

## 가습기살균제 노출로 인한 건강피해 신고자의 지역별 편차에 대한 고찰

주민재<sup>1,2</sup> , 윤정교<sup>2</sup> , 조은경<sup>3</sup> , 이슬아<sup>2</sup> , 오재현<sup>4</sup>, 박진현<sup>5</sup> , 양원호<sup>5</sup> , 최윤희<sup>1,2\*</sup> 

<sup>1</sup>가천대학교 가천융합의과대학 의생명과학, <sup>2</sup>가천대학교 의과대학 예방의학교실, <sup>3</sup>한국환경보건학회,  
<sup>4</sup>연세대학교 공과대학 도시공학과, <sup>5</sup>대구가톨릭대학교 산업보건학과

## A Study on the Regional Distribution of Enrollment Cases Who Reported Humidifier Disinfectant-Related Health Effects

Min Jae Ju<sup>1,2</sup>, Jeonggyo Yoon<sup>2</sup>, Eun-Kyung Jo<sup>3</sup>, Seula Lee<sup>2</sup>, Jaehyun Oh<sup>4</sup>, Jinhyeon Park<sup>5</sup>, Wonho Yang<sup>5</sup>, and Yoon-Hyeong Choi<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Health Sciences and Technology, GAIHST, Gachon University, <sup>2</sup>Department of Preventive Medicine, Gachon University College of Medicine, <sup>3</sup>Korean Society of Environmental Health, <sup>4</sup>Department of Urban Planning and Engineering, Yonsei University, <sup>5</sup>Department of Occupational Health, Daegu Catholic University

### ABSTRACT

**Background:** Humidifier disinfectant is a biocidal product used in the water tanks of humidifiers to prevent the growth of microorganisms. Although there are a huge number of cases of reported humidifier disinfectant-related health effects across the entire Korean population, their numbers are distributed differently depending on the region.

**Objectives:** This study aimed to investigate the regional distribution of enrollment cases who reported humidifier disinfectant-related health effects.

**Methods:** This study used data on 6,240 subjects who experienced humidifier disinfectant-related health effects and who enrolled their cases which is conducted by the Korea Ministry of Environment. We examined the regional distribution of the enrolled cases based on sixteen administrative divisions and assessed the: 1) crude number; 2) proportional rate; and 3) age-standardized proportional rate of enrollment by region.

**Results:** When we examined the crude number of enrollments by region, the highest number were in Gyeonggi-do Province (n=1,896), followed in order by Seoul (n=1,405), Incheon (n=436) Busan, Daegu, Gyeongsangnam-do Province, Daejeon, Chungcheongnam-do Province, Gyeongsangbuk-do Province, Jeollabuk-do Province, Gwangju, Chungcheongbuk-do Province, Gangwon-do Province, Jeollanam-do Province, Ulsan, and Jeju-do. When we examined proportional rate of the regional enrollment (cases per 100,000 population), Daejeon (n=16.2) was the region with the highest rate, followed in order by Gyeonggi-do Province (n=16.1), Incheon-do Province (n=15.9), Seoul, Daegu, Gwangju, Jeollabuk-do Province, Chungcheongnam-do Province, Busan, Chungcheongbuk-do Province, Gangwon-do Province, Gyeongsangbuk-do Province, Gyeongsangnam-do Province, Ulsan, Jeju-do, and Jeollanam-do Province, which is inconsistent with the order in terms of crude numbers. However, when we examined the age-standardized proportional rate of regional enrollment (cases per 100,000 population), their ranked distribution is consistent with the crude rate.

**Conclusions:** This study observed that the regional distribution of the enrolled cases who reported humidifier disinfectant-related health effects is inconsistent with the regional distribution of the proportional rate of enrollment cases, which may be caused in part by the volume of the inherent population of each region.

**Key words:** Age-standardized rate, enrolled cases, HD-related health effects, humidifier disinfectant, regional distribution

Received June 4, 2021

Revised August 5, 2021

Accepted August 6, 2021

### Highlights:

- Humidifier disinfectant is a biocidal product used in water tank of humidifier.
- Plentiful enrollment cases reported humidifier disinfectant-related health effects.
- The cases are distributed all over the country, but highly concentrated in certain regions.
- Regional cases depends on the population density of the region.

