ORIGINAL ARTICLE

노출 정도에 따른 이황화탄소 노출 환자의 건강행태와 건강상태

조 현

순천향대학교 서울병원 가정의학과

Health Behavior and Health Condition of Patients Exposed to Carbon Disulfide according to Exposure Level

Hyun Joe

Department of Family Medicine, Soonchunhyang University Seoul Hospital, Seoul, Korea

Objective: The purpose of this study is to garner useful information through a comparative analysis of health behaviors and health status between the low-dose carbon disulfide (CS₂) exposure patients and the high-dose CS₂ exposure patients.

Methods: Among 910 retired workers who were recognized for carbon disulfide poisoning, 702 survived at the research period. A total of 596 people were selected for the study, except 106 people who refused to participate or were unable to express their opinions. We define the low-dose exposure group as those under 5 ppm, and the high-dose exposure group as those over 5 ppm.

Results: Compared with the low-dose exposure patient, the high-dose exposure patient had a more frequent awakening during sleep and difficulty of dressing, toileting bathing, and food preparation. The high-dose exposure patient was vulnerable to anxiety and memory. In addition, the high-dose exposure patient felt hopeless more. The high-dose exposure patient lagged behind the low-dose exposure patient in sleep time and sleep quality.

Conclusion: The vulnerability of the high-dose exposure patient in terms of mental and sleep health needs to be acknowledged as the various characteristics of the CS₂ exposure patient that appears according to an exposure group. A variety of disease prevention and health promotion programs that focus on the health behavior and status of the low-dose exposure and the high-dose exposure patients need to be developed and put into practice.

Keywords: Carbon disulfide exposure; Health behavior; Sleep; Activities of daily living; Instrumental activities of daily living; Mental health

서론

이황화탄소(carbon disulfide)는 무색 내지 노란색을 가진 가연성이 매우 높은 액체로서 폭발위험이 있으며 인건사, 셀로판지, 사염화탄소, 농약제조업 및 고무공업 등 각종 제조업에서 널리 사용되어 왔다. 또한 지방, 파라핀, 올리브유, 야자수 등의 추출 용제로도 이용한다[1]. 과거에는 고무공장에서 경화작업에 이황화탄소가 많이 사용되어 중독환자가 많이 발생되었지만 지금은 비스코스 레

이온 합성공장, 셀로판공장 그리고 농약공장에 주로 사용되고 있다[2].

이황화탄소가 인체에 독성을 일으키는 기전은 명확하게 알려져 있지 않으나, 대사산물인 dithiocarbamates와 유도체들이 형성되어 dopamine- β -hydroxylase의 기능을 방해하거나 pyridoxamine 등의 대사산물이 신경학적인 독성을 일으킨다는 가설이 제기되고 있다[3].

독성에 의한 인체의 영향은 급성과 만성으로 나눌 수 있는데, 짧

Correspondence to: Hyun Joe

Department of Family Medicine, Soonchunhyang University Seoul Hospital, 59 Daesagwan-ro, Yongsan-gu, Seoul 04401, Korea

Tel: +82-2-709-9158, Fax: +82-2-709-9133, E-mail: drjoe@schmc.ac.kr

Received: Sep. 27, 2020 / Accepted after revision: Oct. 20, 2020

© 2020 Soonchunhyang Medical Research Institute

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

은 시간 급성으로 노출되었을 때는 두통, 어지러움, 시야혼탁, 지남력장애 등을 유발할 수 있고, 직업적 노출기준 이상 노출 시에는 호흡곤란, 정신병, 경련 등이 일어날 수 있고 아주 고농도에 노출 시 ($15,625 \text{ mg/m}^3$ 이상) 혼수나 사망에 이를 수 있다[3].

비스코스 레이온 제조공장의 경우 1890년대 독일에서 처음으로 중독사건이 발생한 이후 여러 연구들에서 이황화탄소의 노출이 인체에 미치는 영향을 조사하였다. 영국에서 레이온 산업에서 10년 이상 종사하면서 20 ppm 이상의 이황화탄소에 노출된 노동자 223명과 같은 공장에서 이황화탄소에 노출되지 않은 174명을 후향적으로 사망률을 비교하였을 때 심혈관계통의 질환으로 인한 사망은 2.5배 수준이었다[4]. 이황화탄소의 노출이 혈관의 동맥경화성 변화를 통한 심근경색 및 협심증 등 심혈관질환의 발생을 증가시킴을 밝혔다[5].

이황화탄소의 누적 노출량이 수축기, 이완기 혈압에 영향을 준다는 연구[6]와 복부비만, 공복혈당, 중성지방에 양의 연관성을 관찰하여 대사증후군의 위험률 증가를 보고한 연구[7] 및 이황화탄소 노출이 뇌혈관의 동맥경화성 변화[8]와 신경정신질환의 발생을 야기함을 밝히는 연구[9] 등 이황화탄소 중독과 심혈관계[10], 뇌혈관계[11], 내분비계[12], 정신질환[13], 신경계[14,15] 질환의 연관성을 밝히는 연구들이 있었다.

1966년부터 1993년까지 가동되다 폐업한 원진 레이온은 약 12,000명의 근로자가 근무하였다. 원진 레이온에서 일하던 근로자들이 처음으로 이황화탄소 중독으로 진단된 1988년 이후 진단을 받은 근로자 수는 1992년 서울대학교 보건대학원의 역학조사와 진단기준 변경으로 획기적으로 늘어났고[16], 1993년 원진 레이온이 폐업한 이후 2016년 11월 총 910명이 업무상 재해로 인정되었고, 이 중 208명이 사망하고 702명이 생존하였다. 이들은 현재까지 이황화탄소 중독증으로 판정받고 직업병으로 요양 중이다. 업무상 재해로 인정 받은 근로자들은 고혈압, 다발성 뇌경색, 다발성 말초신경염, 정신장애, 광상동맥허혈성 심질환 등이 높은 빈도로 나타났다[17].

