

## 가습기살균제 환경노출 판정등급에 따른 개인 노출 특성 분포 - 4-1차와 4-2차 신청자를 중심으로 -

이슬아\* · 윤정교\* · 옥정원\* · 조은경\*\* · 류현수\*\*\* · 양원호\*\*\* · 최윤형†

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

## Individual Exposure Characteristics to Humidifier Disinfectant according to Exposure Classification Groups - Focusing on 4-1 and 4-2 Applicants -

Seula Lee\*, Jeonggyo Yoon\*, Jeongwon Ock\*, Eun-Kyung Jo\*\*, Hyeonsu Ryu\*\*\*,  
Wonho Yang\*\*\*, and Yoon-Hyeong Choi†

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

\*\*Korean Society of Environmental Health

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

### ABSTRACT

**Objective:** This study was performed to investigate the distribution of individual exposure characteristics according to an exposure assessment classification for humidifier disinfectant and to identify the factors that influence assessment classification.

**Methods:** We examined the exposure characteristics of 4,482 subjects who applied for the 4-1 and 4-2 assessments of environmental exposure to humidifier disinfectant conducted by the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI). Environmental exposure assessment classification was assessed using the following seven criteria: 1) Distance from humidifier to face; 2) Spray direction; 3) Time used, daytime 4) Time used, during sleep; 5) Time used, cumulative; 6) Exposure intensity; and 7) Cumulative exposure level. Each criteria was then classified as 'high' or 'low'. When participants answered for more than four criteria, exposure assessment was determined as 'definite,' 'probable,' or 'possible' depending on the ratio of 'high' responses. If participants' responses were inconsistent, exposure assessment was listed as 'unlikely.' If participants answered for less than four criteria, exposure assessment was considered 'indeterminate.'

**Results:** For the exposure assessment classes, definite was assigned to 38.5% (1,725 subjects), probable assigned to 32.9% (1,474 subjects), 25.0% (1,122 subjects) were assigned to as possible, unlikely assigned to 0.1% (3 subjects), and indeterminate assigned to 3.5% (158 subjects). Overall, participants who used 'Oxy Ssaksak New Gaseupgi Dangbun,' 'Aekyung Gaseupgi Mate,' 'Homeplus Gaseupgi Chungjungje,' and 'E-Mart Gaseupgi Salgyunje' totaled 2,996, 557, 176, and 162 subjects, respectively. There was a statistical difference in the type of humidifier disinfectant products between high-exposed and low-exposed participants. Based on the assessment criteria of humidifier disinfectant exposure, subjects were likely to be in the highly exposed classes (definite and probable) when the subjects were exposed 1) for more than ten hours per day and 2) for more than four hours at night 3) when the total cumulative exposure time was higher than the average, 4) when the direction of humidifier spray was toward the face, 5) when the respiratory position was less than 1 meter of distance from the humidifier, 6) when the concentration of indoor contaminants (ug/m<sup>3</sup>) was higher than the average exposure intensity, and 7) when overall exposure level (ug/m<sup>3</sup>\*hr) was higher than the average exposure level.

†Corresponding author: Department of Preventive Medicine, Gachon University College of Medicine, Incheon, Korea, Tel: +82-32-899-6586, E-mail: yoonchoi@gachon.ac.kr

Received: 2 August 2019, Revised: 16 August 2019, Accepted: 19 August 2019

**Conclusion:** This study suggests that each exposure assessment criteria was able to appropriately estimate cumulative exposure levels.

**Key words:** Humidifier disinfectant, environmental exposure assessment, exposure assessment criteria, exposure assessment classification

## I. 서 론

현대사회에서 사람들은 쾌적하고 위생적인 환경을 유지하기 위해서 다양한 생활화학제품들을 사용하고 있다. 이는 우리가 여러 가지의 화학물질에 쉽게 노출될 수 있는 환경에 놓여있다는 것을 보여준다. 이러한 화학물질 노출로 인한 대표적 피해 사례가 가습기살균제로 인한 건강피해라 할 수 있다.

우리나라는 겨울철 건조한 기후로부터 건강을 보호하기 위해서 적절한 실내 습도를 유지하는 것이 필요하여,<sup>1)</sup> 많은 사람들이 가정에서 가습기를 사용하였다. 그리고 가습기 내부의 세균 번식 억제 및 청소를 위해 가습기살균제의 사용이 증가하게 되었다. 편리함과 위생을 위하여 사용된 가습기살균제로 인한 건강피해는 전 세계적으로 유례가 없는 생활화학제품에 의한 건강 피해 사건으로<sup>2)</sup> 심한 경우 사망에 이르거나 심각한 건강 피해를 입게 되었다. 가습기살균제는 1994년 첫 출시를 시작으로 2011년까지 대략 20여 종의 가습기살균제가 시판되었다고 알려져 있으며, 약 800여만 명이 사용한 것으로 추정하고 있다.<sup>3)</sup> 가습기살균제의 주요성분으로 알려진 화학물질은 oligo(2-(2ethoxy)ethoxyethyl guanidine; PGH, polyhexamethylene guanidine; PHMG, chloromethyl-isothiazolinone/methyl-isothiazolinone; CMIT/MIT이다.

