

## 가습기살균제 피해 신청자들의 인구학적 특성 및 노출평가 - 4-1차와 4-2차 신청자를 중심으로 -

최윤형\* · 류현수\*\* · 윤정교\* · 이슬아\* ·곽정현\* · 한보영\*\*\* ·  
추연희\*\*\* · 김판기\*\*\*\* · 양원호\*\*†

가천대학교 의과대학 예방의학교실\*, 대구가톨릭대학교 산업보건학과\*\*,  
한국환경보건학회\*\*\*, 용인대학교 산업환경보건학과\*\*\*\*

## Demographic Characteristics and Exposure Assessment for Applicants Who Have Been Injured by Humidifier Disinfectant - Focusing on 4-1 and 4-2 Applicants -

Yoon-Hyeong Choi\*, Hyeonsu Ryu\*\*, Jeonggyo Yoon\*, Seula Lee\*, Jung Hyun Kwak\*,  
Bo-Young Han\*\*\*, Yeon-Hee Chu\*\*\*, Pan-Gyi Kim\*\*\*\*, and Wonho Yang\*\*†

\*Department of Preventive Medicine, Gachon University College of Medicine, Incheon, Korea

\*\*Department of Occupational Health, Daegu Catholic University, Gyeongbuk, Korea

\*\*\*Korean Society of Environmental Health, Seoul, Korea

\*\*\*\*Department of Occupational and Environmental Health, Yongin University, Gyeonggi, Korea

### ABSTRACT

**Objectives:** The aim of this study was to introduce the overall progress of exposure assessment to humidifier disinfectant (HD); to present participants' demographic characteristics, exposure characteristics to humidifier disinfectant, and exposure classification; and furthermore to compare those characteristics between survivors and non-survivors.

**Methods:** An assessment of environmental exposure to HD was conducted using modified HD-specific questionnaires that had been previously validated. We analyzed the data from 4,482 participants who had been potentially exposed to HD and had registered with the KEITI (Korea Environmental Industry & Technology Institute) from September 2016 to May 2018 (the fourth survey). Environmental exposure assessments were performed as follows: 1) contact with participants, 2) environmental exposure assessment through face-to-face interviews, 3) assessment review and coding, and 4) exposure rating.

**Results:** Overall, survivors made up 77.1% (3,457 subjects) and non-survivors made up 22.9% (1,025 subjects). When compared with the survivors, non-survivors had a higher proportion of subjects aged >60 years and subjects who answered as suffering lung damage and having purchased HD because it is "Beneficial to health" ( $p < 0.05$ ). For the exposure characteristics compared to survivors, non-survivors had a higher proportion of cases of distance from humidifier to face being less than one meter and the spray direction being toward the face ( $p < 0.05$ ). Overall, respondents who used the "Oxy Ssak Ssak New Gaseupgi Dangbun", "Aekyung Gaseupgi Mate", "Homeplus Gaseupgi Chungjungje", and "E-Mart Gaseupgi Salgyunje" products made up 66.1, 12.3, 4.0, and 3.6%, respectively, and 72.5% of respondents used products with PHMG as the active chemical. When compared with survivors, non-survivors had a higher proportion of use of "Oxy Ssak Ssak New Gaseupgi Dangbun" but a lower proportion of use of products with CMIT/MIT, PGH, or PHMG as the active chemical.

†Corresponding author: Department of Occupational Health, Daegu Catholic University, Gyeongbuk, Korea, Tel: +82-53-850-3739, E-mail: whyang@cu.ac.kr

Received: 13 August 2018, Revised: 17 August 2018, Accepted: 20 August 2018

**Conclusions:** This study provided demographic characteristics and exposure assessment for applicants who have been injured by HD. In spite of the limitations of performing past exposure assessment through a questionnaire survey, such as recall bias, useful results may be obtained by comparing survivors with non-survivors. Further studies such as the exposure rating method and so on are necessary to assess past exposure to HD.

**Keywords:** humidifier disinfectant, environmental exposure, exposure classification

## I. 서 론

편리하고 윤택한 삶을 살기 위해서 사람들은 다양한 화학제품들을 사용하고 있으며, 화학제품들이 개발되어 시중에서 소비자 제품으로 판매되고 있다. 사람들이 생활환경에서 매일 사용하는 소비자 제품은 다양한 화학물질로 구성되어 있으며, 그 구성성분은 인체에 유해한 성분을 포함할 가능성이 있다.<sup>1)</sup> 대표적인 예로 가습기살균제에 사용된 화학물질로 인한 집단 폐 손상 발병이 해당된다. 이것은 건강에 대한 관심과 예방을 통한 건강증진을 위해 사용한 것이 오히려 건강을 해치는 계기가 된 것이다.

가정용 가습기는 실내 습도를 인위적으로 조절할 수 있는 장치이며, 호흡기 질환(기관지염, 후두염, 폐렴 등)의 예방과 치료를 위한 보조수단으로 활용될 수 있다.<sup>2)</sup> 그러나 가습기 청소 상태가 소홀해 질 경우에는 가습기 충전 수(水)의 미생물 증식으로 인하여 상당량의 미생물이 실내공기로 방출될 가능성이 있다.<sup>3)</sup> 이 때 방출되는 미생물에 의한 세균성 질병을 예방하기 위하여 가습기살균제가 개발되었다. 가습기살균제는 가습기 내 세균 번식을 억제할 목적으로 1994년부터 2011년까지 약 20여종의 제품이 판매되었다. 인체에는 전혀 해가 없다는 문구를 믿고 건강상 사용하면 좋을 것 같다는 생각으로 사용되어 임신부, 태아, 유아 등의 민감 집단을 포함한 전 연령대에서 전국적으로 많은 피해자가 발생하였다.<sup>4)</sup>

2011년 8월 31일 보건복지부 산하 질병관리본부는 서울시내 한 종합병원에 입원한 산모환자들을 대상으로 한 역학조사 결과 가습기살균제를 사용하는 경우 원인 미상 폐 손상의 발생 가능성이 47.3배 높다는 내용을 발표하였다.<sup>5)</sup> 질병관리본부는 동물실험 결과를 통해 가습기살균제 흡입으로 인한 폐 조직의 섬유화성 병변이 나타났음을 확인하였고 정부조치로 6개 제품에 대해 수거명령을 내렸다. 이 질병은 국내외에서 보고된 바 없어 가습기살균제 연관 폐 손

상(humidifier disinfectant-associated lung injury; HDLI)으로 이름 지었다.<sup>6)</sup> 가습기살균제에 함유된 화학물질(polyhexamethylene guanidine; PHMG, Oligo (2-(2-ethoxy)ethoxyethyl guanidinium chloride; PGH, 5-chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one; CMIT, 2-methyl-4-isothiazolin-3-one; MIT, 1,2-benzisothiazol-3(2H)-one; BIT, 2-octyl-3(2H)-isothiazolone; OIT)로 인한 폐질환, 천식, 간질성 폐 질환 등의 국민 건강 피해가 발생한 것으로 확인되었으며, 역학조사와 동물흡입실험보고서를 통해 가습기살균제로 인한 인명 피해 또한 증명되었다.

