



## 가습기살균제 피해구제 신청자들의 신청 차수별 노출 특성 변화 - 1차에서 5차 신청자를 중심으로 -

이슬아<sup>1</sup> , 조은경<sup>1</sup> , 강하병<sup>2</sup> , 양원호<sup>3</sup> , 최윤형<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>한국환경보건학회, <sup>2</sup>고려대학교 보건과학연구소, <sup>3</sup>대구가톨릭대학교 보건안전학과, <sup>4</sup>고려대학교 보건환경융합과학부

## Individual Exposure Characteristics according to the Humidifier Disinfectant Exposure Assessment Cycle - Focusing on Cycles I-to-V Applicants -

Seula Lee<sup>1</sup>, Eun-Kyung Jo<sup>1</sup>, Habyeong Kang<sup>2</sup>, Wonho Yang<sup>3</sup>, and Yoon-Hyeong Choi<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Korean Society of Environmental Health, <sup>2</sup>Institute of Health Sciences, Korea University, <sup>3</sup>Department of Health and Safety, Daegu Catholic University, <sup>4</sup>School of Health and Environmental Science, Korea University

### ABSTRACT

**Background:** An ongoing environmental exposure assessment of humidifier disinfectants (HDs) has been conducted since November 2011 among individuals who experienced HD exposure-related adverse health effects. It is being performed in order to determine and quantify exposure to humidifier disinfectants in victims and their families. To date, the assessment has encompassed Cycles I-to-V. There is no report summarizing the characteristics of the subjects from the overall cycles.

**Objectives:** We intended to examine the individual characteristics related to demographics, HD usage, and HD exposure using integrated data from Cycles I-to-V of the environmental exposure assessment of HDs and the changes with the cycles.

**Methods:** We included 7,543 individuals who participated in Cycles I-to-V of the environmental exposure assessment of HDs. We summarized the participants' characteristics regarding their demographics (e.g., sex, education level, and age), HD usage history (e.g., product name, ingredient, and frequency of HD use), and HD exposure (e.g., daily time of HD use, cumulative time of HD use, and exposure intensity). In addition, their characteristics were compared across the cycles of the exposure assessment.

**Results:** Among the 7,543 participants from Cycles I-to-V, there were more male participants than females (51.05% overall), except for Cycles I and III. Across all cycles, a higher proportion of survivors was observed than deceased individuals. While PHMG was the most prevalent ingredient in HDs throughout all the cycles, its proportion gradually decreased over the course of the examination cycles. Participants in Cycle I reported longer daily times of HD use compared to those in the subsequent cycles. On the other hand, cumulative time of HD use was shorter in the earlier cycles than in the later cycles.

**Conclusions:** Using the integrated data from the full cycles of the environmental exposure assessment, this study identified changes in demographic characteristics as well as the HD exposure characteristics between the participants across different cycles.

**Key words:** Humidifier disinfectant, environmental exposure assessment, PHMG, PGH, CMIT/MIT

Received June 5, 2023

Revised June 23, 2023

Accepted June 23, 2023

### Highlights:

- The HD exposure assessment aimed to determine and quantify exposure to HD in victims.
- This study used the integrated data from the entire I-to-V cycles of the HD exposure assessment.
- Changes in demographic characteristics were identified across the subjects of different cycles.
- Changes in the HD exposure characteristics were identified across the subjects of different cycles.

### \*Corresponding author:

School of Health and Environmental Science, 145 Anam-ro, Seongbuk-gu, Seoul 02841, Republic of Korea  
Tel: +82-2-3290-5683  
Fax: +82-2-921-7260  
E-mail: yoonchoi@korea.ac.kr

## I. 서 론

2011년 3월에 서울 내 한 대학병원에서 원인미상의 중증폐

질환으로 의심되는 환자들이 발생했다. 기존의 치료 방법으로는 해결되지 않는 특이적 질병이라는 판단으로 질병관리본부에 신고했으나 이에 대한 원인을 명확하게 밝혀내지 못했다. 이



후로 역학조사를 통해 가슴기살균제와 원인미상의 증증폐질환과의 관련성을 밝혀내고, 동물실험을 통해서도 가슴기살균제의 위해성이 증명되었다.<sup>1)</sup> 이후 2011년도 11월 가슴기살균제 판매 중단 및 회수 명령이 내려졌고, 현 가슴기살균제 환경노출 조사의 시초가 되는 환경보건 전문가집단의 민간차원의 조사가 이루어졌다.<sup>1,2)</sup> 가슴기살균제로 인한 피해는 전 세계적으로 유례를 찾기 어려운 바이오사이드 사건으로 평가되고 있다.

가슴기살균제는 가슴기 물통 내 미생물 번식을 방지하기 위해 사용한 생활화학제품으로 1994년에 첫 출시되었다. 이러한 가슴기살균제는 제품별로 차이는 있으나 대표적인 성분으로 구아니딘 계열인 polyhexamethylene guanidine (PHMG, CAS#: 89697-78-9), oligo (2-(2-ethoxy)ethoxyethyl guanidine chloride (PGH, CAS#: 374572-91-5)와 이소치아졸리논 계열인 5-chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one/2-methyl-4-isothiazolin-3-one (CMIT/MIT, CAS#: 26172-55-4/2682-20-4), 계면활성제류인 benzalkonium chloride (BKC, CAS#: 8001-54-5), 에틸알코올(CAS#: 64-17-5)과 산화은(CAS#:20667-12-3), NaDCC(CAS#: 2893-78-9) 등이 있다고 알려져 있다.<sup>3-5)</sup> PHMG, CMIT/MIT, PGH 성분을 대상으로 한 세포독성시험 결과에서는 용량 의존적 독성을 확인할 수 있었고,<sup>1)</sup> 흡입 동물실험에서도 원인미상의 폐질환 환자와 유사한 폐 병리 소견이 관찰되었다.<sup>6)</sup> 판매 중지 및 수거 명령이 내려진 2011년까지, 25종 이상의 가슴기살균제 제품이 판매된 것으로 보고되며,<sup>7)</sup> 2017년 조사결과 총 판매량은 약 998만개로 추정된다.<sup>8)</sup> 가슴기살균제에 노출된 인구 규모는 350만에서 최대 400만 정도로 추정되며, 이로 인한 건강피해를 입었을 것으로 추정되는 인구는 35만명에서 40만명, 가장 많게는 50만명까지도 추정되고 있다.<sup>9)</sup>

