

## 일반 가구의 가습기살균제 노출 특성 및 건강이상 경험과의 연관성

이은선\* · 정해관\*\* · 백도명\*\*\* · 김솔희\* · 임종한\*\*\*\* · 김판기\*\*\*\*\* · 이경무\*†

\*한국방송통신대학교 환경보건학과, \*\*성균관대학교 사회의학교실,  
\*\*\*서울대학교 보건대학원 환경보건학과, \*\*\*\*인하대학교 사회의학교실·인하대병원 직업환경의학과,  
\*\*\*\*\*용인대학교 산업환경보건학과

### Characteristics of Exposure to Humidifier Disinfectants and Their Association with the Presence of a Person Who Experienced Adverse Health Effects in General Households in Korea

Eunsun Lee\*, Hae-Kwan Cheong\*\*, Domyung Paek\*\*\*, Solhwee Kim\*,  
Jonghan Leem\*\*\*\*, Pangyi Kim\*\*\*\*\*, and Kyoung-Mu Lee\*†

\*Department of Environmental Health, Korea National Open University

\*\*Department of Social and Preventive Medicine, Sungkyunkwan University School of Medicine

\*\*\*Department of Environmental Health Sciences, Graduate School of Public Health, Seoul National University

\*\*\*\*Department of Social & Preventive Medicine, College of Medicine, Inha University ·

Department of Occupational and Environmental Medicine, Inha University Hospital

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

#### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to describe the characteristics of exposure to humidifier disinfectants (HDs) and their association with the presence of a person who experienced the adverse health effects in general households in Korea.

**Methods:** During the month of December 2016, a nationwide online survey was conducted on adults over 20 years of age who had experience of using HDs. It provided information on exposure characteristics and the experience of health effects. The final survey respondents consisted of 1,555 people who provided information on themselves and their household members during the use of HD. Exposure characteristics at the household level included average days of HD use per week, average hours of HD use per day, the duration within which one bottle of HD was emptied, average input frequency of HD, amount of HD (cc) per one time used, and active ingredients of HD products (PHMG, CMIT/MIT, PGH, or others). The risk of the presence of a person who experienced adverse health effects in the household was evaluated by estimating odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (CIs) adjusted for monthly income and region using a multiple logistic regression model. Subgroup analyses were conducted for households with a child ( $\leq 7$  years) and households with a newborn infant during HD use.

**Results:** The level of exposure to HD tended to be higher for households with a child or newborn infant for several variables including average days of HD use per week ( $P < 0.0001$ ) and average hours of HD use per day ( $P < 0.0001$ ). The proportion of households in which there was at least one person who experienced adverse health effects such as rhinitis, asthma, pneumonia, atopy/skin disease, etc. was 20.6% for all households, 25.3% for households with children, and 29.9% for households with newborn infants. The presence of a person who experienced adverse health effects in the household was significantly associated with average hours of HD use

†Corresponding author: Department of Environmental Health, Korea National Open University, Daehak-ro 86, Dongsung-Dong, Chongno-Gu, Seoul 03087, Korea, Tel: +82-2-3668-4749, E-mail: kmlee92@knou.ac.kr  
Received: 27 February 2020, Revised: 19 May 2020, Accepted: 19 May 2020

per day ( $P_{\text{trend}} < 0.001$ ), duration within which one bottle of HD was emptied ( $P_{\text{trend}} < 0.001$ ), average input frequency of HD ( $P_{\text{trend}} < 0.001$ ), amount of HD per one use ( $P_{\text{trend}} = 0.01$ ), and use of HDs containing PHMG (OR=2.23, 95% CI=1.45-3.43). Similar results were observed in subgroup analyses.

**Conclusion:** Our results suggest that level of exposure to HD tended to be higher for households with a child or newborn infant and that exposure to HD is significantly associated with the presence of a person who experienced adverse health effects in the household.

**Key words:** Humidifier disinfectant, exposure, health effects

## I. 서 론

가습기는 건조한 실내에 수증기를 공급함으로써 실내의 적정습도를 유지시켜 기관지질환이나 감기 예방 또는 완화 등을 목적으로 하며 일반 가구의 필수 가전기기로 자리매김하였다. 가습기살균제는 미생물 번식과 물때 방지를 위해 가습기에 사용되는 물에 희석하여 사용하는 제품으로, 1994년 출시된 이후 여러 가습기살균제 제조·판매사는 인체에 무해할 뿐만 아니라 실내공기 중의 미생물 성장도 억제하여 감염을 예방할 수 있다고 광고하기도 하였다.<sup>1-3)</sup> 가습기살균제는 당시 개인의 건강한 삶을 중시하는 웰빙(well-being) 열풍과 함께 사용자의 편리성 향상 수요를 충족하였고 2011년 정부의 판매중단 결정에 이를 때까지 33개 제품이 약 천만 개 정도 팔린 것으로 보고되고 있다.<sup>4)</sup> 이렇듯 사용자의 건강과 편리함을 위해 사용된 가습기살균제는 역설적으로 주원료 화학성분의 독성으로 인해 수많은 사용자들에게 모세기관지염, 폐렴, 폐손상 등의 다양한 폐질환과 심한 경우 사망에 이르는 심각한 인명피해를 발생시켰다.

가습기살균제 사용으로 인한 건강피해를 공식적으로 신고한 인원은 2020년 1월 22일 기준 6,718명으로, 이들 피해신고자를 대상으로 가습기살균제 노출 특성을 조사하고 임상자료를 검토함으로써 가습기살균제로 인한 피해 여부를 판정하고 있다.<sup>5)</sup> 피해신고자의 가습기살균제 노출 평가를 실시한 이전 연구는 피해신고자의 경우 평균 28.91±28.43개월 동안 일주일 평균 6.40±1.36회 가량 가습기살균제를 사용하였다고 보고하였다.<sup>6)</sup> 또한 가습기살균제 노출 수준과 임상 등급에 따라 고 노출군으로 분류된 피해신고자의 경우 하루 평균 18.4±5.8시간 동안 27.5 mL의 가습기살균제를 사용하였으며, 가습기살균제로 인한 폐손상 환자와 사망자의 60% 이상이 하루 평균 10-

18시간 가습기살균제를 사용하였다고 보고된 바 있다.<sup>7,8)</sup> 이처럼 가습기살균제 사용 및 노출 특성에 대한 연구 발표는 피해신고자 중심의 환자-대조군 연구, 중증 폐질환 위주의 임상증례 보고, 독성실험 등의 연구가 주를 이루고 있으며, 일반사용자의 가습기살균제 노출 특성에 대한 연구 발표는 부족한 상황이다.