한국환경산업기술원에서 제시한 자료에 따르면, 가습기살균제로 인해 건강피해를 받았다고 신고한 피해자는 2011년부터 2019년 7월까지 총 6,476명(2019년 7월 19일 기준)이다.<sup>4)</sup> 그리고 이들의 건강피해 인정 여부 및 피해등급을 결정하기 위하여, 가습기살균제 피해구제위원회에서 환경노출, 조직병리, 임상의학, 임상 등의 평가 자료를 토대로 심의를 진행하고 가습기살균제로 인한 건강피해 종합판정결과를 결정한다.

이 중 환경노출 평가는 환경노출조사 내용을 바탕으로 산정된 환경노출 판정 항목을 이용하여 평가가

이루어진다. 환경노출조사는 개별적이고 객관적인 노출정도를 평가하기 위해 가습기살균제의 개인별 사용 특성 및 가습기살균제와 관련된 정보, 사용 증거 등의 상세한 내용을 조사한다. 그리고 환경노출 판정등급은 환경노출조사 내용 중 가습기와 사람의 호흡기 간의 거리, 가습기 분무방향, 가습기살균제가 첨가된 가습기의 일일 사용시간, 취침 시 사용시간, 총 누적사용시간, 노출강도, 누적노출수준과 같은 7가지 항목을 사용하여 환경노출 판정등급을 산정하게 되며, 7가지 항목에 대한 자세한 사항은 Park et al.(2015와 2016)에서 보고되었다.<sup>5-6)</sup>

현재까지 환경노출조사에 참여한 피해신청인은 2011년 11월부터 2013년 6월까지 조사된 1차 피해조사에서 361명, 2014년 4월부터 2014년 10월까지 조사된 2차 피해조사에서 169명, 2015년 2월부터 2015년 12월까지 조사된 3차 피해조사에서 752명이었으며, 2016년 4월부터 조사되고 있는 4차 피해조사의 경우 지속적으로 피해신청인이 증가하고 있다. 이에 따라, 피해신청인의 인구학적 특성, 가습기살균제 노출 특성, 피해판정등급 등 다양한 요인을 정확히 파악하고 타당한 피해 판정결과를 도출 할 수 있도록 환경노출조사 및 피해 판정방법에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

본 연구진은 4-1차 및 4-2차 환경노출조사 자료를 이용하여 가습기살균제 피해신청인의 생존여부에 따른 인구학적 특성, 환경노출평가에 관련된 항목 및 판정등급별 분포를 보고한 바 있다.<sup>7)</sup> 또한, 1, 2, 3, 4차 가습기살균제 피해신청인의 특성, 노출평가 오류 영향요인에 대한 분석 결과를 보고한 바 있다.<sup>8)</sup> 본 연구는 선행연구에서 더 나아가 4-1차와 4-2차 피해신청인들을 대상으로 환경노출 판정등급에 따른 피해자 특성, 가습기살균제 제품 및 화학성분별 분포, 노출 평가항목 분포 및 가습기살균제 사용특성을 제시하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 조사대상자 및 환경노출조사 방법

본 연구는 한국환경산업기술원 가습기살균제 피해 지원 종합포털을 통해 자발적으로 피해신청을 접수한 4-1차(2016년 9월~2017년 5월)와 4-2차(2017년 6월~2018년 5월) 신청자를 대상으로 가습기살균제와 폐질환의 인과관계 규명을 위한 조사를 통하여 환경노출 판정을 받은 4,482명(4-1차: 1,029명, 4-2차: 3,453명)을 대상으로 실시하였다.

환경노출조사는 Choi et al.(2018)에서 기술한 바와 같이 피해신청자와의 일정조율, 환경노출조사표를 이용한 대면조사, 환경노출조사표 확인 후 코딩, 피해자별 조사보고서 작성, 코딩자료 재검토의 과정들을 진행하고 이를 환경노출 판정의 판정근거로 활용하였다.<sup>7)</sup> 환경노출조사는 한국환경보건학회 소속으로 가습기살균제 피해자 환경노출조사 교육을 이수한 숙련된 조사원을 통하여 진행하였다. 조사원은 피해신청자와의 우선 연락을 통하여 기본 인적사항을 확인 후 조사일정을 조율하고, 실제 가습기살균제에 노출됐던 거주지 혹은 직장 등에 직접 방문하여 대면(face-to-face)조사로 환경노출조사를 실시하였다. 조사원은 조사 직전에 조사신청자 혹은 조사 응답자에게 환경노출조사에 대한 안내를 하고 조사 참여 동의서에 서명을 받은 뒤 설문을 진행하였다. 피해신청자가 피해당사자인 경우 직접 조사를 진행하였고, 사망자인 경우는 대리인을 통해 당시 상황에 대해 구체적인 조사를 진행하였다. 본 연구에서 이용한 환경노출조사 자료는 대구가톨릭대 연구윤리심의위원회의 승인을 받아 실시되었다(IRB No: CUIRB-2016-0114).

