

## 이황화탄소 중독자들의 노출중단 이후의 심박동수 변이

서울대학교 보건대학원 산업보건교실, 서울대학교 보건대학원 역학교실<sup>1)</sup>,  
서울대학교 보건대학원 및 보건환경연구소<sup>2)</sup>, 원진녹색병원 가정의학과<sup>3)</sup>,  
원진녹색병원 내과<sup>4)</sup>, 녹색병원 산업의학과<sup>5)</sup>, 한림대학교 한강성심병원 산업의학과<sup>6)</sup>

이상윤 · 조성일<sup>1)</sup> · 백도명<sup>2)</sup> · 변창범 · 김미정<sup>3)</sup> · 박경근<sup>4)</sup>  
임상혁<sup>5)</sup> · 양길승<sup>5)</sup> · 황창국<sup>6)</sup> · 전형준<sup>6)</sup>

— Abstract —

### Heart Rate Variability of Carbon Disulfide Poisoned Subjects after Exposure Cessation

Sang-Yoon Lee, Sung-Il Cho<sup>1)</sup>, Do-Myung Paek<sup>2)</sup>, Chang-Bum Byeon, Mi-Jeong Kim<sup>3)</sup>,  
Kyung-Keun Park<sup>4)</sup>, Sang-Hyeok Yim<sup>5)</sup>, Kil-Seung Yang<sup>5)</sup>, Chang-Kook Hwang<sup>6)</sup>, Hyung-Joon Jhun<sup>6)</sup>

*Department of Occupational & Environmental Medicine, School of Public Health, Seoul National University*

*Department of Epidemiology, School of Public Health, Seoul National University<sup>1)</sup>*

*School of Public Health & Institute of Health and Environment, Seoul National University<sup>2)</sup>*

*Department of Family Medicine, Wonjin Green Hospital<sup>3)</sup>*

*Department of Internal Medicine, Wonjin Green Hospital<sup>4)</sup>*

*Department of Occupational & Environmental Medicine, Green Hospital<sup>5)</sup>*

*Department of Occupational & Environmental Medicine, Hangang Sacred Heart Hospital, Hallym University<sup>6)</sup>*

**Objectives:** A previous study conducted in 2000 measuring the heart rate variability (HRV) of carbon disulfide (CS<sub>2</sub>)-poisoned subjects suggested that their HRV was reduced after exposure cessation. However, the study was limited by the following procedural limitations: (1) only 71 CS<sub>2</sub>-poisoned subjects participated, (2) no females participated, and (3) the CS<sub>2</sub>-poisoned subjects were older than the controls. This study was therefore conducted to overcome these limitations of the earlier study.

**Methods:** The study subjects comprised 122 retired workers with CS<sub>2</sub> poisoning and the same number of age- and sex-matched controls. Information on individual age, sex, height, weight, smoking history, alcohol drinking, regular exercise, medical and occupational history, chest x-ray, and ECG recording of the two groups was collected through a self-administered questionnaire and a medical examination. Standard Deviation of NN intervals (SDNN), Root-Mean-Square of Successive Differences (RMSSD), Total Power (TP), Low Frequency (LF), High Frequency (HF), and LF/HF ratio were measured as HRV indices for 5 minutes in the sitting position.

**Results:** Univariate analysis revealed that all HRV indices of CS<sub>2</sub>-poisoned subjects were lower than those of the controls. Multiple linear regression analysis showed that CS<sub>2</sub> poisoning had negative association with all HRV indices and that its association with RMSSD was statistically significant (P<0.05).

**Conclusions:** This study suggests that CS<sub>2</sub>-poisoned subjects continue to have reduced HRV, even though the exposure has ceased.

**Key Words:** Carbon disulfide, Heart rate variability

〈접수일: 2006년 2월 3일, 채택일: 2006년 6월 14일〉

교신저자: 전 형 준 (Tel: 02-2639-5796) E-mail: oemdoc21@yahoo.co.kr

\* 연구비 지원: 이황화탄소 중독자들의 심박동수 변이 측정은 원진재단의 지원에 의하여 이루어졌습니다. 2003년도 우리나라 정상인들의 심박동수 변이 표준 설정을 위한 연구는 (주) 메디코아의 지원에 의하여 수행되었으며, 2004년도 서울대학교 보건대학원의 경상남도 창원군 건강조사사업은 경상남도 창원군의 지원에 의하여 수행되었습니다.