이 근로자들은 이황화탄소에 대한 노출이 중단된 상태에 있는 사람들이다. 노출 중의 건강장애에 대해서는 연구들이 진행되어 있지만 노출 중단 후의 질병의 자연사에 대해서는 별로 알려진 바가 없기 때문에 이들에 대한 치료방침과 예후에 대한 의학적인 제시가 부족한 형편이다[18].

따라서 과거 이황화탄소에 노출되었던 집단의 노출 중단 이후에 대한 지속적인 조사가 이루어져야 이황화탄소 중독의 건강영향과 업무 관련성이 명확해질 수 있다. 이에 본 연구에서는 원진 레이온 퇴직 근로자들을 대상으로 전체 작업기간 동안의 이황화탄소 누적 노출량을 산출하고, 노출 중단 이후 현재 요양 중에 있는 환자들의 건강행태와 건강상태에 대해 조사하고자 한다. 이를 통해 이황화탄소 노출로 인한 건강장애가 건강 및 건강행태에 있어서 어떤 영향을 끼칠 수 있는지 알아보고 이황화탄소 노출 후의 건강영향

파악 및 노출 근로자에 대한 건강관리기준 마련에 기초자료를 제공하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

원진 레이온 퇴직 근로자 중 이황화탄소 중독으로 인정된 사람 910명 중 연구기간 생존자는 702명이었다. 2016년 9월 19일부터 2개월간 원진 레이온 산업재해자협회에서 이들에게 연락을 취하여 연구자가 일대일 면접 설문조사를 실시하여 개개인의 근무력, 인구학적 특성, 건강행태, 생활습관 등을 파악하였다. 이 중 참여를 거부하거나 의사표현이 불가능한 상태의 사람 106명을 제외한 596명을 연구대상으로 선정하였다. 연구대상자들은 참여하기 전에 이 연구의 목적을 들었고, 조사에 동의하였다.

2. 연구방법

노출 정도에 대한 정확한 실제 측정자료가 없는 상태에서 개별 환자의 과거 노출량을 추정하기 위해 1992년 서울대학교 보건대학원의 작업환경 측정자료를 총 15개 직무부서별로 분석하여 기준농도로 적용하였다[16]. 이 기준농도에 연구대상자의 인터뷰 결과를 반영하여 설비 개보수 시기 및 생산량 변화에 따른 설비 관련 가중치를 부여하였다. 측정자료가 없는 시기의 노출농도는 외국의 측정 결과를 참고하여 시기별 가중치 부여하였다.

기본적으로 1991년 노동부의 원진 레이온 작업환경 특별 점검 결과와 1992년 서울대학교 보건대학원의 작업환경 측정자료의 평균을 기준농도로 적용하였고[18], 측정자료가 없는 공무과, 화공과, 총무과는 작업내용을 참고하여 추정치를 적용하였다. 원진 레이온 근로자들의 작업영역과 이황화탄소 노출환경 특성을 정리한 결과는 Table 1과 같았다. 이황화탄소의 평균 노출 정도를 기준으로 5 ppm 이상의 고농도 노출부서, 1 ppm 이상 5 ppm 미만의 중중도 노출부서, 1 ppm 미만의 저농도 노출부서로 구분하였다(Table 1).

과거 노출에 대한 객관적인 사실을 확인하기 위해 실시된 근로자 30명에 대한 인터뷰 내용과 1991년 원진 레이온 현황자료를 통해 환경관리에 투자한 비용이 시간이 지남에 따라 점차 증가한 것을 확인할 수 있었다. 외국 문헌에서 확인된 시기별 평균 농도와 원진 레이온의 작업환경 및 설비 변화, 생산량 변화 등을 고려하여 3단계로 구분하여 시기별 가중치를 부여했다(Table 2).

1973년 미국 National Institute for Occupational Safety and Health에서 레이온 공장의 방사 및 절단 등의 작업장 내 작업자 호흡기 영역에서 8시간 시간 가중 평균이 36개 시료 중 12개에서 200 ppm을 초과하는 것으로 나타났고, 이 중 7개 시료에서는 100 ppm을 초과하였다. 또 다른 공장에서는 196개 시료 중 50% 이상에서 100 ppm을 초과하였고 시간 가중 평균치를 계산한 결과 평균 11.2 ppm(범

위, 0.9–127 ppm)으로 나타났다[19]. 1945년부터 1967년까지 핀란드 레이온 공장의 측정자료를 분석한 결과, 일반적으로 1950년 이전에는 40 ppm 이상, 1950–1960년 사이에는 20–40 ppm, 1960년대에는 10–30 ppm 정도로 평가하였다[20,21]. 앞선 외국 문헌에서 확인된 60년대 방사와 평균 농도(20 ppm)가 1991년 측정된 방사와 전체 평균 농도(5.6 ppm)의 약 3.5배기 때문에 1966년 가동 초기부터 1974년까지 시기의 가중치를 3.5로 부여하였다. 70–80년대 측정된 방사와 평균 농도(10–15 ppm)가 1991년 측정된 방사와 전체 평균 농도(5.6 ppm)의 약 2.25배이고 그 시기의 작업환경을 고려하여 0.5를 추가하여 1975년부터 1989까지 시기의 가중치를 2.75로 부여하였다. 1990년부터 1993년 폐업 시기까지는 개인 보호구의 착용이 비

교적 잘 이루어져 보호구 내의 이황화탄소 최고 측정치가 3.2 ppm으로, 기준농도의 0.5배이기 때문에 가중치를 0.5로 부여하였다. 이 데이터들을 바탕으로 개인별 누적노출지수(cumulative exposure index, CEI)와 개인별 평균 노출농도(time weighted average concentration)를 다음과 같이 계산하였다.

$$CEI = \sum (\text{작업연수} \times \text{기준농도} \times \text{가중치})$$

Time weighted average concentration = CEI/duration for exposure of carbon disulfide

본 연구에서는 개인별 평균 노출 정도에 따라 5 미만이면 저농도 노출 그룹으로 5 이상이면 고농도 노출 그룹으로 설정하였다[22].