가습기살균제 피해자에 대한 정부지원 정책에 따라 가습기살균제 피해 신청이 접수되어 조사 및 판정이 진행되었고, 2013년 질병관리본부에서 가습기살균제 폐 손상 의심 접수사례 조사가 시행되어 361명의 피해자가 접수되었으며 2014년 환경부에서 가습기살균제로 인한 건강모니터링 계획 제시 및 대상자 건강검진·평가, 가습기살균제 피해자 추가 조사·연구를(2차 피해조사) 시행하여 169명이 조사되었다. 이 후 3차 피해조사로 752명이 조사되었고, 현재 4차 가습기살균제 피해 신청 접수 재개에 따른 신규 폐질환 피해 신청인에 대한 인과관계 규명 조사·판정을 진행하고 있다. 신청인들을 대상으로 가습기살균제 노출에 의한 질환 평가 및 인과 관계 규명을 위해 2018년 8월 17일 기준 사망자 1,337명을 포함한 6,051명의 피해 사례가 접수되었다.<sup>7)</sup> 지금까지 가습기살균제로 인한 피해에 대해 가능성 거의 확실(1단계), 가능성 높음(2단계)로 인정받은 피해자는 468명으로 지금까지 조사판정 결과가 수행된 5,253명에 비해 일부의 피해자만이 정부로부터 지원금 지급 대상이 되고 있다. 종합판정결과는 환경노출, 조직병리, 영상의학, 임상 등의 조사 및 판정 결과를 토대로 가습기살균제 구제 위원회의 심의를 거쳐 건강피해 인정 여부를 결정하고 있다.<sup>8)</sup>

일반적으로 환경유해인자의 노출평가는 설문지, 환

경측정, 개인노출, 생물학적 모니터링 방법으로 구분할 수 있다. 설문지를 이용한 과거노출평가는 기억에 의한 편의(recall bias)의 한계점이 있지만 특정 생체지표(biomarker)가 없는 가습기살균제 노출과 같은 경우에는 설문지를 이용한 노출평가 방법이 유일하다고 할 수 있다.<sup>9-10)</sup>

본 연구에서는 가습기살균제 사용에 따른 피해 신청자들을 대상으로 설문지를 이용한 노출평가 전략을 소개하고, 피해 신청자들에 대한 인구학적 특성 및 노출평가 결과를 제시하고자 하였다. 그리고 피해 신청자 중 생존자와 사망자의 노출특성을 비교하여 설문지의 과거노출 이용 가능성을 제시하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 조사대상자 및 방법

본 연구는 한국환경산업기술원 가습기살균제 피해자 지원센터에 피해신청을 접수한 신청자들 중 4-1차(2016년 9월~2017년 5월) 및 4-2차(2017년 6월~2018년 5월) 가습기살균제와 폐질환의 인과관계 규명을 위한 조사에 참여한 피해자 총 4,482명(4-1차: 1,029명, 4-2차: 3,453명)을 대상으로 하였다.

환경노출조사는 Fig. 1과 같이 피해자 연락, 환경노출조사표를 이용한 환경노출조사 실시, 환경노출조사표 재확인 후 코딩, 피해자별 조사보고서 작성, 환경노출조사표 및 코딩 재검토, 판정근거로 활용의 단계로 진행되었다. 환경노출조사는 “가습기살균제 피해자 환경노출조사 연구원 교육”을 이수한 한국환경보건학회 소속의 숙련된 조사원을 통하여 진행되었다. 조사원은 피해신청자와 유선 상의 연락을 통해 신청자의 인적사항을 확인하고 조사일정을 조율한 후, 환경노출 조사원이 가습기살균제를 사용했던 거주지 혹은 직장을 방문하여 환경노출을 평가하였다. 환경노출 조사원은 조사 시작 전 조사응답자에게 환경노출조사 관련 내용을 설명하고 조사 참여에 대한 동의서 서명을 받은 후 설문을 대면 조사 방법(face-to-face)으로 진행하였다. 피해신청자가 생존자의 경우 직접 1:1 대면인터뷰를 통해 조사를 진행하였고, 사망자의 경우 피해 당시 상황을 가장 잘 알고 있는 대리인(가족 등)을 통해 조사가 진행되었다.

또한 조사원은 가습기살균제 사용공간에 대해 도

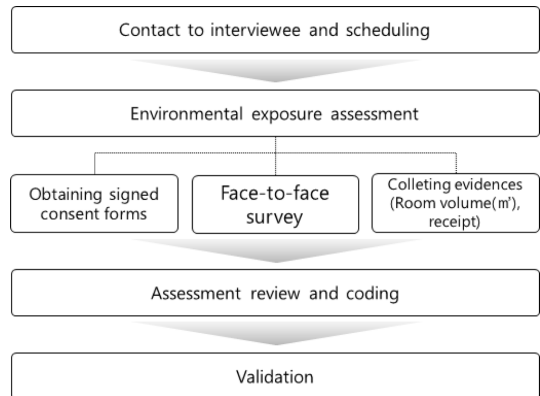


Fig 1. Flow chart of exposure assessment.

면, 면적 등의 실측(실제 피해 장소에 거주하는 경우) 및 증빙자료(사용제품 또는 영수증 등이 남아있는 경우)를 수집하였고 가습기살균제가 남아있는 경우 환경노출 조사원이 사진을 찍어 가습기살균제 사용에 대한 객관적인 증거 자료를 확보하였다. 피해 신청인과의 인터뷰를 통해 작성된 환경노출조사표는 조사표 재확인 후 코딩 작업이 진행되었으며, 가습기살균제 사용특성과 관련된 별도의 피해자별 조사보고서를 작성하였다. 최종적으로 환경노출 조사표의 재확인 및 코딩의 재검토 과정을 거쳐 피해신청인의 환경노출 여부를 객관적으로 판정하는 환경노출 판정 자료를 마련하였다.

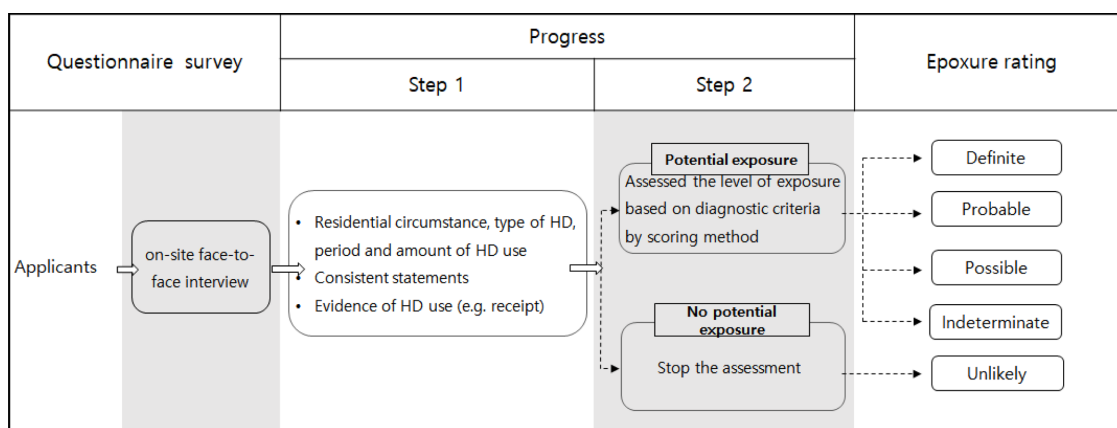
### 2. 가습기살균제 노출평가

노출평가에 사용된 환경노출 조사표는 1차 가습기살균제 피해조사(2013년 7월~2014년 3월, 질병관리본부 주관)에서 사용되었던 환경노출 조사표를 일부 수정 및 보완하여 사용하였다. 환경노출 조사표는 가족구성원 모두에게 해당하는 “가족공동 설문”과 구성원마다 개별적으로 조사해야 하는 “구성원별 설문”으로 구성되었으며 세부항목으로는 피해 현황, 가족 구성원, 가습기살균제 사용 전 거주상황, 사용 장소 및 공간, 가습기, 가습기살균제, 가족 구성원 살균제 노출조사표 등으로 구분하여 가습기살균제 노출평가를 진행하였다. 자세한 내용은 Table 1에 제시하였다.