「가슴기살균제 피해구제를 위한 특별법」(이하 가슴기살균제 특별법)에 따라 가슴기살균제 사용으로 인해 생명이나 건강상 피해가 있는 피해자 혹은 그 유가족의 피해를 구제하기 위한 제도가 실시되고 있다. 한국환경산업기술원의 자료에 따르면 가슴기살균제로 인한 건강피해 신고 접수 사례는 2023년 4월 30일 기준 7,837명이었다.<sup>10)</sup> ‘가슴기살균제 피해구제위원회’는 구제 신청자의 가슴기살균제 환경노출자료, 의무기록, 요양급여비용 청구자료, 피해구제 신청자나 유족이 작성한 의견 진술서 등 서류를 종합적으로 검토하고, 검토기준에 따라 구제 급여 지급을 결정한다.<sup>11)</sup> 가슴기살균제 환경노출자료는 피해자 개개인의 노출에 대해서 환경보건 전문가가 조사하여 도출되었다. 2011년도 11월 1차 조사부터 현재까지 총 5차에 걸쳐 진행되었으며<sup>10)</sup> 현재까지의 연구들은 앞의 차수에 포함된 대상자들의 인구학적 특성 및 가슴기살균제 사용 및 노출 정보 등에 대해 보고해 왔다.<sup>12-14)</sup> 그러나 차수별 조사 주체 기관 변경, 데이터 소관기관 변동, 차수별 데이터 형식의 상이함으로 인해, 1차에서 5차에 이르는 조사 결과를 모두 통합하여 분석한 연구는

수행된 바가 없었다.

본 연구에서는 가슴기살균제로 인한 건강영향 피해구제 신청자 모두에 해당하는 환경노출조사 전체 차수에서 수집된 데이터를 통합하여, 전체 참여자들을 대상으로 인구학적 특성, 가슴기살균제 노출 특성, 가슴기살균제 사용 특성을 종합적으로 분석하였다. 또한, 피해구제 신청자들의 노출 특성이 신청차수별로 변화할 가능성을 감안하여, 신청 차수별 인구학적 특성 및 노출 특성 변화에 대해 심도있게 고찰하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 조사대상자 선정 방법

본 연구는 가슴기살균제 특별법에 따라, 가슴기살균제로 인한 건강피해구제를 접수한 모든 신청자들을 대상으로 한다. 이 피해구제 신청은 2011년 11월부터 2013년 6월까지(1차 조사에 해당) 보건복지부 산하 질병관리본부에서 주관하였으며, 2014년 4월부터 현재까지는 (2, 3, 4, 5차 조사에 해당) 환경부 산하 한국환경산업기술원이 주관하고 있다.<sup>10)</sup> 현재도 지속적으로, 한국환경산업기술원 ‘가슴기살균제 피해지원 종합포털’을 통하여 피해구제 신청 접수를 진행하고 있다.<sup>15)</sup>

가슴기살균제 특별법에 따라, 피해구제 신청자들은 신청 후 4개월 내에 피해구제 판정이 이루어지도록 하고 있어, 통상적으로 3개월 내에 환경노출조사를 완료하고 있다. 환경노출조사는 피해구제 신청자 개개인의 인구학적 특성과 가슴기살균제 노출 여부 및 상세한 노출 정황 정보를 포함한다. 본 논문은 2022년 12월까지 가슴기살균제 환경노출조사가 완료된 피해구제 신청자 7,543명(1차: 361명, 2차: 169명, 3차: 669명, 4차: 5,398명, 5차: 946명)을 대상으로 한다. 본 연구는 대구가톨릭대학교의 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인(CUIRB-2022-0046)을 취득한 후 승인에 따른 표준 절차에 따라 진행하였다.

### 2. 가슴기살균제 피해구제 신청자들의 인구학적 특성 분류

조사 대상 인구학적 특성에는 성별, 생존상태, 나이, 교육수준, 흡연상태, 지역이 포함되었다. 성별은 남성과 여성으로 구분하였고, 그리고 태아 시기에 노출된 후 유산되어 성별을 알 수 없는 경우 독립적인 성별 그룹(알 수 없음)으로 분류하였다. 생존상태는 생존과 사망으로 구분하였다. 나이는 가슴기살균제로 인한 건강피해가 있었다고 추정되는 나이를 기준으로 연구에 적용하였다. 교육수준은 초등학교 졸업, 중학교 졸업, 고등학교 졸업, 대학 졸업 이상, 그리고 최종학력에 대해 알 수 없는 경우로 구분하였으며, 태아노출 혹은 초등학교 졸업 이전 사망은 최종학력에 대한 정보가 없는 경우로 포함하였다. 흡연상태는 현재 흡연, 과거 흡연, 비흡연으로 구분하였다. 지역은 조사시점 거주지를 기준으로, 환경노출조사가 수행된 지역을

**Table 1.** Demographic characteristics of applicant damage by exposure of humidifier disinfectant according to humidifier disinfectant exposure assessment cycle