서 론

정상인의 심장 박동수는 자율신경계의 상호작용에 따라 끊임없이 변동한다. 심박동수 변이(Heart Rate Variability)란 생리적인 심장 박동수의 변동 정도를 정량화한 것으로 자율신경계의 기능을 평가할 수 있는 유용한 방법으로 알려져 있다(Kleiger et al, 2005). 심근경색이 발생한 환자들 대상의 연구에서 심박동수 변이가 감소하면 심근 경색후의 사망 위험과 유의한 관계가 있다는 여러 연구 결과들이 있어 심박동수 변이는 급성 심근경색 후 사망위험을 예측하는데 이용되고 있다(Tapanainen et al, 2002; Balanescu et al, 2004).

직업환경의학 분야에서도 산업장이나 일반 환경에서 노출되는 물질들의 심혈관계 건강 영향을 연구하기 위해 심박동수 변이가 이용되고 있다(Magari et al, 2002; Pope et al, 2004). 이황화탄소 노출과 심박동수 변이와의 관계에 대해 Bortkiewicz 등(1997)은 폴란드의 화학섬유공장에서 직업적으로 이황화탄소에 노출되는 근로자들과 정상인들의 심박동수 변이를 측정하여 비교한 연구에서 이황화탄소에 노출된 근로자들의 안정시 심박동수가 정상인들에 비해 증가되어 있으며, 심박동수 변이 지표들은 정상인들에 비해 전반적으로 저하되어 있다고 보고하였다. 이에 반해 Reinhardt 등(1997)은 독일의 비스코스 레이온 공장에서 기준 농도 이하의 이황화탄소에 노출되는 근로자 222명과 같은 공장에서 일하면서 이황화탄소에 노출되지 않는 근로자 191명의 심박동수 변이를 비교한 연구에서 두 집단간에 차이가 없다고 보고하였다.

1980년대 말에 레이온 섬유를 생산하는 한 업체에서 이황화탄소 중독증이 집단적으로 발생하여 사회적으로 큰 충격을 준 사건이 있었다(Yum et al, 1996). 이황화탄소 중독이 사회적으로 큰 문제가 되면서 이 업체는 1993년도에 폐업하게 되었다. 그러나 폐업한 이후에도 이 업체에서 일했던 근로자들이 지속적으로 이황화탄소 중독증으로 진단되어 2004년 말 현재 총 910여명의 근로자들이 이황화탄소 중독증으로 진단받았으며 이 중에서 80여명이 사망하였다(Cho et al, 2005).

Jhun 등(2003)은 이황화탄소 노출이 중단된 이후인 2000년도에 이황화탄소 중독증으로 진단된 남성 71명과 이황화탄소를 포함한 유기용제에 노출되지 않으면서 심혈관계 질환이 없는 대조군 127명의 심박동수 변이를 비교하여, 이황화탄소 중독자들이 대조군에 비해 저주파 영역과 저주파/고주파 비가 유의하게 낮다고 보고하였다. 이들의 연구는 이황화탄소 노출이 중단된 상태에 있는 이황화탄소 중독자들의 건강 영향을 조사하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 이러한 의의에도 불구하고 조사에 참

여한 이황화탄소 중독자들의 숫자가 적었고, 여성 이황화탄소 중독자들이 포함되지 못했던 제한점이 있었다. 심혈관계 질환의 발생양상에는 성별 차이가 있으므로(Cordero와 Alegria, 2006) 비록 숫자가 적더라도 여성을 포함시켜 이황화탄소 중독이 심박동수 변이에 미치는 영향을 연구할 필요성이 있다. 그 외 당시의 연구에서 이황화탄소 중독자들의 평균 연령이 대조군보다 높았다. 연령이 높을수록 심박동수 변이가 감소(Tsuji et al, 1996)한다는 것을 감안하여 비록 통계적으로 보정하였지만 이러한 통계적 보정이 실제 현상을 반영하는지에 대한 문제제기가 있을 수 있다. 저자들은 과거의 연구의 제한점을 극복하면서 이황화탄소 노출이 중단된 이후의 이황화탄소 중독자들의 심혈관계 상태를 심박동수 변이를 이용하여 평가해 보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상 및 자료수집

