대가 46.5%로 가장 많았고 여자에서는 20대가 64.7%로 가장 많았다(Table 1).

부서별로는 남자의 경우, 방사과가 523명(39.2%)으로 가장 많았고 후처리과 239명(17.9%), 관리부서 186명(13.9%), 정비과 98명(7.3%), 원액과 73(5.5%) 등의 순이었으며 여자는 후처리과가 가장 많은 454명(83.5%), 관리부서 57명(10.5

**Table 1.** Distribution of subjects by age and sex ( ): %

Age grp/Sex	Male	Female
15~19	2 ( 0.2)	3 ( 0.6)
20~29	360 (26.9)	352 (64.7)
30~39	622 (46.5)	108 (19.8)
40~49	268 (20.1)	61 (11.2)
50~59	82 ( 6.1)	18 ( 3.3)
> 60	2 ( 0.2)	2 ( 0.4)
Total	1336 (100)	544 (100)
Mean Agr (yr)	35.5 + 8.0	29.5 + 8.8

**Table 2.** Distribution of subjects by job and sex ( ): %

Department / Sex	Male	Female
Spinning	523 (39.2)	0 ( 0.0)
Packing, Washing	239 (17.9)	454 (83.5)
Managing	186 (13.9)	57 (10.5)
Maintenance	98 ( 7.3)	2 ( 0.4)
Raw	73 ( 5.5)	0 ( 0.0)
Motor	71 ( 5.3)	3 ( 0.6)
Relay	61 ( 4.6)	25 ( 4.6)
Engineering Work	42 ( 3.1)	1 ( 0.2)
Acid Recovery	37 ( 2.8)	0 ( 0.0)
Production Support	5 ( 0.4)	2 ( 0.4)
Environ. Control	1 ( 0.1)	0 ( 0.0)
Total	1336 (100)	544 (100)

%), 계전과 25명(4.6%) 등의 순으로 나타났다 (Table 2).

### 2. 연구방법

연구대상군에 대한 혈압 및 콜레스테롤 측정기간은 1987년부터 1992년까지였다. 이 기간 동안의 혈압측정치와 콜레스테롤치의 측정횟수는 건강검진의 종류, 퇴직 혹은 검사누락, 검사항목의 차이 등의 이유로 각 개인에 따라 측정횟수가 다를뿐 아니라, 사내 의무실에서도 부정기적으로 혈압을 측정하였기 때문에 혈압 측정의 시점도 개인간에 차이가 있었다. 따라서 각 개인의 혈압

측정값 중 수축기 및 확장기 혈압의 최대값을 대표값으로 이용하였다. 최대혈압치를 대표값으로 사용하는 경우, 시점의 차이에 따른 운동여부, 스트레스 정도, 체중 등 개인적 요인(determinant)의 변화가 계통적으로 영향을 미쳤을 가능성이 적고, 연령 증가에 의한 효과가 있을 수 있으나 분석 단계에서 보정할 수 있다. 반면 혈압 측정치의 최소값은 약물복용, 식이요법 등의 조작(intervention)에 의해 영향을 받기 때문에 이황화탄소가 혈압에 미치는 영향을 보는데는 적합치 않으며 또한 혈압의 평균치는 그 자체로 한 시점의 혈압을 대표할 수 없으므로 배제하였다.

경시적으로 보는 방법으로는 각 개인의 최초 혈압과 마지막 혈압의 차이, 즉 혈압의 변화량을 보는 방법과, 이 혈압의 변화량을 최초 혈압측정 시점으로부터 마지막 혈압 측정시점까지의 기간으로 나눈 혈압의 변화속도를 보는 방법을 이용하였다.

본 연구의 대상군은 작업부서가 폭로의 강도(Intensity)를 반영해 준다고 보아 각 개인의 작업부서를 기준으로 3군으로 나누었다. 고농도의 지속적인 폭로를 보인 방사과 근로자를 고평로군으로, 영업부, 자재부, 비상계획부 등의 관리부서를 비폭로군으로, 나머지 부서 근무자는 중등도 폭로군으로 분류하였다. 이때 부서이동이 있는 근로자는 이동부서 중 가장 폭로가 높은 부서로 분류하였다.

또 폭로의 강도와 근무기간을 동시에 고려한 누적폭로지수는 각 부서별 가중치에 근무기간을 곱하여 산출하였다. 부서별 가중치는 기존의 작업환경 측정결과를 참고로 하여 방사과의 경우 10, 저농도의 지속적 폭로를 보인 원액과, 후처리과, 이탄과는 2의 가중치를 주었고, 영업부, 자재부, 비상계획과 등의 관리부서는 0, 기타 부서는 1을 주었다.