환경노출조사 시 가습기살균제 제품 구매 영수증이나 제품 사진 등과 같은 관련된 증빙자료나 체적, 환기 횟수 및 사용공간에 대한 정보 등을 확인하여 객관적인 증거 자료를 확보하고자 하였다. 피해신청인과의 대면조사를 기반으로 작성된 환경노출조사표를 재확인 한 후 코딩 작업을 진행하였으며, 조사원은 각 피해신청인의 가습기살균제의 사용특성 등 별도의 피해자별 조사보고서를 작성하였다. 환경노출조사표는 재확인 및 코딩자료 재검토의 과정을 통하여 피해신청인의 환경노출 여부를 보다 객관적이고 정확하게 판정할 수 있도록 하였다.

### 2. 환경노출 판정등급 평가방법

환경노출 판정등급은 Definite (노출확실), Probable (노출상당), Possible (노출가능), Unlikely (노출없음), Indeterminate (판정불가)의 범주로 나뉜다. 환경노출 판정등급을 산정하는데 사용되는 노출 항목 및 노출 평가 방법은 Fig. 1에 제시하였다.

우선, 이를 분류하기 위해 환경노출조사 내용 중 살균제 노출 특성을 나타내는 7가지의 평가 항목을 선정하여 각각 High와 Low로 구분하였다. 7가지의 평가 항목으로는 1) 가습기와 사람의 호흡기 간의 거리, 2) 가습기 분무방향, 3) 일일 사용시간, 4) 취침 시 사용시간, 5) 총 누적사용시간, 6) 노출강도, 7) 누적노출수준으로 이루어져 있으며 각 항목에 대한 설명은 다음과 같다.

‘가습기와 사람의 호흡기 간의 거리’는 거리가 1 m 미만인 경우는 High, 1 m 이상인 경우는 Low로 구분하였다. ‘가습기 분무방향’은 호흡기 정방향으로 직접 분무한 경우는 High, 그 외 다른 방향으로 분무한 경우는 Low로 구분하였다. ‘일일 사용시간’은 10시간을 기준으로 하여 이상인 경우는 High, 미만인 경우는 Low로 구분하였다. ‘취침 시 사용시간’은 4시간을 기준으로 하여 이상인 경우는 High, 미만인 경우는 Low로 구분하였다. 그리고 ‘총 누적사용시간’과 ‘노출강도’, ‘누적노출수준’은 Park et al. (2016)<sup>7)</sup>에 자세히 기술된 바와 같이 1차 및 2차 가습기살균제로 인한 폐질환 인정자의 연령대와 사용제품의 화학 성분별 평균값을 참고하였다. 그리고 이 평균값을 기준으로 평균 이상인 경우는 High, 평균 미만인 경우는 Low로 구분하였다. 각 항목의 계산은 다음과 같이 이루어졌다. ‘총 누적 사용시간’은 가습기살균제 총 사용 년 수(year)×연중 사용 개월 수(month)×한달 중 사용한 주 수(week)×한 주당 사용한 일수(day)×일일 사용시간(hr)으로 계산하였다. ‘노출강도’는 [하루 평균 사용량(mL)×제품의 살균제 농도(μg/mL)]/사용공간의 체적(m<sup>3</sup>)으로 계산하였으며 이는 실내공기 중 가습기살균제의 농도를 나타낸다. ‘누적노출수준’은 총 누적 사용시간과 노출강도를 곱하여 계산하였다.<sup>5-6)</sup>

그 후, 다음과 같은 노출 평가 방법을 이용하여 환경노출 판정등급을 나누었다. 먼저, 환경노출조사 답변에 일관성이 있으며 7가지 평가 항목에 대해 4가지 이상 응답한 경우에 한하여 판정을 진행하였으며,