### \*Corresponding author:

Department of Preventive Medicine,  
Gachon University College of Medicine,  
155 Gaetbeol-ro, Yeonsu-gu, Incheon  
21999, Republic of Korea  
Tel: +82-32-899-6683  
Fax: +82-32-468-2154  
E-mail: yoonchoi@gachon.ac.kr

## I. 서론

2011년 봄, 서울 소재의 종합병원 중환자실에서는 임산부와 어린이를 중심으로 원인을 알 수 없는 폐 손상으로 인한 사망이 발생하였다.<sup>1)</sup> 이에 따라 질병관리본부의 폐 손상의 원인을 규명하는 역학조사 및 동물실험을 통해, 폐 손상의 원인이 가습기를 사용할 때 첨가하는 살균제(Humidifier disinfectant, HD)와 연관성이 있다는 과학적 근거가 도출되었다.<sup>2,3)</sup> 이는 세계적으로 유례를 찾기 힘든 살생물제(Biocide) 사건이자 우리나라에서 일어난 가장 심각한 환경보건 사건 중 하나로 꼽을 수 있다.<sup>1)</sup>

가습기살균제는 가습기 내의 물때, 박테리아 및 곰팡이와 같은 미생물에 의해 발생한 유해한 세균 번식 방지를 목적으로 개발되어 1994년 가습기살균제 제품으로 출시되었다.<sup>4)</sup> 가습기살균제에 포함된 주요 화학적 성분은 제품마다 차이가 있지만, 주로 폴리헥사메틸렌 구아니딘(polyhexamethylene guanidine, PHMG), 염화에톡시에틸 구아니딘(Oligo(2-(2ethoxy) ethoxyethyl guanidine chloride, PGH), 클로로메틸이소티아졸리논(chloromethylisothiazolinon, CMIT)와 메틸이소티아졸리논(methylisothiazolinone, MIT)이 사용되었다고 보고되고 있다.<sup>5-7)</sup> 이러한 성분에 대해 질병관리본부는 '동물 실험 결과, 흡입된 가습기살균제의 화학물질이 세기관지 주변 폐 세포를 손상시키며 이러한 영향이 누적되어 폐 조직의 섬유화성 병변이 나타났다'라고 발표하였다.<sup>8)</sup> 이에 따라, 2011년 11월 정부는 가습기살균제 제품의 판매 중지 및 수거 명령을 내리게 되었다.<sup>1)</sup> 가습기살균제는 첫 출시 이후 2011년 말까지 약 48종의 제품이 출시되어 약 980만 개 정도 판매된 것으로 추산된 바 있으므로, 피해 규모 또한 상당한 것으로 추정되고 있다.<sup>4,9)</sup> 변지은 등(2016)의 연구에 따르면, 894만 명이 실제로 가습기살균제에 노출되었으며 그중 95만 명이 가습기살균제에 따른 건강피해를 겪었을 것으로 추정할 수 있다고 보고되었다.<sup>10)</sup>

가습기살균제 노출로 인한 건강영향을 확인하고 이를 구제하기 위해, 환경부는 건강피해 신고를 받고 있으며, 한국환경산업기술원에서 제시한 자료에 따르면 2021년 5월 현재까지 건강피해 신고 접수 사례가 7,458건에 이르며 그중 사망자는 1,657명으로 보고되고 있다.<sup>11)</sup> 건강피해 신고자 수의 연령분포는, 연령대별로 고르게 분포하지 않고 주로 10세 미만의 어린이 또는 60세 이상의 고령 연령군에서 높게 집계되고 있다.<sup>12)</sup> 이는 동일한 노출이라도 건강영향이 민감한 취약집단에게 가습기살균제 노출에 의한 건강피해 신고자 수가 높게 나타나는 것으로 추정된다.<sup>13,14)</sup> 건강피해 신고자 수의 지역적 분포 또한 지역별로 고르게 분포하지 않고, 주로 서울, 경기, 인천을 포함한 수도권 지역에 신고자들이 집중적으로 분포하고 있는 것으로 보고되고 있다.<sup>12)</sup> 그러나, 현재까지 보고된 것은 신고자 수의 단순 분포를 확인한 것으로, 이는 1) 실제로 가습기살균제 노출로

인한 건강피해자 수가 이들 지역에서 높게 나타나는 것인지, 2) 혹은 해당지역의 인구밀집도 및 높은 인구수에 기인하여 관찰된 현상인지, 3) 혹은 해당지역 고유의 인구 연령 분포(10세 미만 또는 60세 이상의 연령 비율)에 기인하여 관찰된 현상인지 확인하여 제시할 필요가 있다.

따라서, 본 연구에서는 1, 2, 3, 4차 가습기살균제 노출로 인한 건강피해 신고자들을 대상으로, 1) 지역별 신고자 분포, 2) 지역별 인구대비 노출피해 신고자율, 3) 지역별 인구대비 노출피해 연령표준화 신고자율을 분석하여, 지역별 편차에 대해 심도 있게 고찰하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 조사대상자

본 연구는 2011년 11월부터 2020년 9월까지 가습기살균제 노출로 인한 건강피해 신고자(이하, 노출피해 신고자) 총 6,880명 중 실제 조사가 진행되어 인구학적 정보를 보유한 6,567명을 연구대상(1차(361명), 2차(169명), 3차(669명) 및 4차(5,368명))으로 하였다(신고 철회 및 연락 두절 등 피해 신고자의 개인 사유로 조사 불가·지연 자는 본 데이터에 포함되지 않음. 추가적으로, 4차 신고자이나 조사가 5차에 이루어진 경우(2020년 9월 25일 시행된 「가습기살균제 피해구제를 위한 특별법」 이후 조사) 5차 신고자로 집계되어 본 데이터에 포함되지 않음).