이황화탄소 중독증으로 진단받은 환자들에게 연구의 목적과 방법을 설명하고 이들 중에서 검사에 동의한 사람들을 대상으로 연구를 시행하였다. 이들은 산업재해보상보험법시행규칙의 “이황화탄소로 인한 중독 또는 그 속발증”에 대한 업무상 질병 인정기준(Ministry of Labor, 2003)에 따라 10 ppm내외의 이황화탄소에 2년 이상 노출되었으며 이황화탄소 중독에 의한 질병을 앓고 있는 것으로 진단받았다. 이황화탄소 중독자들 중에서 (1) 치매, 정신질환, 회복 불가능할 정도의 뇌졸중 등과 같은 질환으로 본인의 자유의사에 의해 연구에 참여할 수 없는 사람, (2) 심전도에서 병적인 q파, Wolff-Parkinson-White(WPW) 증후군과 같이 명백한 이상 소견을 보이는 경우 등을 연구 대상에서 제외하였다. 질병력에서 고혈압 또는 당뇨병이 있는 경우에는 (1) 이들 질병의 합병증을 앓은 적이 없고, (2) 이학적 검사와 심전도, 흉부방사선 검사 등에서 이들 질병에 의한 표적장기손상을 의심할만한 증거가 없는 경우에 연구 대상에 포함시켰다. 2005년 2월 21일부터 3월 12일에 걸쳐 이황화탄소 중독증으로 판정을 받은 환자 122명의 심박동수 변이를 측정하였다.

조사에 참가한 이황화탄소 중독자들 중 102명에게서 이황화탄소 중독증으로 진단받을 당시 이황화탄소 중독과 관련된 것으로 인정받은 질병들에 대한 정보를 얻을 수 있었다. 이들이 진단받은 질병은 말초신경병증(n=34), 망막의 미세혈관류(n=27), 미세혈관류 이외의 망막병변(n=52), 시신경염(n=1), 감각신경성난청(n=37), 다발성 뇌경색(n=27), 뇌출혈(n=1), 고혈압(n=37), 관상동맥질

환(n=7), 정신장해(n=6), 신장장해(n=5), 간장장해(n=3), 생식계장해(n=3) 등이다. 조사에 참가한 이황화탄소 중독자들 중 92명에게서 근무기간, 퇴직시점, 퇴직 당시의 근무부서에 대한 정보를 얻을 수 있었다. 이들의 평균 근무기간은  $13.2 \pm 6.3$ 년이며, 최소치는 2.6년, 최대치는 30.3년이었다. 퇴직한 시점으로부터 2005년 1월 1일까지의 기간을 퇴직기간으로 계산하면 평균 퇴직기간은  $17.4 \pm 6.8$ 년이며, 최소치는 11.3년, 최대치는 33.1년이었다. 퇴직 당시의 근무부서는 방사과(n=39), 후처리과(n=17), 원동과(n=8), 원액과(n=6), 정비과(n=5), 계전과(n=4), 공무과(n=4), 산회수과(n=4), 총무과(n=3), 이탄과(n=1), 화공과(n=1) 등이다.

대조군은 2003년도에 전국의 10개 대학병원에서 우리나라 정상인들의 심박동수 변이 기준 설정을 위한 연구(Woo et al, 2003)에 참여한 2,810명과 2004년도에 서울대학교 보건대학원에서 경상남도 창원군 주민건강조사를 시행할 당시에 참여한 167명 중에서 환자군의 연령대와 성별 빈도에 따라 동일한 숫자를 무작위 추출하였다. 환자군과 대조군의 선정기준과 배제기준은 모두 동일하게 적용하였다.