Characteristics	Overall	Cycle I	Cycle II	Cycle III	Cycle IV-1	Cycle IV-2	Cycle IV-3	Cycle IV-4	Cycle V	p-value
Total	7,543 (100)	361 (100)	169 (100)	669 (100)	1,028 (100)	3,365 (100)	483 (100)	522 (100)	946 (100)	0.120
Sex										
Male	3,851 (51.05)	165 (45.71)	90 (53.25)	314 (46.94)	543 (52.82)	1,728 (51.35)	262 (54.24)	274 (52.49)	475 (50.21)	
Female	3,634 (48.18)	196 (54.29)	79 (46.75)	355 (53.06)	476 (46.30)	1,602 (47.61)	217 (44.93)	247 (47.32)	462 (48.84)	
Unknown*	58 (0.77)	- (0.00)	- (0.00)	- (0.00)	9 (0.88)	35 (1.04)	4 (0.83)	1 (0.19)	9 (0.95)	
Status										
Survivor	5,795 (76.83)	224 (67.59)	120 (71.01)	576 (86.10)	730 (71.01)	2448 (72.75)	397 (82.19)	450 (86.21)	830 (87.74)	<0.001
Death	1,748 (23.17)	117 (32.41)	49 (28.99)	93 (13.90)	298 (28.99)	917 (27.75)	86 (17.81)	72 (13.79)	116 (12.26)	
Age (years), at the onset of health effects										
Pre-born*	58 (0.77)	- (0.00)	- (0.00)	- (0.00)	9 (0.88)	35 (1.04)	4 (0.83)	1 (0.19)	9 (0.95)	<0.001
<10	2,280 (30.23)	163 (45.15)	65 (38.46)	234 (34.98)	305 (29.67)	963 (28.62)	136 (28.36)	148 (28.35)	266 (28.12)	
10~19	196 (2.60)	10 (2.77)	3 (1.78)	12 (1.79)	16 (1.56)	94 (2.79)	15 (3.11)	18 (3.45)	28 (2.96)	
20~29	517 (6.85)	22 (6.09)	12 (7.10)	61 (9.12)	57 (5.54)	196 (5.82)	36 (7.45)	58 (11.11)	75 (7.93)	
30~39	1,318 (17.47)	91 (25.21)	43 (25.44)	160 (23.92)	155 (15.08)	499 (14.83)	82 (16.98)	95 (18.20)	193 (20.40)	
40~49	726 (9.62)	25 (6.93)	10 (5.92)	39 (5.83)	115 (11.19)	338 (10.04)	52 (10.77)	45 (8.62)	102 (10.78)	
50~59	738 (9.78)	25 (6.93)	13 (7.69)	43 (6.43)	114 (11.09)	362 (10.76)	55 (11.39)	47 (9.00)	79 (8.35)	
60~69	667 (8.84)	13 (3.60)	8 (4.73)	29 (4.33)	114 (11.09)	345 (10.25)	45 (9.32)	51 (9.77)	62 (6.55)	
≥70	404 (5.36)	10 (2.77)	13 (7.69)	19 (2.84)	58 (5.64)	225 (6.69)	20 (4.14)	21 (4.02)	38 (4.02)	
Unknown	639 (8.47)	2 (0.55)	2 (1.18)	72 (10.76)	85 (8.27)	308 (9.15)	38 (7.87)	38 (7.28)	94 (9.94)	<0.001
Education level										
Elementary school	2,032 (26.97)	139 (38.5)	68 (40.24)	190 (28.4)	218 (21.21)	911 (27.07)	137 (28.36)	130 (24.9)	241 (25.48)	
Middle school	659 (8.74)	32 (8.86)	6 (3.55)	34 (5.08)	90 (8.75)	301 (8.95)	57 (11.8)	56 (10.73)	83 (8.77)	
High school	1,470 (19.49)	60 (16.62)	29 (17.16)	108 (16.14)	158 (15.37)	662 (19.67)	121 (25.05)	127 (24.33)	205 (21.67)	
≥College	2,115 (28.04)	99 (27.42)	56 (33.14)	246 (36.77)	150 (14.59)	801 (23.8)	151 (31.26)	205 (39.27)	407 (43.02)	
Unknown	1,209 (16.03)	31 (8.59)	10 (5.92)	91 (13.60)	403 (39.20)	655 (19.47)	13 (2.69)	3 (0.57)	3 (0.32)	
Pre-born*	58 (0.77)	- (0.00)	- (0.00)	- (0.00)	9 (0.88)	35 (1.04)	4 (0.83)	1 (0.19)	9 (0.95)	<0.001
Smoking status										
Current smoker	301 (3.99)	10 (2.77)	7 (4.14)	31 (4.63)	27 (3.71)	133 (4.57)	25 (5.25)	24 (4.62)	44 (4.70)	
Former smoker	1,364 (18.08)	34 (9.42)	24 (14.2)	68 (10.16)	227 (31.18)	649 (22.30)	93 (19.54)	97 (18.69)	172 (18.38)	
Never smoker	5,072 (67.24)	304 (84.21)	134 (79.29)	556 (83.11)	474 (65.11)	2128 (73.13)	358 (75.21)	398 (76.69)	720 (76.92)	
Unknown	748 (9.92)	13 (3.60)	4 (2.37)	14 (2.09)	291 (28.31)	420 (12.48)	3 (0.62)	2 (0.38)	1 (0.11)	
Pre-born*	58 (0.77)	- (0.00)	- (0.00)	- (0.00)	9 (0.88)	35 (1.04)	4 (0.83)	1 (0.19)	9 (0.95)	<0.001