본 연구는 노출피해 신고자의 연령과 거주지역에 기반한 연구로서, 건강피해가 발생한 나이가 불분명한 경우(283명), 태아사망자로 주민등록 상 나이가 없는 경우(29명), 16개 시도 거주자로 분류가 불가능한 경우(해외 거주자, 15명)를 제외한 총 6,240명을 본 연구의 분석에 포함하였다.

### 2. 자료처리 및 분석

본 연구의 대상자 6,240명에 대해, 노출피해 신고자의 거주지역(신고 지역)을 16개 시도 행정구역(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산, 경기도, 강원도, 충청북도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도, 제주도)으로 분류하였다(본 연구는 노출피해 당시 거주지역을 기준으로 한 것으로, 가습기살균제 판매 종료 이후인 2012년 7월 1일 신규 설치된 세종시는 별도 구분하지 않았다. 다만, 신고 당시 거주지가 세종시인 경우는 충남으로 분류하였다). 이후, 지역별 신고자 수 분포, 지역별 인구대비 노출피해 신고자율, 지역별 인구대비 노출피해 연령표준화 신고자율을 산정하였다.

첫 번째로, 지역별 신고자 수는 신고자 수(Crude number)와 백분율(%)을 표기하여 지역별 분포를 확인하였다.

두 번째로, 지역별 인구대비 노출피해 신고자율(Crude proportional rate of the enrollment)을 확인하였으며, 이는 지역별

피해 신고자 수의 높고 낮음이 해당지역 거주자 수의 높고 낮음의 원인에 기인하여 관찰된 현상인지 확인하기 위함이다. 인구 대비 노출피해 신고자율은 지역별 인구 수(n) 대비 지역별 신고자 수(n)의 분율을 계산한 후, 10만 명당 노출피해 신고자율을 다음과 같이 계산하였다.

Crude proportional rate of the enrollment (1)

$$= \frac{\text{Regional enrollment (n)}}{\text{Regional population (n)}} \times 10^5 = \frac{\text{지역별 신고자 수(n)}}{\text{지역별 인구 수(n)}} \times 10^5$$

지역별 인구 수는 16개 시도별 주민등록연앙인구를 적용하였으며, 가습기살균제 노출로 인한 건강피해 신고자 중 가장 많은 신고자의 건강 피해가 발생한 2011년(881건(14.1%)) 기준 주민등록연앙인구 자료(출처: 통계청(<http://kostat.go.kr/>))를 활용하였다.

세 번째로, 지역별 인구대비 노출피해 연령표준화 신고자율(Age-standardized proportional rate of the enrollment)을 계산하였고, 이는 지역별 피해 신고자 수의 높고 낮음이 해당지역 고유의 인구 연령 분포에 기인하여 관찰된 현상인지 확인하기 위함이다. 지역별 인구대비 노출피해 연령표준화 신고자율은 표준 인구 수(n) 대비 지역별 연령표준화 신고자 수(n)의 분율을 계산한 후, 10만 명당 노출피해 연령표준화 신고자율을 다음과

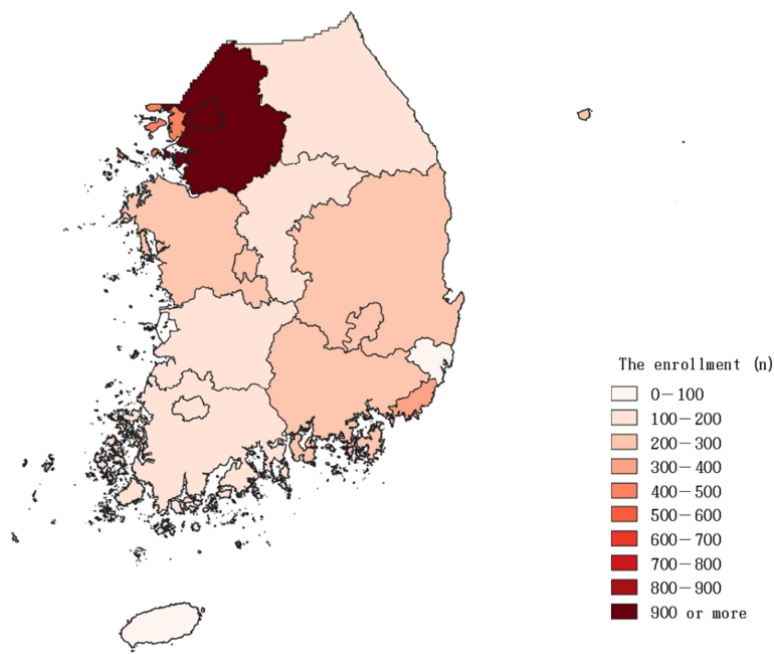
같이 계산하였다[백도명 등 (2019)<sup>12</sup>에서 제시한 방법 활용].