자기 기입식 설문지를 이용하여 연령, 성별, 흡연상태, 음주상태, 규칙적인 운동 실천, 복용하는 약물 등을 조사하였다. 대상자들의 평균 주량과 음주 횟수, 주로 마시는 술 종류를 토대로 1일 평균 섭취 알코올 양을 계산하였다. 일주일에 3회 이상 하루 평균 30분 이상 운동하는 경우를 규칙적인 운동 실천으로 정의하였다. 개개인의 신장과 체중을 측정하여 체질량 지수( $\text{kg}/\text{m}^2$ )를 계산하였다. 혈압계를 이용하여 수축기 혈압과 이완기 혈압을 측정하였으며 심전도 검사와 흉부 방사선 촬영을 실시하였다.

## 2. 심박동수 변이 측정

연구 대상자들을 의자에 앉힌 상태에서 SA-2000E® 심박동수 변이 측정기(Medicore, Korea)를 이용하여 5분 동안 심박동수 변이를 측정하였다. 심박동수 변이에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 통제하기 위하여 측정을 시작하기 1시간 이내에 흡연과 커피 음용, 격렬한 신체 활동 등을 하지 않도록 사전에 교육하였다. 흡연이나 커피 음용, 격렬한 신체 활동이 있었던 피검자들은 최소한 30분이 경과한 이후에 심박동수 변이를 측정하도록 하였다. 호흡에 의해 심박동수 변이가 영향을 받는 것을 억제하기 위해 분당 15회에서 20회 이내로 일정하게 호흡을 하도록 하였다. 심박동수 변이를 측정하는 동안 쾌적한 느낌이 들도록 온도와 습도를 일정하게 유지하도록 하였다. 이 연구에서 사용한 심박동수 변이 지표들은 시간 범주에서는 정상 RR간격의 표준편차(standard deviation of

all normal-to-normal intervals, SDNN)와 인접한 RR간격의 차이를 제곱의 합의 평균의 제곱근(square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent normal-to-normal intervals, RMSSD), 주파수 범주에서는 저주파 영역(low frequency power, LF: 0.04~0.15 Hz), 고주파 영역(high frequency power, HF: 0.15~0.4 Hz), 전체 주파수 강도(total power, TP), 저주파/고주파 비(LF/HF ratio)이다.

심박동수 변이에 대한 문헌고찰에 의하면 LF는 교감신경과 부교감신경의 반응성을 반영하고, HF는 부교감신경의 반응성을 반영하며, TP는 심박동수 변이의 전체적인 변화 정도, LF/HF비는 교감신경의 반응성과 부교감신경의 반응성 사이의 균형 정도를 나타내는 것으로 알려져 있다(Pieper와 Hammill, 1995). 또한 SDNN과 TP, RMSSD와 HF는 상호관련성이 높은 것으로 알려져 있다(Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996).

## 3. 통계 분석

주파수 영역 지표들이 오른쪽으로 치우친 분포를 보여 로그변환을 통해 정규분포가 되도록 하였다. 두 집단의 일반적 특성과 심박동수 변이 지표들 사이에 차이가 있는지를 보기 위한 일변량 분석에서 연속 변수이면서 정규분포를 하는 변수의 경우 Student's t-test, 연속 변수이지만 정규분포를 하지 않는 경우에는 Wilcoxon rank sum test, 비연속 변수의 경우 카이제곱 검정을 시행하였다.

'이황화탄소 중독' 이외의 다른 설명변수들을 보정한 상태에서 이황화탄소 중독이 심박동수 변이 지표들에 미치는 영향을 알아보기 위해 다중선형회귀분석을 시행하였다. 다중선형회귀분석에서 연령, 체질량 지수, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 일일 음주량은 연속 변수이므로 실제 값으로 분석하였다. 성별(여성=0, 남성=1), 흡연상태(아니오=0, 예=1), 규칙적 운동(하지 않음=0, 하고 있음=1), 혈압약 복용(아니오=0, 예=1), 당뇨병약 복용(아니오=0, 예=1), 이황화탄소 중독(대조군=0, 이황화탄소 중독자=1)은 더미 변수로 처리하여 분석하였다.