### 3. 분석방법

분석은 첫째, 성별, 폭로군별-비폭로군, 중등

도 폭로군, 고평로군-에 따라 층화를 한 후 연령과 근무기간을 독립변수로 하여 최대 수축기 혈압 및 최대 확장기 혈압과의 회귀분석을 시행하였다. 연령과 근무기간은 상관성이  $r=0.74$ 로 높으나 연령이 근무기간에 미치는 영향을 통제하기 위해 두 변수 모두를 독립변수로 하였다. 둘째로 성별로 층화를 한 후 연령과 누적폭로지수, 교란변수인 혈중 콜레스테롤 농도를 독립변수로 한 회귀분석을 이용하여 종속변수인 수축기 및 확장기 혈압에 미치는 영향을 추정하였다. 누적폭로지수는 폭로수준과 폭로기간을 함께 고려한 변수로 연령과의 상관관계수  $r=0.338$ 이었다. 셋째로 혈압 측정횟수와 측정시점에 차이가 나는 각 개인의 자료를 경시적으로 분석하기 위해 최초혈압과 마지막 혈압과의 차이, 즉 혈압의 변화량과 연령 및 근무기간간의 회귀분석을 시행하였고, 마지막으로 혈압의 변화량을 최초 혈압측정시점으로부터 마지막 혈압 측정시점까지의 기간으로 나눈 값 즉, 혈압의 변화속도를 종속변수로 하고 연령과 근무기간을 독립변수로 하여 회귀분석을 시행하였다(Fig. 1).

자료의 정리 및 입력은 dBase-III를 이용하였고 분석은 SAS/PC를 이용하였다.

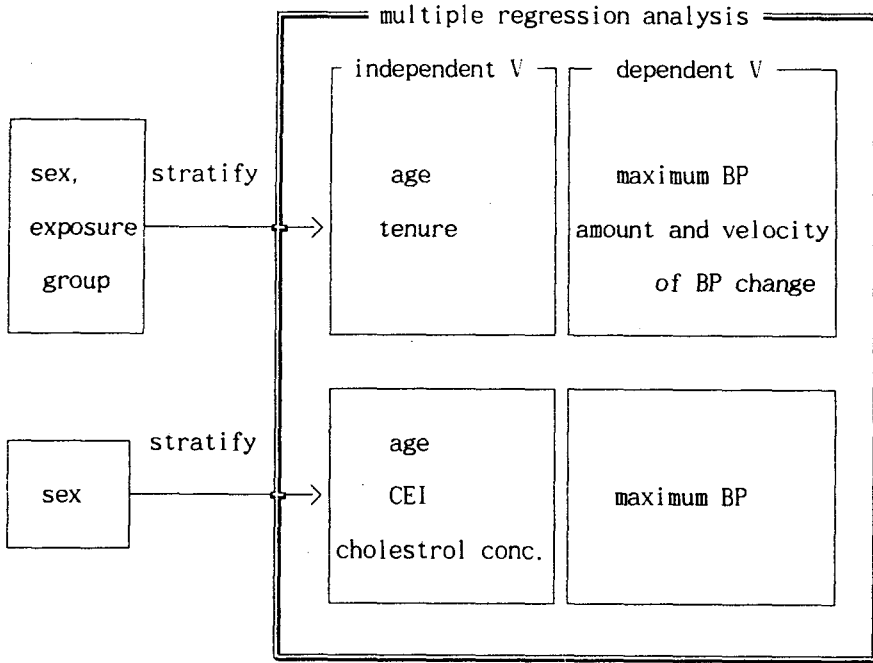
## 결 과

### 1. 연구대상자의 성별, 폭로군별 분포

성별에 따른 연구대상자 1,880명에 대한 폭로군별 분포는 남자의 경우, 고평로군이 542명(40.6%), 중등도 폭로군이 가장 많은 623명으로 전체의 46.6%를 차지하였고 비폭로군은 171명(9.6%)이었다. 여자는 중등도 폭로군(이하 폭로군으로 칭함)이 492명(90.4%)으로 대다수를 차지하였고, 비폭로군은 52명(9.6%)으로 각 폭로군간의 대상자 수가 심한 차이를 보였다(Table 3).

### 2. 연령으로 보정한 성별, 폭로군별 평균혈압

연령에 의해 보정한 성별, 폭로군별 평균혈압



V : variable(s)

CEI : cumulative exposure index

conc : concentration

Fig. 1. Scheme of analytic method.

Table 3. Exposure categories by sex ( ): %

Exposure	Male	Female
High	542 (40.6)	-
Moderate	623 (46.6)	492 (90.4)
None	171 (12.8)	52 ( 9.6)
Total	1336 (100)	544 (100)

은 각 개인의 평균혈압과 평균연령을 구한 다음 연령으로 보정하였고 공분산분석을 통하여 각 구간간의 차이를 검증하였다. 남자의 수축기 혈압의 경우 고폍로군 122.35 mmHg, 중등도폭로군 121.57 mmHg, 비폭로군 122.67 mmHg로 각 폭로군 사이에 유의한 차이가 없었다. 확장기 혈압은

고폭로군 79.11 mmHg, 중등도 폭로군 79.05 mmHg, 비폭로군 82.27 mmHg로 비폭로군이 나머지 두군에 비해 유의하게 높았다( $P < 0.01$ ). 여자의 수축기 혈압은 폭로군 115.13 mmHg, 비폭로군 113.48 mmHg로 폭로군에서 유의하게 높았으며 확장기 혈압은 폭로군, 비폭로군 각각 74.49 mmHg, 74.30 mmHg로 차이가 없었다(Table 4).