피해신고자 또는 피해신고자의 가족을 대상으로 실시된 연구결과에 따르면, 건강이상과 연관성을 보이는 변수는 주로 사용한 가습기살균제 제품, 사용한 가습기살균제 내 주요 성분(PHMG, CMIT/MIT, PHG, Other), 사용기간, 사용주기, 사용량 등을 들 수 있으나, 대체적으로 사용기간(duration) 보다는 강도(intensity)와 관련된 것으로 여겨진다.<sup>9)</sup> 또한 가습기살균제로 인한 건강 이상은 외부 유해인자에 대한 면역력이 낮은 영유아, 임신부에게 더욱 많이 발생하였다.<sup>8,10)</sup>

이에 본 연구는 연구대상을 피해신고자에 한정하지 않고 일반 가구를 대상으로 가습기살균제 노출 특성 및 가습기살균제 사용으로 인하여 건강이상을 경험한 가구원이 있는지를 조사하고, 이 둘 간의 연관성을 평가하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상 및 설계

본 연구에서 분석한 자료는 가습기살균제 사용자를 대상으로 가습기살균제 노출 특성과 건강영향을 알아보기 위한 조사로서, 온라인조사 방식을 채택하였다. 온라인조사 방식을 채택한 이유는 앞서 출판된 본 연구진의 선행연구<sup>11)</sup>에서 제시한 바와 같이, 연령대로 표본수를 할당한 전국조사를 비용효과적으로 수행할 수 있으며, 가습기살균제 사용 당시 함께 거주하였던 가족에 대한 노출 특성과 건강 이상 관

런 특성에 대하여 상세히 조사할 수 있는 방법으로 판단하였기 때문이다.

온라인 설문조사는 자체적으로 온라인 조사에 참여할 수 있는 대규모의 자원자(패널)의 인적 정보를 확보하고 있는 국내의 한 리서치 회사에 의뢰하여 2016년 12월 한 달동안 진행하였다. 조사 표본은 2016년도 주민등록인구통계의 만 19세 이상 79세 이하 인구를 시도별, 연령별로 정리한 후, 전국 17개 시도별로 인구규모를 고려한 비례할당법으로 추출하였다. 실제 조사는 스크리닝(screening) 질문을 이용하여 가습기살균제를 사용한 적이 있는 사람만 조사에 참여할 수 있도록 하였다.

## 2. 온라인 설문조사

실제 조사에서는 온라인 설문조사의 특성상 60~79세 연령대에서 다소 부족한 조사인원을 다른 연령대에서 추가 확보하였으며, 일부 응답이 불성실한 경우를 제외한 후 최종적으로 총 1,555 가구에 대해 조사를 완료하였다.

가구의 가습기살균제 노출 특성 관련 문항은 1994년부터 2011년도까지 가습기살균제의 연도별 사용 시기, 주로 사용한 가습기살균제 제품명(최대 3개까지 복수응답), 구입처, 사용한 달, 일주일 평균 사용 시간, 하루 중 사용 시간대, 가습기살균제 한 병의 사용주기, 투입 주기, 1회 투입 시 사용량(cc) 등으로 구성하였다. 가습기살균제 사용 당시 함께 거주한 가구원의 개인별 특성 문항은 가구원별 출생년도, 가습기살균제에 노출된 시간, 건강이상 여부, 질병의 증세 및 진단명 등으로 구성하였다.

건강이상 경험 여부와 증세 및 진단명에 대해서는 응답자를 포함한 가구원 개인별로 조사하였는데, 조사한 항목은 순서대로 1) 연령, 2) 성별, 3) 가습기살균제에 노출된 시간(취침 중, 기상 중), 4) 가습기살균제로 인해 질병이 발생하거나 기존의 질병이 악화되는 등의 건강상 이상 경험 여부, 5) 발병 및 악화 시기, 6) 심해지거나 새롭게 발생한 증상 (<증세 보기> 기침, 호흡곤란, 비염, 콧물, 쉼쉼거림, 피부홍반, 피부 가려움 등), 7) 심해지거나 새롭게 발생한 증상으로 병원진료 여부, 8) 병원진료를 통한 진단명(<진단명 보기> 중증폐질환, 천식, 비염, 만성폐쇄성 폐질환, 피부질환, 간질환, 뇌심혈관질환, 폐렴, 폐암 그 외의 암, 발달장애, 선천성 기형 등), 9)

가습기살균제 피해자 신고 여부, 10) 취침 시 가습기살균제에 노출된 가족 중 가습기가 분무되는 곳과 가장 가까이에서 취침한 사람이었다. 4)번 질문 문항은 “가습기살균제로 인해 질병이 발생하거나 기존의 질병이 악화되는 등, [프로그램: 가족 구성원 제시]의 건강상 이상이 나타난 적이 있었습니까?”이었으며, 건강영향에 대한 특별한 정의는 없었다. 응답 선택지는 “1. 기존에 앓던 질병이 악화되었다. 2. 새로운 증세나 질병이 발생하였다. 3. 가습기살균제로 인한 건강상 이상은 없었다.”와 같다.

## 3. 통계분석

조사된 자료는 온라인 조사의 한계로 인해 표본설계를 반영한 가중치를 계산하지 않았으므로 일반적인 통계분석 방법을 적용하여 분석하였다.