## 결 과

조사에 참여한 두 집단의 연령대와 성별 구성은 동일하였다. 현재 흡연자의 비율은 이황화탄소 중독자들보다 대조군에서 유의하게 높았다( $P < 0.01$ ). 반대로 혈압약을 복

용하는 사람들의 비율은 이황화탄소 중독자들이 대조군보다 유의하게 높았다(P<0.01). 이황화탄소 중독자들의 체질량 지수는 대조군보다 유의하게 높았다(P<0.05). 이황화탄소 중독자들의 이완기 혈압과 하루 알코올 섭취량은 대조군보다 유의하게 낮았다(P<0.01). 1주일에 3회 이상 하루 30분 이상 규칙적으로 운동하는 사람들의 비율, 당뇨병 약을 복용하는 사람들의 비율, 수축기 혈압은 두 집단 간에 차이가 없었다(Table 1).

Table 2에 이황화탄소 중독자들과 대조군의 심박동수 변이 지표들의 단변량 분석 결과를 제시하였다. 이황화탄소 중독자들의 평균 심박동수가 대조군보다 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 이황화탄소 중독자들의 모든 심박동수 변이 지표들이 대조군에 비해 낮았으며, SDNN과 저주파/고주파 비를 제외한 다른 지표들은 통계적으로 유의하게 낮았다.

다중선형회귀분석에서 연령과 평균 심박동수가 증가함에 따라 심박동수 변이 지표들이 감소하는 경향을 나타냈다. 규칙적인 운동은 RMSSD를 유의하게 증가시키는 것

으로 나타났다(P<0.05). 혈압약 복용은 RMSSD와 고주파 영역을 유의하게 증가시키는 것으로 나타났다(P<0.05). 이황화탄소 중독은 RMSSD를 유의하게 감소시키지만(P<0.05) 다른 지표들과의 관계는 유의하지 않았다(Table 3).

### 고 찰

이 연구는 2000년도에 이황화탄소 중독자들과 대조군의 심박동수 변이를 비교한 연구(Jhun et al, 2003; Jhun et al, 2004) 이후 5년이 경과하여 실시한 것이다. 이번 연구는 2000년도 연구가 가지고 있었던 제한점들을 극복하고자 시도되었다. 2000년도의 연구에서는 71명의 이황화탄소 중독자들이 참가하였는데 모두 남성이었으며 중독자 집단의 평균 연령이 대조군보다 높았었다. 이번 연구에서는 122명의 이황화탄소 중독자들이 참가하여 참가자수가 늘었으며, 11명의 여성 이황화탄소 중독자들을 연구에 포함하였고, 이황화탄소 중독자 집단과 대조

**Table 1.** General characteristics of study population

	CS <sub>2</sub> poisoned (n=122)	Controls (n=122)
Age (years)		
42 ~ 49	17 (13.9)	17 (13.9)
50 ~ 59	43 (35.2)	43 (35.2)
60 ~ 69	54 (44.3)	54 (44.3)
70 ~ 75	8 (6.6)	8 (6.6)
Gender		
Male	111 (91.0)	111 (91.0)
Female	11 (9.0)	11 (9.0)
Current smoking+		
Yes	25 (22.1)	54 (44.3)
No	88 (77.9)	68 (55.7)
Regular exercise		
Yes	46 (37.7)	56 (45.9)
No	76 (62.3)	66 (54.1)
Anti-hypertensive medication+		
Yes	29 (23.8)	10 (8.2)
No	93 (76.2)	112 (91.8)
Diabetes medication		
Yes	9 (7.4)	4 (3.3)
No	113 (92.6)	118 (96.7)
Body Mass Index (kg/m <sup>2</sup> )*	24.6 ± 3.2	23.7 ± 2.7
Systolic Blood Pressure (mmHg)	126.6 ± 13.9	127.8 ± 15.7
Diastolic Blood Pressure (mmHg)+	75.3 ± 9.4	81.4 ± 10.3
Daily alcohol consumption (g/day)+	7.6 ± 11.2	19.9 ± 39.3

\*: P<0.05, +: P<0.01

군의 성별, 연령별 구성을 동일하게 하였다.