### 3. 연령으로 보정한 최대혈압치의 성별, 폭로군별 평균혈압

연령으로 보정한 각 개인의 최대혈압치의 성별, 폭로군별 평균혈압은 남자의 수축기 혈압의 경우 고폍로군 131.71 mmHg, 중등도폭로군 131.77 mmHg, 비폭로군 129.45 mmHg로 고폍로군과

**Table 4.** Age adjusted mean of blood pressure by exposure groups

Sex	Exposure Group	N	Mean Age(Yr)	Systolic BP	S.D	Diastolic BP	S.D
M	High	542	32.9	123.35	10.25	79.11	7.39
	Moderate	623	35.3	121.57	9.17	79.05	6.75
	None	171	35.6	122.67	9.40	82.27*	7.97
F	Moderate	492	29.9	115.13*	9.85	74.49	7.63
	None	52	27.1	114.48	10.38	74.30	8.87

S.D : Standard Deviation

\* : Significantly Different with the Other Value (s)

**Table 5.** Age adjusted mean of maximum blood pressure by exposure groups

Sex	Exposure Group	N	Systolic BP	S.D	Diastolic BP	S.D
M	High	468	131.71*	13.48	86.75	9.68
	Moderate	554	131.77*	13.30	87.04	9.65
	None	145	129.45	12.17	87.47	9.46
F	Moderate	375	122.08*	12.17	79.99*	9.31
	None	32	117.38	10.00	77.24	8.34

S.D : Standard Deviation

\* : Significantly Different with the Other Value (s)

중등도 폭로군이 비폭로군보다 유의하게 높았다 ( $P < 0.05$ ). 확장기 혈압은 고폭로군 86.75mmHg, 중등도 폭로군 87.04 mmHg, 비폭로군 87.47 mmHg로 각 폭로군간에 차이가 없었다.

여자의 경우, 수축기 혈압은 폭로군 122.08 mmHg, 비폭로군 117.38 mmHg, 확장기 혈압은 폭로군 79.99 mmHg, 비폭로군 77.24mmHg로 폭로군에서 비폭로군보다 모두 유의하게 높았다 (Table 5).

#### 4. 남자 근로자의 최대혈압치와 연령 및 근무기간의 회귀분석

각 개인별 혈압측정치 중 최대값을 대표값으로 하여 남자 근로자를 폭로군별로 구분하여 최대 수축기 혈압 및 최대 확장기 혈압과 그 혈압치의 측정이 이루어진 시점에서의 연령과 그때까지의 근무기간간의 회귀분석을 시행하였다. 그 결과 연령은 비폭로군의 수축기 혈압만 제외한 나머지

모든 군에서 유의한 기울기 계수를 보였다. 근무기간의 기울기 계수는 고폭로군에서 수축기 및 확장기 혈압에 대해 각각 0.667, 0.405로 유의하게 나왔고 중등도 폭로군과 비폭로군에서도 수축기 혈압에 대한 근무기간의 기울기 계수가 0.226, 0.530으로 유의하게 나타났다 (Table 6).

#### 5. 여자 근로자의 최대혈압치와 연령 및 근무기간의 회귀분석

여자의 경우, 최대 수축기 혈압에 대한 연령과 근무기간의 기울기 계수는 폭로군에서 각각 0.2743, 0.0496로 유의하였으나 최대확장기 혈압에 대한 근무기간의 기울기 계수는 유의하지 않았다 (Table 7).

#### 6. 남자 근로자에서의 최대혈압치와 연령, 누적 폭로지수 및 콜레스테롤치 사이의 회귀분석

폭로의 강도와 근무기간을 동시에 고려하기 위

**Table 6.** Multiple regression analysis of maximum blood pressure against age and tenure in male workers

Exposure/ Value		No. of Measure	$\beta$ value of Age	$\beta$ value of Tenure	R square
M	High	468	0.379*	0.667*	0.227
S	Medium	554	0.402*	0.226*	0.144
Bp	None	145	0.159	0.530*	0.106
M	High	468	0.331*	0.405*	0.232
D	Medium	554	0.285*	0.195	0.147
Bp	None	145	0.219*	0.147	0.083

MSBp: Maximum Systolic Blood Pressure

MDBp: Maximum Diastolic Blood Pressure

\*: P &lt; 0.05

**Table 7.** Multiple regression analysis of maximum blood pressure against age and tenure in female workers

Exposure/ Value		No. of Measure	$\beta$ value of Age	$\beta$ value of Tenure	R square
M	Moderate	375	0.274*	0.496*	0.142
S					
Bp	None	32	0.096	0.042	0.090
M	Moderate	377	2.230*	0.089	0.106
D					
Bp	None	32	-0.090	0.768	0.123

MSBp: Maximum Systolic Blood Pressure

MDBp: Maximum Diastolic Blood Pressure

\*: P &lt; 0.05

해 누적폭로지수를 계산하고 이에 따른 폭로량과 최대혈압치와의 관계를 보였다. 성별에 따라 층화를 한 후 누적폭로지수, 연령, 콜레스테롤치를 독립변수로 하여 최대 수축기 혈압 및 최대 확장기 혈압과의 회귀분석을 시행하였다. 남자의 경우에는 누적폭로지수, 연령, 콜레스테롤치 모두가 최대 수축기 혈압 및 최대 확장기 혈압에 대해 통계적으로 유의한 양의 기울기 계수를 보였다(Table 8).

#### 7. 여자 근로자에서의 최대혈압치와 연령, 누적폭로지수 및 콜레스테롤치 사이의 회귀분석

여자에서 연령은 최대 수축기 및 최대 확장기 혈압에 대해 각각 0.253, 0.233의 유의한 기울기

계수를 보였다. 누적폭로지수는 최대확장기 혈압에 대해서 0.257로 통계적으로 유의하였으며 콜레스테롤치는 유의하지 않았다(Table 9).