설문내용의 건강행태 및 건강상태, 신체활동상태는 “The sixth Korea National Health and Nutrition Examination Survey” 설문 자료를 기초로 하여 연구목적에 적합하도록 수정, 보완하여 만든 구조화한 설문지를 이용하였다[23]. 설문지는 근무경력, 흡연, 음주, 운동 등 건강증진행위, 일상생활 수행능력(activities of daily living, ADL), 수단적 일상생활 수행능력(instrumental activities of daily living, IADL), 예방접종 여부, 기억력과 정신건강상태, 수면시간 및 질, 영양평가에 대한 문항으로 구성되었다.

수집된 설문지는 IBM SPSS software for Window PC ver. 23.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 통계 처리하였고 분석내용은 다음과 같다. 인구사회학적 특성, 건강행태, 건강상태의 저·고농도 노출 그룹별 분포는 빈도분석을 하였고 통계적 검정은 chi-square test를, 저·고농도 노출 그룹별 건강상태와 건강행태에 대한 비교는 로지스틱회귀분석을 실시하였다.

결 과

1. 대상자의 직업적 특성 및 이황화탄소 노출 정도

대상자의 근무부서별로는 개인별 평균 노출농도가 5 ppm 미만의 저농도 노출부서에 근무한 그룹이 121명(17.95%), 5 ppm 이상의

Table 1. CS₂ exposure concentration by job department

Department	CS ₂ (ppm)
High exposure concentration department	
Spinning	
Doping	6.53
Circuit	6.58
Motor repair	3.79
Electrical equipment repair	4.33
Moderate exposure concentration department	
Maintenance of ejector	3.03
Collection of sulfuric acid	3.79
Manufacturing of CS ₂	2.77
Post-process	
Packing	3.6
Carrying	1.96
Refining	2
Maintenance	2.16
Manufacturing of viscose	1.35
Low exposure concentration department	
Water treatment	0.45
Manufacturing of chemicals	0.23
General affairs	0.12

CS₂, carbon disulfide.

Table 2. Setting weight by operating period

Operating period (yr)	Weight by period	Evidence
1966 (initial operation)–1974	3.5	CS ₂ -exposure concentration of spinning department identified in the literature [20] in 60's (20 ppm) is 3.5 times as much as that measured in 1991 (5.6 ppm).
1975–1989	2.75	CS ₂ -exposure concentration of spinning department identified in the literature [21] in 70–80's (10–15 ppm) is 2.25 times as much as that measured in 1991 (5.6 ppm). Since 1975, the production of rayon has increased [18]. According to the operator interview, that exhaust system is changed, and the screen breaks down due to the equipment age. For this reason, we give additional weight of 0.5.
1990–1993 (when closed)	0.5	Wearing personal protective equipment is relatively good. The highest CS ₂ -exposure concentration measured in protective equipment (3.2 ppm) is about 0.5 times as much as that measured in 1991 (5.6 ppm).

CS₂, carbon disulfide.

고농도 노출부서에 근무한 그룹이 475명(83.05%)이었다. 대상자의 평균 근로기간은 12.92년(12.92 ± 5.55 년)이었다. 대상자들의 개인별 누적 노출농도를 추정하기 위하여 CEI를 계산한 결과 평균 126.72 ppm (126.72 ± 84.11 ppm)이 나타났고 개인별 평균 노출농도는 9.93 ppm (9.93 ± 5.07 ppm)으로 분석되었다(Table 3).

2. 대상자의 일반적 특성

대상자의 성별은 남자가 515명(86.4%), 여자가 81명(13.6%)으로 남자가 많았다. 이 중 저농도 노출 그룹은 121명(남자 101명, 여자 20명)으로 전체 그룹의 17.95%이었고, 고농도 노출 그룹은 475명(남자 414명, 여자 61명)으로 전체 그룹의 83.05%이었다.

결혼형태에서 기혼인 경우가 저농도 노출 그룹이 99.69%, 고농도 노출 그룹이 98.94%로 높은 비율을 보였으며, 두 군 간의 유의한 차이는 없었다. 동거 여부에 있어서는 혼자 살고 있는 경우는 저농도 노출 그룹에서 26명(21.49%), 고농도 노출 그룹에서 79명(16.63%)으로 분석되었으나 유의한 차이는 없었다. 혼자 거주하는 이유로 미혼인 경우가 두 그룹 모두 4명이었고, 이혼이나 다른 이유로 인해

배우자와 함께 살고 있지 않는 경우는 저농도 노출 그룹에서 22명, 고농도 노출 그룹에서는 75명으로 분석되었다(Table 4).

3. 대상자의 건강행태

대상자의 흡연실태는 '현재 흡연' 76명(12.75%), '끊었다' 248명(51.52%)이었고, '술을 마시지 않는다'는 33명(56.63%), '마신다'는 255명(43.37%)이었으며, 음주를 하는 255명의 음주횟수는 2-3회/주인 경우가 96명(37.65%), 1회 이하/주인 경우가 159명(62.35%)이었다. 하지만 두 그룹 간의 유의한 차이는 없었다(Table 5).

4. 대상자의 수면 건강상태

하루 평균 수면시간에 있어서 저농도 노출 그룹은 5시간(4-7시간), 고농도 노출 그룹은 5시간(4-7시간)으로 분석되었고, 두 그룹 간의 유의한 차이는 없었다. 하지만 수면의 질에 있어서는 수면 중

Table 3. Employment characteristics

Characteristic	Value
Year in the first employment (yr)	
<1975	325 (54.53)
1975-1993	271 (45.47)
Duration of employment (yr)	12.92±5.55
<10	171 (28.69)
10-20	362 (60.74)
≥20	63 (10.57)
CS ₂ cumulative exposure concentration (ppm)	126.72±84.11
0-67 ^{a)}	171 (28.69)
67-134	184 (30.87)
≥134 ^{b)}	241 (40.44)
CS ₂ time weighted average concentration (ppm)	9.93±5.07
0-5 ^{c)}	121 (20.30)
5-10 ^{d)}	197 (33.05)
≥10	278 (46.64)
Department distribution by CS ₂ -exposed concentration	
Low (<5 ppm) ^{e)}	121 (17.95)
High (≥5 ppm)	475 (80.35)

Values are presented as number (%) or mean ± standard deviation.