이 연구에서 심박동수 변이 지표 중 이황화탄소 중독자들의 RMSSD가 다른 요인들을 보정한 상태에서도 대조군에 비해 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과는 이황화탄소에 대한 노출이 중단된 상태에서도 이황화탄소 중독자들에게 심혈관계와 관련된 건강문제가 계속 있을 수 있음을 시사한다. 이황화탄소가 독성을 나타내는 기전에 대해서는 아직까지 완전하게 규명되지 않았으므로 이 연구에서 이황화탄소 중독자들의 심박동수 변이가 감소하는 기전을 명확하게 설명하기는 어렵다. 그

리나 이황화탄소가 심혈관계의 이상과 신경독성을 나타내는 대표적인 물질이라는 것을 고려한다면, 이황화탄소 노출에 의해 심혈관계 이상이 나타나고 신경독성의 일부로서 자율신경계도 영향을 받아 심박동수 변이에 변화가 나타나는 것으로 생각된다.

2000년도와 이번 연구에서 이황화탄소 중독자들이 대조군에 비해 유의하게 감소하는 심박동수 변이 지표에는 차이가 있다. 2000년도 연구에서는 교감신경계와 부교감신경계의 반응성을 반영하는 저주파 영역과 저주파/고주파비가 이황화탄소 중독자들에게 유의하게 낮은 것으로

**Table 2.** Univariate analysis of heart rate variability parameters in the CS<sub>2</sub> poisoned subjects and controls

	CS <sub>2</sub> poisoned (n=122)	Controls (n=122)
Mean heart rate (beats/min)	71.5 ± 10.7	69.6 ± 10.4
Time domain		
SDNN (msec)	29.1 ± 22.3	31.8 ± 17.4
RMSSD (msec)*	19.6 ± 15.5	25.2 ± 18.4
Frequency domain		
ln TP (msec <sup>2</sup> )*	6.11 ± 1.06	6.40 ± 0.94
ln LF (msec <sup>2</sup> )+	4.43 ± 1.19	4.90 ± 1.12
ln HF (msec <sup>2</sup> )*	3.98 ± 1.32	4.38 ± 1.09
ln LF/HF	0.44 ± 1.19	0.51 ± 0.88

\*: P<0.05, +: P<0.01

SDNN, standard deviation of all normal-to-normal intervals; RMSSD, square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent normal-to-normal intervals; TP, total power; LF, low frequency power; HF, high frequency power.

**Table 3.** Multiple regression analyses for the association of explanatory variables with heart rate variability parameters

	SDNN	RMSSD	ln TP	ln LF	ln HF	ln LF/HF
Age (years)	-0.254	-0.315*	-0.033+	-0.041+	-0.045+	0.003
Heart rate (beats/min)	-0.531+	-0.560+	-0.038+	-0.026+	-0.048+	0.023+
Gender	2.205	-0.957	0.058	-0.126	-0.202	0.072
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	-0.044	-0.420	-0.015	-0.025	-0.030	0.005
SBP (mmHg)	0.036	0.178	-0.002	-0.006	-0.001	-0.005
DBP (mmHg)	-0.227	-0.357	-0.004	-0.004	-0.008	0.004
Daily alcohol consumption (g/day)	-0.004	0.011	0.001	0.002	0.003	-0.0004
Current smoking	-0.828	0.483	0.005	0.158	0.138	0.028
Regular exercise	3.212	4.495*	0.209	0.274	0.295	-0.015
Anti-hypertensive medication	4.583	6.577*	0.269	0.264	0.413*	-0.139
Diabetes medication	-5.059	-2.017	-0.398	-0.513	-0.325	-0.180
CS <sub>2</sub> poisoning	-2.892	-6.546*	-0.179	-0.338	-0.259	-0.091
R-square	0.109	0.204	0.249	0.213	0.297	0.059

\*: P<0.05, +: P<0.01

BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

Gender (female=0, male=1), current smoking (no=0, yes=1), regular exercise (no=0, yes=1), anti-hypertensive medication (no=0, yes=1), diabetes medication (no=0, yes=1), and CS<sub>2</sub> poisoning (control group=0, case group=1) were treated as dummy variables.