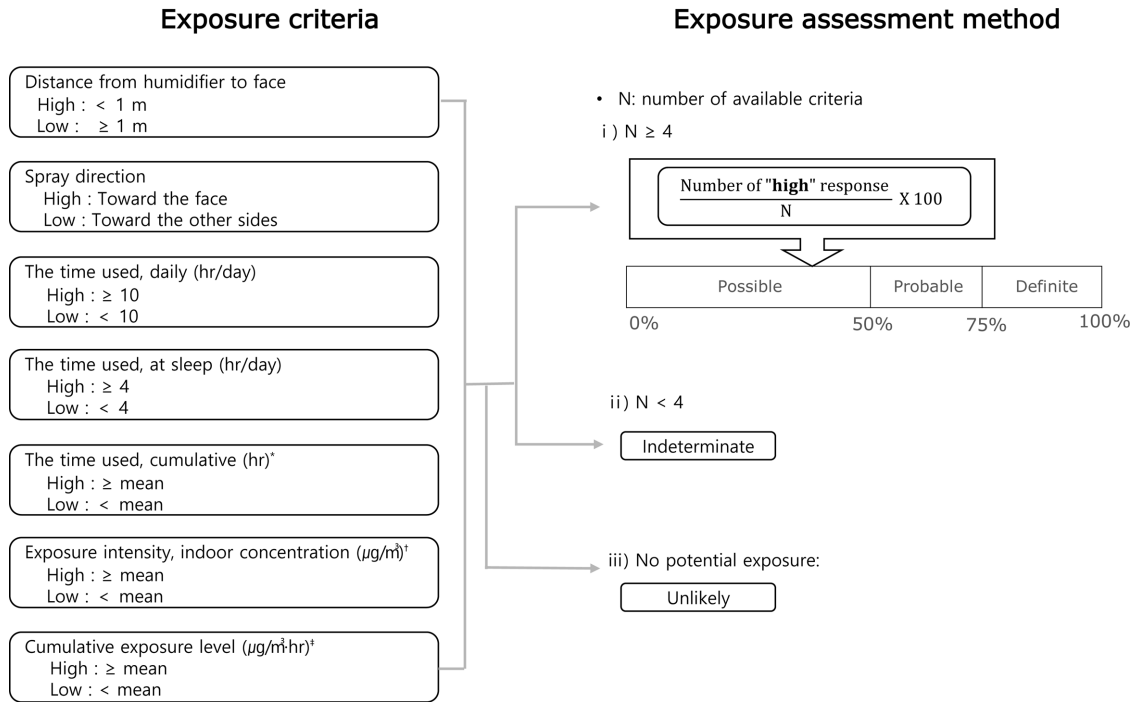


Fig. 1. Exposure assessment criteria and method.

Mean values in each age group and type of humidifier disinfectant from previous studies (1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>).

\*Cumulative usage time was calculated by total years×months per year×weeks per month×days per week×hours per day.

†Exposure intensity was calculated by [volume used at every injection×concentration of disinfectants contained in the humidifier disinfectant product]/room volume.

‡Cumulative exposure level was calculated by cumulative usage time×exposure intensity.

각 항목 중 High의 비율을 계산하여 0~50%인 경우는 Possible (노출가능)으로 판정하였고, 50~75%인 경우는 Probable (노출상당), 75~100%인 경우는 Definite (노출확실)으로 구분하였다. 만약 평가 항목에 대한 응답이 4가지 미만인 경우에는 Indeterminate (판정불가)로 구분하였으며, 환경노출조사 시 조사답변에 일관성이 없거나 잠재적인 노출 가능성이 없는 경우는 Unlikely (노출없음)로 구분하였다.

### 3. 자료처리 및 통계분석

본 연구의 모든 자료 처리는 IBM SPSS Statistics (ver. 25.0) 을 이용하여 처리하였다. 피해자의 피해자 특성과 가습기살균제품별, 화학성분별, 평가항목에 따른 판정등급의 분포를 살펴보기 위해 Definite (노출확실)과 Probable (노출상당)은 High-exposed 그룹으로, Possible (노출가능)과 Unlikely (노출없음)은 Low-exposed 그룹으로 구분하였으며, Indeterminate

(판정불가)는 High-exposed와 Low-exposed에 포함되지 않았다. High-exposed와 Low-exposed 그룹과 관련된 명목형 변수는 인원수와 비율로 나타냈고, 카이제곱검정을 실시하였다. 환경노출등급별 가습기살균제 사용특성의 경우 총 사용개월수, 사용빈도, 환기 시간 등은 평균값과 표준편차로 나타냈고, 연속형 변수의 경우 High-exposed와 Low-exposed 그룹에 따른 독립표본 T-검정을 실시하였다. 본 연구의 모든 통계분석의 유의수준은 p<0.05로 설정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 가습기살균제 피해자 특성에 따른 환경노출 판정등급의 분포

#### 1.1. 인구학적 특성에 따른 환경노출 판정등급의 분포

Table 1은 연구대상자의 인구학적 특성에 따른 환경노출 판정등급의 분포를 제시하였다. 총 4,482명이

연구대상자로 선정되었으며, 그 중 Definite (노출확실)은 1,725명 Probable (노출상당)은 1,474명, Possible (노출가능)은 1,122명, Unlikely (노출없음)와 Indeterminate (판정불가)는 각각 3명과 158명이었다. 기존연구<sup>8)</sup>와 본 연구의 환경노출 판정등급별 피해자 수의 차이는 환경노출조사 및 판정이 완료된 이후에 증거품의 추가 제출 등으로 인하여 환경노출 판정등급이 변경된 경우가 반영되었기 때문이다. 남성은 Definite (노출확실)에서 890명(38.4%), Probable (노출상당)은 745명(32.1%), Possible (노출가능)이 593명(25.6%) 순으로 나타났으며 여성은 Definite (노출확실)에서 819명(38.4%), Probable (노출상당)은 719

명(33.7%), Possible (노출가능)은 526명(24.6%) 순으로 나타났다. 성별을 알 수 없는 경우 Definite (노출확실)이 16명(53.3%)으로 가장 높은 분포를 보였는데 이는 가슴기살균제에 의한 태아의 조기사망으로 인한 성별을 확인할 수 없는 경우가 해당된다. 성별에 따른 환경노출판정등급(High-exposed vs. Low-exposed)의 분포는 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

인구학적 특성에 따른 판정등급을 확인하였을 때 나이, 교육수준에 따라 환경노출 판정등급(High-exposed vs. Low-exposed)의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 이는 피해 당시 미취학 아동이 보호자에 의해 노출되어 피해 당시 나이