### 3. 노출등급 산정

**Table 1.** Components of questionnaire to assess the exposure to humidifier disinfectants

Components	Detailed questionnaire contents
1. Registration	Name, Interview date and place, number of exposed people etc.
2. Family members	Sex, age, education, occupation, smoking, health effects etc.
3. Outdoor environment, other exposures	Residential outdoor environment (e.g., existence of factory, incineration), other chemical products usage etc.
4. Exposure environment	Housing floor plan, room volume, ventilation etc.
5. Humidifier	Humidifier model, Humidifier volume, etc.
6. Humidifier disinfectants	Product name, amount per single use, purchase place, reason of purchase etc.
7. Personal exposure	Distance from humidifier to face, spray direction, exposure period etc.



**Fig 2.** General outline to classify the exposure rating by exposure to humidifier disinfectants.

노출등급은 가습기살균제 노출평가 내용을 바탕으로 먼저 가습기살균제의 노출 가능성을 평가하고 그 후에 가습기살균제 노출수준을 평가하는 순서로 진행되었으며 자세한 내용은 Fig. 2와 같다. 노출등급은 5개의 등급(1등급 노출확실(definite), 2등급 노출상당(probable), 3등급 노출가능(possible), 4등급 노출없음(unlikely), 5등급 판정불가(indeterminate))으로 구분하였다.

### 3.1. 가습기살균제 노출 가능성 평가

가습기살균제 노출 가능성이 있는 피해신청자에 대해 가습기살균제 사용여부(일관된 응답 및 진술, 가습기살균제 사용 증빙자료 등)를 조사하여 가습기살균제 노출 가능성(probability)에 대해 “노출 가능성 있음”과 “노출 가능성 없음”으로 평가하였다(Fig. 2의 Step 1). “노출 가능성 있음”의 경우, 다음 단계인 가습기살균제 노출수준 평가를 진행하였고 “노출

가능성 없음”의 경우, 노출평가를 중단하고 최종적으로 노출없음(unlikely)으로 판정하였다. 이 평가과정은 1, 2, 3차 가습기살균제 피해조사와 동일하게 진행되었다(Fig. 2의 Step 2).

### 3.2. 가습기살균제 노출수준 평가

가습기살균제 노출수준 평가는 앞선 가습기살균제 노출 가능성 평가에서 “노출 가능성 있음”인 경우에 진행하였으며, 환경노출조사표의 가습기살균제 사용 특성과 관련한 조사내용 중 살균제 과다 사용특성을 나타내는 7가지의 항목(Table 4의 항목 참조)을 선정하여 각각 “예”와 “아니오”로 노출수준을 평가하였다. 환경노출등급은 7가지 노출수준 평가 중 “예”의 비율을 바탕으로 판정하였으며, “예”의 비율이 75% 이상인 경우 노출확실(definite), 50~75%인 경우 노출상당(probable), 50% 미만인 경우 노출가능(possible)으로 나누었다. 그리고 환경노출등급 판정

은 7가지 노출수준 평가 항목 중 최소 4개 이상 노출수준 평가가 이루어진 사람을 대상으로 판정하였으며, 4개 미만인 경우는 판정불가로 판정하였다. 이는 기준 노출특성이 없는 경우가 발생하여 노출수준을 평가할 수 없었기 때문이다.

#### 4. 자료처리 및 통계분석

본 연구의 모든 자료 처리는 IBM SPSS Statistics ver. 23.0을 이용하여 분석하였다. 피해자의 생존 여부에 따른 살균제 사용특성을 살펴보기 위해 가습기살균제 사용 총 개월 수, 가습기살균제 사용빈도 등의 연속형 변수는 평균값과 표준편차로 나타내었으며 독립표본 T-검정을 이용하여 분석하였다. 피해자의 성별, 연령, 지역, 흡연여부 등의 인구학적 특성과 가습기살균제 종류 및 성분, 노출수준 평가 항목 등의 살균제 사용특성 관련 명목형 변수는 인원수와 비율로 나타내었으며 카이제곱검정을 이용하여 분석하였다. 그리고 본 연구의 모든 통계분석의 유의 수준은  $p < 0.05$ 로 설정하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 환경 노출조사 인구학적 특성

Table 2는 연구대상자의 인구학적 특성을 제시하였다. 대상자는 총 4,482명이었으며, 그 중 생존자는 3,457명 사망자는 1,025명이었다. 전체 대상자의 성별은 남성 51.7%, 여성 47.6%, 알 수 없음 0.7%였다. 성별을 알 수 없는 경우는 태아의 조기사망의 경우가 해당된다. 대상자들의 거주지는 서울시와 경기도가 각각 21.7%와 29.1%로 대상자의 약 50%를 차지하였다. 연령은 전 연령대에 분포하고 있었다.

생존 여부에 따른 인구학적 특성을 확인하였을 때, 성별, 지역, 나이, 교육수준, 흡연상태, 과체중자의 비율은 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 사망자에서 남성은 51.1%, 대졸 이상 17.8%, 사망 전까지 흡연자는 3.3%의 비율로 나타났다. 연령대별로 살펴보면 60대, 70대, 80대의 사망자 비율은 각각 18.7%, 23.7%, 15.4%로 생존자보다 높은 비율로 나타났으나, 10대 미만부터 50대까지의 사망자 비율은 생존자보다 낮게 나타났다. 그리고 피해자 자가응답에 의한 건강피해의 경우, 폐손상은 사망자에서 해당비율이 67.4%로 생존자보다 높게 나

타났으며, 천식, 기타 호흡기질환, 감기와 같은 증상의 경우 각각 10.2%, 32.6%, 24.9%로 생존자보다 낮은 비율을 나타냈다. 그리고 이는 통계적으로 유의하게 나타났다( $p < 0.05$ ).