CS₂, carbon disulfide.

^{a)}Lower one third defined by distribution of metric among all subjects. ^{b)}Upper one third defined by distribution of metric among all subjects. ^{c)}EU-Commission Directive 2006/15/EC of 7 February 2006 establishing a second list of indicative occupational exposure limit. ^{d)}Industrial Safety and Health Act enforcement regulations separate table 3 of 11 Amendment of allowable standard of exposure concentration by harmful factor, IRE-2010 Code of Practice for the Safety, Health and Welfare at Work (Chemical Agents) Regulation 2001; published by Health and Safety Authority. ^{e)}EU-Commission Directive 2006/15/EC of 7 February 2006 establishing a second list of indicative occupational exposure limit.

Table 4. General characteristics of study subjects

Characteristic	Low-exposure group	High-exposure group	Total	P-value ^{a)}
No. of subjects	121 (17.95)	475 (83.05)	596	
Average age (yr)	69.10	71.27		
Gender				0.295
Male	101 (83.47)	414 (87.16)	515 (86.4)	
Female	20 (16.53)	61 (12.84)	81 (13.6)	
Marital status				0.213
Married	117 (96.69)	470 (98.94)	587	
Unmarried	4 (3.31)	4 (0.84)	8	
Living status				0.491
Living together	95 (78.51)	393 (82.74)	488 (81.88)	
Living alone ^{b)}	26 (21.49)	79 (16.63)	105 (17.62)	

Values are presented as number (%).

^{a)}By chi-square test. ^{b)}Include unmarried and married, separation by divorce and others.

Table 5. Health behaviors of study subjects

Characteristic	Low-exposure group (n=121)	High-exposure group (n=475)	Total	P-value ^{a)}
Smoking				0.611
Don't smoking	46 (38.3)	165 (35.0)	211 (35.40)	
Currently smoking	17 (14.2)	59 (12.5)	76 (12.75)	
Quit smoking	57 (47.5)	248 (52.5)	305 (51.52)	
Alcohol drinking				0.859
Yes	52 (43.33)	203 (43.38)	255 (43.37)	
No	68 (56.67)	265 (56.62)	333 (56.63)	
Drinking frequency				0.648
2-3/wk	21 (40.38)	75 (36.95)	96 (37.65)	
≤1/wk	31 (59.62)	128 (63.05)	159 (62.35)	

Values are presented as number (%).

^{a)}By chi-square test.

깨는 횟수가 저농도 노출 그룹은 2회(1-3회)이었고 고농도 노출 그룹은 3회(1-3.5회)로 더 많이 깨는 것으로 나타나 수면의 질에 있어서는 고농도 노출 그룹이 저농도 노출 그룹보다 유의하게 낮았다($P < 0.05$) (Table 6).

수면 중 깬다고 응답한 사람들의 원인을 분석한 결과 악몽(2.9%), 이명(1.2%), 저림(0.6%), 통증(1.5%), 불안(17.7%), 우울(1.7%), 소변(75.9%), 기타(9.3%)로 나타났다. 하지만 두 그룹 간의

Table 6. The sleep health of the study subjects

Sleep	CS ₂ time weighted average concentration (ppm)		P-value ^{a)}
	Low (<5 ppm, n=121)	High (≥5 ppm, n=475)	
Duration (hr)	5 (4-7)	5 (4-7)	0.818
No. of awakening from sleep	2 (1-3)	3 (1-3.5)	0.048*

Values are presented as median (interquartile range).

CS₂, carbon disulfide.

* $P < 0.05$. ^{a)}By Mann-Whitney U-test.

Table 7. The causes of awakening from sleep

Variable	Total	CS ₂ time weighted average concentration (ppm)		P-value
		Low (<5 ppm)	High (≥5 ppm)	
Nightmare				1.000 ^{a)}
Yes	15 (2.9)	3	12	
No	503 (97.1)	100	403	
Tinnitus				1.000 ^{a)}
Yes	6 (1.2)	1	5	
No	512 (98.8)	102	410	
Tingling				0.102 ^{a)}
Yes	3 (0.6)	2	1	
No	515 (99.4)	101	414	
Pain				1.000 ^{a)}
Yes	7 (1.4)	1	6	
No	511 (98.6)	102	409	
Depression				0.367 ^{a)}
Yes	8 (1.5)	0	8	
No	510 (98.5)	103	407	
Anxiety				0.834 ^{b)}
Yes	84 (16.2)	16	68	
No	434 (83.8)	87	347	
Nocturia				0.889 ^{b)}
Yes	360 (69.6)	71	289	
No	158 (30.4)	32	126	
Other				0.640 ^{b)}
Yes	44 (9.3)	10	34	
No	430 (90.7)	85	345	

Values are presented as number (%) or number.

CS₂, carbon disulfide.

^{a)}By Fisher's exact test. ^{b)}By chi-square test.

유의한 차이는 없었다. 기타 원인으로는 호흡곤란, 목마름, 수면제, 두통, 소음, 이유 없음이라고 응답했다(Table 7).