#### 8. 성별, 폭로군별 혈압의 변화량과 혈압측정기간 동안의 혈압변화량(변화속도)

혈압측정이 이루어졌던 마지막 시점의 혈압에서 최초의 혈압을 뺀 값, 즉 혈압 변화량의 평균은 남자의 경우, 고폭로군은 수축기 0.816mmHg, 확장기 0.213mmHg이었고 중등도 폭로군은 수축기 -0.649mmHg, 확장기 -0.622였다. 비폭로군은 수축기 0.172mmHg, 확장기 2.172mmHg였다. 여자의 평균 혈압변화량은 폭로군은 수축기 -0.32mmHg, 확장기 -0.066mmHg였고, 비폭로



**Table 8.** Multiple regression analysis of maximum blood pressure against age, cumulative exposure index and cholesterol in male workers

Variable	SBP* (820)		DBP* (820)	
	$\beta$ value	P value	$\beta$ value	P value
Intercept	108.740	0.0001	70.053	0.0001
Age	0.548	0.0001	0.392	0.0001
CEI*	0.036	0.0002	0.021	0.0019
Cholesterol	0.023	0.0293	0.020	0.0075
R-square	0.1708		0.1716	

( ) : No of Subjects

\* CEI : Cumulative Exposure Index

\* SBP : Systolic Blood Pressure, DBP : Diastolic Blood Pressure

**Table 9.** Multiple regression analysis of maximum blood pressure against age, cumulative exposure index and cholesterol in female workers

Variable	SBP* (266)		DBP* (266)	
	$\beta$ value	P value	$\beta$ value	P value
Intercept	106.328	0.0001	71.365	0.0001
Age	0.253	0.0346	0.233	0.0052
CEI*	0.257	0.0392	0.073	0.3956
Cholesterol	0.042	0.0557	0.015	0.3238
R-square	0.1956		0.1409	

( ) : No of Subjects

\* CEI : Cumulative Exposure Index

\* SBP : Systolic Blood Pressure, DBP : Diastolic Blood Pressure

군은 수축기  $-0.78$  mmHg, 확장기는  $0$  mmHg였다.

혈압의 변화속도는 혈압의 변화량을 혈압측정이 이루어진 기간으로 나눈 값으로 여자의 비폭로군을 제외하고는 음의 값을 보였다(Table 10).

#### 9. 남자 근로자의 혈압 변화량 및 변화속도와 연령, 근무기간의 회귀분석

성별, 폭로군별로 본 혈압변화량 및 변화속도와 연령, 근무기간의 회귀분석 결과 남자에서는 고평로군으로 갈수록 혈압의 변화량과 변화속도

에 대한 근무기간의 기울기 계수가 커지는 경향이 있으나 통계적으로는 고평로군의 혈압변화속도에 대한 근무기간과 연령의 기울기 계수만이 각각  $0.025$ ,  $-0.019$ 로 유의하였다(Table 11).

#### 10. 여자 근로자의 혈압 변화량 및 변화속도와 연령, 근무기간의 회귀분석

여자에서는 폭로군에서 혈압의 변화량에 대한 근무기간의 기울기 계수는 수축기  $1.183$ , 확장기  $0.602$ 였고 혈압의 변화속도에 대한 근무기간의 기울기 계수는 수축기  $0.025$ , 확장기  $0.080$ 으로

**Table 10.** Mean and SD of BPP changes and BP changes per measurement interval by sex and exposure groups

Sex	Exposure	N	$\Delta$ SPB*	$\Delta$ SBPT**	$\Delta$ DBP*	$\Delta$ DBPT**
M	High	468	0.816 (13.85)	-0.0024 (0.85)	0.213 (11.91)	-0.021 (11.92)
	Moderate	554	-0.649 (15.01)	-0.019 (1.14)	-0.623 (11.15)	-0.066 (1.18)
	None	145	0.172 (15.73)	-0.051 (0.64)	2.172 (13.54)	-0.067 (0.75)
F	Moderate	377	-0.320 (14.42)	-0.213 (1.31)	-0.066 (11.88)	-0.008 (1.33)
	None	32	-0.781 (13.33)	-0.04 (0.48)	0 (9.24)	0.001 (0.36)

\*:  $\Delta$ SBP( $\Delta$ DBP): Amount of Systolic (Diastolic) BP Change

\*\* :  $\Delta$ SBPT( $\Delta$ DBPT): Amount of Systolic (Diastolic) BP Change per Measurement Interval

( . ) : Standard Deviation

**Table 11.** Multiple regression analysis of the amount of blood pressure changes and the amount of blood pressure changes per measurement interval against age and tenure in male workers

Exposure/ Value	No. of Measure	$\beta$ value of Age	$\beta$ value of Tenure
S High	468	-0.228 (-0.019*)	0.371** (0.025*)
B Moderate	554	0.096 (-0.003)	0.127 (0.011)
P None	145	-0.035 (0.0005)	0.088 (0.019)
D High	468	-0.101 (-0.015**)	0.209 (0.021**)
B Moderate	553	0.047 (-0.005)	0.126 (0.016)
P None	145	0.345 (0.015)	-0.128 (0.009)

( . ) :  $\beta$ -Value of the Amount of Blood Pressure Changes per Measurement Interval

\*:  $P < 0.05$  \*\* :  $0.05 < P < 0.1$

통계적으로 유의하게 나왔고 비폭로군에서는 혈압의 변화량과 변화속도에 대해 근무기간은 통계적으로 유의한 기울기 계수를 보이지 않았다. 혈압의 변화속도에 대한 연령의 기울기 계수는, 폭로군에서 수축기와 확장기 혈압에 대해 각각 -0.019, -0.024로 음의 방향성을 보였다(Table

12).