**Table 1.** Participants characteristics in exposure classification groups

Characteristics	Overall	High-exposed		Low-exposed		Indeterminate	P-value <sup>†</sup>
		Definite	Probable	Possible	Unlikely		
Total	4482 (100.0)	1725 (38.5)	1474 (32.9)	1122 (25.0)	3 (0.1)	158 (3.5)	
Sex							0.446
Male	2318 (100.0)	890 (38.4)	745 (32.1)	593 (25.6)	0 (0.0)	90 (3.9)	
Female	2134 (100.0)	819 (38.4)	719 (33.7)	526 (24.6)	3 (0.1)	67 (3.1)	
Unknown	30 (100.0)	16 (53.3)	10 (33.3)	3 (10.0)	0 (0.0)	1 (3.3)	
Age (years)							0.010
<10	694 (100.0)	282 (40.6)	242 (34.9)	137 (19.7)	0 (0.0)	33 (4.8)	
10~19	747 (100.0)	265 (35.5)	267 (35.7)	206 (27.6)	0 (0.0)	9 (1.2)	
20~29	165 (100.0)	85 (51.5)	42 (25.5)	36 (21.8)	0 (0.0)	2 (1.2)	
30~39	432 (100.0)	141 (32.6)	160 (37.0)	122 (28.2)	0 (0.0)	9 (2.1)	
40~49	680 (100.0)	242 (35.6)	228 (33.5)	191 (28.1)	0 (0.0)	19 (2.8)	
50~59	555 (100.0)	215 (38.7)	193 (34.8)	133 (24.0)	0 (0.0)	14 (2.5)	
60~69	603 (100.0)	244 (40.5)	167 (27.7)	162 (26.9)	1 (0.2)	29 (4.8)	
70~79	456 (100.0)	191 (41.9)	131 (28.7)	102 (22.4)	2 (0.4)	30 (6.6)	
≥80	148 (100.0)	59 (39.9)	44 (29.7)	32 (21.6)	0 (0.0)	13 (8.8)	
Unknown	2 (100.0)	1 (50.0)	0 (0.0)	1 (50.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
Education level							<.001
≤Elementary school	1439 (100.0)	554 (38.5)	491 (34.1)	333 (23.1)	1 (0.1)	60 (4.2)	
Middle school	499 (100.0)	203 (40.7)	155 (31.1)	121 (24.2)	2 (0.4)	18 (3.6)	
High school	1040 (100.0)	418 (40.2)	335 (32.2)	250 (24.0)	0 (0.0)	37 (3.6)	
≥College	1295 (100.0)	456 (35.2)	440 (34.0)	374 (28.9)	0 (0.0)	25 (1.9)	
Unknown	209 (100.0)	94 (45.0)	53 (25.4)	44 (21.1)	0 (0.0)	18 (11.4)	
Smoking status							0.109
Never smoker	3407 (100.0)	1318 (38.7)	1150 (33.8)	831 (24.4)	3 (0.1)	105 (3.1)	
Former smoker	880 (100.0)	336 (38.2)	271 (30.8)	232 (26.4)	0 (0.0)	41 (4.7)	
Current smoker	162 (100.0)	61 (37.7)	44 (27.2)	48 (29.6)	0 (0.0)	9 (5.6)	
Unknown	33 (100.0)	10 (30.3)	9 (27.3)	11 (33.3)	0 (0.0)	3 (9.1)	

Table 1. Continued

Characteristics	Overall	High-exposed		Low-exposed		Indeterminate	P-value <sup>†</sup>
		Definite	Probable	Possible	Unlikely		
Total	4482 (100.0)	1725 (38.5)	1474 (32.9)	1122 (25.0)	3 (0.1)	158 (3.5)	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )							0.358
<25	3434 (100.0)	1333 (38.8)	1127 (32.8)	855 (24.9)	2 (0.1)	117 (3.4)	
≥25	769 (100.0)	273 (35.5)	258 (33.6)	208 (27.0)	1 (0.1)	29 (3.8)	
Unknown	279 (100.0)	119 (42.7)	89 (31.9)	59 (21.1)	0 (0)	12 (4.3)	
Health effects*							
Lung damage							0.301
Yes	1891 (100.0)	785 (41.5)	574 (30.4)	458 (24.2)	0 (0.0)	74 (3.9)	
No	2591 (100.0)	940 (36.3)	900 (34.7)	664 (25.6)	3 (0.1)	84 (3.2)	
Pneumonia							0.034
Yes	1515 (100.0)	635 (41.9)	483 (31.9)	354 (23.4)	0 (0.0)	43 (2.8)	
No	2967 (100.0)	1090 (36.7)	991 (33.4)	768 (25.9)	3 (0.1)	115 (3.9)	
Asthma							0.744
Yes	1168 (100.0)	440 (37.7)	412 (35.3)	294 (25.2)	0 (0.0)	22 (1.9)	
No	3314 (100.0)	1285 (38.8)	1062 (32.0)	828 (25.0)	3 (0.1)	136 (4.1)	
Other respiratory diseases							0.080
Yes	2244 (100.0)	906 (40.4)	752 (33.5)	547 (24.4)	2 (0.1)	37 (1.6)	
No	2238 (100.0)	819 (36.6)	722 (32.3)	575 (25.7)	1 (0.0)	121 (5.4)	
Cardiovascular diseases							0.015
Yes	165 (100.0)	78 (47.3)	52 (31.5)	28 (17.0)	0 (0.0)	7 (4.2)	
No	4317 (100.0)	1647 (38.2)	1422 (32.9)	1094 (25.3)	3 (0.1)	151 (3.5)	
Common cold							0.004
Yes	1670 (100.0)	693 (41.5)	561 (33.6)	386 (23.1)	0 (0.0)	30 (1.8)	
No	2812 (100.0)	1032 (36.7)	913 (32.5)	736 (26.2)	3 (0.1)	128 (4.6)	

Data in tables are shown as n (%).