#### 2. 환경 노출조사 가습기살균제 관련 특성

##### 2.1. 가습기살균제 제품 사용 특성

Table 3는 생존 여부에 따른 피해자의 가습기살균제 관련 특성을 제시하였다. 전체 대상자의 가습기살균제 사용 제품을 살펴보면, ‘옥시썩썩 New 가습기 당번’을 사용한 사람이 66.1%로 가장 높은 비율로 나타났고, ‘에경 가습기 메이트’, ‘홈플러스 가습기 청정제’, ‘이마트 가습기 살균제’가 각각 12.3%, 4.0%, 3.6% 순으로 높게 나타났다. 생존 여부에 따른 가습기살균제 사용 제품의 분포는 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다( $p < 0.05$ ). ‘옥시썩썩 New 가습기 당번’사용자는 사망자에서 68.5%로 생존자보다 높게 나타났으며, ‘에경 가습기 메이트’, ‘홈플러스 가습기 청정제’, ‘이마트 가습기 살균제’는 사망자에서 각각 9.0%, 2.1%, 2.0%로 생존자보다 낮은 비율로 나타났다. 가습기살균제 구성성분에 따른 분류에서는 ‘PHMG’가 전체 중 72.5%로 가장 높은 비율로 나타났으며, ‘CMIT/MIT’, ‘PGH’, ‘PHMG’는 각각 사망자에서 12.2%, 0.3%, 71.8%로 생존자보다 낮은 비율을 나타나는 것을 확인하였다. 가습기살균제 사용시 제품에 표기된 주의사항을 읽지 않은 경우, 사망자 중 50.2%로 생존자보다 높은 비율로 나타났다.

##### 2.2. 가습기살균제 노출 특성

Table 4는 생존 여부에 따른 가습기살균제 노출 관련 특성을 제시하였다. 사용장소, 일일 사용시간, 취침 시 사용시간, 누적 사용시간, 가습기와 사람의 호흡기 간의 거리, 호흡기 분사 방향, 실내공기 중 농도, 노출수준은 생존자와 사망자 간의 통계적으로 유의한 분포 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ). 사용 장소에 따른 분류에서 전체대상자 중 90.4%가 집에서 사용한 것으로 나타났고, 사망자 중에서는 86.8%로 생존자보다 낮은 비율로 나타났다. 사망자에서 총 누적시간이 높은 경우는 39.0%, 호흡기와의 거리가 1M 미만일 경우 76.3%, 분사방향이 정방향일 경우 76.1%로 생존자보다 높은 비율로 나타났다. 반면, 사망자

**Table 2.** Demographic characteristics of applicants damaged by exposure of humidifier disinfectant comparing survivors and nonsurvivors

Characteristics	Overall		Survivors		Nonsurvivors		P-value
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	
Total	4,482	(100)	3,457	(100)	1,025	(100)	
Sex							<.001
Male	2,318	(51.7)	1,795	(51.9)	523	(51.1)	
Female	2,134	(47.6)	1,662	(48.1)	472	(46.0)	
Unknown	30	(0.7)	0	(0.0)	30	(2.9)	
Region							0.013
Seoul	974	(21.7)	741	(21.4)	233	(22.7)	
Busan	283	(6.3)	210	(6.1)	73	(7.1)	
Daegu	201	(4.5)	162	(4.7)	39	(3.8)	
Incheon	309	(6.9)	240	(6.9)	69	(6.7)	
Gwangju	132	(2.9)	104	(3.0)	28	(2.7)	
Daejeon	171	(3.8)	132	(3.8)	39	(3.8)	
Ulsan	72	(1.6)	54	(1.6)	18	(1.8)	
Gyeonggi-do	1,303	(29.1)	1,029	(29.8)	274	(26.7)	
Gangwon-do	107	(2.4)	85	(2.5)	22	(2.1)	
Chungcheongbuk-do	119	(2.7)	88	(2.5)	31	(3.0)	
Chungcheongnam-do	133	(3.0)	115	(3.3)	18	(1.8)	
Jeollabuk-do	138	(3.1)	110	(3.2)	28	(2.7)	
Jeollanam-do	87	(1.9)	53	(1.5)	34	(3.3)	
Gyeongsangbuk-do	186	(4.1)	132	(3.8)	54	(5.3)	
Gyeongsangnam-do	204	(4.5)	153	(4.4)	51	(5.0)	
Jeju-do	22	(0.5)	19	(0.5)	3	(0.3)	
Sejong-si	31	(0.7)	22	(0.6)	9	(0.9)	
Abroad	10	(0.2)	8	(0.2)	2	(0.2)	
Age (years)							<.001
<10	578	(12.9)	510	(14.8)	68	(6.6)	
10~19	845	(18.9)	730	(21.1)	115	(11.2)	
20~29	168	(3.7)	144	(4.2)	24	(2.3)	
30~39	403	(9.0)	372	(10.8)	31	(3.0)	
40~49	679	(15.1)	608	(17.6)	71	(6.9)	
50~59	532	(11.9)	436	(12.6)	96	(9.4)	
60~69	572	(12.8)	380	(11.0)	192	(18.7)	
70~79	466	(10.4)	223	(6.5)	243	(23.7)	
80~89	209	(4.7)	51	(1.5)	158	(15.4)	
≥90	29	(0.6)	3	(0.1)	26	(2.5)	
Unknown	1	(0)	0	(0)	1	(0.1)	
Education level							<.001
Elementary school	1,756	(39.2)	1,322	(38.2)	434	(42.3)	
Middle school	414	(9.2)	302	(8.7)	112	(10.9)	
High school	933	(20.8)	704	(20.4)	229	(22.3)	
≥College	1,169	(26.1)	987	(28.6)	182	(17.8)	
Unknown	210	(4.7)	142	(4.1)	68	(6.6)	

Table 2. Continued

Smoking status							<.001
Never smoker	3,407	(76.0)	2,704	(78.2)	703	(68.6)	
Former smoker	880	(19.6)	606	(17.5)	274	(26.7)	
Current smoker	162	(3.6)	128	(3.7)	34	(3.3)	
Unknown	33	(0.7)	19	(0.5)	14	(1.4)	
BMI (kg/m <sup>3</sup> )							<.001
<25	3,340	(76.8)	2,753	(79.6)	687	(67.0)	
≥25	720	(17.2)	629	(18.2)	141	(13.8)	
Unknown	272	(6.1)	75	(2.2)	197	(19.2)	
Health effects*							
Lung damage							<.001
Yes	1,891	(42.2)	1,200	(34.7)	691	(67.4)	
No	2,591	(57.8)	2,257	(65.3)	334	(32.6)	
Pneumonia							0.031
Yes	1,516	(33.8)	1,198	(35.1)	318	(32.3)	
No	2,966	(66.2)	2,259	(65.3)	707	(69.0)	
Asthma							<.001
Yes	1,169	(26.6)	1,064	(30.8)	105	(10.2)	
No	3,313	(73.9)	2,393	(69.2)	920	(89.8)	
Other respiratory diseases							<.001
Yes	2,243	(50.0)	1,909	(55.2)	334	(32.6)	
No	2,239	(50.0)	1,548	(44.8)	691	(67.4)	
Cardiovascular diseases							0.845
Yes	166	(3.7)	127	(3.7)	39	(3.8)	
No	4,316	(96.3)	3,330	(96.3)	986	(96.2)	
Common cold							<.001
Yes	1,670	(37.3)	1,415	(40.9)	255	(24.9)	
No	2,812	(62.7)	2,042	(59.1)	770	(75.1)	

\*Health effects were defined as a self-reported diagnosis or symptom of each diseases

중 노출강도가 높은 경우 25.1%, 일일 총 사용시간이 10시간 이상인 경우 64.5%, 잠잘 때 사용시간이 4시간 이상인 경우 83.4%로 생존자보다 낮은 비율로 나타났다.