Table 1. Continued

Characteristics	Overall	Cycle I	Cycle II	Cycle III	Cycle IV-1	Cycle IV-2	Cycle IV-3	Cycle IV-4	Cycle V	p-value
Region										<0.001
Seoul	1,710 (22.67)	88 (24.38)	36 (21.3)	151 (22.57)	257 (25.00)	707 (21.01)	114 (23.6)	110 (21.07)	247 (26.11)	
Busan	415 (5.50)	8 (2.22)	5 (2.96)	15 (2.24)	57 (5.54)	221 (6.57)	16 (3.31)	45 (8.62)	48 (5.07)	
Daegu	378 (5.01)	15 (4.16)	14 (8.28)	30 (4.48)	58 (5.64)	142 (4.22)	25 (5.18)	39 (7.47)	55 (5.81)	
Incheon	541 (7.17)	36 (9.97)	19 (11.24)	57 (8.52)	53 (5.16)	243 (7.22)	33 (6.83)	37 (7.09)	63 (6.66)	
Gwangju	209 (2.77)	6 (1.66)	3 (1.78)	9 (1.35)	15 (1.46)	111 (3.3)	3 (0.62)	35 (6.70)	27 (2.85)	
Daejeon	280 (3.71)	21 (5.82)	9 (5.33)	19 (2.84)	42 (4.09)	126 (3.74)	18 (3.73)	32 (6.13)	13 (1.37)	
Ulsan	88 (1.17)	3 (0.83)	1 (0.59)	1 (0.15)	17 (1.65)	53 (1.58)	4 (0.83)	3 (0.57)	6 (0.63)	
Sejong	66 (0.87)	6 (1.66)	3 (1.78)	10 (1.49)	5 (0.49)	27 (0.8)	4 (0.83)	- (0.00)	11 (1.16)	
Gyeonggi-do	2,288 (30.33)	115 (31.86)	54 (31.95)	244 (36.47)	312 (30.35)	963 (28.62)	156 (32.3)	140 (26.82)	305 (32.24)	
Gangwon-do	175 (2.32)	4 (1.11)	4 (2.37)	15 (2.24)	23 (2.24)	82 (2.44)	13 (2.69)	17 (3.26)	17 (1.8)	
Chungcheongbuk-do	184 (2.44)	10 (2.77)	6 (3.55)	10 (1.49)	34 (3.31)	79 (2.35)	16 (3.31)	7 (1.34)	22 (2.33)	
Chungcheongnam-do	216 (2.86)	13 (3.6)	4 (2.37)	18 (2.69)	30 (2.92)	103 (3.06)	15 (3.11)	11 (2.11)	22 (2.33)	
Jeollabuk-do	242 (3.21)	8 (2.22)	3 (1.78)	15 (2.24)	25 (2.43)	108 (3.21)	16 (3.31)	25 (4.79)	42 (4.44)	
Jeollanam-do	128 (1.70)	9 (2.49)	2 (1.18)	18 (2.69)	22 (2.14)	62 (1.84)	11 (2.28)	- (0.00)	4 (0.42)	
Gyeongsangbuk-do	243 (3.22)	6 (1.66)	1 (0.59)	19 (2.84)	32 (3.11)	152 (4.52)	17 (3.52)	- (0.00)	14 (1.48)	
Gyeongsangnam-do	308 (4.08)	11 (3.05)	3 (1.78)	28 (4.19)	38 (3.7)	162 (4.81)	17 (3.52)	18 (3.45)	31 (3.17)	
Jeju-do	56 (0.74)	1 (0.28)	2 (1.18)	7 (1.05)	7 (0.68)	15 (0.45)	4 (0.83)	3 (0.57)	17 (1.8)	
Overseas	15 (0.20)	1 (0.28)	- (0)	3 (0.45)	1 (0.1)	9 (0.27)	1 (0.21)	- (0)	- (0)	

Data in table are shown as n (%).

\*Excluded from the analysis as unidentifiable as a pre-born. p-value was calculated using chi-squared test.



광역지방자치단체(17개 시도)로 구분하였고, 국외에서 수행된 경우 해외로 구분하였다.

### 3. 가습기살균제 환경노출조사의 가습기살균제품, 노출 및 사용 특성 분류

가습기살균제품은 피해구제 신청자가 가장 많이 사용한 제품을 기준으로 하였고, 사용한 가습기살균제품의 종류를 구분하여 단일 제품 사용자, 2개 제품 복합사용자, 3개 이상 제품 복합사용자로 구분하였다. 사용한 가습기살균제 성분은 피해구제 신청자가 사용한 제품의 성분을 기준으로 CMIT/MIT, PGH, PMHG, BKC, 산화은, 그 외 성분, 알 수 없음으로 구분하였다.

가습기살균제 사용 특성의 경우 가습기살균제 사용에서 주중 사용일수, 총 사용 개월수, 일일 환기빈도에 대해 조사하였다. 1차수와 2차수 그리고 3차수의 경우 환기빈도에 대한 정보가 조사되지 않아 본 분석에서는 4차와 5차에 대해서만 포함하였다. 가습기살균제를 사용한 장소는 집, 병원, 기타 장소로 구분하였다. 가습기살균제를 구매한 장소는 오프라인과 온라인, 기타로 크게 구분하고 오프라인에서는 슈퍼마켓과 대형마트로 구분하였고, 온라인의 경우 대형 온라인 쇼핑몰과 홈쇼핑으로 구분하였다. 기타는 약국에서 구입했거나 지인에게 전달받았다고 진술한 경우 등을 포함하였다. 추가적으로 가습기살균제 노출 시작시점과 종료시점을 월 기준으로 가습기살균제 환경노출조사와의 시간 간격에 대해서 확인하였다.

가습기살균제 노출 특성으로 하루 중 가습기살균제 사용시간, 취침 중 사용시간, 가습기와 호흡기의 거리, 분무방향에 대해 조사하였다. 총 누적 사용시간은 가습기살균제를 사용한 총 개월수(month)×한달 중 사용한 주수(week)×주 중 가습기살균제 사용일수(day)×하루 중 사용시간(hour)으로 계산했다. 노출강도는 하루 평균 사용량(mL)×제품 살균제 농도( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )/체적( $\text{m}^3$ )으로 계산하였다. 노출수준은 노출강도에 총 누적 사용시간(hr)을 곱해 계산하였다. 가습기와 호흡기의 거리는 0.5 m 이하, 0.5 m에서 1 m 미만, 1 m 에서 2 m 미만, 2 m 이상으로 구분하였다. 분무방향은 정방향(얼굴방향)과 그 밖의 방향(사선, 역방향)으로 구분하였다.

### 4. 자료처리 및 통계분석

본 연구의 모든 자료 처리 및 통계분석은 SAS version 9.4를 이용하여 진행하였다. 각 차수별로 인구학적 특성의 분포와 가습기살균제 노출 및 사용 특성을 비교하기 위하여 명목형 변수는 인원수와 비율을 사용하여 각 차수별 분포를 확인하고, 카이제곱 검정을 이용하여 차수별 차이를 확인하였다. 연속형 변수는 평균과 표준편차로 나타내었고, 분산 분석(ANOVA)을 이용하여 차수별 차이를 확인한 후 사후분석(Scheffe post hoc test)을 수행하였다. 차수별로 조사된 문항의 차이로 인해 환경

노출조사 분석결과에 포함되지 않은 항목은 값을 제외하고 나머지 차수에 한하여 분석을 실시하였다. 본 연구의 모든 통계 분석의 p-value의 유의수준은 0.05 미만으로 설정하였다.