나타났다. 이에 비해 이번 연구에서는 부교감신경계의 반응성을 반영하는 RMSSD가 이황화탄소 중독자들에게 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 두 연구에 모두 참여한 이황화탄소 중독자들이 15명에 불과하므로 연구 대상자가 달라짐으로써 나타난 결과일 가능성을 생각해 볼 수 있다. 두 연구에서 심박동수 변이를 측정하는데 사용한 기기가 다르고 측정된 시간도 차이가 있으므로 이러한 영향도 고려하여야 할 것이다. 또한 두 연구 사이에 5년의 간격이 있어 그동안 이황화탄소 중독자들의 신체 상태에 변화가 있어 이러한 결과가 나타났을 가능성도 생각해 볼 수 있다. 두 연구가 모두 단면연구이고 위에서 언급한 차이점들이 연구 결과에 준 영향을 확인할 수는 없으므로, 추후 이황화탄소 중독자들에 대한 추적조사와 함께 이황화탄소가 자율신경계에 미치는 영향에 대한 추가 연구가 필요할 것이다.

연구 참가자들을 성별로 분리한 후, 각각의 성별에서 이황화탄소 중독자들과 대조군의 심박동수 변이에 차이가 있는지를 조사하였다(조사 결과는 여기에 제시하지 않음). 그 결과 남성들에서는 이황화탄소 중독자들의 심박동수 변이 지표들이 대조군에 비해 유의하게 감소하였으나, 여성들에서는 이러한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 이황화탄소 중독자들의 심박동수 변이가 대조군에 비해 감소되는 것은 남성 이황화탄소 중독자들에게서 나타나는 현상임을 알 수 있다. 이는 이황화탄소가 심박동수 변이에 미치는 영향이 성별로 차이가 있을 가능성을 시사한다. 그러나 참여한 여성들의 숫자가 적어 이러한 가능성을 이 연구에서는 조사할 수 없었다. 추후 이에 대한 연구도 필요할 것이다.

이황화탄소 중독 문제를 야기했던 공장이 1993년도에 없어지면서 우리나라 근로자들이 이황화탄소에 노출되는 경우는 사라졌다. 그러나 아직도 이황화탄소 중독증으로 진단받은 사람들이 많이 있음을 감안한다면 이들에 대한 건강관리를 소홀히 할 수 없다. 특히 이황화탄소가 심혈관계 질환을 유발한다는 점을 고려할 때 이황화탄소 중독자들의 심혈관계 건강에 대한 지속적인 관심과 연구가 이루어져야 할 것이다.

요 약

목적: 2000년도에 이황화탄소 중독증 환자들과 대조군의 심박동수 변이를 비교하여 이황화탄소 중독증 환자들의 심박동수 변이가 대조군에 비해 유의하게 낮다는 연구 보고가 있었다. 당시의 연구가 이황화탄소 노출이 중단된 상태에서 이황화탄소 중독자들의 건강 문제를 연구했다는 점에 의의가 있으나 연구 결과를 해석하는데 있어 제한점들이 있었다. 이 연구는 2000년도에 수행하였던 연구의

제한점을 극복하고 이황화탄소 노출이 중단된 이후의 이황화탄소 중독자들의 심혈관계 상태를 심박동수 변이를 이용하여 평가해 보고자 하였다.

방법: 이황화탄소 중독증으로 진단받은 환자 122명과 환자군의 연령대와 성별 빈도에 따라 무작위 추출한 122명을 대조군으로 선정하였다. 자기 기입식 설문지와 건강검진을 통해 연령, 성별, 신장, 체중, 흡연, 음주, 규칙적 운동, 질병력, 직업력, 흉부 방사선 촬영, 심전도 측정을 실시하였다. 연구 대상자들을 의자에 앉힌 상태에서 5분 동안 심박동수 변이를 측정하였다. 이 연구에서 측정된 심박동수 변이 지표들은 정상 RR간격의 표준편차 (standard deviation of all normal-to-normal intervals, SDNN), 인접한 RR간격의 차이를 제곱의 합의 평균의 제곱근(square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent normal-to-normal intervals, RMSSD), 저주파 영역(low frequency power, LF: 0.04~0.15Hz), 고주파 영역 (high frequency power, HF: 0.15~0.4Hz), 전체 주파수 강도(total power, TP), 저주파/고주파 비(LF/HF ratio)이다.