5. 대상자의 일상생활 수행능력과 수단적 일상생활 수행능력

남의 도움 없이 스스로 ADL을 수행할 수 있는 응답자는 식사하기 97.5%, 옷 입기 95.8%, 화장실 이용 95.6%, 목욕하기 92.8%, 이동하기(상점, 병원, 이웃, 관공서 가기) 86.4%, 음식 준비하기 90.6%이었다. 이 중 옷 입기, 화장실 이용, 목욕하기, 음식 준비하기에서 두 그룹 간의 유의한 차이가 있었다($P < 0.05$). 또한 식사 준비하기를 도움 없이 실천할 수 있는 응답자는 저농도 노출 그룹이 고농도 노출 그룹보다 유의하게 많았다($P < 0.05$) (Table 8).

6. 대상자의 정신건강상태와 기억력

평소 불안을 느낀다는 응답자는 전체 464명(77.9%)이었고, 그룹 별로는 고농도 노출그룹에서 379명(79.8%), 저농도 노출 그룹에서 85명(70.23%)으로 나타났으며 두 그룹 간의 유의한 차이가 있었다($P < 0.05$). 응답자 중 활동량과 의욕저하가 있는 경우는 전체 481명(80.7%), 자신이 쓸모없다고 느끼는 경우가 전체 420명(70.5%), 희망이 없다고 느끼는 경우가 전체 458명(76.8%)으로 두 그룹에서 모

Table 8. Activities of daily living and instrumental activities of daily living of the study subjects

Variable	Total	CS ₂ time weighted average concentration (ppm)		P-value
		Low (<5 ppm, n=121)	High (≥5 ppm, n=475)	
Feeding				0.050 ^{a)}
Independence	581 (97.5)	121 (20.8)	460 (79.2)	
Dependence	15 (2.5)	0	15 (100.0)	
Dressing				0.038 ^{b)}
Independence	571 (95.8)	120 (21.0)	451 (79.0)	
Dependence	25 (4.2)	1 (4.0)	24 (96.0)	
Toileting				0.033 ^{b)}
Independence	570 (95.6)	120 (21.1)	450 (78.9)	
Dependence	15 (4.4)	1 (3.8)	25 (96.2)	
Bathing				0.024 ^{b)}
Independence	553 (92.8)	118 (21.3)	435 (78.7)	
Dependence	43 (2.5)	3 (7.0)	40 (93.0)	
Food preparation				0.010 ^{b)}
Independence	540 (90.6)	117 (21.7)	423 (78.3)	
Dependence	56 (9.4)	4 (7.1)	52 (92.9)	
Transfer				0.055 ^{b)}
Independence	515 (86.4)	111 (21.6)	404 (78.4)	
Dependence	81 (13.6)	10 (12.3)	71 (87.7)	

Values are presented as number (%).

CS₂, carbon disulfide.

^{a)}By Fisher's exact test. ^{b)}By chi-square test.

두 높게 나타났지만 두 그룹 간의 유의한 차이는 없었다.

기억력과 관련해서는 기억력이 친구나 동료에 비해 못하다고 응답한 대상자는 431명(72.3%), 기억력이 1년 전에 비해 나빠졌다고 응답한 대상자는 528명(88.6%), 중요한 일을 하는데 기억력이 문제가 된다고 응답한 대상자는 417명(70.0%), 기억력이 떨어진 것을 남들도 안다고 응답한 대상자는 456명(76.6%), 일상적인 일을 하는데 서툴러졌다고 응답한 대상자는 510명(85.6%)으로 기억력이 저하되었거나 기억력과 관련해서 일상생활에서 불편함을 겪는다고 응답했다. 이 중에서 기억력이 친구나 동료에 비해 못하다고 응답한 경우가 저농도 노출 그룹에서 77명(63.6%), 고농도 노출 그룹에서 340명(71.6%)이었고, 기억력이 떨어진 것을 남들도 안다고 응답한 경우는 저농도 노출 그룹에서 81명(66.9%), 고농도 노출 그룹에서 375명(78.9%)으로 분석되었으며, 두 그룹 간의 통계적으로 유의한 차이

Table 9. The mental health of the study subjects

Variable	Total	CS ₂ time weighted average concentration (ppm)		P-value ^{a)}
		Low (<5 ppm, n=121)	High (≥5 ppm, n=475)	
Anxiety				0.024*
Yes	464 (77.9)	85 (70.2)	379 (79.8)	
No	132 (22.1)	36 (29.8)	96 (20.2)	
Less interest or pleasure				0.230
Yes	481 (80.7)	93 (76.9)	388 (81.7)	
No	115 (19.3)	28 (23.1)	87 (19.3)	
Feeling of uselessness				0.105
Yes	420 (70.5)	78 (64.5)	342 (72.0)	
No	176 (29.5)	43 (35.5)	133 (28.0)	
Hopelessness				0.054
Yes	458 (76.8)	85 (70.2)	373 (78.5)	
No	138 (23.2)	36 (29.8)	102 (21.5)	
Memory is less than friends and colleague				0.017*
Yes	431 (72.3)	77 (63.6)	354 (74.5)	
No	165 (27.7)	44 (26.4)	121 (25.5)	
Memory is worse than a year ago				0.796
Yes	528 (88.6)	108 (89.3)	420 (88.4)	
No	68 (11.4)	13 (10.7)	55 (11.6)	
Memory is a problem when doing important things				0.089
Yes	417 (70.0)	77 (63.6)	340 (71.6)	
No	179 (30.0)	44 (26.4)	135 (28.4)	
Others know that my memory has declined				0.005**
Yes	456 (76.6)	81 (66.9)	375 (78.9)	
No	139 (23.4)	40 (33.1)	99 (21.1)	
I am not good to do routine things				0.305
Yes	510 (85.6)	100 (82.6)	410 (86.3)	
No	86 (14.4)	21 (17.4)	65 (13.7)	

Values are presented as number (%).

CS₂, carbon disulfide.

*P<0.05. **P<0.01. ^{a)}By chi-square test.

가 있었다(P<0.05, P<0.01) (Table 9).