## III. 결 과

### 1. 가습기살균제 환경노출조사 차수별 피해구제 신청자의 인구학적 특성

Table 1은 대상자들의 가습기살균제 환경노출조사 신청 차수에 따른 인구학적 특성을 제시하였다. 총 7,543명이 대상자로 선정되었고, 그 중 1차수는 361명, 2차수는 169명, 3차수는 669명, 4-1차수는 1,028명, 4-2차수는 3,365명, 4-3차수는 483명, 4-4차수는 522명, 5차수는 946명이었다. 전체 참여자의 3,851명이 남성으로 참여자 중 51.05%를 차지하였으며, 1차수와 3차수에서는 여성 비율이 더 높게 나타났으나, 차수별 피해구제 신청자들의 성별에 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

모든 차수에서 사망한 경우보다 생존한 경우가 더 높게 나타났으며, 차수별 생존 여부는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 가습기살균제로 인한 건강피해가 발생한 당시 나이의 경우 10대 미만인 경우가 2,280명으로 전체 참여자의 30.23%를 차지하였으며, 차수별로 건강피해 발생 당시 나이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 교육수준에서는 전체 대상자 기준으로 대학교 졸업 이상인 경우가 2,115명으로 대상자 중 28.04%로 가장 높게 나타났으나 1차수와 2차수, 4-2차수에서는 최종학력이 초등학교인 경우가 가장 높게 나타났으며, 차수에 따른 유의한 차이가 있었다. 흡연 상태는 전체 대상자 기준 비흡연자가 5,072명으로 대상자 중 67.24%로 가장 높게 나타났으며 차수에 따른 유의한 차이가 있었다. 지역은 전체 대상자 기준으로 경기도가 30.33%로 가장 높았고 서울, 인천 순으로 분포하였으며 차수에 따라 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 있었다.

### 2. 가습기살균제 환경노출조사 차수별 피해구제 신청자의 가습기살균제품 특성

Table 2는 대상자들의 피해신청 차수에 따른 가습기살균제 사용제품과 관련된 특성을 제시하였다. 가습기살균제 성분 중 PHMG를 사용한 대상자는 전체 대상자의 73.11%인 5,418명이 사용한 것으로 나타났다. 전체 차수 모두 PHMG가 가장 높은 사용비율을 나타냈으며, 차수별로 대상자가 사용한 가습기살균제 성분은 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 대상자들이 가장 많이 사용한 제품은 옥시썩썩 New 가습기 당번 4,988명(52.54%), 그 다음은 이마트 이플러스 제품 2,167명(22.83%), 애경 가습기메이트 974명(10.26%) 순으로 나타났다. 차수별로 대상자들이 가장 많이 사용한 가습기살균제 제품은 통계적

Table 2. Product usage and chemical type of humidifier disinfectant in humidifier disinfectant exposure assessment cycle

Products	Overall	Cycle I	Cycle II	Cycle III	Cycle IV-1	Cycle IV-2	Cycle IV-3	Cycle IV-4	Cycle V	p-value	
Chemical Type*											
CMIT/MIT	1,149 (15.50)	1 (0.31)	- (0.0)	16 (2.74)	173 (16.83)	594 (17.65)	92 (19.05)	128 (24.52)	145 (15.33)	<0.001	
PGH	116 (1.57)	33 (10.09)	3 (1.92)	14 (2.40)	13 (1.26)	40 (1.19)	5 (1.04)	1 (0.19)	7 (0.74)		
PHMG	5,418 (73.11)	282 (86.24)	140 (89.74)	516 (88.36)	760 (73.93)	2,455 (72.96)	316 (65.42)	314 (60.15)	635 (67.12)		
BKC	198 (2.67)	- (0.00)	1 (0.64)	6 (1.03)	6 (0.58)	31 (0.92)	34 (7.04)	40 (7.66)	80 (8.46)		
Silver oxide	54 (0.63)	1 (0.31)	- (0.00)	3 (0.51)	4 (0.39)	8 (0.24)	5 (1.04)	2 (0.38)	31 (3.28)		
Others	102 (1.38)	3 (0.92)	2 (1.28)	10 (1.71)	15 (1.46)	50 (1.49)	3 (0.62)	10 (1.92)	9 (0.95)		
Unknown	374 (5.05)	7 (2.14)	10 (6.41)	19 (3.25)	57 (5.54)	187 (5.56)	28 (5.80)	27 (5.17)	39 (4.12)		
Disinfectant products name†											
Oxy: New Gaseupgi Dangbun	4,988 (52.54)	243 (67.31)	128 (75.74)	485 (72.50)	700 (68.09)	2,227 (66.18)	296 (61.28)	300 (57.47)	609 (64.38)		<0.001
Aekyung: Gaseupgi Mate	974 (10.26)	29 (8.03)	11 (65.51)	88 (13.15)	132 (12.84)	415 (12.33)	72 (14.91)	103 (19.73)	124 (13.11)		
E-Mart: Eplus	2,167 (22.83)	6 (1.66)	2 (1.18)	8 (1.20)	28 (2.72)	131 (3.89)	12 (2.48)	12 (2.30)	18 (1.90)		
GS: Hambakwusom	22 (0.23)	- (0.0)	- (0.0)	- (0.0)	4 (0.39)	14 (0.42)	2 (0.41)	1 (0.19)	1 (0.11)		
Lotte: WiseLect	140 (1.47)	28 (7.76)	8 (4.75)	14 (2.09)	15 (1.46)	55 (1.63)	5 (1.04)	4 (0.77)	11 (1.16)		
Homeplus: Chungjungje	222 (2.34)	8 (2.22)	4 (2.37)	10 (1.49)	35 (3.40)	139 (4.13)	12 (2.48)	9 (1.72)	5 (0.53)		
Homecare: Bejitebeulhom	68 (0.72)	3 (0.83)	- (0.0)	7 (1.05)	10 (0.97)	34 (1.01)	3 (0.62)	1 (0.19)	10 (1.06)		
Butterfly Effect: Gefu	103 (1.09)	33 (9.14)	3 (1.78)	14 (2.09)	9 (0.88)	34 (1.01)	2 (0.41)	1 (0.19)	7 (0.74)		
Clannad: N-with	71 (0.75)	3 (0.83)	1 (0.59)	10 (1.49)	12 (1.17)	34 (1.01)	1 (0.21)	7 (1.34)	3 (0.32)		
SK: Yugong	48 (0.51)	- (0.0)	- (0.0)	4 (0.60)	7 (0.68)	19 (0.56)	5 (1.04)	11 (2.11)	2 (0.21)		
Oxy: Gaseupgi Dangbun (solid)	54 (0.57)	1 (0.28)	- (0.0)	3 (0.45)	4 (0.39)	8 (0.24)	5 (1.04)	2 (0.38)	31 (3.28)		
Oxy: Gaseupgi Dangbun	178 (1.88)	- (0.0)	1 (0.59)	6 (0.90)	4 (0.39)	23 (0.68)	29 (6.00)	38 (7.28)	77 (8.14)		
Others	84 (0.88)	- (0.0)	1 (0.59)	1 (0.15)	11 (1.07)	45 (1.34)	11 (2.28)	6 (1.15)	9 (0.95)		
Unknown	374 (3.94)	7 (1.94)	10 (5.92)	19 (2.84)	57 (5.54)	187 (5.56)	28 (5.80)	27 (5.17)	39 (4.12)		
Number of kinds of products used											
1	4,501 (59.67)	225 (62.33)	108 (63.91)	369 (55.16)	648 (63.04)	2,125 (63.15)	262 (54.24)	275 (52.68)	489 (51.69)	<0.001	
2	2,057 (27.27)	89 (24.65)	43 (25.44)	203 (30.34)	276 (26.85)	850 (25.26)	122 (25.26)	179 (34.29)	295 (31.18)		
≥3	985 (13.06)	47 (13.02)	18 (10.65)	97 (14.5)	104 (10.12)	390 (11.59)	99 (20.5)	68 (13.03)	162 (17.12)		