Age-standardized proportional rate of the enrollment (2)

$$= \frac{\text{Age-standardized regional enrollment (n)}}{\text{Standard population (n)}} \times 10^5 = \frac{\text{연령표준화 신고자 수(n)}}{\text{표준 인구 수(n)}} \times 10^5$$

이 때, 연령표준화 방법은 직접법을 사용하였고, 연령표준화 신고자 수(Age-standardized regional enrollment)는 지역별 신고자의 연령군별 신고자율을 표준 인구의 연령별 인구 수(n)에 곱하여 계산하며, 표준 인구 수(n) 대비 지역별 총 연령표준화 신고자 수(n) 분율을 계산한 후, 지역별 10만 명당 노출피해 연령표준화 신고자율을 계산하였다. 위의 과정에서 피해 신고자의 나이는 건강피해(질환 발생 혹은 해당질환으로 사망)가 발생한 연도의 만 나이를 기준으로 하였다.

추가적으로, 가습기살균제로 인한 지역별 노출피해자 신고자수 분포, 지역별 인구대비 노출피해 신고자율 및 지역별 인구대비 노출피해 연령표준화 신고자율을 시각적으로 표현하기 위하여 지리정보시스템 QGIS (version 2.8.2)를 이용하였다.



Region	The enrollment (n (%))	Rank
Seoul	1,405 (22.5)	2
Busan	358 (5.7)	4
Daegu	292 (4.7)	5
Incheon	436 (7.0)	3
Gwangju	166 (2.7)	11
Daejeon	243 (3.9)	7
Ulsan	79 (1.3)	15
Gyeonggi	1,896 (30.4)	1
Gangwon	154 (2.5)	13
Chungbuk	157 (2.5)	12
Chungnam	223 (3.6)	8
Jeonbuk	200 (3.2)	10
Jeonnam	113 (1.8)	14
Gyeongbuk	218 (3.5)	9
Gyeongnam	261 (4.2)	6
Jeju	39 (0.6)	16

Fig. 1. Crude number of the enrollment who reported HD-related health effects (n=6,240)

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 노출피해 신고자의 지역별 분포

본 연구에 포함된 가습기살균제 노출로 인한 건강피해 신고자 총 6,240명의 거주 지역을 16개 시도로 구분한 지역적 분포를 시각화하여 Fig. 1에 제시하였다. 노출피해 신고자가 가장 많이 거주하는 지역은 경기도로 1,896명(30.4%)이었으며, 이어서 서울이 2위로 1,405명(22.5%), 인천이 3위로 436명(7.0%)이었다. 그 다음으로는 부산(358명), 대구(292명), 경상남도(261명), 대전(243명), 충청남도(223명), 경상북도(218명), 전라북도(200명), 광주(166명), 충청북도(157명), 강원도(154명), 전라남도(113명), 울산(79명) 순이었으며, 노출피해 신고자 수가 가장 적은 지역은 제주도로 39명(0.6%)이었다.

#### 2. 지역별 인구대비 10만 명당 노출피해 신고자율

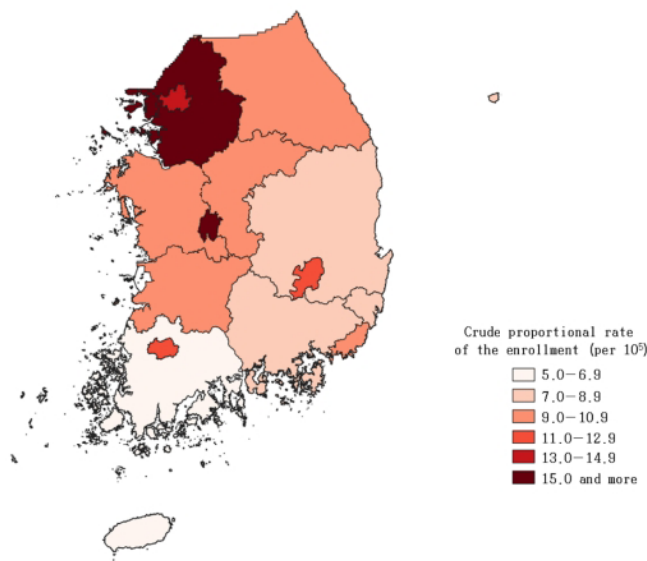
가습기살균제 노출로 인한 건강피해 신고자의 지역별 분포가 해당지역의 인구 수에 기인된 현상인지 확인해보고자 지역별 인구 10만 명당 노출피해 신고자율을 시각화하여 Fig. 2에 제시하였다. 지역별 인구대비 노출피해 신고자율이 가장 높은 지역은 대전으로 10만 명당 16.2명이었으며, 이어서 경기도가 2위로 16.1명, 인천이 3위로 15.9명이었다. 그 다음으로는 서울(13.9명), 대구(11.7명), 광주(11.5명), 전라북도(10.8명), 충청남도(10.8명), 부산(10.2명), 충청북도(10.2명), 강원도(10.1명), 경상북도(8.1명), 경상남도(8.0명), 울산(7.0명), 제주(6.9명)