## 고찰

주로 증기흡입에 의해 인체에 흡수되는 이황화 탄소는 그 폭로농도에 따라 초급성, 급성, 아급성

**Table 12.** Multiple regression analysis of the amount of blood pressure changes and the amount of blood pressure changes per measurement interval against age and tenure in male workers

Exposure / Value		No. of Measure	$\beta$ value of Age	$\beta$ value of Tenure
S	Moderate	377	-0.150	1.183*
B			(-0.019*)	(0.025*)
P	None	32	-0.297	1.342
			( 0.0005)	(0.019)
D	Moderate	377	-0.179	0.602*
B			(-0.024*)	(0.080*)
P	None	32	0.133	0.355
			( 0.0005)	(0.019)

( ):  $\beta$ -Value of the Amount of Blood Pressure Changes per Measurement Interval

\*:  $P < 0.05$

및 만성중독을 일으킬 수 있다(WHO, 1979). 초급성중독은 약 3,200 ppm 이상의 농도에 단기간 폭로되었을 때 나타나며 급속한 혼수에 빠지게 되어 사망하게 된다. 1,000 ppm 이상의 농도에 단기간 폭로되었을 때 발생하는 급성중독은 신경정신학적 독성작용이 현저하여 현기증, 자극 예민성, 급속한 기분변화, 자살경향, 급성 조울증 등의 증상이 두드러지며 아급성 중독은 100 ppm 이상의 농도에 수개월 혹은 수년간 폭로되었을 때 초래되는데 의식장애 등 주로 정신이상증상을 보이게 된다. 갑작스런 두통, 불면증 등의 초발증상에 이어 의식혼탁, 섬망, 정신분열병 혹은 조울병의 증상을 보인다.

산업위생기준과 공정의 개선으로 이황화탄소 중독의 양상도 만성중독의 경과를 취하게 된다. 만성중독은 50 ppm 수준의 농도에 폭로되었을 때 발생되며 주증상은 하지에 호발하는 다발성 신경염이며 말초신경속도의 저하를 초래한다. 이황화탄소에 의한 혈관장애는 Attinger(1948)가 5례의 부검 소견을 통해 최초로 기술하였는데 이후 Vighiani와 Pernis(1955)는 뇌동맥과 신동맥에 소위 "vasculopathia sulfocarbonica"가 초래되어 뇌병증, 신장해, 고혈압 등이 나타난다고 하였다. 지금까지 알려진 혈관장애로는 망막증, 신장해, 뇌혈

관 장애에 의한 정신신경증상 등이 있는데 일반적으로 고혈압, 신부전, 단백뇨 등을 동반하는 경우가 많다. 이황화탄소 폭로에 의한 관상동맥질환의 사망률 증가는 영국, 노르웨이, 핀란드 등의 국가에서 보고되었는데 이황화탄소 폭로군이 비폭로군에 비해 관상동맥질환에 의한 사망률이 2.5~3배 더 높은 것으로 나타났으며(Tiller, 1968; Mowe, 1971) 폭로코호트와 비폭로코호트를 10년간 추적관찰한 연구에서 관상동맥질환에 의한 사망률이 확장기 혈압과 연령을 보정한 후에도 2.3배 높았다(Nurmen 등, 1982).

이밖에도 시신경염, 망막미세동맥류 등의 안장해, 부신피질의 기능감소로 콜티코트로핀의 분비감소, 생식기능장애로서 정자생성감소, 성욕감퇴와 여성에서는 월경불순, 자연유산, 조산 등이 보고되고 있고 시상하부 뇌하수체계의 기능장애로 갑상선 기능장해도 가져 올 수 있다.

본 연구에서는 이황화탄소 중독으로 나타날 수 있는 여러가지 임상양상 중에서 혈압에 미치는 영향에 관심을 두었다. 혈압상승은 지질대사의 이상과 함께 이황화탄소에 의한 관상동맥질환 발생의 한가지 기전으로 제시되어 왔는데 이황화탄소 폭로가 혈압에 미치는 영향에 관해서는 몇몇 연구들이 서로 일치하지 않는 결과를 보였다.

Vertin(1977)은 약 10~30ppm의 이황화탄소에 폭로된 근로자에서 대조군에 비해 혈압에 유의한 차이가 없다고 하였고 Olive와 Weber(1984)의 연구에서도 혈압과 이황화탄소 폭로사이에 연관성 보이지 않았다. 또 Sugimoto 등(1984)은 376명의 중국인 이황화탄소 폭로근로자를 대상으로 시행한 연구에서 이황화탄소가 혈압에 영향을 미치지 않았다고 보고하였고 이는 일일 평균폭로농도가 1.5ppm으로 낮았기 때문이라고 설명하였다. 반면에 Hernberg 등(1970)과 Tolonen 등(1975)은 약 20ppm의 이황화탄소 농도에 폭로된 근로자와 비폭로자 간에 혈압의 차이가 있다고 보고하였고 Martynova 등(1976)은 약 30ppm의 농도에 10~15년 동안 폭로된 근로자에서 혈압의 차이를 보고하면서 저농도에서도 혈관계에 영향을 미칠 수 있음을 시사하였다.