### 2.3. 가습기살균제 노출기간 및 빈도

Table 5는 생존 여부에 따른 가습기살균제 사용기간 및 사용빈도를 제시하였다. 사망자에서 가습기살균제 주당 사용빈도는 6.54±1.25(평균±표준편차)회, 사용횟수는 1.46±1.55회로 생존자보다 더 높게 나타났다(p<0.05). 평균 총 사용 개월의 경우 생존자는 28.91±28.43개월, 사망자가 29.85±30.70개월, 하루 평균 환기시간의 생존자는 72.87±260.59분, 사망자

는 75.93±269.40분으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

### 3. 환경 노출조사 판정등급별 전체 분포

Table 6는 생존여부에 따른 판정등급별 분포이다. 전체 신청인 4,482명 중 노출확실은 37.1%였고 사망자에서는 노출확실이 42.7%, 판정불가는 10.2%로 생존자보다 더 높게 나타났다. 반면, 노출상당은 28.6%, 노출가능은 18.3%로 생존자보다 더 낮게 나타났다으며, 생존여부에 따른 판정등급은 통계적으로 유의적인 차이를 나타냈다.

### 3.1. 성인과 소아의 판정등급별 분포

Table 7은 성인과 소아 각각의 생존여부에 따른 판

**Table 3.** Product usage of humidifier disinfectant

Characteristics	Overall		Survivors		Nonsurvivors		P-value
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	
Total	4,482	(100)	3,457	(100)	1,025	(100)	
Disinfectant products name*							<.001
Oxy Ssaksak New Gaseupgi Dangbun	2,961	(66.1)	2,258	(65.3)	703	(68.5)	
Aekyung Gaseupgi Mate	552	(12.3)	460	(13.3)	92	(9.0)	
E-Mart Gaseupgi Salgyunje	162	(3.6)	142	(4.1)	20	(2.0)	
GS-Mart Hambakwussom Gaseupgi Salgyunje	20	(0.4)	17	(0.5)	3	(0.3)	
WiseLect Gaseupgi Salgyunje	70	(1.6)	61	(1.8)	9	(0.9)	
Homeplus Gaseupgi Chungjungje	178	(4.0)	156	(4.5)	22	(2.1)	
Bejiteobeulhom Gaseupgi Cleanup	39	(0.9)	37	(1.0)	2	(0.2)	
Cefu Gaseupgi Salgyunje	41	(0.9)	38	(1.1)	3	(0.3)	
N-with	43	(1.0)	39	(1.2)	4	(0.4)	
Yugong Gaseupgi Mate	27	(0.6)	22	(0.6)	5	(0.5)	
Others	389	(8.7)	227	(6.6)	162	(15.8)	
Chemical Type <sup>‡</sup>							<.001
CMIT/MIT	778	(17.4)	653	(18.9)	125	(12.2)	
PGH	47	(1.0)	44	(1.3)	3	(0.3)	
PHMG	3,248	(72.5)	2,512	(72.7)	736	(71.8)	
Others	409	(9.1)	248	(7.2)	161	(15.7)	
Place of purchase <sup>‡</sup>							
Supermarket							<.001
Yes	3,220	(79.1)	2,570	(81.0)	650	(72.2)	
No	852	(20.9)	602	(19.0)	250	(27.8)	
Grocery store							<.001
Yes	1,065	(26.2)	778	(24.5)	287	(31.9)	
No	3,007	(73.8)	2,394	(75.5)	613	(68.1)	
Online market							0.011
Yes	108	(2.7)	95	(3.0)	13	(1.4)	
No	3,964	(97.3)	3,077	(97.0)	887	(98.6)	
Home shopping							0.748
Yes	6	(0.1)	5	(0.2)	1	(0.1)	
No	4,066	(99.9)	3,167	(99.8)	899	(99.9)	
Others							0.016
Yes	423	(10.4)	310	(9.8)	113	(12.6)	
No	3,649	(89.6)	2,862	(90.2)	787	(87.4)	

정등급별 분포이다. 성인의 경우, 사망자에서 노출확실이 42.5%, 관정불가가 11.4%로 생존자보다 더 높게 나타났으며, 노출상당은 28.5%, 노출가능은 17.6%로 생존자보다 더 낮게 나타났다. 성인에서 생존여

부에 따른 관정등급은 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 소아의 경우 사망자에서 노출확실은 43.9%, 관정불가는 5.6%로 생존자보다 더 높게 나타났으며, 노출상당은 29.3%, 노출가능은 21.7%로 생존자보다



Table 3. Continued

Reason of purchase <sup>‡</sup>						
Respiratory disease patients of family members						<.001
Yes	174	(4.3)	115	(3.6)	59	(6.5)
No	3,908	(95.7)	3,056	(96.4)	852	(93.5)
Against bacteria propagation in humidifier						<.001
Yes	2,995	(73.4)	2,412	(76.1)	583	(64.0)
No	1,087	(26.6)	759	(23.9)	328	(36.0)
Beneficial to health						<.001
Yes	1,364	(33.4)	999	(31.5)	365	(40.1)
No	2,718	(66.6)	2,172	(68.5)	546	(59.9)
Suggestion by friends/acquaintance						0.417
Yes	203	(5.0)	153	(4.8)	50	(5.5)
No	3,879	(95.0)	3,018	(95.2)	861	(94.5)
Others						
Yes	412	(10.1)	289	(9.1)	123	(13.5)
No	3,670	(89.9)	2,882	(90.9)	788	(86.5)
Product directions						<.001
Read	1,807	(40.3)	1,461	(42.3)	346	(33.8)
Not read	2,193	(48.9)	1,678	(48.5)	515	(50.2)
Unknown	482	(10.8)	318	(9.2)	164	(16.0)

\*Most frequently used product

<sup>†</sup>PHMG, polyhexamethylene guanidine; PGH, oligo (2-(2-ethoxy ethoxyethyl) guanidinium; CMIT, chloromethylisothiazolionoe; MIT, methylisothiazolinone

<sup>‡</sup>Multiple selection possible

더 낮게 나타났다. 소아에서 생존여부에 따른 판정 등급도 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

#### IV. 고 찰

‘세계 최초의 살생물제(biocide) 사망사건’과 ‘안방의 세월호’로 불리는 참사는 가습기살균제 사용에 따른 노출과 건강피해로 그 영향과 범위가 완료형이 아니고 현재에도 진행되고 있다.<sup>11)</sup> 가습기는 주로 건조한 실내에서 습도를 높이기 위해 사용한 것으로 물통 내부에 물때나 미생물이 생기기 때문에 이를 방지하기 위하여 위생상의 목적으로 살균제를 사용하였고, 가습기 살균제가 분무와 함께 실내공기 중으로 배출되어 재실자에게 노출된 것이다.