7. 대상자의 소변 건강상태

소변을 보는데 문제가 있거나 지릴 경우가 있다고 응답한 대상자는 저농도 노출 그룹에서 82명(67.8%), 고농도 노출 그룹에서는 356명(76.8%)이었다. 소변에 문제가 있다고 응답한 대상자를 남·여로 구분하여 분석한 결과 남자의 경우 저농도 노출 그룹에서 67명(66.3%), 고농도 노출 그룹에서 310명(75.1%)가 소변에 문제가 있다고 응답했으나 두 그룹 간의 유의한 차이는 없었다. 또한 여자의 경우 저농도 노출 그룹에서 15명(75.0%), 고농도 노출 그룹에서 46명(75.4%)으로 나타났지만 두 그룹 간의 유의한 차이는 없었다(Table 10).

8. 이황화탄소 노출 정도를 독립변수로 다변량 단순회귀분석

이황화탄소 노출 정도가 이황화탄소 노출 환자에서 건강행태 및 건강상태에 미치는 영향을 알아보고자 다변량 단순회귀분석을 실시하였다. 그리고 수면 중 깨는 횟수와 노출 정도의 상관관계를 알아보기 위해 선형회귀분석을 실시하였다. 이황화탄소 노출 정도가 높을수록 목욕하기, 식사 준비에 있어서 남의 도움 없이 할 수 있는

Table 10. Voiding-subgroup analysis

Voiding	CS ₂ time weighted average concentration (ppm)		P-value ^{a)}
	Low (<5 ppm, n=121)	High (≥5 ppm, n=475)	
Male (n=514)			0.075
Yes	67 (66.3)	310 (75.1)	
No	34 (33.7)	103 (24.9)	
Female (n=81)			1.000
Yes	15 (75.0)	46 (75.4)	
No	5 (25.0)	15 (24.6)	

Values are presented as number (%).

CS₂, carbon disulfide.

^{a)}By chi-square test.

Table 11. Univariate analysis with logistic regression and linear regression analysis

Independent variable	OR (95% CI)	P-value
Dressing (no)	6.386 (0.855–47.682)	0.071
Toileting (no)	6.667 (0.894–49.701)	0.064
Bathing (no)	3.617 (1.099–11.898)	0.034*
Food preparation (no)	3.596 (1.274–10.147)	0.016*
Anxiety (yes)	1.672 (1.067–2.621)	0.025*
Memory is less than friends and colleague (yes)	1.672 (1.094–2.555)	0.018*
Others know that my memory has declined (yes)	1.871 (1.206–2.901)	0.005**
Wakening during sleep ^{a)}	0.343 (0.033–0.652)	0.030*

OR, odds ratio; CI, confidence interval.

*P<0.05. **P<0.01. ^{a)}By linear regression analysis.

정도가 유의하게 떨어졌다($P < 0.05$). 또한 노출농도가 높을수록 불안감을 느끼는 정도도 유의하게 높아졌다($P < 0.05$). 기억력에 있어서는 노출 정도가 높아짐에 따라 기억력이 남보다 못하다고 느끼거나 기억력이 떨어진 것을 남들도 안다고 느끼는 정도가 유의하게 높아졌다($P < 0.05$). 대상자의 수면의 질에 있어서는 수면 중 깨는 횟수와 노출농도가 통계적으로 유의미하게 양의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다($P < 0.05$) (Table 11).

고 찰

본 연구는 원진 레이온 퇴직자들 중 업무상 재해로 인정된 근로자 중 생존한 702명 중 참여 거부 의사를 밝힌 자, 의식저하 환자, 중환자들을 제외한 596명을 연구대상으로 하였다.

이황화탄소 노출농도에 대한 정확한 실제 측정자료가 없는 개별 환자의 1986년 이전의 과거 노출량을 추정하기 위해 측정자료가 있는 1991년, 1992년의 기준농도와 시기별 가중치를 적용하여 노출농도를 추정하였다. 이를 바탕으로 개인별 CEI와 개인별 평균 노출농도를 계산하였다. 부서별 이황화탄소 노출농도를 고려할 때 기존의 작업측정결과와 노출수준별 분류와 본 연구대상자의 노출량 분포가 동일하였으므로 노출평가가 적합한 것으로 판단하였다.

이들을 개인별 평균 노출농도에 따라 5 ppm 미만의 저농도 노출 그룹, 5 ppm 이상의 고농도 노출 그룹으로 구분하고, 이 두 집단의 인구사회학적 특성, 건강행태, 건강상태에 따라 어떤 차이가 있는지 비교하였다. 연구결과 대상자의 신체적, 정신적 건강상태가 저농도, 고농도 노출 그룹에서 많은 차이가 있음을 알 수 있다.

먼저 인구학적 특성을 보면 저농도 노출 그룹이 121명(남자 101명, 여자 20명), 고농도 노출 그룹이 495명(남자 414명 여자 61명)으로 각각 17.95%, 83.05%이었다. 성별은 남자가 515명(86.4%), 여자가 81명(13.6%)으로 남자가 더 많았다. 전체 두 그룹 간의 유의한 차이는 없었다. 동거 여부에 있어서는 저농도 노출 그룹이 95명, 고농도 노출 그룹이 470명으로 각각 78.51%, 98.94%이었고 두 그룹 간의 유의한 차이는 없었다. 사별이나 이혼 등의 이유로 혼자 살고 있는 경우는 저농도 노출그룹이 26명(21.49%), 고농도 노출 그룹이 79명(16.63%)이었다.

대상자의 흡연실태는 '현재 흡연' 12.75%, '끊었다' 51.52%이었고, '술을 마시지 않는다'는 56.63%, '마신다'는 43.37%이었으며, 음주를 하는 255명의 음주횟수는 2-3회/주 37.65%, 1회 이하/주 62.35%이었다.