Data in table are shown as n (%).

\*PHMG: polyhexamethylene guanidine, PGH: oligo(2-(2-ethoxy ethoxyethyl)guanidium, CMIT: chloromethylisothiazolinone, MIT: methylisothiazolinone, BKC: Benzalkonium Chloride.

†Most frequently used product.

p-value was calculated using Chi-squared test.

로 유의한 차이가 있었다. 또한 여러 제품을 사용한 경우보다 단일 제품만 사용한 경우가 모든 차수에서 높은 비율로 나타났고, 차수별로 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 있었다.

### 3. 가습기살균제 환경노출조사 차수별 피해구제 신청자의 가습기살균제 노출 특성

Table 3은 대상자들의 피해구제 신청 차수에 따른 가습기살균제 노출 특성을 제시하였다. 전체 대상자들의 하루 중 가습기살균제 사용시간은 평균 13.57±6.25 hour/day이었고, 1차수와 5차수에서 평균보다 높은 사용시간을 나타냈으며 차수별로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 취침 중 사용 시간은 1차수, 2차수, 3차수 그리고 4-1차수에서 전체 대상자들의 평균인 8.26±3.23 hour/day에 비해 사용시간이 적은 것을 확인할 수 있었으며 차수별로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 누적 사용시간은 1차수, 2차수, 3차수 그리고 4-1차수에서 대상자들의 평균보다 적었으며, 차수별로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 노출강도는 2차와 3차수에서 전체 대상자들의 평균인 759.64±1,051.19 µg/m<sup>3</sup>에 비해 낮았으며, 차수별로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 가습기와 호흡기와의 거리는 1차, 3차에서는 1~<2 m가 많은 비율을 차지했고 5차수에서는 0.5 m 이하가 가장 많았다. 그 외 차수에서는 0.5~<1 m가 가장 많은 비율이었으며, 차수별로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 분무방향은 1차, 2차의 경우 정방향이어 아닌 그 외 방향이 높은 분포를 나타냈으나 3차수부터는 정방향의 더 높게 나타났고 차수별로 유의한 차이를 확인할 수 있었다.

### 4. 가습기살균제 환경노출조사 차수별 피해구제 신청자의 가습기살균제 사용 특성

Table 4는 대상자들의 피해구제 신청 차수에 따른 가습기살균제 사용과 관련한 특성을 제시하였다. 주중 사용일수는 3차수에서 가장 낮은 것을 확인할 수 있었고, 차수별로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 총 사용 개월수는 이후 차수로 갈수록 증가하는 경향을 보였고 차수별로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 환기 빈도는 1차수, 2차수 그리고 3차수의 경우 정보를 확인할 수 없어 분석에서 제외하였으므로, 4차수와 5차수만 비교 분석하였고 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 없었다. 모든 차수에서 대부분의 대상자가 가습기살균제를 집에서 사용하였으며(전체 91.50%), 차수별 사용장소의 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 구매 장소는 4-4차수와 5차수를 제외한 모든 차수에서 오프라인 슈퍼마켓 구매가 가장 높게 나타났으며(전체 56.60%), 차수별로 구입장소의 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 가습기살균제 노출과 환경노출조사 시점의 시간 간격은 노출 시작시점부터 조사시점, 노출 종료시점부터 조사시점 두 계산방법 모두 이후 차수에서 더 긴 시간 간격을 보였고 이 차이는 통계적으로 유의하였다.