가습기살균제 노출에 따른 건강영향은 원인(노출)과 결과(건강영향)의 연관성에서 현시점의 폐손상 등 결과를 평가하기 위해 어느 정도의 노출이 있었는지에 대한 수준이 중요하지만, 노출이 과거에 발생한 것을 고려할 때 정확한 노출을 평가하기 어려운 것

이 한계점이다.<sup>5)</sup> 따라서, 과거 노출평가의 경우 불확실성이 존재함에도 모델링과 기억에 의존한 설문 이 대안이 될 수 있다. Park 등(2018)은 설문지를 이용한 가습기살균제 노출평가에서 7가지 항목을 설문하여 과거 노출유무에 점수를 부여한 후 종합하여 노출등급을 산출하였다.<sup>6)</sup> 이런 방법은 recall bias 등 근원적 한계점이 존재하지만 과거노출을 평가할 수 있는 현실적인 접근이라고 생각할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 환경노출평가 및 노출수준평가 전략을 이용하여 4-1차와 4-2차 가습기살균제 피해 신청자들의 인구학적 특성 및 노출평가에 관련된 항목들을 조사하였고 환경노출 평가결과를 기반으로 환경노출등급을 산정하였다.

4-1차 및 4-2차 피해신청인에서 가습기살균제 노출에 대한 환경 노출 조사 결과, 전체 대상자 중 생존자는 3,457명(77.1%), 사망자는 1,025명(22.9%)이었으며 연령은 10세 이하 소아부터 90세 이상 노인까지 다양한 연령대에 분포하였다. 그리고 전체 응

**Table 4.** Exposure characteristics for humidifier disinfectant

Characteristics	Overall		Survivors		Nonsurvivors		P-value
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	
Total	4,482	(100)	3,457	(100)	1,025	(100)	
Place of use							<.001
Home	4,051	(90.4)	3,161	(91.4)	890	(86.8)	
Hospital/Nursing home	162	(3.6)	84	(2.4)	78	(7.6)	
Others	269	(6.0)	212	(6.1)	57	(5.6)	
The time used, daily (hr/day)							<.001
≥10 hr	3,024	(67.5)	2,363	(68.4)	661	(64.5)	
<10 hr	1,306	(29.1)	1,034	(29.9)	272	(26.5)	
Unknown	152	(3.4)	60	(1.7)	92	(9.0)	
The time used, at sleep (hr/day)							<.001
≥4 hr	3,940	(87.9)	3,085	(89.2)	855	(83.4)	
<4 hr	229	(5.1)	187	(5.4)	42	(4.1)	
Unknown	313	(7.0)	185	(5.4)	128	(12.5)	
The time used, cumulative							<.001
High	1,722	(38.4)	1,322	(38.2)	400	(39.0)	
Low	1,996	(44.5)	1,622	(46.9)	374	(36.5)	
Unknown	764	(17.0)	513	(14.8)	251	(24.5)	
Distance from humidifier to face							<.001
<1 m	3,229	(72.0)	2,447	(70.8)	782	(76.3)	
≥1 m	1,193	(26.6)	981	(28.4)	212	(20.7)	
Unknown	60	(1.3)	29	(0.8)	31	(3.0)	
Spray direction							<.001
Toward the face	3,154	(70.4)	2,374	(68.7)	780	(76.1)	
Toward the other sides	1,260	(28.1)	1,042	(30.1)	218	(21.3)	
Unknown	68	(1.5)	41	(1.2)	27	(2.6)	
Exposure intensity, indoor concentration*							<.001
High	1,218	(27.2)	961	(27.8)	257	(25.1)	
Low	1,861	(41.5)	1,509	(43.7)	352	(34.3)	
Unknown	1,403	(31.3)	987	(28.6)	416	(40.6)	
Exposure level†							<.001
High	1,068	(23.8)	816	(23.6)	252	(24.6)	
Low	1,782	(39.8)	1,476	(42.7)	306	(29.9)	
Unknown	1,632	(36.4)	1,165	(33.7)	467	(45.6)	

\*Exposure intensity was classed by cut-points using mean concentrations (means within each age range and each disinfectant product) of indoor concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) of disinfectant

†Exposure level was classed by a cut-point using mean exposure level ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) $\times$ time (hr)

답자 중 옥시썩썩 New 가습기 당번 제품을 사용한 것으로 응답한 분포는 66.1%로 가장 높았으며 그 다음으로 애경 가습기 메이트(12.3%), 홈플러스 가습기 청정제(4.0%), 이마트 가습기 살균제(3.6%) 제

품 순으로 나타났다.

생존, 사망자 모두 서울과 경기도 지역의 피해 신청인의 분포가 높았고, 생존자의 경우는 19세 미만, 사망자에서는 60세 이상 나이대의 피해 신청인의 분

**Table 5.** Duration and frequency of usage of humidifier disinfectant.

Frequency	No. of Survivors/ Nonsurvivors*	Survivors	Nonsurvivors	P-value
		Mean±SD	Mean±SD	
Frequency of use (times/week)	767/2,828	6.40±1.36	6.54±1.25	0.002
Frequency of ventilation (times/day)	939/3,304	1.33±1.42	1.46±1.55	0.019
Total month of use (month)	847/3,223	28.91±28.43	29.85±30.70	0.391
Ventilation time (min/day)	978/3,382	72.87±260.59	75.93±269.40	0.775

\*Non-respondents were excluded for each statistical analysis

**Table 6.** Comparison of exposure rating classification in between survivors and nonsurvivors

Exposure rating	Overall		Survivors		Nonsurvivors		P-value
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	
Total	4,482	(100)	3,457	(100)	1,025	(100)	<.001
Definite	1,663	(37.1)	1,225	(35.4)	438	(42.7)	
Probable	1,483	(33.1)	1,190	(34.4)	293	(28.6)	
Possible	1,152	(25.7)	964	(27.9)	188	(18.3)	
Unlikely	1	(0)	0	(0)	1	(0.1)	
Indeterminate	183	(3.9)	78	(2.3)	105	(10.2)	

**Table 7.** Exposure classification in survivors and nonsurvivors among adults versus children

Exposure rating	Adult				P-value	Children				P-value
	Survivors		Nonsurvivors			Survivors		Nonsurvivors		
	N	(%)	N	(%)		N	(%)	N	(%)	
Total	2,258	(100)	826	(100)	<.001	1,199	(100)	198	(100)	0.010
Definite	805	(35.7)	351	(42.5)		420	(35.0)	87	(43.9)	
Probable	751	(33.3)	235	(28.5)		439	(36.6)	58	(29.3)	
Possible	663	(29.4)	145	(17.6)		301	(25.1)	43	(21.7)	
Unlikely	0	(0)	1	(0.1)		0	(0)	0	(0)	
Indeterminate	39	(1.7)	94	(11.4)		39	(3.3)	11	(5.6)	

포가 높았다. 건강 피해에서는 생존자는 천식, 기타 호흡기 질환, 감기 등의 피해가 있었다고 응답한 분포가 높았고 사망자는 폐 손상의 피해가 있었다고 응답한 분포가 높았다. 가습기살균제 사용관련에서 가습기살균제 종류는 생존, 사망자 모두 옥시싹싹 New 가습기 당변을 사용했다고 응답한 분포가 높았으나, 사망자에서 생존자보다 좀 더 높은 분포를 보였다. 사용한 가습기살균제의 성분은 생존, 사망자 모두 PHMG가 다른 제품성분에 비해 높은 분포로 조사되었다. 가습기살균제 구매 장소는 생존, 사망자 모두 대형마트에서 구매했다고 응답한 분포가 높았고, 구매 이유로는 생존자의 경우 “가습기 내 세균 번식을 막기 위해서”라고 응답한 분포가 사망자보다