본 연구는 가구 단위의 노출 특성에 초점을 맞추고 있으므로 가구의 특성으로서 조사 당시 거주 지역, 가구원 수, 가구의 월평균 수입, 가습기살균제 사용기간 내 7세 이하의 영유아 및 신생아의 거주 여부에 대해 빈도분석을 포함한 기술통계 결과를 제시하였다. 영유아 거주 가구는 가습기살균제 사용기간 내 응답자를 포함한 가구구성원 중 0-7세 이하의 영유아가 1명 이상 거주한 가구를 의미하며, 가구원의 출생년도와 가습기살균제 사용기간을 비교하여 판단하였다. 신생아 거주 가구는 출생년도가 가습기살균제를 사용한 연도에 포함될 경우로 정의하였으며, 영유아 거주 가구의 일부인 부분집합이다.

영유아 또는 신생아 거주 여부에 따라 가습기살균제의 일주일 평균 사용일수, 하루 평균 사용시간, 가습기살균제 한 병의 평균 사용주기, 1회 투입 시 평균 투입량(cc), 사용한 가습기살균제 내 주요 성분(polyhexamethylene guanidine, PHMG; 5-chloro-2-methylisothiazol-3(2H)-one / 2-methylisothiazol-3(2H)-one, CMIT/MIT; oligo(2-(2-ethoxy)ethoxyethyl guanidine chloride, PHG; Others)의 포함여부에 차이가 있는가를 독립표본 T-검정 또는 카이제곱 검정(chi-square)으로 평가하였다. 가습기살균제 내 주요 성분은 제품명별로 포함된 성분 자료를 적용하여 각 성분을 주성분으로 포함하는 제품을 사용하였는지 여부를 나타내는 변수를 생성하였다.

가구 내 건강이상 경험자가 있었던 비율을 산출하기 위하여 가구원별로 조사한 가습기살균제로 인한

건강상 이상 경험 여부에 대한 응답을 이용하여 건강상 이상 경험이 있었던 사람이 1명 이상 존재하는지 여부를 나타내는 변수를 생성하였다. 조사된 건강이상상의 종류는 본 연구진의 선행연구<sup>11)</sup>에서 제시한 바와 같이 비염, 천식, 폐렴, 피부질환 등이었다.

전체 가구와 영유아 및 신생아 거주 가구의 가습기살균제 노출 특성과 가구 내 건강이상 경험자 발생간의 연관성은 가구의 월평균 수입과 거주 지역을 보정한 다중 로지스틱 회귀분석을 통해 산출한 오즈비(odds ratios, OR)와 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)으로 평가하였다. 노출 변수의 범주가 세 수준 이상일 경우에는 각 오즈비가 참조 범주(reference group)를 기준으로 선형적 추세(linear trend) 관계에 있는지 파악하기 위해  $P_{trend}$ 를 산출하였다. 본 연구의 모든 자료처리는 SAS 9.4 통계패키지를 이용하여 분석하였으며, 모든 통계적 가설검정의 유의수준은 0.05로 설정하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 설문참여자 및 가구의 특성

최종 조사대상자는 응답자 본인 및 가구구성원을 포함하여 1,555 가구의 3,993명으로 구성되었다. 설문참여자의 연령분포는 온라인 조사의 특성상 60세 이상의 참여자의 비율(10.4%)이 다른 연령대에 비해서 낮게 조사되었다(Table 1). 조사 당시 거주지는 경기도가 23.9%로 가장 많았고, 서울 19.7%, 부산 7.1%, 경상남도 6.4%, 인천 5.9% 등의 순으로 조사되었다. 남녀의 비율은 거의 비슷하였다.

응답자 본인을 포함한 가구구성원은 1인이 30.9%, 4인 23.7%, 3인 22.8%, 2인 17.0% 5인 4.6%, 6인 1.0%의 순으로 조사되었다. 가구의 월평균 수입의 경우 400-599만원 34.5%, 200-399만원 29.0%로 전체 조사대상자의 절반 이상을 차지하였다. 가습기살균제 사용 기간 내에 7세 이하의 영유아와 신생아가 거주한 가구는 각각 29.7%, 14.9%로 조사되었다.

#### 2. 일반 가습기살균제 사용 가구의 가습기살균제 노출 특성

가장 많이 사용한 제품으로는 옥시썩썩(64.3%), 가습기메이트(36.5%), 이마트 가습기살균제(27.2%), 홈플러스 가습기 청정제(23.3%), 롯데마트 와이즐렉 가

**Table 1.** Characteristics of online survey participants

Variable	Category	N <sup>a</sup>	%
Age	19~29	335	21.5
	30~39	330	21.2
	40~49	377	24.2
	50~59	351	22.6
	≥60	162	10.4
Region	Seoul	306	19.7
	Busan	110	7.1
	Daegu	75	4.8
	Incheon	92	5.9
	Gwangju	47	3.0
	Daejeon	52	3.3
	Ulsan	42	2.7
	Sejong	8	0.5
	Gyeonggi	372	23.9
	Gangwon	47	3.0
	Chungbuk	44	2.8
Chungnam	58	3.7	
Jeonbuk	52	3.3	
Jeonnam	53	3.4	
Gyeongbuk	79	5.1	
Gyeongnam	99	6.4	
Jeju	19	1.2	
Sex	Male	1,211	48.9
	Female	1,264	51.1
Number of household members during HD <sup>b</sup> use	1	481	30.9
	2	265	17.0
	3	355	22.8
	4	368	23.7
	5	71	4.6
	6	15	1.0
Monthly household income (unit: ₩10,000) <sup>c</sup>	≤199	113	7.3
	200-399	451	29.0
	400-599	537	34.5
	600-699	204	13.1
	≥700	250	16.1
Presence of child (≤7 years old) in the household during HD use	No	1,093	70.3
	Yes	462	29.7
Presence of newborn infant in the household during HD use	No	1,324	85.1
	Yes	231	14.9

<sup>a</sup>Total number of respondents was 1,555.