대상자의 수면 건강상태에 있어서 하루 평균 수면시간(5시간 이하, 6-7시간, 8시간 이상)은 저농도 그룹은 5시간 이하가 52.1%, 고농도 그룹은 53.8%로 나타났으나 두 그룹 간의 유의한 차이는 없었다. 하지만 수면의 질에 있어서 수면 중 깨는 경우가 저농도 그룹은 2회(1-3회)이었고, 고농도 그룹은 3회(1-3.5회)로 나타나 고농도 그

룹의 수면의 질이 유의하게 낮았다. 수면 중 깸다고 응답한 사람들의 원인을 분석한 결과 악몽(2.9%), 이명(1.2%), 저림(0.6%), 통증(1.5%), 불안(17.7%), 우울(1.7%), 소변(75.9%), 기타(9.3%)로 나타났다. 하지만 두 그룹 간의 유의한 차이는 없었다. 기타 수면 중 깸의 원인으로는 호흡곤란, 목마름, 수면제, 두통, 소음, 이유 없음이라고 응답했다.

남의 도움 없이 스스로 ADL을 수행할 수 있는 응답자는 문항에 따라 최소 92.8%, IADL을 수행할 수 있는 응답자는 문항에 따라 최소 86.4%로 나타났다. 하지만 남의 도움 없이 옷 입기, 화장실 가기, 목욕하기, 음식 준비하기에 있어서 고농도 노출 그룹이 저농도 노출 그룹보다 유의하게 수행능력이 낮았는데, 이는 노출농도가 클수록 ADL에 있어서 크게 감소한다는 것을 의미한다.

대상자들의 80.7%가 평소 활동량과 의욕저하를 느끼고, 70.5%가 쓸모없다는 느낌, 76.8%가 희망이 없음, 77.9%가 불안을 느끼고 있는 것으로 조사되어 이황화탄소 노출 근로자의 정신건강에 관해 새로운 문제 인식과 함께 대안이 필요하다고 판단된다. 특히 노출 정도가 높을수록 평소 불안을 느끼는 경우가 유의하게 많아 이황화탄소 노출 환자의 정신건강상태에 따라 맞춤형 관리가 필요한 것으로 생각된다.

기억력 관련에 있어서도 기억력이 1년 전보다 더 나빠졌다고 응답한 경우가 88.6%, 중요한 일을 하는데 기억력이 문제가 된다고 응답한 경우가 70.0%, 일상적인 일을 하는데 서툴러졌다고 응답한 경우가 85.6%로 나타나 이황화탄소 노출 환자들의 기억력 관리에 있어서 중점을 두어야 하는 것으로 분석되었다. 특히 자신의 기억력이 주위 사람보다 못하다고 느껴지거나 자신의 기억력이 떨어져 있는 것을 남들도 안다고 생각하는 경우가 고농도 노출군에서 유의하게 많았다.

소변 문제가 있다고 응답한 경우는 남자가 377명, 여자가 61명이었다. 이를 남녀로 각각 구분하여 분석한 결과 고농도 노출 그룹이 저농도 노출 그룹에 비해 소변에 문제가 있다고 남녀 모두 더 많이 응답했으나 두 그룹 간의 유의한 차이는 없었다.

이황화탄소 노출 환자에서 건강행태와 건강상태에 대한 비교를 통해 고농도 노출 그룹에 있어서 옷 입기, 화장실 이용하기, 목욕하기, 음식 준비하기에서 수행능력이 더 떨어지는 것으로 나타났으며, 심리적으로 더 불안감을 느끼고 기억력에 있어서 더 큰 문제를 느끼고 있었다. 또한 고농도 노출 그룹은 수면 중에 더 자주 깨는 것으로 나타나 수면의 질이 떨어져 있었다. 이 중에서 이황화탄소 노출 농도가 높을수록 목욕하기, 식사 준비하기에 있어서 남의 도움 없이 할 수 있는 능력이 유의하게 낮았고, 불안감을 느끼는 경우와 기억력이 남보다 못하다고 느껴지거나 기억력이 떨어진 것을 남들도 안다고 느끼는 경우가 유의하게 많은 것으로 분석되었다. 따라서 고농도 노출 환자일수록 ADL과 정신건강관리, 기억력 관리에 신경을 써야하는 것으로 분석되었다.

이와 같이 고농도 노출 그룹에서 증가하는 여러 가지 건강상태에 관한 문제는 당사자들에게 매우 불편하고 심각한 문제이다. 따라서 현재 시행되는 대상자들의 치료와 관리에 있어서 이황화탄소 노출 환자들의 건강행태와 건강상태의 특성에 맞추어 적용된다면 일상생활 속에서 환자들의 불편이 감소되고 건강유지 및 증진에 큰 도움이 될 것이다.

본 연구의 의의를 살펴보면 이황화탄소 노출과 관련된 질환에 대한 앞선 연구들은 많으나 이황화 노출 환자를 저농도 노출 그룹과 고농도 노출 그룹으로 나누어 건강행태와 건강상태 등의 건강 관련 요인들을 파악하고 비교한 논문은 미미한 편이다. 이 연구에서 이황화탄소 노출 정도에 따른 건강행태와 건강상태를 구체적으로 파악한 것은 큰 의의가 있다고 할 수 있다.

이 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 노화와 같은 건강행태와 건강상태에 영향을 끼치는 여러 인자들을 전부 고려하지 못했다. 둘째, 이황화탄소 노출 환자 중에서 사망자와 거동이 불편하거나 중환자가 많아 모든 대상자를 못했다. 셋째, 과거의 정확한 노출농도를 평가하기 위한 기초자료의 신뢰성 문제와 누적 노출량을 추정하기 위한 시기별 작업환경 변화에 따른 정확한 노출량을 계산하기가 불가능하여 정확한 양-반응 관계를 파악하는 데 한계점이 있을 수 있다. 넷째, 이 연구는 횡단연구로 이황화탄소 노출 정도에 따른 건강 관련 차이는 알 수 있지만 원인과 결과를 정확하게 파악할 수 있는 종단연구가 요구된다.