높았고, 사망자의 경우 “건강상 사용하면 좋을 것 같아서”라고 응답한 분포가 생존자(31.5%)보다 높았다. 가습기살균제 사용장소는 생존, 사망자 모두 집에서 사용했다고 응답한 분포가 높았다. 가습기살균제의 누적사용시간이 평균보다 높은 사람의 분포는 사망자에서 생존자보다 높았고 가습기와의 거리 또한, 사망자에서 생존자보다 가습기를 가까운 거리에 두고 사용한 것으로 조사되었다. 가습기의 분무방향은 사망자에서 정방향(코와 입)으로 사용했다고 응답한 분포가 생존자보다 높았다. 가습기살균제의 노출강도와 노출 수준은 사망자에서 판정할 수 없는 분포가 높았다. 이는 사망자의 경우 대리인(가족 등)을 통한 조사가 진행되어 정확한 응답을 하지 못하

는 경우가(기억 오류, 무응답) 많이 발생하기 때문인 것으로 생각한다. 가슴기살균제 사용빈도는 사망자에서 생존자보다 더 빈번하게 사용한 것으로 나타났고, 하루 중 환기의 빈도도 생존자보다 높았다.

환경노출조사를 기반으로 환경노출등급을 산정한 결과, 생존자에서는 노출확실(1등급), 노출상당(2등급), 노출가능(3등급)이 비슷한 분포를 나타내었고 사망자에서는 노출확실(1등급)의 분포가 42.7%로 높았다. 성인과 소아로 구분하여 생존 여부에 따른 환경노출 등급 분포를 비교한 결과, 성인과 소아 모두 사망자에서 노출확실(1등급)의 분포가 높았다.

본 연구를 통해 생존자에 비해 사망자에서 높은 분포를 보였던 인구학적 특성 및 가슴기살균제 관련 특성을 요약해보면, 인구학적 특성에서는 60대 이상의 경우, 폐 손상과 같은 심각한 건강 피해가 있었다고 응답한 경우였으며, 가슴기살균제 사용 이유는 가슴기살균제를 구매한 이유가 “건강상 사용하면 좋을 것 같아서”라고 응답한 경우가 많았다. 가슴기살균제 사용특성과 관련해서는 가슴기살균제 사용 누적시간이평균보다 높은 경우, 가슴기와의 거리를 1 m 미만으로 가까이 두고 사용한 경우, 가슴기 분무방향을 정방향(코와 입)으로 향하게 한 경우가 많았다. 가슴기살균제의 노출수준과 노출강도에서는 사망자에서 조사항목의 누락치(대리인 조사, 기억 오류, 무응답 등)의 발생으로 판정불가의 분포가 높았다.

2011년 질병관리본부의 가슴기살균제 사용과 원인 미상의 폐 손상에 관한 역학조사 및 동물실험 결과 발표 이후 현재까지 가슴기살균제 연관 폐 손상(HDLI)에 관한 다양한 연구가 보고된 바 있다. 쥐를 대상으로 한 동물실험에 따르면 가슴기살균제 구성성분 중 하나인 PHMG를 13주간 반복적으로 흡입노출을 시켰을 때, 7주 후부터 죽기 시작하였으며 기관지 말단과 주변 폐포에서 염증과 섬유화와 같은 조직병리학적 손상을 확인하였다.<sup>12)</sup> 가슴기살균제로 인한 피해와 관련된 연구는 동물연구 뿐 아니라 역학연구에서도 보고되고 있다. 1차 가슴기살균제 피해조사 피해신청인 374명을 대상으로 한 Pack(2015) 등의 연구에 따르면 전체 피해신청자 중 여성은 203명(54%), 4세 이하 소아는 146명(39%)로 임신부와 소아의 비율이 높았다. 임상검사 및 환경노출조사를 기반으로 종합 판정을 실시한 결과, 1등급 노출확실(definite)에 해당하는 비율이 여성에서 56.4%, 4세

이하 소아에서 51.3%, 사망자에서 42.7%으로 보고되었다.<sup>13)</sup> 또한, 6세 미만 어린이(337명)를 대상으로 한 연구에서는 가장 낮은 가슴기살균제 농도(Q1,  $\geq 33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )에 노출된 그룹에 비해 가장 높은 노출 농도(Q4, 135~1443  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 그룹에서 폐 손상 위험이 2배 이상 높은 것으로 나타났다.<sup>14)</sup> 폐 손상 사례군(169명)과 피해자 가족 대조군(303명)을 대상으로 한 환자대조군 연구에서도 동일하게 공기 중 가슴기살균제 농도가 가장 낮은 그룹에 비해 높은 그룹에서 폐 손상 위험이 2.6배 높게 나타났으며 농도에 따른 유의한 양-반응 관계를 나타남을 확인하였다.<sup>15)</sup> 그 밖에도, Park 등은 가슴기살균제 성분 중 PGH가 고함량인 제품을 사용하였을 때, 폐 손상 발생률과 사망률이 높은 것을 보고하였다.<sup>16)</sup> 이러한 선행연구를 바탕으로 소아나 여성과 같은 취약계층<sup>16)</sup>에 해당하거나 고농도에 노출 되는 경우, 위험 성분(PGH 등)이 고함량으로 포함된 경우, 가슴기살균제 노출로 인한 피해가 더 크게 나타날 수 있음을 알 수 있다.

Park(2018)등은 선행연구의 문헌고찰을 통해 폐 손상과 관련된 가슴기살균제의 노출 변수로서 공기 중 가슴기살균제 농도, 하루 평균 가슴기살균제 사용 시간 등을 보고하였다. 그러나, 피해질환의 종류와 특성, 피해자의 감수성 등에 따라 유의미한 노출 변수는 다르게 나타날 것으로 보고하고 있다.<sup>6)</sup> 본 연구에서는 하루 평균 가슴기 살균제 사용 시간을 10 시간 이상 사용으로 응답한 사람이 전체 67.5%로 많은 분포를 나타내었고, 사망자의 경우 누적사용시간이 평균 이상인 사람의 분포가 생존자보다 높음을 확인할 수 있었다. 또한 사망자에서 가슴기와의 거리를 1 m 미만으로 가까이 두고 사용한 경우, 가슴기 분무방향을 정방향(코와 입)으로 향하게 한 경우의 분포가 높았던 것을 바탕으로 생각해볼 때 직접적으로 공기 중의 가슴기살균제 성분이 코와 입으로 흡입될 수 있는 가능성이 높아지게 될 경우, 심각한 건강피해의 형태로 나타날 수 있음을 생각해볼 수 있다. 또한, “가슴기살균제 사용에 대한 주의사항을 읽어 본적이 있는가”에 대한 항목에서 사망자 중 50.2%가 읽지 않는다고 응답하였는데, 가슴기살균제의 사용방법과 사용량 등을 알지 못해 정해진 용량 이상으로 사용하게 되었을 가능성이 있다.<sup>17)</sup> 이 경우 고농도의 가슴기살균제에 노출되어 실제 가슴기살균제 사용기간은 짧을지라도 피해 상황이 크게 나

타날 수 있음을 생각할 수 있다.