순이었으며, 노출피해 신고자율이 가장 낮은 지역은 전라남도 10만 명당 5.9명이었다.

단순히 신고자 수로만으로 비교하였을 때(Fig. 1), 지역별 노출피해 신고자 수는 경기, 서울, 인천 순으로 높게 집계되었기에 수도권 지역에 노출피해 신고자가 밀집한 것으로 여겨질 수 있다. 하지만, 지역별 인구대비 노출피해 신고자율(Fig. 2)을 확인하였을 때, 인구 10만 명당 노출피해 신고자율이 가장 높은 지역은 경기, 서울, 인천이 아닌 대전(16.2명)이었으며, 이는 피해 신고자 수로 집계했을 때(Fig. 1) 16개 지역 중 7위(전체 신고자 수의 3.9%)에 해당하는 지역이었다. 또한, 경상남도의 경우, 신고자 수가 여섯 번째(전체 신고자 수의 4.2%)로 많은 지역이었으나(Fig. 1) 지역의 인구대비 노출피해 신고자율은 인구 10만 명당 8.0명으로 16개 지역 중 열세 번째(Fig. 2)인 것을 확인하였다. 따라서, 가습기살균제 노출로 인한 건강피해 신고자의 지역별 분포에 있어, 지역별 신고자 수에 기반한 지역 집중도는 해당지역 인구대비 노출피해 신고자율에 기반한 지역 집중도와 다소 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

#### 3. 지역별 인구대비 10만 명당 노출피해 연령표준화 신고자율

가습기살균제 노출로 인한 건강피해 신고자의 지역별 분포가 각 지역 고유의 연령 분포에서 기인된 현상인지 확인하고자 지역별 인구 10만 명당 노출피해 연령표준화 신고자율을 Fig. 3에 제시하였다. 지역별 연령표준화의 단계별 계산과정



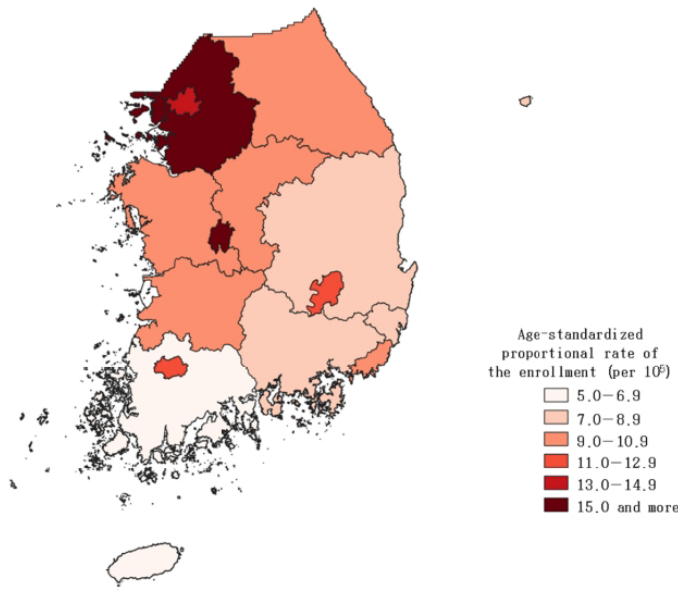
Region	Regional population <sup>a</sup> (n)	The enrollment <sup>b</sup>		Rank
		Crude number (n)	Crude rate <sup>c</sup> (per 10 <sup>5</sup> )	
Seoul	10,116,242	1,405	13.9	4
Busan	3,515,776	358	10.2	9
Daegu	2,486,311	292	11.7	5
Incheon	2,749,974	436	15.9	3
Gwangju	1,449,341	166	11.5	6
Daejeon	1,497,490	243	16.2	1
Ulsan	1,123,226	79	7.0	14
Gyeonggi	11,754,985	1,896	16.1	2
Gangwon	1,518,846	154	10.1	11
Chungbuk	1,545,467	157	10.2	10
Chungnam	2,073,577	223	10.8	8
Jeonbuk	1,858,302	200	10.8	7
Jeonnam	1,901,926	113	5.9	16
Gyeongbuk	2,675,376	218	8.1	12
Gyeongnam	3,276,317	261	8.0	13
Jeju	568,324	39	6.9	15

<sup>a</sup> Regional data was from Statistics Korea.