<sup>b</sup>humidifier disinfectant

<sup>c</sup>Korean won (KRW)

**Table 2.** Characteristics of humidifier disinfectant (HD) use in the household

Variable		N <sup>a</sup>	%	Mean±SD <sup>b</sup>
Brand or company name of HD (multiple choice up to 3) <sup>c</sup>	Oxy Ssakssak [PH] <sup>d</sup>	790	64.3	
	Gaseupgi Mate [CM] <sup>e</sup>	448	36.5	
	E-Mart [CM]	334	27.2	
	Homeplus [PH]	286	23.3	
	WiseLect (Lotte-Mart) [PH]	164	13.4	
	Hambak Usum (GS-Mart) [CM]	120	9.8	
	Sandokkebi (AsungDaiso) [CM]	105	8.6	
	LG 119	102	8.3	
	Homekeeper (Henkel) [CM]	70	5.7	
	Cefu [PG] <sup>f</sup>	49	4.0	
	Malgunnara	38	3.1	
	Atosafe	31	2.5	
	Homewash	28	2.3	
	N-with	25	2.0	
	Bejiteobeulhom [PH]	23	1.9	
	Gaseupgi Mukyun (Bio Piton)	18	1.5	
	Hygieia, filter type (Anci)	17	1.4	
	Atoorganic [PG]	16	1.3	
	Anti-Allergen (Craine)	10	0.8	
	Hygieia, liquid type (Anci)	9	0.7	
Air Guard Liquid (Wellvers)	7	0.6		
Number of HD products used <sup>c</sup>	1	355	28.9	
	2	284	23.1	
	≥3	589	48.0	
Main ingredient of HD products <sup>c,e</sup>	PHMG	No	210	17.1
		Yes	1,018	82.9
	CMIT/MIT	No	444	36.2
		Yes	784	63.8
	PGH	No	1,164	94.8
		Yes	64	5.2
Other	No	1,006	81.9	
	Yes	222	18.1	
Cumulative use of HD (yearly)	Successive use	1,391	89.5	
	Intermittent use	164	10.6	
Place of purchase	Supermarket (large)	1,346	86.6	
	Corner market (small)	109	7.0	
	Online market	41	2.6	
	Others (present etc.)	2	0.1	
	Do not know	57	3.7	

Table 2. Contined

Variable		N <sup>a</sup>	%	Mean±SD <sup>b</sup>
Location of humidifier in household	Bedroom	803	51.6	
	Livingroom	698	44.9	
	Study room	49	3.2	
	Others	5	0.3	
Location of HD other than household	Office	639	59.7	
	Hospital	225	21.0	
	Nursing home	31	2.9	
	Postnatal care center	51	4.8	
	School	118	11.0	
	Others	6	0.6	
Average days of HD use per week		1,555		4.6±1.8
Average total use hours per day		1,375		7.3±4.3
Duration for which a bottle of HD is used up	Sometimes used	466	35.5	
	<1 per 3 months	288	22.0	
	1 per 2 months	309	23.5	
	1 per month	210	16.0	
	≥2 per month	39	3.0	
Average input frequency of HD used	<3 times per week	815	65.0	
	3-6 times per week	270	21.5	
	once per day	149	11.9	
	>once per day	20	1.6	
Amount per one time use of HD (cc)		703		20.8±21.0

<sup>a</sup>Total number of respondents was 1,555.

<sup>b</sup>standard deviation

<sup>c</sup>Total 1,228 respondents provided the information on HD in terms of brand or company name.

<sup>d</sup>[PH]=PHMG: polyhexamethylene guanidine

<sup>e</sup>[CM]=CMIT/MIT: mixture of 5-chloro-2-methylisothiazol-3(2H)-one (CMIT) and 2-methylisothiazol-3(2H)-one (MIT)

<sup>f</sup>[PG]=PGH: oligo(2-(2-ethoxy)ethoxyethyl guanidine chloride

습기살균제(13.4%)의 순서였다(Table 2). 사용한 제품 수는 세 가지 이상이 48.0%로 가장 많았고, 한 가지(28.9%), 두 가지(23.1%)의 순서였다. 주성분으로 PHMG가 포함된 제품을 사용한 경우는 대상자의 82.9%였으며, CMIT/MIT가 포함된 제품을 사용한 경우는 63.8%, PGH가 포함된 제품은 5.2%, 기타 18.1%이었다.

가습기살균제의 사용년도를 기준으로 살펴보았을 때, 사용자의 89.5%가 매년 연속적으로 가습기살균제를 사용하였음을 알 수 있었다. 가습기살균제의 주요 구입 장소는 대형마트(86.6%)였으며, 가정 내 주요 사용 장소는 침실 51.6%, 거실 44.9%로 조사되었다. 가정 외 주요 사용 장소는 사무실 59.7%, 병

원 21.0%, 학교 11.0%, 산후조리원 4.8%, 요양원 2.9% 등으로 조사되었다.

일주일 평균 가습기살균제 사용일수는 4.6±1.8일이며, 하루 평균 사용시간은 7.3±4.3시간이었다(Table 2). 가습기살균제 한 병의 사용주기는 '가끔 몇 번 사용'이 35.5%로 가장 많았으며, '두 달에 한 병 정도 사용' 23.5%, '세 달에 한 병 미만 사용' 22.0%였으며, '한 달에 한 병 사용'하는 경우는 16.0%, '한 달에 두 병 이상 사용'하는 경우는 3.0%로 낮은 비율을 차지하였다. 가습기살균제의 투입주기에 대한 응답의 경우도 '일주일에 3회 미만 투입' 65.0%, '일주일에 3-6회 투입' 21.5%이었으며, 하루에 1회 이상 투입하는 경우는 13.5%로 낮은 비율을 차지하였