\*Health effects were defined as self-reported diagnosis or symptoms of each disease.

<sup>†</sup>p-value for difference between high-exposed and low-exposed groups using Chi-square test.

가 어리고, 이로 인해 피해자의 교육수준이 초등학교 졸업이하인 경우가 상대적으로 많기 때문으로 보인다. 전체 대상자 중 흡연 상태의 경우 전혀 흡연하지 않은 경우가 가장 많았으며 이는 성인보다 미취학 아동 등 미성년자의 피해 신청이 더 많기 때문으로 보이나 흡연 상태에 따른 환경노출 판정등급 (High-exposed vs. Low-exposed)의 분포는 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

1.2. 건강영향 특성에 따른 환경노출 판정등급의 분포

이전 연구<sup>7)</sup>에서 피해자의 자가보고응답에 의한 건강영향 중 심혈관계 질환은 생존여부에 따라 통계적

으로 유의한 차이를 확인할 수 없었으나, 본 연구에서는 자가보고응답에 의한 건강영향 중 심혈관계 질환유무에 따른 환경노출 판정등급의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 또한, 폐렴과 감기의 유무에 따른 환경노출 판정등급의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 그러나, 건강영향 중 폐 손상과 천식, 기타 호흡기 질환 유무에 따른 환경노출 판정등급은 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

2. 가습기살균제 제품 및 화학성분별 환경노출 판정등급의 분포

Table 2에서는 가습기살균제 제품 및 화학성분별

환경노출 판정등급의 분포를 제시하였다. 가습기살균제의 제품은 대표적으로 사용한 제품을 기준으로 분석하였다. 가습기살균제 제품은 전체 대상자 4,482명 중 ‘옥시썩썩 New 가습기 당번’을 사용하였다고 응답한 피해자가 총 2,996명으로 가장 많았으며, 그 다음으로 ‘애경 가습기 메이트’가 557명, ‘홈플러스 가습기 청정제’가 176명, ‘이마트 가습기 살균제’가 162명으로 나타났다. 그 중 ‘옥시썩썩 New 가습기 당번’을 사용한 것으로 응답한 피해자 2,996명 중 Definite (노출확실)이 1,013명(33.8%), Probable (노출상당)이 1,036명(34.6%), Possible (노출가능)이 880명(29.4%)의 순으로 나타났다. ‘애경 가습기 메이트’를 사용한 것으로 응답한 피해자 557명 중 Definite (노출확실)이 242명(43.4%), Probable (노출상당)이 203명(36.4%), Possible (노출가능)이 95명(17.1%) 순

으로 높게 나타났다. ‘홈플러스 가습기 청정제’를 사용한 것으로 응답한 피해자 176명 중 Definite (노출확실)이 103명(58.5%), Probable (노출상당)이 42명(23.9%), Possible (노출가능)이 30명(17.0%) 순으로 높게 나타났다. ‘이마트 가습기살균제’를 사용한 것으로 응답한 피해자 162명 중 Definite (노출확실)은 83명(51.2%), Probable (노출상당)은 52명(32.1%), Possible (노출가능)은 25명(15.4%) 순으로 높게 나타났다. 가습기살균제 제품에 따른 환경노출 판정등급(High-exposed vs. Low-exposed)의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).

가습기살균제 화학성분 중 PHMG가 포함된 대표적인 제품으로는 ‘옥시썩썩 New 가습기 당번’과 ‘와이렉 가습기 살균제’, ‘홈플러스 가습기청정제’ 등이 있으며, CMIT/MIT가 포함된 대표적인 제품으로