우리나라에서는 이황화탄소 중독으로 진단된 환자 중 고혈압의 유병율이 26.3%이고(이규백 등, 1990), 방사과 근로자의 경우 근무기간이 10년 이상일 때 19.1%가 고혈압이었다고 보고한 연구가 있었다(이은일 등, 1992). 또 서울대학교 보건대학원 역학조사반의 연구결과에 의하면 폭로군별 연령표준화된 평균혈압치는 고폭로군에서 높았으나 통계적인 유의성은 없었다(이황화탄소 중독 역학조사보고서, 1992).

본 연구에서 연령으로 보정한 평균혈압은 남자의 확장기 혈압의 경우, 비폭로군에서 유의하게 높고 여자에서는 수축기 혈압이 폭로군에서 유의하게 높은 결과를 보였다(Table 4). 그러나 각 개인의 최대혈압값을 연령으로 보정하였을 때에는 남자의 경우 고폭로군과 중등도 폭로군의 수축기 혈압이 비폭로군보다 높고, 여자에서는 수축기 혈압과 확장기 혈압 모두 폭로군이 비폭로군에 비해 유의하게 높았다(Table 5). 이러한 결과는 연구시작 시점에서 측정된 혈압의 평균이 각 폭로군간에 같지 않은데서 기인할 수 있기 때문에 혈압의 변화량과 변화속도를 함께 고려하여야 의미가 있을 것으로 생각된다.

남자의 경우, 최대 혈압치를 종속변수로 한 회귀분석에서 고폭로군의 근무기간이 최대 수축기 및 확장기 혈압에 대해 중등도 폭로군이나 비폭로군보다 유의하게 큰 기울기 계수값을 보였다(Table 6). 성별로 층화한 후 연령, 누적폭로지수, 콜레스테롤을 독립변수로 하여 시행한 회귀분석에서도 누적폭로지수가 수축기 및 확장기 혈압에 대해 통계적으로 유의한 기울기 계수를 보였다(Table 8). 혈압의 변화량과 변화속도에 대한 근무기간의 기울기 계수는 고폭로군의 수축기 혈압의 변화속도를 제외하고는 통계적으로 유의하지는 않았지만 전반적으로 폭로가 증가할수록 기울기 계수의 크기가 증가하는 경향을 보이고 있어 폭로의 정도가 강할수록 혈압의 변화가 커질 가능성을 짐작할 수 있었다(Table 11).

이는 이황화탄소 폭로가 확장기 혈압에 영향을 미치며, 고폭로군에서 저폭로군보다 더 강한 경향을 보인다고 한 다른 연구결과와 부합되는 소견이었다(Egeland 등, 1992). Vanhoorne 등(1992)의 연구결과에서도 이황화탄소 폭로가 증가함에 따라 혈압이 유의하게 증가하고 다중선형회귀분석에서도 CS2-Index가 혈압과 유의하게 연관되어 있어 이황화탄소에 의한 혈압상승이 관상동맥 질환의 위험을 높이는 가능한 기전임을 암시하였다. 연령은 남자의 경우, 최대 수축기 혈압에 대해서 비폭로군만 제외하고 모든 군에서 혈압과 유의한 기울기 계수값을 보이고(Table 6), 누적폭로지수와 함께 시행한 회귀분석에서도 유의한 변수로 나와(Table 8) 연령이 혈압상승에 중요한 요인임을 확인할 수 있었다.

여자의 경우에 있어서, 최대 수축기 혈압에 대한 고폭로군의 근무기간의 기울기 계수만이 유의하였고 누적폭로지수도 최대 수축기 혈압에 대하여만 유의한 변수로 나타났다. 혈압의 변화량과 변화속도는 수축기 및 확장기 혈압에 대해 폭로군의 근무기간의 기울기 계수가 통계적으로 유의한 양의 상관성을 보였다(Table 12). 연령을 보정한 평균 혈압에서도 수축기 혈압이 폭로군에서

더 높았던 점을 고려할 때 확장기 혈압보다는 수축기 혈압에 더 영향을 미친 것으로 생각된다. 그러나 여자에 있어 혈압이 측정되었던 전체기간 동안의 평균 나이(27.1세~29.9세)가 젊고 근무기간(3.9년~4.0년)이 짧아, 이황화탄소 폭로에 의한 혈압의 영향이 충분히 일어나지 않았을 수도 있고 또한 남자 근로자의 고폭로군에 비하면 폭로농도가 낮다는 점을 감안하여야 할 것이다.

공기중 이황화탄소의 농도는 1987년 이후에 자료에 의하면 10ppm 이하 정도의 농도에 폭로된 것으로 생각되나(Table 13), 그 이전에는 환경개선도 되지 않았고 송기마스크의 착용도 하지 않았으므로 이보다 훨씬 높은 농도에 폭로되었을 것으로 생각된다.