**Table 3.** Selected characteristics of HD use by the presence of child or newborn infant in the household

	Household with child				Household with newborn infant				P		
	Yes (n=462)		No (n=1,093)		Yes (n=231)		No (n=1,434)				
	n	%	n	%	n	%	n	%			
Average days of HD use per week	462	5.0±1.8	1,093	4.4±1.8	231	5.3±1.7	1,324	4.4±1.8	<0.001 <sup>b</sup>		
Average total use hours per day	428	8.2±4.4	947	6.9±4.2	216	8.7±4.5	1,159	7.0±4.2	<0.001 <sup>b</sup>		
Duration for which a bottle of HD is used up											
Sometimes used	143	37.6	323	34.7	59	31.9	407	36.1	0.07 <sup>c</sup>		
<1 per 3 months	67	17.6	221	23.7	31	16.8	257	22.8			
1 per 2 months	95	25.0	214	23.0	48	26.0	261	23.2			
1 per month	65	17.1	145	15.6	40	21.6	170	15.1			
≥2 per month	10	2.6	29	3.1	7	3.8	32	2.8			
Average input frequency of HD used											
<3 times per week	237	64.2	578	65.3	103	54.5	712	66.9	<0.001 <sup>c</sup>		
3-6 times per week	76	20.6	194	21.9	44	23.3	226	21.2			
once per day	49	13.3	100	11.3	38	20.1	111	10.4			
>once per day	7	1.9	13	1.5	4	2.1	16	1.5			
Amount per one time use of HD (cc)	215	20.1±19.0	488	21.1±21.8	116	18.7±19.1	587	21.2±21.3	0.24 <sup>b</sup>		
Main ingredient of HD products <sup>d</sup>											
PHMG	No		53	15.1	157	17.9	25	14.4	185	17.5	0.30 <sup>c</sup>
	Yes		298	84.9	720	82.1	149	85.6	869	82.5	
CMIT/MIT	No		139	39.6	305	34.8	74	42.5	370	35.1	0.06 <sup>c</sup>
	Yes		212	60.4	572	65.2	100	57.5	684	64.9	
PGH or others	No		392	84.8	896	82.0	198	85.7	1,090	82.3	0.21 <sup>c</sup>
	Yes		70	15.2	197	18.0	33	14.3	234	17.7	

<sup>a</sup>standard deviation

<sup>b</sup>calculated from t-test

<sup>c</sup>calculated from chi-square test

<sup>d</sup>PHMG: polyhexamethylene guanidine; CMIT/MIT: mixture of 5-chloro-2-methylisothiazol-3(2H)-one (CMIT) and 2-methylisothiazol-3(2H)-one (MIT); PGH: oligo(2-(2-ethoxyethoxy)ethyl guanidine chloride)

**Table 4.** Proportion of households with at least one member who experienced adverse health effects

	Overall (n=1,555)		Household with child Yes (n=462) No (n=1,093)				P	Household with newborn infant Yes (n=231) No (n=1,434)				P
	n	%	n	%	n	%		n	%	n	%	
Presence of at least one member who experienced adverse health effects												
No	1,234	79.4	345	74.7	889	81.3	<0.01 <sup>b</sup>	162	70.1	1,072	81.0	<0.001 <sup>b</sup>
Yes <sup>a</sup>	321	20.6	117	25.3	204	18.7		69	29.9	252	19.0	

<sup>a</sup>Proportion of the household in which there was at least one person who experienced adverse health effects such as rhinitis, asthma, pneumonia, atopy/skin disease etc.

<sup>b</sup>calculated from chi-square test

다. 조사대상자의 가습기살균제 1회 투입 시 평균 투입량(cc)은 20.8±21.0 cc로 조사되었다.

### 3. 가습기살균제 사용 기간 중 영유아 및 신생아가 있었던 가정의 노출 특성

영유아 및 신생아 거주 가구의 일주일 평균 가습기살균제 사용일수는 각각 5.0±1.8일, 5.3±1.7일로 각각 비거주 가구에 비해 더 많았다( $P<0.001$ ) (Table 3). 가습기살균제의 하루 평균 사용시간도 영유아 거주 가구 8.2±4.4시간, 신생아 거주 가구 8.7±4.5시간으로 각각의 비거주 가구에 비하여 사용시간이 길었다( $P<0.001$ ). 가습기살균제 한 병의 사용주기에 대해서는 영유아 및 신생아 거주 가구의 경우 각각 19.7, 25.4%가 한 달에 한 병 이상 사용하였으나 각각의 비거주 가구와 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 반면, 가습기살균제의 투입주기의 경우, 신생아 거주 가구와 비거주 가구의 하루 1회 이상 투입하였다고 응답한 비율이 각각 22.2, 11.9%로 유의한 차이를 보였다.

### 4. 일반 가습기살균제 사용 가구 중 건강이상 경험자가 있었던 가구의 비율

전체 가구의 20.6% (1,555 가구 중 321 가구)에서 적어도 1명 이상 가습기살균제 사용으로 인해 건강이상을 경험한 적이 있는 것으로 조사되었다(Table 4). 가습기살균제 사용 기간 동안 7세 이하 영유아 또는 신생아가 있었던 가구의 경우에는 각각 25.3, 29.9%로 증가하였고, 각각 거주 가구와 비거주 가구의 비율의 차이가 통계적으로 유의하였다(각각,  $P<0.01$ ,  $P<0.001$ ).

### 5. 가습기살균제 노출 특성과 가구 내 건강이상 경험자 발생 간 연관성

전반적으로 일반 가구에서 가습기살균제 노출 수준이 높아질수록 가구 내에 건강이상을 경험한 가구원이 있을 가능성이 증가하는 경향을 보였다(Table 5).

전체 가구에서 하루 평균 가습기살균제 사용시간이 길수록( $P_{\text{trend}}<0.001$ ), 가습기살균제 한 병의 평균 사용주기가 길수록( $P_{\text{trend}}<0.001$ ), 가습기살균제의 투입주기가 짧을수록( $P_{\text{trend}}<0.001$ ) 가구 내 건강이상 경험자 발생에 대한 오즈비(OR)가 뚜렷하게 증가하는 추세를 보였다. 이러한 결과는 가습기살균제 사용기간 동안 7세 미만의 영유아 또는 신생아가 있었던 가구에서도 관찰되었다.