**Table 2.** Product usage and chemical type of humidifier disinfectant in exposure classification groups

Products	Overall	High-exposed		Low-exposed		Indeterminate	P-value*
		Definite	Probable	Possible	Unlikely		
Disinfectant products name*							<.001
Oxy Ssakssak New Gaseupgi Dangbun	2996 (100.0)	1013 (33.8)	1036 (34.6)	880 (29.4)	0 (0.0)	67 (2.2)	
Aekyung Gaseupgi Mate	557 (100.0)	242 (43.4)	203 (36.4)	95 (17.1)	0 (0.0)	17 (3.1)	
E-Mart Gaseupgi Salgyunje	162 (100.0)	83 (51.2)	52 (32.1)	25 (15.4)	0 (0.0)	2 (1.2)	
GS-Mart Hambakwussom Gaseupgi Salgyunje	18 (100.0)	13 (72.2)	4 (22.2)	1 (5.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	
WiseLect Gaseupgi Salgyunje	73 (100.0)	23 (31.5)	26 (35.6)	24 (32.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	
Homeplus Gaseupgi Chungjungje	176 (100.0)	103 (58.5)	42 (23.9)	30 (17.0)	0 (0.0)	1 (0.6)	
Bejiteobeulhom Gaseupgi Cleanup	40 (100.0)	9 (22.5)	21 (52.5)	10 (25.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
Cefu Gaseupgi Salgyunje	42 (100.0)	17 (40.5)	12 (28.6)	13 (31.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
N-with	45 (100.0)	32 (71.1)	13 (28.9)	0 (0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
Yugong Gaseupgi Mate	27 (100.0)	14 (51.9)	9 (33.3)	4 (14.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	
Others	346 (100.0)	176 (50.9)	56 (16.2)	40 (11.6)	3 (0.9)	71 (20.5)	
Chemical Type†							<.001
CMIT/MIT	780 (100.0)	359 (46.0)	272 (34.9)	130 (16.7)	0 (0.0)	19 (2.4)	
PGH	49 (100.0)	20 (40.8)	15 (30.6)	14 (28.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	
PHMG	3285 (100.0)	1148 (34.9)	1125 (34.2)	944 (28.7)	0 (0.0)	68 (2.1)	
Others	368 (100.0)	198 (53.8)	62 (16.8)	34 (9.2)	3 (0.8)	71 (19.3)	

Data in tables are shown as n (%).

\*Most frequently used product.

†PHMG, polyhexamethylene guanidine; PGH, oligo(2-(2-ethoxy ethoxyethyl)guanidinium; CMIT, chloromethylisothiazolionoe; MIT, methylisothiazolinone.

‡p-value for difference between high-exposed and low-exposed groups using Chi-square test.

는 ‘애경 가습기살균제’와 ‘이마트 가습기살균제’, ‘유공 가습기메이트’ 등이 있다. 가습기살균제 화학성분 중 PHMG가 포함된 제품을 사용하였다고 응답한 피해자는 3,285명으로 가장 많았으며 그 중 Definite (노출확실)은 1,148명, Probable (노출상당)이 1,125명, Possible (노출가능)은 944명 순으로 나타났다. 가습기살균제 화학 성분에 따른 판정등급(High-exposed vs. Low-exposed)의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).

### 3. 평가항목에 따른 환경노출 판정등급의 분포

Table 3에서는 평가항목 특성에 따른 환경노출 판정등급의 분포를 제시하였다.

일일 사용시간이 10시간 이상인 경우로 응답한 3,033명 중 Definite (노출확실)이 1,542명(50.8%), Probable (노출상당)이 1,053명(34.7%), Possible (노출가능)이 407명(13.4%)의 분포를 나타냈다. 10시간 미만인 경우로 응답한 1,307명 중 Definite (노출확실)은 162명(12.4%), Probable (노출상당)이 418명(32.0%), Possible (노출가능) 712명(54.4%)으로 나타났으며, 일일 사용시간에 따른 환경노출 판정등급(High-exposed vs. Low-exposed)의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 이를 통해 가습기살균제의 일일 사용시간이 10시간 이상인 경우 환경노출 판정등급이 더 높게 나타날 수 있음을 보여준다.

취침시 사용시간의 경우 일일 4시간 이상인 경우로 응답한 3,966명 중 Definite (노출확실)이 1,668명(42.1%), Probable (노출상당)이 1,386명(34.9%), Possible (노출가능)이 873명(22.0%)으로 나타났다. 일일 4시간 미만인 경우로 응답한 237명 중 Definite (노출확실)은 7명(3.1%), Probable (노출상당)은 39명(16.5%), Possible (노출가능)이 186명(78.5%)으로 나타났으며, 취침시 사용시간에 따라 환경노출 판정등급(High-exposed vs. Low-exposed)의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 이를 통해 취침시에는 일상생활을 할 때 보다 더 직접적으로 가습기살균제가 첨가된 가습기에 노출될 수 있기 때문에 상대적으로 환경노출 판정등급이 더 높게 나타날 수 있음을 보여준다.

총 누적사용시간이 High인 경우 전체 1,748명 중 Definite (노출확실)이 1,095명(62.6%), Probable (노출상당)이 560명(32.0%)으로 나타났다. Low인 경우

전체 2,036명 중 Definite(노출확실)이 253명(12.4%), Probable (노출상당)이 817명(40.1%), Possible (노출가능)은 964명(47.3%)으로 나타났으며, 총 누적사용시간에 따른 환경노출 판정등급(High-exposed vs. Low-exposed)은 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 이를 통해 사용시간이 누적될수록 환경노출 판정등급이 더 높게 나타날 수 있음을 보여준다.

가습기와 사람의 호흡기 간의 거리가 1 m 미만인 경우로 응답한 3,228명 중 Definite (노출확실)이 1,606명(49.8%), Probable (노출상당)은 1,088명(33.7%), Possible (노출가능)이 457명(14.2%)으로 나타났다. 1 m 이상인 경우로 응답한 1,202명 중 Definite (노출확실)은 113명(9.4%), Probable (노출상당)은 382명(31.8%), Possible (노출가능)이 665명(55.3%)으로 나타났으며, 가습기와 사람의 호흡기 간의 거리에 따라 환경노출 판정등급(High-exposed vs. Low-exposed)의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 이를 통해 가습기살균제가 첨가된 가습기와 사람의 호흡기 간 거리가 짧을수록 환경노출 판정등급이 더 높게 나타날 수 있음을 보여준다.