폭로에 관한 정보를 얻는 데는 여러가지 방법이 있는데, 본 연구에서는 작업부서와 환경농도 측정치를 감안한 폭로지수에 근무기간을 곱한 누적폭로지수를 폭로량(Dose)로 이용하였다. 작업

부서에 의한 총화는 과거의 정확한 폭로를 알 수 없기 때문에 부서별로 동일폭로가 이루어 졌다는 가정하에 사용하였다. 누적폭로지수는 여러 연구자에 의해 도입되었던 방법으로(서울대학교 보건대학원 역학조사반, 1992; 염용태 등, 1993) 본 연구에서는 후처리과(기중평균농도 1.6)의 가중치를 2로 주었을 때 이와 비슷한 기중평균농도를 보인 원액과(1.2~1.77)와 이탄과(1.01)의 가중치를 2로 주었고 2배~5배 이상의 평균농도를 보인 방사과의 경우 10을 주었으며 영업부 등의 관리부서는 0, 기타 부서는 1을 주었다. 황화수소(H<sub>2</sub>S)는 저농도, 장기 폭로에서 전신독성을 일으키지 않는 것으로 알려져 있어 이 연구에서는 고려하지 않았다.

근본적으로 이 연구는 다음의 제한점을 갖는다. 우선 혈압상승과 연관된 중요한 변수인 흡연, 체중, 염분 섭취량, 음주 정도, 유전적 요인 등에 대한 고려가 없고 직업적인 요인으로서 혈압에

Table 13. Carbon disulfide level by the department of wonjin rayon factory

(Unit: ppm)

Yr. / Dep.	Spinning	Raw	Peat	Packing, Washing	Acid Recovery
1987	5.5 ~23.1				
1988	2.25~15.6 (4.28)	0.03~3.67 (1.77)	0.2 ~96 (1.01)	0	
1989	1.2 ~22.4 (2.81)			0.13 (0.13)	0.8 (0.1)
1989*	2.85~10.65 (6.26)	2.2 ~7.4			1.0~6.2 (2.33)
1990	0.36~ 6.01 (1.51)		0.132~ 2.406		
1991*					
area	trace-8.3 (3.53)	trace-3.4 (1.3)		1.2~1.8 (1.6)	trace
personal	trace-19.7	trace-3.7 (1.2)		trace	trace-6.6 (1.2)
1992					
personal	0.88~2.45	N.D-0.20	N.D- 1.99	N.D	N.D-1.14

Source: Institute for Environmental Health in Korea University,

( ) : Mean exposure level in air

\*: Korea Industrial Safety Cooperation

\*\* : School of Public Health in Seoul National University

영향을 미칠 수 있는 소음, 스트레스정도, 혈중 납 농도 등에 대한 정보가 없기 때문에 이 연구의 결과에만 의존해서 이황화탄소 폭로가 혈압 상승에 영향을 미친다고 결론 짓는데는 제한성이 따른다고 할 수 있다.

또한 혈압의 측정시점이 각 개인간에 다르고 동일 측정인에 의한 표준화된 방법에 의한 혈압 측정이 아니어서 각 측정값의 정밀도에도 문제점이 있다. 이는 이 연구의 원자료 자체가 연구의 목적으로 얻어진 것이 아니고 사내 의무실의 자료와 특수건강진단 자료에 의존했기 때문이다. 그러나 혈압의 변화를 연구하기 위해서는 단면적인 조사자료보다는 경시적인 자료를 얻는 것이 좋을 것으로 생각되어 수집 가능한 모든 자료를 모은 것이었다. 또한 연구대상자에 87년 이후 현직자와 퇴직자가 모두 포함된 자료가기 때문에 현직자만 가지고 했을 때 생길 수 있는 선택편위의 가능성은 비교적 적었다고 할 수 있겠다.

## 결 론

· 이황화탄소 폭로가 혈압에 미치는 영향을 조사하기 위해 1,880명의 모레이온 근로자의 일반 및 특수건강진단 기록과 의무실 기록에 기재되어 있는 혈압과 콜레스테롤치를 이용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 연령에 의해 보정한 성별, 폭로군별 수축기 및 확장기 평균혈압은 남자의 경우, 고폍로군 122.35 mmHg/79.11 mmHg, 중등도 폭로군 121.57 mmHg/79.05 mmHg, 비폭로군 122.67 mmHg/82.27 mmHg로 수축기 혈압의 평균은 각 폭로군에 차이가 없었으나 확장기 혈압의 평균은 비폭로군에서 높았다. 여자의 경우는 폭로군 115.13 mmHg/74.49 mmHg, 비폭로군 113.48 mmHg/74.30 mmHg로 폭로군에서 평균 수축기 혈압이 더 높았다.
2. 혈압측정치 중 최대값을 대표값으로 하여 시행

한 성별, 폭로군별 회귀분석 결과, 남자 근로자의 연령은 비폭로군의 최대 수축기 혈압만 제외한 나머지 모든 군에서 유의한 기울기 계수를 보였다. 근무기간의 기울기 계수는 최대 수축기 혈압에 대해 모든 군에서 유의하였고 최대 확장기 혈압에 대해서는 고폍로군에서 0.405로 유의하게 나타났다. 여자의 경우 폭로군의 연령의 기울기 계수와 최대 수축기 혈압에 대한 근무기간의 기울기 계수가 유의하게 나타났다.

3. 최대혈압치와 연령, 누적폭로지수, 콜레스테롤간의 회귀분석결과, 남자에서는 연령과 누적폭로지수, 콜레스테롤치 모두 최대 수축기 및 확장기 혈압에 대해 유의한 기울기 계수를 보였다. 여자에서는 연령과 최대 수축기 혈압에 대한 누적폭로지수가 유의한 기울기 계수를 보였다.
4. 혈압의 변화량, 변화속도와 근무기간의 기울기 계수는 남자의 경우 고폍로군이 중등도 폭로군이나 비폭로군에 비해 더 큰 경향성을 보이나 통계적으로는 고폍로군의 수축기 혈압의 변화속도에 대한 근무기간의 기울기 계수만이 0.025로 유의하였다.