<sup>b</sup> The enrollment were people who reported humidifier disinfectant-related health effects.

<sup>c</sup> Crude rate of the enrollment was calculated by dividing the crude number of the enrollment by population in each region.

Fig. 2. Crude proportional rate of the regional enrollment who reported HD-related health effects in each region



Region	The enrollment <sup>a</sup>		Rank
	AS <sup>b</sup> number (n)	AS <sup>b</sup> rate <sup>c</sup> (per 10 <sup>5</sup> )	
Seoul	7,157.0	14.3	4
Busan	5,342.4	10.7	8
Daegu	6,045.7	12.1	5
Incheon	8,078.5	16.1	2
Gwangju	5,720.0	11.4	6
Daejeon	8,105.8	16.2	1
Ulsan	3,680.6	7.3	14
Gyeonggi	7,960.5	15.9	3
Gangwon	5,167.4	10.3	10
Chungbuk	5,067.2	10.1	11
Chungnam	5,279.3	10.5	9
Jeonbuk	5,447.9	10.9	7
Jeonnam	3,024.1	6.0	16
Gyeongbuk	4,143.3	8.3	12
Gyeongnam	3,945.1	7.9	13
Jeju	3,430.3	6.8	15

Nationwide data of standard population (n=50,111,475.5) was from Statistics Korea.  
<sup>a</sup> The enrollment was people who reported humidifier disinfectant-related health effects  
<sup>b</sup> Age-standardized, AS  
<sup>c</sup> Age-standardized rate of the enrollment was calculated by dividing the age-standardized number of the enrollment by standard population.

Fig. 3. Age-standardized proportional rate of the regional enrollment who reported HD-related health effects in each region

은 Supplementary Tables S1~S16에 제시하였다. 지역별 인구대비 노출피해 연령표준화 신고자율이 가장 높은 지역은 대전으로 10만 명당 16.2명이었으며, 이어서 인천이 2위로 16.1명, 경기도가 3위로 15.9명이었다. 그 다음으로는 서울(14.3명), 대구(12.1명), 광주(11.4명), 전라북도(10.9명), 부산(10.7명), 충청남도(10.5명), 강원도(10.3명), 충청북도(10.1명), 경상북도(8.3명), 경상남도(7.9명), 울산(7.3명), 제주도(6.8명) 순이었으며, 연령표준화 신고자율이 가장 낮은 지역은 전라남도로 10만 명당 6.0명이었다.

지역별 인구대비 노출피해 신고자율(Fig. 2)과 지역별 인구대비 노출피해 연령표준화 신고자율(Fig. 3)의 결과를 비교하였을 때, 인구대비 노출피해 신고자율과 연령표준화 신고자율 모두 대전이 가장 높게 나타났으며, 경기도, 인천 지역이 각각 인구대비 노출피해 신고자율 2, 3위, 연령표준화 신고자율 3, 2위를 차지하였다. 또한, 인구대비 노출피해 신고자율과 연령표준화 신고자율 모두 경상남도, 울산, 제주도 및 전라남도에서 낮게 확인되었다. 즉, 가습기살균제로 인한 건강피해 신고자의 지역별 분포에 있어, 해당지역 인구대비 노출피해 신고자율에 기반한 지역 집중도와 연령표준화 인구대비 신고자율에 차이가 거의 없음을 확인할 수 있었다. 이는 가습기살균제 노출피해 신고자율이 높은 지역의 경우, 노출피해 신고자가 많은 연령대

(10세 미만의 어린이 또는 60세 이상의 고령)의 거주자가 해당 지역에 많은 비율로 거주하는 등의 지역 내재적 인구분포 특성에 기인해 나타나는 현상은 아니라는 것을 시사한다. 즉, 실제 노출피해 신고자율이 높을 가능성이 크다고 볼 수 있으며, 이는 이 지역에서 가습기살균제가 다른 지역에 비해 더 많이 판매되었거나 건강 피해가 더 많이 발생했을 가능성을 시사한다. 하지만 해당 지역의 제 3의 인구특성 원인에 의해 신고자율이 높을 가능성도 배제할 수 없다.

#### 4. 본 연구의 강점 및 제한점

본 연구에는 몇 가지 강점이 있다. 첫 번째, 본 연구는 2011년부터 시작된 가습기살균제 노출로 인한 건강피해 초기 신고자부터 가장 최근 신고한 피해자까지 포함된 연구로, 현재로서 이용할 수 있는 최대한의 데이터를 활용하여 연구하였다는 점에 의의가 있다. 두 번째, 단순한 노출피해 신고자 수가 아닌 '분율(proportional rate)' 개념과 '연령표준화' 개념으로 접근하여 노출피해 신고자의 지역별 분포를 보다 다양한 각도로 해석하였다. 세 번째, 지리정보시스템을 이용한 시각적 자료를 제공함으로써, 지역별 노출피해 신고자수 분포, 지역별 인구대비 노출피해 신고자율 분포 및 지역별 인구대비 노출피해 연령표준화 신고자율 분포의 차이를 시각적으로 쉽게 파악할 수 있도록 하였다.