가습기살균제 1회 투입량의 경우는 전체 가구에서만 전체적인 투입량 수준의 증가와 가구 내 건강이상 경험자 발생 간에 유의한 연관성이 관찰되었다( $P_{\text{trend}}<0.01$ ). 또한, 전체 가구에서 PHMG가 주성분으로 포함된 가습기살균제를 사용한 경우 건강이상을 경험한 가구원이 있을 가능성이 유의하게 높았다(OR=2.23, 95% CI=1.45-3.43).

## IV. 고 찰

본 연구는 일반 가구의 가습기살균제 노출 특성과 건강영향 여부를 파악한 연구로서 주로 피해신고자 위주의 노출 특성 및 임상 증례 등을 보고해 온 기존의 연구들과 차별화된 의미를 가진다.

본 연구에서 산출된 일반 사용자의 가습기살균제 노출 특성은 환경부(환경산업기술원)에 등록된 가습기살균제 피해신고자에 비해 상당히 낮은 수준으로



**Table 5.** Association between exposure characteristics of humidifier disinfectant use and presence of at least one member who experienced adverse health effects

	overall			households with child			households with newborn infant			
	aOR <sup>a</sup>	95% CI <sup>b</sup>	P	aOR <sup>a</sup>	95% CI <sup>b</sup>	P	aOR <sup>a</sup>	95% CI <sup>b</sup>	P	
Average days of HD use per week										
1-2	1 (reference)			1 (reference)			1 (reference)			
3-4	1.19	0.79-1.80	0.41	0.87	0.38-1.97	0.74	1.19	0.30-4.82	0.81	
5-6	1.29	0.85-1.95	0.23	1.03	0.48-2.22	0.94	1.00	0.28-3.60	1.00	
7	1.46	0.96-2.24	0.08	1.16	0.54-2.49	0.70	1.45	0.41-5.14	0.57	
<i>P</i> <sub>trend</sub>							0.55			
Average total use hours per day										
0-3	1 (reference)			1 (reference)			1 (reference)			
4-7	1.20	0.82-1.75	0.36	1.35	0.64-2.84	0.44	2.97	0.91-9.68	0.07	
8-11	1.25	0.87-1.78	0.23	1.40	0.73-2.68	0.31	1.80	0.63-5.12	0.27	
≥ 12	<b>2.18</b>	<b>1.47-3.22</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>2.51</b>	<b>1.25-5.04</b>	<b>0.009</b>	<b>3.36</b>	<b>1.10-10.29</b>	<b>0.03</b>	
<i>P</i> <sub>trend</sub>	<b>&lt;0.001</b>						<b>0.02</b>			
Duration for which a bottle of HD is used up										
Sometimes used	1 (reference)			1 (reference)			1 (reference)			
<1 per 3 months	<b>1.76</b>	<b>1.19-2.60</b>	<b>0.004</b>	1.63	0.81-3.29	0.17	1.31	0.45-3.80	0.62	
1 per 2 months	<b>2.22</b>	<b>1.53-3.22</b>	<b>&lt;0.001</b>	1.58	0.84-2.99	0.16	1.49	0.60-3.68	0.39	
1 per month	<b>3.14</b>	<b>2.11-4.67</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>2.60</b>	<b>1.33-5.10</b>	<b>0.005</b>	2.09	0.84-5.17	0.11	
≥ 2 per month	<b>4.97</b>	<b>2.49-9.94</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>6.00</b>	<b>1.54-23.35</b>	<b>0.009</b>	3.64	0.67-19.91	0.14	
<i>P</i> <sub>trend</sub>	<b>&lt;0.001</b>						<b>0.002</b>			
Average input frequency of HD										
<3 times per week	1 (reference)			1 (reference)			1 (reference)			
3-6 times per week	<b>2.46</b>	<b>1.79-3.38</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>1.98</b>	<b>1.09-3.62</b>	<b>0.03</b>	1.25	0.55-2.85	0.59	
once per day	<b>2.77</b>	<b>1.88-4.09</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>2.00</b>	<b>1.01-3.95</b>	<b>0.04</b>	1.88	0.82-4.27	0.14	
>once per day	<b>6.38</b>	<b>2.56-15.87</b>	<b>&lt;0.001</b>	4.20	0.89-19.84	0.07	7.48	0.68-81.82	0.10	
<i>P</i> <sub>trend</sub>	<b>&lt;0.001</b>						<b>0.004</b>			
Amount per one time use of HD (cc)										
0≤9cc (<1 cup)	1 (reference)			1 (reference)			1 (reference)			
10-19cc (1~2 cups)	0.92	0.49-1.71	0.78	1.55	0.45-5.33	0.49	0.68	0.13-3.46	0.64	
20-29cc (2~3 cups)	0.84	0.42-1.69	0.62	1.23	0.33-4.61	0.76	0.64	0.11-3.66	0.62	
≥30cc (>3 cups)	1.89	0.97-3.69	0.06	2.59	0.67-9.99	0.17	4.92	0.67-36.44	0.12	
<i>P</i> <sub>trend</sub>				<b>0.01</b>			0.28			
Main ingredient of HD products										
PHMG	No	1 (reference)			1 (reference)			1 (reference)		
	Yes	<b>2.23</b>	<b>1.45-3.43</b>	<b>&lt;0.001</b>	1.13	0.57-2.25	0.73	1.77	0.60-5.22	0.30
CMIT/MIT	No	1 (reference)			1 (reference)			1 (reference)		
	Yes	1.00	0.76-1.33	0.99	0.97	0.59-1.58	0.90	0.77	0.39-1.51	0.44
PHG or Other	No	1 (reference)			1 (reference)			1 (reference)		
	Yes	1.24	0.90-1.70	0.18	0.92	0.49-1.69	0.78	1.38	0.58-3.28	0.47