Table 3. Exposure assessment criteria for humidifier disinfectant exposure assessment cycle

Exposure assessment criteria	Overall	Cycle I	Cycle II	Cycle III	Cycle IV-1	Cycle IV-2	Cycle IV-3	Cycle IV-4	Cycle V	p-value
The time used, daily (hour/day)	13.57±6.25	14.46±5.63	13.30±5.83	11.83±5.29	13.50±7.09	13.51±6.29	13.43±6.10	13.99±6.02	14.54±6.43	<0.001
The time used, at sleep (hour/day)	8.26±3.23	7.36±1.49	7.14±1.39	7.04±1.49	8.02±3.57	8.73±3.70	8.72±3.07	8.41±2.72	8.28±3.20	<0.001
The time used, cumulative (hour)	11,155.80±15,082	6,585.28±16,308	8,099.27±10,953	5,900.57±7,545	10,732.06±17,147	11,433.29±14,362	13,268.88±15,320	15,142.54±17,567	13,617.85±16,335	0.006
Exposure intensity (µg/m <sup>3</sup> )	759.64±1,051.19	820.28±918.42	650.94±1,500	538.94±707.90	880.83±1,160	754.95±1,061	816.19±1,015	774.97±907.97	825.34±1,165	<0.001
Exposure level (µg/m <sup>3</sup> ·hour)	10,032,685±60,317,699	4,838,546±11,803,909	53,105,043±33,677,320	2,989,666±6,121,622	10,182,863±32,478,219	9,147,000±26,556,895	11,446,549±34,937,483	14,045,945±27,013,813	11,309,907±34,978,902	<0.001
Distance from humidifier to face										<0.001
< 0.5 m	1,923 (30.14)	34 (9.58)	26 (16.46)	97 (14.74)	206 (31.74)	833 (31.71)	180 (37.74)	203 (39.26)	344 (36.6)	
0.5- <1 m	2,442 (38.27)	99 (27.89)	57 (36.08)	206 (31.31)	266 (40.99)	1,080 (41.11)	180 (37.74)	214 (41.39)	340 (36.17)	
1-2 m	1,516 (23.76)	160 (45.07)	56 (35.44)	242 (36.78)	139 (21.42)	561 (21.36)	96 (20.13)	69 (13.35)	193 (20.53)	
≥2 m	500 (7.84)	62 (17.46)	19 (12.03)	113 (17.17)	38 (5.86)	153 (5.82)	21 (4.44)	31 (6.00)	63 (6.70)	
Spray direction										<0.001
Toward the face	4,476 (71.09)	142 (47.02)	66 (42.31)	416 (65.00)	467 (72.97)	1,872 (71.37)	373 (78.03)	413 (79.73)	727 (77.42)	
Toward the other sides	1,820 (28.91)	160 (52.98)	90 (57.69)	224 (35.00)	173 (27.03)	751 (28.63)	105 (21.97)	105 (20.27)	212 (22.58)	

Non-respondents were excluded for each statistical analysis.

Data in table are shown as Mean±SD or n (%).

PHMG: polyhexamethylene guanidine, PGH: oligo(2-(2-ethoxyethoxyethyl)guanidinium, CMIT: chloromethylisothiazolinone, MIT: methylisothiazolinone.

p-value was calculated using Analysis of Variance (ANOVA) and Scheffe post hoc test for continuous variables and Chi-squared test for categorical variables.

**Table 4.** Characteristics of usage by humidifier disinfectant in exposure assessment cycle

Exposure assessment criteria	Overall	Cycle I	Cycle II	Cycle III	Cycle IV-1	Cycle IV-2	Cycle IV-3	Cycle IV-4	Cycle V	p-value
Frequency of use (days/week)	6.36±1.44	6.74±0.90	6.90±0.66	5.88±1.77	6.30±1.46	6.43±1.31	6.02±1.88	6.42±1.29	6.47±1.45	<0.001
Total month of use (month)	30.74±31.27	16.06±26.70	21.34±23.44	19.95±18.94	29.52±31.39	32.20±31.19	38.81±35.07	39.48±35.68	34.58±32.45	<0.001
Ventilation time (times/day)	NA*	NA*	NA*	NA*	1.39±1.35	1.42±1.59	1.41±1.33	1.46±1.36	1.34±1.37	0.570
Place of use										0.002
House	6,902 (91.50)	352 (97.51)	160 (94.67)	637 (95.22)	930 (90.47)	2,981 (88.59)	459 (95.03)	476 (91.19)	907 (95.88)	
Hospital	187 (2.48)	3 (0.83)	1 (0.59)	6 (0.90)	27 (2.63)	123 (3.66)	7 (1.45)	14 (2.68)	6 (0.63)	
Others	454 (6.02)	6 (1.66)	8 (4.73)	26 (3.89)	71 (6.91)	261 (77.6)	17 (3.52)	32 (6.13)	33 (3.49)	
Place of purchase <sup>†</sup>										0.002
Offline superstore	5,515 (56.60)	280 (66.35)	134 (71.66)	549 (72.33)	817 (69.30)	2,565 (64.08)	401 (64.68)	417 (37.91)	352 (23.88)	
Offline grocery store	1,791 (18.38)	73 (17.30)	26 (13.90)	116 (15.28)	234 (19.85)	911 (22.76)	136 (21.94)	164 (14.91)	131 (8.89)	
Online superstore	113 (1.16)	- (0.00)	- (0.00)	1 (0.13)	1 (0.08)	7 (0.17)	- (0.0)	- (0.0)	104 (7.06)	
Online retail platform	728 (7.47)	33 (7.82)	8 (4.28)	28 (3.69)	24 (2.04)	95 (2.37)	17 (2.74)	18 (1.64)	505 (34.26)	
Others	1,597 (16.39)	36 (8.53)	19 (10.16)	65 (8.56)	103 (8.74)	425 (10.62)	66 (10.65)	501 (45.55)	382 (25.92)	
Time interval between exposure and assessment										<0.001
Being of exposure to assessment (month)	147.11±56.28	66.28±37.12	92.62±44.20	121.54±43.51	136.26±49.96	146.74±50.26	172.56±53.94	186.46±53.67	181.21±52.55	
End of exposure to assessment (month)	101.71±41.66	42.30±25.22	66.61±32.57	87.87±33.71	93.98±36.31	99.64±38.54	116.11±39.86	130.19±40.27	131.27±31.08	

Non-respondents were excluded for each statistical analysis.

Data in table are shown as Mean±SD or n (%).

\*Data were not available.

<sup>†</sup>Place of purchase were included repeated answer.

p-value was calculated using Analysis of Variance (ANOVA) and Scheffe post hoc test for continuous variables and Chi-squared test for categorical variables.