기존의 선행연구들은 1-3차 피해신청인을 대상으로 한 연구로 피해신청인의 규모가 적은 반면, 본 연구는 전 지역의 비교적 많은 피해신청인(4,482명)의 환경노출 조사결과를 바탕으로 피해신청인의 인구학적 특성 및 노출평가에 관련된 항목들을 조사하고 환경노출 조사를 기반으로 환경노출등급은 산정하였다. 또한, 본 연구에서는 4-1, 4-2차 피해신청인을 중심으로 대상자들의 분포 및 특성 뿐 아니라 생존, 사망에 따른 인구학적 특성 및 가습기살균제 사용, 노출 특성 등에 대해 분석을 진행하였다. 그러나 가습기살균제의 과거 노출 상황을 기억에 의존하여 조사가 진행됨으로 recall bias 등의 근원적인 한계점이 존재하였다.

## V. 결 론

4-1차, 4-2차 피해신청인을 대상으로 가습기살균제 관련 환경노출조사를 실시하여 피해신청인들의 인구학적 특성 및 노출평가에 관련된 항목들을 조사하고 환경노출조사를 기반으로 환경노출등급은 산정하였다. 본 연구를 통해 생존자에 비해 사망자에서 높은 분포를 보였던 인구학적 특성 및 가습기살균제 관련 특성을 요약해보면, 인구학적 특성에서는 60대 이상의 경우, 폐 손상과 같은 심각한 건강 피해가 있었다고 응답한 경우였으며, 가습기살균제 사용 이유로는 가습기살균제를 구매 한 이유가 “건강상 사용하면 좋을 것 같아서”라고 응답한 경우가 많았다. 가습기살균제 사용특성과 관련해서는 가습기살균제 사용 누적시간이 평균보다 높은 경우, 가습기와와의 거리를 1 m 미만으로 가까이 두고 사용한 경우, 가습기 분무방향을 정방향(코와 입)으로 향하게 한 경우가 많았다. 환경노출조사를 기반으로 환경노출등급을 산정한 결과에서는 생존자는 노출확실(1등급), 노출상당(2등급), 노출가능(3등급)이 비슷한 분포를 나타내었고 사망자에서는 노출확실(1등급)의 분포가 높았다. 성인과 소아로 구분하여 생존 여부에 따른 환경노출등급 분포를 비교한 결과, 성인과 소아 모두 사망자에서 노출확실(1등급)의 분포가 높았다. 가습기살균제 노출에 대한 피해자들의 기억은 시간이 지날수록 점점 더 부정확해지고 있으며, 건강 상태는 점차 회복되고 있어 환경노출-폐손상 간의 연관성 파

악은 더욱 어려워지는 실정이다. 따라서 더욱 신뢰할 수 있는 노출조사 및 판정방법을 위한 지속적인 연구, 전문가들의 지속적인 관심과 적극적인 참여가 요구된다.

## 감사의 글

본 논문은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 지원을 받아 수행 하였습니다.

4-1차 및 4-2차 환경노출 평가에 참여해주신 문경환(고려대), 권이승(가톨릭관동대), 김기석(계명대), 노수련(고신대), 이진현(공주대), 김성천(군산대), 안영미(동덕여대), 홍영습(동아대), 김기연(부산가톨릭대), 이기영, 최경호(서울대), 박석환(서원대), 장봉기, 이종화(순천향대), 우극현(순천향대구미병원), 지경희(용인대), 김양호(울산대), 고영림(울지대), 김정현(제주관광대), 문재동(화순전남대병원) 교수님과 한국산업간호협회 및 옥정원 연구원(가천대)에게 감사드립니다.

## References

1. Heo J. Exposure and Risk Assessment of Volatile Organic Compounds by Using of Cleaning Bleach [dissertation]. [Gyeongbuk]: Daegu Catholic University; 2016
2. Kim D, Kim KY, Kim IH. Characteristics of Bio-aerosol Generation of Household Humidifiers by User Practices. *Korean Journal of Environmental Health*. 2012; 38(6): 503-509
3. Bae NR. The effect of education and providing of environmental parameter on residents management of indoor environment, [dissertation]. [Seoul]: Yonsei University; 2006
4. Korea Environmental Industry & Technology Institute, Survey research on causal relationship of humidifier disinfectants and lung disease, *Korean Society of Environmental Health*. 2018; (4-2)
5. Korean Society of Environmental Health. A survey of humidifier disinfectant victim cases. Survey report. 2012.
6. Park D, A Strategy for Exposure Assessment of Humidifier Disinfectant Associated to Health Effects. *Journal of Environmental Health Sciences*. 2018; 44(2): 107-114
7. Korea Environmental Industry & Technology Insti-

- tute. Statistical Data. Available: <https://www.healthrelief.or.kr/home/content/stats01/view.do> [accessed 21 August 2018].
8. Korea Environmental Industry & Technology Institute. Health Damage Recognition Criteria. Available: <https://www.healthrelief.or.kr/home/content/intro01/view.do> [accessed 23 July 2018]
  9. Kim S. Assessment of Factors Affecting the Exposure on Local Community [dissertation]. [Gyeongbuk]: Daegu Catholic University; 2014
  10. Manini P, Plama G.D, Mutti A. Exposure assessment at workplace: Implications of biological variability, *Toxicology Letters*, 2006; 168(3): 210-218
  11. Choi Y. Questions and answers about the humidifier disinfectant disaster as of February 2017. *Journal of Environmental Health Sciences*, 2017; 43(1): 1-22
  12. Kim HR, Lee K, Park CW, Song JA, Shin DY, Park YJ, et al. Polyhexamethylene guanidine phosphate aerosol particles induce pulmonary inflammatory and fibrotic responses. *Archives of Toxicology*. 2016; 90(3): 617-632
  13. Paek D, Koh Y, Park DU, Cheong HK, Do KH, Lim CM, et al. Nationwide Study of Humidifier Disinfectant Lung Injury in South Korea, 1994-2011. Incidence and Dose-Response Relationships. *Annals of the American Thoracic Society*. 2015; 12(12): 1813-1821
  14. Park DU, Ryu SH, Roh HS, L E, Cho HJ, Yoon J, et al. Association of high-level humidifier disinfectant exposure with lung injury in preschool children. *Science of The Total Environment*. 2018; 616: 855-862
  15. Park DU, Choi YY, Ahn JJ, Lim HK, Kim SK, Roh HS, et al. Relationship between Exposure to Household Humidifier Disinfectants and Risk of Ling Injury: A Family-Based Study. *PLoS ONE*. 2015; e0124610
  16. Park DU, Ryu SH, Lim HK, Kim SK, Ahn J, Roh HS, et al. Characteristics of Exposure to Humidifier Disinfectant by Lung Injury Patients. *Journal of Environmental Health Sciences*. 2016; 43(3): 147-159
  17. Park DU, Lee S, Lim HK, Bae SY, Ryu SH, Ahn JJ. Review on Safety and Health Information on Humidifier Disinfectant. *Journal of Environmental Health Sciences*. 2017; 43(5): 349-359.