여자의 경우, 폭로군에서 혈압변화량과 변화속도에 대한 근무기간의 기울기 계수가 유의하였다.

## 참 고 문 헌

- 김순덕, 송동빈, 염용태. 인건사제조업 근로자에게서 발생한 이황화탄소중독증 8례 분석. 대한산업의학회지 1989; 1(2): 186-196
- 서울대학교 보건대학원 역학조사반. 이황화탄소 역학조사 보고서. 1992
- 염용태 등. 직업병 예방을 위한 연구용역 최종보고서-이황화탄소 폭로중단 후 기존 건강 장애의 진행성에 관한 연구. 고려대학교 환경의학 연구소. 1993
- 이규백, 변현주, 최태승, 김선숙, 조원용, 김형규, 정대시. 만성이황화탄소의 임상양상. 대한내과학회잡지 1990; 39(2): 245-251
- 이은일, 차철환. Health Status of Workers Exposed to Carbon Disulfide at a Viscose Rayon Factory in Korea. 대한산업의학회지 1992; 4(1): 20

- 최재욱, 장성훈. 우리나라에서 발생한 만성 이황화탄소 중독에 대한 고찰. *산업의학회지* 1991; 3(1): 11-20
- Cody RP, Smith JK. *Applied Statistics and the SAS Programming language, third ed. North-Holland, Elsevier Science Publishing Co. 1991*
- Egeland GM, Burkhart GA, Schnorr TM, Hornung RW, Fajen JM, Lee ST. *Effects of exposure to carbon disulfide on low density lipoprotein cholesterol concentration and diastolic blood pressure. Brit J Industr Med* 1992; 49: 287-293
- Fajen J. *A cross-sectional medical and industrial hygiene survey of workers exposed to carbon disulfide. Scand J Work Environ Health* 1981; 7 supp: 20-27
- Franco G, Malamani T, Germani L, Candura F. *Assessment of coronary heart disease Risk among viscose rayon workers exposed to carbon disulfide at concentrations of about 30 mg/m<sup>3</sup>. Scand J Work Environ Health* 1982; 8: 113-120
- Hernberg S. *A decade of occupational health epidemiology in Finland. The lancet* 1983; August 27: 498
- Hernberg S, Partanen T, Nordman CH, Sumari P. *Coronary heart disease among workers exposed to carbon disulfide. Brit J Industr Med* 1970; 27: 313-325
- LaDou J. *Occupational medicine. Appleton and Lange* 1990: 336
- Lieben J, Menduke H, Flegel EE, Smith F. *Cardiovascular effects of CS<sub>2</sub> exposure. Journal of occupational medicine* 1974; 16: 449-453
- MacMahon B, Monson RR. *Mortality in the US ray industry. Journal of occupational medicine* 1988; 30: 698-705
- Nurminen M, Hernberg S. *Effects of intervention on the cardiovascular mortality of workers exposed to carbon disulphide: A 15-yr follow up. Br J Industr Med* 1985; 42: 32-35
- Nurminen M, Mutanen P, Tolonen M, Hernberg S. *Quantitated effects of carbon disulfide exposure, elevated blood pressure and aging on coronary mortality. American Journal of Epidemiology* 1982; 115: 107-118
- Roseman KD. *Cardiovascular disease and environmental exposure. Brit J Industr Med* 1979; 36: 89
- Sugimoto K. *An epidemiological study on carbon disulfide angiopathy in a chinese viscose rayon factory. International Archives of Occupational & Environmental Health.* 1984; 54(2): 127-134
- Sweetnam PM, Taylor SWC, Elwood PC. *Exposure to carbon disulfide and ischaemic heart disease in a viscose rayon factory. Brit J Industr Med* 1987; 44: 220-227
- Tolonen M, Hernberg S, Nurminen M, Tiirola K. *A follow-up study of coronary heart disease in viscose rayon workers exposed to carbon disulfide. British Journal of Industrial Medicine* 1975; 32: 1-10
- Tolonen M, Nurminen M, Hernberg S. *Ten-year coronary mortality of workers exposed to carbon disulfide. Scand J Work Environ Health* 1979; 5: 109-114
- Tolonen M. *Vascular effect of carbon disulfide: A review. Scand J work environ health* 1975; 1: 63
- Vanhooorne M, Bacqur D DE, Backer G DE. *Epidemiological study of the cardiovascular effects of carbon disulphide. International J of epidemiology* 1992; 21(4): 745-52
- Vertin PG. *Incidence of cardiovascular diseases in the dutch viscose rayon industry. J of occupational Medicine* 1978; 20(5): 364-50
- Vigliani EC. *Carbon disulfide poisoning in viscose rayon factories. Brit J Industr Med* 1954; 11: 235-44
- WHO. *Carbon Disulfide from Environmental Health Criteria 10. WHO Geneva.* 1979
- Yong LC, Kuller LH, Rutan G, Bunker C. *Longitudinal study of blood pressure: Changes determinants from adolescence th middle age. The dormont high school follow-up study, 1957-1963 to 1989-1990. American Journal of Epidemiology* 1993; 138: 973-983
- Zenz C. *Occupational Medicine. Chicago. Year Book Medical Publisher* 1988: 1013-1015