의 대상 질병 범위가 폐렴과 천식 등 다양한 질환으로 점차 확대되고, 가습기살균제로 인한 건강피해와 관련한 정보 인지도가 높아지면서 가습기살균제 피해구제의 신규 신청자가 지속적으로 발생하고 있다. 그러나 현재까지 누적된 가습기살균제 환경노출조사 대상자 수는 추산된 가습기살균제 사용자 수에 비해 현저히 낮은 상황이다. 이는 건강피해가 있음에도 불구하고, 가습기살균제로 인한 피해라고 생각지 못하거나, 건강피해의 정도가 크지 않아 구제신청의 필요성을 느끼지 못한 경우 등으로 추정된다. 본 연구에서 관찰된 현재까지의 차수별 환경노출조사 대상자들의 특성변화는 향후 가습기살균제 피해구제 신청자들의 경향을 미리 예상하는 데에 도움이 될 것이다. 특히, 가습기살균제 건강영향으로 인한 피해구제 제도가 장기화되는 이 시점에서, 장기적인 피해구제 계획을 세우는 데에 기초자료가 될 것이라 기대한다.

## 감사의 글

이 논문은 한국환경산업기술원의 ‘가습기살균제 피해구제신청자 환경노출조사’ 자료를 이용하여 분석하였습니다. 데이터 관리 및 정제에 도움주신 신정현, 정다영, 류지윤 선생님에게 감사의 말을 전합니다.

## Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## References

1. Korea Centers for Disease Control and Prevention. White paper on the health-related damage caused by humidifier disinfectants. Cheongju: Hanrimwon; 2014.
2. Korean Society of Environmental Health (KSEH). Case studies on victims of humidifier disinfectants. Seoul: KSEH; 2012.
3. Kim J, Zoh KE, Kim H, Park DU. A review on the health risks associated with the use of products containing benzalkonium chloride (BKC), focusing on humidifier disinfectant products. *J Environ Health Sci*. 2021; 47(6): 513-520.
4. Seo D, Jo J. Humidifier disinfectant, sodium dichloroisocyanurate (NaDCC): assessment of respiratory effects to protect workers' health. *Sci Rep*. 2021; 11(1): 15681.
5. Lee JH, Kang HJ, Seol HS, Kim CK, Yoon SK, Gwack J, et al. Refined exposure assessment for three active ingredients of humidifier disinfectants. *Environ Eng Res*. 2013; 18(4): 253-257.
6. Park S, Lee K, Lee EJ, Lee SY, In KH, Kim HK, et al. Humidifier disinfectant-associated interstitial lung disease in an animal model induced by polyhexamethylene guanidine aerosol. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014; 190(6): 706-708.
7. Yoon J, Kang M, Jung J, Ju MJ, Jeong SH, Yang W, et al. Humidifier disinfectant consumption and humidifier disinfectant-associated lung injury in South Korea: a nationwide population-based study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(11): 6136.
8. Asian Citizen's Center for Environment and Health. Report on total sales of humidifier disinfectant. Seoul: Asian Citizen's Center for Environment and Health; 2017 Aug. Report No.: 296, 2017-23.
9. Lee KM, Paek D, Cheong HK, Kim S, Seo JW, Hong Y, et al. Population size estimates for the use of humidifier disinfectants and experience of health effects from exposure to humidifier disinfectants. *J Environ Health Sci*. 2019; 45(3): 273-284.
10. Korea Environmental Industry & Technology Institute. Comprehensive portal for humidifier disinfectant damage support: statistics. Available: <https://www.healthrelief.or.kr/home/content/stats01/view.do> [accessed 30 April 2023].
11. Ministry of Environment. Enforcement decree of the special act on remedy for damage caused by humidifier disinfectants. Article 1. Available: [https://elaw.klri.re.kr/eng\\_mobile/viewer.do?hseq=50789&type=sogan&key=16](https://elaw.klri.re.kr/eng_mobile/viewer.do?hseq=50789&type=sogan&key=16) [accessed 29 May 2023].
12. Lee S, Yoon J, Ock J, Jo EK, Ryu H, Yang W, et al. Individual exposure characteristics to humidifier disinfectant according to exposure classification groups - focusing on 4-1 and 4-2 applicants -. *J Environ Health Sci*. 2019; 45(4): 370-380.
13. Choi YH, Ryu H, Yoon J, Lee S, Kwak JH, Han BY, et al. Demographic characteristics and exposure assessment for applicants who have been injured by humidifier disinfectant - focusing on 4-1 and 4-2 applicants -. *J Environ Health Sci*. 2018; 44(4): 301-314.
14. Park DU, Ryu SH, Lim HK, Kim SK, Ahn J, Roh HS, et al. Characteristics of exposure to humidifier disinfectant by lung injury patients. *J Environ Health Sci*. 2016; 42(3): 147-159.
15. Korea Environmental Industry & Technology Institute. Environmental damage relief and support. Available: <https://www.healthrelief.or.kr/home/main.do> [accessed 29 May 2023].
16. Korea Centers for Disease Control and Prevention (KCDC). 1st Study on the relationship between the use of humidifier disinfectant and lung injury. Cheongju: KCDC; 2014. p.6-9.
17. Ministry of Environment. 2nd Study on the relationship between the use of humidifier disinfectant and lung injury. Sejong: Ministry of Environment; 2015.
18. Choi Y. Questions and answers about the humidifier disinfectant disaster as of February 2017. *J Environ Health Sci*. 2017; 43(1): 1-22.
19. Special Investigation Commission on Humidifier Disinfectants and 4.16 Sewol Ferry Disasters. Comprehensive report on the humidifier disinfectant. Seoul: Special Investigation Commission on Humidifier Disinfectants and 4.16 Sewol Ferry Disasters; 2022.
20. Park DU, Ryu SH, Lim HK, Kim SK, Roh HS, Cha WS, et al. Estimation of humidifier disinfectant amounts inhaled into the respiratory system. *J Environ Health Sci*. 2016; 42(3): 141-146.

### 〈저자정보〉

이슬아(연구원), 조은경(연구원), 강하병(연구교수), 양원호(교수), 최윤형(교수)