결과: 단변량 분석에서 이황화탄소 중독자들의 모든 심박동수 변이 지표들이 대조군에 비하여 낮았다. 다중선행 회귀분석에서 이황화탄소 중독은 RMSSD를 유의하게 감소시키는 것으로 나타났다(P<0.05).

결론: 이 연구는 이황화탄소 노출이 중단된 상태에서도 이황화탄소 중독자들에게 심혈관계와 관련된 건강문제가 있을 수 있음을 시사한다.

참고문헌

Balanescu S, Corlan AD, Dorobantu M, Gherasim L. Prognostic value of heart rate variability after acute myocardial infarction. *Med Sci Monit* 2004;10(7):CR307-15.

Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W. Heart rate variability in workers exposed to carbon disulfide. *J Auton Nerv Syst* 1997;66(1-2):62-8.

Cho SI, Jhun HJ, Yim SH, Lee YK, Lee SY, Kim MJ, Park KK. Health evaluation of Korean carbon disulfide poisoned subjects after exposure has ceased. Institute of Work, Environment, and Health, Seoul, 2005

Cordero A, Alegria E. Sex differences and cardiovascular risk. *Heart* 2006;92(2):145-6.

Jhun HJ, Yim SH, Kim R, Paek D. Heart-rate variability of carbon disulfide-poisoned subjects in Korea. *Int Arch Occup Environ Health* 2003;76(2):156-60.

Jhun HJ, Yim SH, Paek DM. The association of carbon disulfide poisoning with heart rate variability. *Korean J Occup Environ* 2004;16(1):48-56. (Korean)

- Kleiger RE, Stein PK, Bigger JT Jr. Heart rate variability: measurement and clinical utility. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2005;10(1):88-101.
- Magari SR, Schwartz J, Williams PL, Hauser R, Smith TJ, Christiani DC. The association between personal measurements of environmental exposure to particulates and heart rate variability. *Epidemiology* 2002;13(3):305-10.
- Ministry of Labor. Recognition criteria on occupational or work-related disease and death. Ministry of Labor. Seoul. 2003. (Korean)
- Pieper SJ, Hammill SC. Heart rate variability: technique and investigational applications in cardiovascular medicine. *Mayo Clin Proc* 1995;70(10):955-64.
- Pope CA 3rd, Hansen ML, Long RW, Nielsen KR, Eatough NL, Wilson WE, Eatough DJ. Ambient particulate air pollution, heart rate variability, and blood markers of inflammation in a panel of elderly subjects. *Environ Health Perspect* 2004;112(3):339-45.
- Reinhardt F, Drexler H, Bickel A, Claus D, Ulm K, Angerer J, Lehnert G, Neundorfer B. Electrophysiological investigation of central, peripheral and autonomic nerve function in workers with long-term low-level exposure to carbon disulphide in the viscose industry. *Int Arch Occup Environ Health* 1997;70(4):249-56.
- Tapanainen JM, Thomsen PE, Kober L, Torp-Pedersen C, Makikallio TH, Still AM, Lindgren KS, Huikuri HV. Fractal analysis of heart rate variability and mortality after an acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2002;90(4):347-52.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation* 1996;93(5):1043-65.
- Tsuji H, Venditti FJ Jr, Manders ES, Evans JC, Larson MG, Feldman CL, Levy D. Determinants of heart rate variability. *J Am Coll Cardiol* 1996;28(6):1539-46.
- Woo JM, Kang DM, Kim SY, Kim JI, Kim JY, Kim HJ, Lee JH, Jhun HJ, Cho JJ, Ko SB. A study report on the establishment of standard of heart rate variability in Korea. Inje university. Seoul. 2003. (Korean)
- Yum YT, Kim KJ, Kim HJ, Kim SD, Lee EI. Wonjin rayon and carbon disulfide poisoning. Korean Medical Association. Seoul. 1996. (Korean)