<sup>a</sup>odds ratio adjusted for monthly income and region (reference category in dummy variable: monthly income-‘≤199’; region-‘Seoul’)

<sup>b</sup>confidence interval

<sup>c</sup>PHMG: polyhexamethylene guanidine; CMIT/MIT: mixture of 5-chloro-2-methylisothiazol-3(2H)-one (CMIT) and 2-methylisothiazol-3(2H)-one (MIT); PGH: oligo(2-(2-ethoxy)ethoxyethyl guanidine chloride)

나타났다. 예를 들어, 본 연구에서 일주일 평균 4.6 일 동안 가슴기를 사용한 것으로 조사된 반면, 이전의 가슴기살균제 피해신고자의 노출 평가 연구에서는 생존자와 사망자의 일주일 평균 가슴기사용 횟수를 각각 6.40회, 6.54회로 보고하였다.<sup>6)</sup> 6세 이하 피해신고자의 가슴기살균제 노출과 폐손상의 연관성을 평가한 연구에서는 조사대상자의 85.4%가 일주일 동안 매일 가슴기를 사용하였다고 보고하였다.<sup>12)</sup> 또한 본 연구의 일반인 사용자는 하루 평균 7.3±4.3 시간 정도 가슴기를 사용한 반면, 피해신고자 중 폐손상 환자 및 특발성간질폐렴(*idiopathic interstitial pneumonia*)환자의 대부분이 하루 평균 10시간 이상 가슴기를 사용하였다고 보고된 바 있다.<sup>7,13)</sup>

또한 본 연구 결과, 가슴기살균제를 사용한 기간 동안 7세 이하 영유아 및 신생아가 있었던 가구는 영유아 및 신생아가 없었던 가구에 비하여 일주일 평균 가슴기 사용 일수와 하루 평균 가슴기 사용시간이 많았다. 이 결과는 국내 아동 패널에서 조사된 일부 7세 아동의 가슴기살균제 사용 비율(31.1%)이 경기도 일부 지역의 일반 가구에서 조사된 것(18.1%)에 비해 높게 나타난 것과 일치한다.<sup>14,15)</sup> 이는 면역체계가 미성숙하고 호흡기감염 위험이 높은 영유아가 거주하는 가구에서 가슴기살균제 노출 강도가 더 강한 경향이 있기 때문으로 보인다.<sup>8,14,16)</sup> 본 연구에서 건강이상을 경험한 가구원이 있었던 가구의 비율이 전체 가구에서 21%, 7세 이하 영유아가 있었던 가구에서 25%, 신생아가 있었던 가구에서 30%로 나타난 것도 우선적으로 가슴기살균제의 노출 강도의 차이에 의한 것으로 해석될 수 있을 것이다. 한편, 영유아 및 임신부가 같은 수준의 가슴기살균제 노출에도 더 큰 영향을 받을 수 있는 민감군(*susceptible population*)이라는 점도 고려되어야 한다.

본 연구 결과 일반 가구에서 가슴기살균제 노출 수준이 높아질수록 가구 내에 건강이상을 경험한 가구원이 있을 가능성이 증가하였다. 특히 강한 용량-반응 관계가 관찰된 노출 변수는 하루 평균 가슴기 사용시간, 가슴기살균제 한 병의 사용 주기, 가슴기살균제 투입 주기였다. 가슴기살균제 피해신고자 및 그 가족을 대상으로 한 연구에서도 주로 노출강도를 나타내는 변수와 폐손상 간에 유의한 연관성이 보고된 바 있다.<sup>9,13)</sup> 한편, 가슴기살균제 사용기간 동안 7세 이하 영유아나 신생아가 있었던 가구로 한정하였

을 때, 선형적인 용량-반응 관계를 나타내는  $P_{trend}$ 가 다소 감소하는 현상이 관찰되는 것은 가구 내 감수성(*susceptibility*)이 강한 민감군이 존재하는 것과 전체 가구에 비해 작은 표본수에 의한 영향으로 판단된다.

PHMG가 주성분으로 포함된 가슴기살균제를 사용한 경우, 전체 가구 내 건강이상을 경험한 가구원이 있을 가능성이 유의하게 증가한 본 연구의 결과는 중증폐질환에 대한 환자-대조군 연구나 가슴기살균제 피해신고자 대상의 연구에서 주성분이 PHMG인 가슴기살균제를 주로 사용한 경우, 영유아를 포함한 전 연령에서 피해신고자의 폐손상 위험도가 크게 증가하였다고 보고한 이전 연구결과들과 유사하였다.<sup>17,18)</sup> 하지만, 이러한 결과를 가슴기살균제 성분의 독성의 차이로 인한 것으로 해석하기는 어려우며, 오히려 점유율이나 선호도가 높은 PHMG 주성분의 상품 사용 여부와 가슴기살균제 사용 패턴(노출 특성)이 연관되어 있을 가능성이 있으므로 추가적인 연구가 필요하다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가진다. 첫째, 온라인 설문조사 형태의 단면조사 연구로서 표본의 대표성 및 노출과 건강영향의 시간적 선후관계 측면에서 제한적이다. 둘째, 응답자 본인 및 가구구성원의 가슴기살균제 노출 특성은 응답자의 과거 회상을 통한 주관적 보고에 의해 조사되어 노출 평가로서 정확도의 한계점을 지닌다. 셋째, 가구원의 건강이상 경험은 폐손상과 같은 전형적 임상 증례로 특정되지 않아 과대 평가의 가능성이 존재한다. 넷째, 노출과 건강이상 경험의 연관성에 대한 평가에서도 노출수준이 높을수록 주관적 건강이상을 보고한 경우가 많을 수 있으므로 역시 과대평가의 가능성이 존재한다.