하지만, 본 연구에는 고려해야 할 제한점이 존재한다. 첫 번째, 본 연구에서 노출피해 신고자의 지역(주소지)은 피해 신고 당시의 주소지를 집계하였기에 노출피해가 발생할 당시의 주소지와 차이가 있을 가능성을 배제할 수 없다. 즉, 이사로 인한 주소지 오 분류의 가능성이 있지만, 피해신고자들이 일괄적으로 피해신고자율이 높은 지역으로 이사를 가거나 일괄적으로 피해신고자율이 낮은 지역으로 이사를 갔을 가능성은 매우 낮으며, 두 가지 방향이 혼재된 형태의 이사 사례들이 있었을 것으로 추정된다. 따라서, 위 오 분류(misclassification)는 특별한 방향성이 없는 비차별적 오 분류(Non-differential misclassification)의 가능성이 크기에, 실제보다 관찰 값이 귀무가설(null) 방향으로 관찰되었을 것으로 추정한다. 더불어, 실제 거주지와 행정 등록 상 거주지 차이에 의한 주소지 오 분류의 가능성도 있을 수 있으나, 위와 동일한 이유로 비차별적 오 분류의 가능성이 클 것이라 추정한다. 두 번째, 가슴기살균제 노출로 인한 건강피해 신고자의 지역별 분포가 지역의 사회경제학적 차이에 기인된 현상일 가능성을 배제할 수 없다. 즉, 소득수준이 높은 계층이 가슴기살균제를 비교적 많이 사용했고, 해당 지역에 소득수준이 높은 사람들의 거주자 비율이 비교적 높아 해당 지역에 피해신고자들이 집중되었을 가능성이 있다. 더불어, 자녀가 영유아인 결혼 초기 부부 층에서 가슴기살균제를 많이 사용했다는 보고들에 기반하여, 가슴기살균제 노출로 인한 건강피해 신고자의 지역별 분포가 지역의 인구분포 차이에 기인된 현상일 가능성을 배제할 수 없다. 하지만, 이는 본 연구의 '지역별 인구대비 노출피해 연령표준화 신고자율'의 지역 분포가 '지역별 인구대비 노출피해 신고자율'의 지역 분포와 거의 일치한 결과를 보였기에, 지역의 인구분포 차이에 기인하여 해당 지역에 피해신고자들이 집중되었을 가능성은 높지 않다. 세 번째, 본 연구는 가슴기살균제로 인한 건강피해 신고자 수의 지역별 분포를 연구한 것으로, 가슴기살균제 사용자 수 분포, 노출자 수 분포, 피해자 수 분포 등과는 다소 차이가 있을 수 있으므로 해석에 주의하여야 한다. 즉, '신고'라는 것은 사용, 노출 정도, 피해 정도, 신고의 적극성 및 용의성 등이 포함된 복합적인 행위이자 개인적인 특성이 반영된 행위이다. 네 번째, 본 연구는 16개 시도 분류에 기반한 지역별 신고 분포를 연구한 것으로, 더 작은 단위(시군구)에 기반한 세분화된 지역 분포를 관찰하지 못 했다는 한계가 있다. 이는, 신고자 개인정보 데이터의 이용 제약에 의한 것으로, 향후 자세한 지역정보 데이터가 확보되면 보다 과학적인 근거를 제공할 수 있을 것이라 기대한다. 또한, 가슴기살균제 노출로 인한 건강피해는 전국적으로 불특정 소비자들에게 발생한 이례적인 특성의 환경보건 사건인 반면, 기존의 국내외 환경참사들은 주로 특정 지역에서 일어난 피해라는 차이가 있어, 본 연구의 피해신고자들의 지역별 분포를 기존 사례와 비교하여 고찰할 수 없다는 한계가 있다.

## IV. 결 론

본 연구는 1~4차(2011년 11월부터 2020년 9월까지) 가슴기살균제 노출로 인한 건강피해 신고자들을 대상으로 거주지역별 신고자 분포를 확인하기 위해, 해당지역의 인구 수 및 해당지역 고유의 연령 분포를 고려한 지역별 편차를 분석하였다. 노출피해 신고자 수의 지역별 분포를 확인하였을 때, 전체 중 59.9%의 신고자가 서울, 인천, 경기도를 포함하는 수도권 지역에 거주하였으며, 지역별 인구대비 노출피해 신고자율 및 연령표준화 신고자율을 확인하였을 때는 대전이 가장 높은 노출피해 신고자율을 갖은 지역으로 노출피해 신고자 수에서 7위로 집계되었던 것과는 대조적이었다.