원진 레이온 퇴직자들 중 업무상장애로 인정된 근로자중 생존한 702명만을 대상으로 삼았기 때문에 비인정 근로자들도 포함하는 연구도 추후 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로, 수면 중 껌과 불안감을 느끼는 경우가 이황화탄소 고농도 노출 그룹이 저농도 노출 그룹에 비해서 높았으며, 기억력이 남보다 못하다고 느끼거나 기억력이 떨어진 것을 남들도 안다고 느끼는 정도가 고농도 노출 그룹에서 높게 나타났다. 또한 남의 도움 없이 목욕하기와 식사 준비하기에서 고농도 노출 그룹이 수행능력이 떨어지는 것으로 나타났다. 이러한 정신적 건강과 수면건강, ADL의 취약성을 이황화탄소 노출 정도에 따라 나타나는 다양한 특성중의 하나로 받아들이고 저, 고농도 노출 환자들의 건강행태와 건강상태의 특성에 맞춘 다양한 질병예방, 건강증진프로그램을 개발하고 적용할 수 있는 국가적 차원의 관리와 지원이 요구된다.

REFERENCES

1. Zenz C. Occupational medicine: principles and practical applications. 2nd ed. Chicago (IL): Year Book Medical Publishers; 1988.
2. Lee HS. Carbon disulfide Carbon disulfide disulfide exposure exposure of industrial industrial industrial hygiene hygiene hygiene analysts [master's thesis]. Seoul: Yonsei University; 2005.
3. Wexler P, Anderson B, de Peyster A, Gad SC, Hakkinen PJ, Kamrin M, et al. Encyclopedia of toxicology. 2nd ed. San Diego (CA): Academic Press; 2005.
4. Tiller JR, Schilling RS, Morris JN. Occupational toxic factor in mortality from coronary heart disease. *Br Med J* 1968;4:407-11.
5. Vanhoorne M, De Bacquer D, De Backer G. Epidemiological study of the cardiovascular effects of carbon disulphide. *Int J Epidemiol* 1992;21:745-52.
6. Kotseva K, Braeckman L, De Bacquer D, Bulat P, Vanhoorne M. Cardiovascular effects in viscose rayon workers exposed to carbon disulfide. *Int J Occup Environ Health* 2001;7:7-13.
7. Jhun HJ, Lee SY, Yim SH, Kim MJ, Park KK, Cho SI. Metabolic syndrome in carbon disulfide-poisoned subjects in Korea: does chemical poisoning induce metabolic syndrome? *Int Arch Occup Environ Health* 2009;82:827-32.
8. Lee E, Kim MH. Cerebral vasoreactivity by transcranial Doppler in carbon disulfide poisoning cases in Korea. *J Korean Med Sci* 1998;13:645-51.
9. Aaserud O, Hommeren OJ, Tvedt B, Nakstad P, Mowe G, Efskind J, et al. Carbon disulfide exposure and neurotoxic sequelae among viscose rayon workers. *Am J Ind Med* 1990;18:25-37.
10. Kuo HW, Lai JS, Lin M, Su ES. Effects of exposure to carbon disulfide (CS₂) on electrocardiographic features of ischemic heart disease among viscose rayon factory workers. *Int Arch Occup Environ Health* 1997;70:61-6.
11. Huang CC, Chu CC, Chen RS, Lin SK, Shih TS. Chronic carbon disulfide encephalopathy. *Eur Neurol* 1996;36:364-8.
12. Takebayashi T, Omae K, Ishizuka C, Nomiyama T, Sakurai H. Cross sectional observation of the effects of carbon disulphide on the nervous system, endocrine system, and subjective symptoms in rayon manufacturing workers. *Occup Environ Med* 1998;55:473-9.
13. Braemer M, Herborn H. Use of the psychologic-neurologic questionnaire and the diagnostic follow-up program in long-term CS₂ exposed workers. *Z Gesamte Hyg* 1989;35:424-5.
14. Chu CC, Huang CC, Chu NS, Wu TN. Carbon disulfide induced polyneuropathy: sural nerve pathology, electrophysiology, and clinical correlation. *Acta Neurol Scand* 1996;94:258-63.
15. Kim DS, Kim SS, Cha CW. A study of the peripheral neuropathy among the workers exposed to carbon disulfide. *Korean J Prev Med* 1993;26:282-92.
16. Working Group of Epidemiological Investigation, School of Public Health, Seoul National University. Epidemiological investigation of CS₂ poisoning. Seoul: School of Public Health, Seoul National University; 1992.
17. Lee KJ, Kim JJ, Choi HR, Yang GS, Kim H, Yim SH, et al. Health evaluation of ex-workers occupationally exposed to carbon disulfide: subjective symptoms and related factors according to compensation for CS₂ poisoning. *Korean J Occup Environ Med* 2003;15:150-61.
18. Ministry of Employment and Labor. A report on work environmental evaluation in a viscose rayon factory. Sejong: Ministry of Employment and Labor; 1991.
19. Yang GS, Choi HR, Kim JJ, Kim RH, Kim SH, Kim EH, et al. Study on carbon disulfide poisoning. Ulsan: Korea Workers' Compensation and Welfare Service; 1999.
20. Rosensteel RE, Shama SK, Flesch JP. Health hazard evaluation determination report 72-21-91: American Viscose Division, FMC Corporation, Nitro, West Virginia. Cincinnati (OH): U.S. Department of Health, Education, and Welfare, National Institute for Occupational Safety and Health; 1973.
21. Partanen T, Hernberg S, Nordman CH, Sumari P. Coronary heart disease among workers exposed to carbon disulphide. *Br J Ind Med* 1970;27:313-25.
22. European Union. Commission Directive 2006/15/EC of 7 February 2006:

establishing a second list of indicative occupational exposure limit values in implementation of Council Directive 98/24/EC and amending Directives 91/322/EEC and 2000/39/EC. Brussels: European Union; 2006.

23. Korea Centers for Disease Control and Prevention. The sixth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2016.