이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 일반 가구의 가슴기살균제 노출 특성을 보고하였으며, 가슴기살균제 노출과 가구 단위 건강피해자 발생과의 연관성을 관찰한 최초의 연구라는 점에서 의의가 있다. 민감 계층으로 알려진 영유아 및 신생아 거주 가구에 대해 세부적인 분석을 시행하였다는 점도 장점으로 볼 수 있다. 또한, 일반 가구의 가슴기살균제 노출 특성과 가구 내 피해자 발생 간의 연관성을 평가하는 데 있어 심각한 비뚤림이 개입되었다고 보기는 어렵다. 따라서, 본 연구결과가 향후 가슴기살균제 피해신고자에 대한 노출평가 및 역학적 연관성 평가 시 참고자료가 될 것으로 기대한다.

## V. 결 론

본 연구는 온라인 조사를 통해 일반 가구를 대상으로 가습기살균제 노출 특성과 건강 영향 여부를 조사하고, 가습기살균제 노출 특성과 가구 내 건강이상 경험자 발생간의 연관성을 평가하였다. 전체적으로 공식적인 피해신고자에 비해 노출수준이 낮았으며, 가습기살균제 사용기간 동안 7세 이하 영유아나 신생아가 있었던 가정에서 노출수준이 상대적으로 더 높게 나타났다. 또한, 가습기살균제 노출 특성과 가구 내 건강이상 경험자 발생 간의 연관성을 분석한 결과 하루 중 가습기 사용시간, 가습기살균제 한 병의 사용주기, 가습기살균제 투입 주기 등의 노출수준이 증가할수록 가구 내 건강이상 경험자가 존재할 가능성이 높아졌다. 이와 같은 결과는 피해신고자의 상대적 노출 평가 기준 설정에 활용될 수 있는 결과로 판단된다.

## References

1. Kyunghyang Shinmun. Fair Trade Commission, Recognized as 'False and Exaggeration' for humidifier disinfectant after 7 years. 2018.02.12. ([http://biz.khan.co.kr/khan\\_art\\_view.html?artid=201802121200001&code=920100](http://biz.khan.co.kr/khan_art_view.html?artid=201802121200001&code=920100))
2. The Hankyoreh. Oxy, knowing the harmfulness of a humidifier disinfectant, But advertises 'safe for children'. 2016.06.15. ([http://www.hani.co.kr/arti/society/society\\_general/748313.html](http://www.hani.co.kr/arti/society/society_general/748313.html))
3. Yonhap News Agency. SK, Aekyung launches 'harmless' advertisement on humidifier disinfectant label. 2019.03.28. (<https://www.yna.co.kr/view/AKR20190328083200004?input=1195m>)
4. Asian Citizen's Center for Environment and Health. Survey Report No.296. 2017([http://eco-health.org/bbs/board.php?bo\\_table=sub02\\_04&wr\\_id=254](http://eco-health.org/bbs/board.php?bo_table=sub02_04&wr_id=254))
5. Korea Environmental Industry & Technology Institute. Comprehensive portal for humidifier disinfectant damage support: Statistics. (<https://www.healthrelief.or.kr/home/content/stats01/view.do>) [accessed 22 January 2020]
6. 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.
7. Ryu H, Jo E, Choi YH, Lee S, Yoon J, Kwak JH, et al. Analysis of affecting factors on exposure assessment errors and characteristics of applicants for damage by usage of humidifier disinfectants. *J Environ Health Sci.* 2019; 45(1): 71-81.
8. 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.
9. Park DU, Choi YY, Ahn JJ, Lim HK, Kim SK, Roh HS, et al. Relationship between exposure to household humidifier disinfectants and risk of lung injury: a family-based study. *PLoS One.* 2015; 10(5).
10. Yang HJ, Kim HJ, Yu J, Lee E, Jung YH, Kim HY, et al. Inhalation toxicity of humidifier disinfectants as a risk factor of children's interstitial lung disease in Korea: a case-control study. *PLoS One.* 2013; 8(6).
11. Lee KM, Paek D, Cheong HK, Kim S, Seo JW, Hong YS, Kim H, Lee J, Leem J, Kim P. Population size estimates for the humidifier disinfectants and experience of health effects from exposure to humidifier disinfectants. *J Environ Health Sci.* 2019; 45(3): 273-284.
12. Park DU, Ryu SH, Roh HS, Lee E, Cho HJ, Yoon J, et al. Association of high-level humidifier disinfectant exposure with lung injury in preschool children. *Sci Tot Environ.* 2018; 616: 855-862.
13. Lamichhane DK, Leem JH, Lee SM, Yang HJ, Kim J, Lee JH, et al. Family-based case-control study of exposure to household humidifier disinfectants and risk of idiopathic interstitial pneumonia. *PLoS One.* 2019; 14(9).
14. Yoon J, Cho HJ, Lee E, Choi YJ, Kim YH, Lee JL, et al. Rate of humidifier and humidifier disinfectant usage in Korean children: A nationwide epidemiologic study. *Environ Res.* 2017; 155: 60-63.
15. Jeon BH, Park YJ. Frequency of humidifier and humidifier disinfectant usage in Gyeonggi Province. *Environ Health Toxicol.* 2012; 27: e2012002.
16. Cho JH. Association between the use of humidifier disinfectants and bronchiolitis and allergic rhinitis diagnoses in Korean children. *J Environ Health Sci.* 2019; 45(4): 381-393.
17. Park JH, Kim HJ, Kwon GY, Gwack J, Park YJ, Youn SK, et al. Humidifier disinfectants are a cause of lung injury among adults in South Korea: a community-based case-control study. *PLoS One.* 2016; 11(3).
18. Paek D, Koh Y, Park DU, Cheong H-K, Do KH,

Lim CM, et al. Nationwide study of humidifier disinfectant lung injury in South Korea, 1994-2011. Incidence and dose-response relationships. *Ann Am Thorac Soc*. 2015; 12(12): 1813-1821.

<저자정보>

이은선(연구원), 정해관(교수), 백도명(교수), 김슬휘(연구원), 임종한(교수), 김판기(교수), 이경무(교수)