따라서, 본 연구는 지역별 노출피해 신고자 수에 기반한 집중도와 해당지역 인구대비 노출피해 신고자율에 기반한 집중도에는 다소 차이가 있으며, 해당지역 인구대비 노출피해 신고자율에 기반한 지역 집중도와 연령표준화 신고자율에 기반한 지역 집중도는 유사한 패턴을 보이는 것을 관찰하였다. 지역 인구 규모는 크지만 가슴기살균제로 인한 노출피해 신고자율이 비교적 낮은 지역의 경우, 단순 집계로는 신고자 수가 높게 관찰될 수 있었다. 반면 지역 고유의 연령분포 차이에 기인하여 신고자 수가 높게 관찰될 가능성은 낮은 것으로 추정된다.

다만, 인구대비 신고자율 및 연령표준화 신고자율을 살펴본 것만으로도 수도권 집중도는 다소 완화되었지만 여전히 전국적으로 차이가 있고, 특히 전남, 제주도 등 도서지역에의 인구대비 신고자율 및 연령표준화 신고자율이 낮은 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 관찰의 원인은 이들 지역의 피해구제 정보 접근성 및 신고 접근성이 낮았을 가능성을 시사하며, 이에 신고체계 및 피해구제 등의 정책적 접근에 있어 전국적으로 균등한 정보 전달을 고려할 필요성이 있다.

## 감사의 글

본 논문은 한국환경산업기술원에서 진행된 가슴기살균제 환경노출조사 자료를 이용하여 수행하였습니다.

## Conflict of Interest

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

## Supplementary Materials

Supplementary materials can be found via <https://doi.org/10.5668/JEHS.2021.47.4.303>.

## References

1. Korea Centers for Disease Control and Prevention (KCDC). White Paper on the Health-Related Damage Caused by Humidifier Disinfectants. Cheongju: KCDC; 2014.
2. Korea Centers for Disease Control and Prevention (KCDC). Interim report of epidemiological investigation on lung injury with unknown cause in Korea. *Public Health Wkly Rep.* 2011; 4(45): 817-818.
3. Korea Centers for Disease Control and Prevention (KCDC). Hospital based case-control study on lung injury with unknown causes. *Public Health Wkly Rep.* 2011; 4(45): 825-829.
4. Asian Citizen's Center for Environment and Health (ACCEH). Report on Total Sales of Humidifier Disinfectant. Available: [http://eco-health.org/bbs/board.php?bo\\_table=sub02\\_04&wr\\_id=254&sca=2017%EB%85%84](http://eco-health.org/bbs/board.php?bo_table=sub02_04&wr_id=254&sca=2017%EB%85%84) [accessed 31 May 2021].
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. Lee JH, Kim YH, Kwon JH. Fatal misuse of humidifier disinfectants in Korea: importance of screening risk assessment and implications for management of chemicals in consumer products. *Environ Sci Technol.* 2012; 46(5): 2498-2500.
7. Pickering CA. Humidifiers: the use of biocides and lung disease. *Thorax.* 2014; 69(8): 692-693.
8. Korean Society of Environmental Health. Case Studies on Victims of Humidifier Disinfectants. Seoul: Korean Society of Environmental Health; 2012.
9. Park DU, Lee S, Lim HK, Bae SY, Ryu SH, Ahn JJ. Review on safety and health information on humidifier disinfectant. *J Environ Health Sci.* 2017; 43(5): 349-359.
10. Byeon J, Kim HS, Park MY, Lee KM, Hong MG, Choi YY. An estimation of population at risk of exposure to humidifier disinfectant and associated health effects. *J Environ Health Sci.* 2020; 46(4): 457-469.
11. Korea Environmental Industry and Technology Institute (KEITI). Statistical Data 2021. Available: <https://www.healthrelief.or.kr/home/content/stats01/view.do> [accessed 31 May 2021].
12. Paek D, Park JW, Kwak KM, Jo KE, Bang YW, Kim YS, et al. Assessment of Information System of Humidifier Disinfectant Damage Relief Management - Investigation and Recognition of Damage. Incheon: National Institute of Environmental Research; 2019.
13. Geller AM, Zenick H. Aging and the environment: a research framework. *Environ Health Perspect.* 2005; 113(9): 1257-1262.
14. Selevan S, Kimmel C, Mendola P. Windows of susceptibility to environmental exposures in children. In: Pronczuk-Garbino J. editor. *Children's Health and The Environment- A Global Perspective*, 1st ed. Geneva: World Health Organization; 2005. p.17-26.

### 〈저자정보〉

주민재(학생), 윤정교(학생), 조은경(연구원), 이슬아(학생), 오재현(학생), 박진현(연구원), 양원호(교수), 최윤형(교수)