가습기 분무방향을 호흡기 정방향으로 분무하였다고 응답한 3,157명 중 Definite (노출확실)이 1,569명(49.7%), Probable (노출상당)이 1,077명(34.1%), Possible (노출가능)이 433명(13.7%)으로 나타났고, 역방향으로 분무하였다고 응답한 1,266명 중 Definite (노출확실)은 145명(11.5%), Probable (노출상당)은 391명(30.9%), Possible (노출가능)이 683명(53.9%)으로 나타났으며, 가습기 분무방향에 따라 환경노출 판정등급(High-exposed vs. Low-exposed)의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 가습기살균제가 첨가된 가습기를 호흡기 정방향으로 분사할 경우 호흡기를 통해 더 많은 양을 직접 흡입하게 되고 환경노출 판정등급이 더 높게 나타날 수 있음을 보여준다.

노출강도가 High인 경우, 전체 1,148명 중 Definite (노출확실)이 594명(51.7%), Probable (노출상당)은 405명(35.3%), Possible (노출가능)이 139명(12.1%)으로 나타났다. Low인 경우 전체 1,768명 중 Definite (노출확실)이 242명(13.7%), Probable (노출상당)이 731명(41.3%), Possible (노출가능)이 787명(44.5%)으로 나타났으며, 노출강도에 따라 환경노출 판정등급(High-exposed vs. Low-exposed)의 분포는 통계적



**Table 3.** Exposure assessment criteria for humidifier disinfectant exposure classification groups

Exposure assessment criteria	Overall	High-exposed		Low-exposed		Indeterminate	p-value <sup>‡</sup>
		Definite	Probable	Possible	Unlikely		
The time used, daily (hr/day)							
≤10	3033 (100.0)	1542 (50.8)	1053 (34.7)	407 (13.4)	0 (0.0)	31 (1.0)	<.001
>10	1307 (100.0)	162 (12.4)	418 (32.0)	712 (54.4)	1 (0.1)	14 (1.1)	
Unknown	142 (100.0)	21 (14.8)	3 (2.1)	3 (2.1)	2 (1.4)	113 (79.6)	
The time used, at sleep (hr/day)							
≥4	3966 (100.0)	1668 (42.1)	1386 (34.9)	873 (22.0)	0 (0.0)	39 (1.0)	<.001
<4	237 (100.0)	7 (3.1)	39 (16.5)	186 (78.5)	1 (0.1)	4 (1.7)	
Unknown	279 (100.0)	50 (17.9)	49 (17.6)	63 (22.6)	2 (0.7)	115 (41.2)	
The time used, cumulative (hr)							
High	1748 (100.0)	1095 (62.6)	560 (32.0)	91 (5.2)	0 (0.0)	2 (0.1)	<.001
Low	2036 (100.0)	253 (12.4)	817 (40.1)	964 (47.3)	1 (0.0)	1 (0.0)	
Unknown	698 (100.0)	377 (54.0)	97 (13.9)	67 (9.6)	2 (0.3)	155 (22.2)	
Distance from humidifier to face							
<1 m	3228 (100.0)	1606 (49.8)	1088 (33.7)	457 (14.2)	1 (0.0)	76 (2.4)	<.001
≥1 m	1202 (100.0)	113 (9.4)	382 (31.8)	665 (55.3)	0 (0.0)	42 (3.5)	
Unknown	52 (100.0)	6 (11.5)	4 (7.7)	0 (0)	2 (3.8)	40 (76.9)	
Spray direction							
Toward the face	3157 (100.0)	1569 (49.7)	1077 (34.1)	433 (13.7)	1 (0.1)	77 (2.4)	<.001
Toward the other sides	1266 (100.0)	146 (11.5)	391 (30.9)	683 (53.9)	0 (0.0)	46 (3.6)	
Unknown	59 (100.0)	10 (16.9)	6 (10.2)	6 (10.2)	2 (3.4)	35 (59.3)	
Exposure intensity, indoor concentration <sup>*</sup>							
High	1148 (100.0)	594 (51.7)	405 (35.3)	139 (12.1)	1 (0.1)	9 (0.8)	<.001
Low	1768 (100.0)	242 (13.7)	731 (41.3)	787 (44.5)	0 (0.0)	8 (0.5)	
Unknown	1566 (100.0)	889 (56.8)	338 (21.6)	196 (12.5)	2 (0.1)	141 (9.0)	
Cumulative exposure level <sup>†</sup>							
High	1037 (100.0)	728 (70.2)	295 (28.4)	14 (1.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	<.001
Low	1692 (100.0)	8 (0.5)	805 (47.6)	878 (51.9)	1 (0.1)	0 (0.0)	
Unknown	1753 (100.0)	989 (56.4)	374 (21.3)	230 (13.1)	2 (0.1)	158 (9.0)	

Data in tables are shown as n (%).

\*Exposure intensity was classified 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.

<sup>†</sup>Cumulative exposure level was classified by a cut-point using mean exposure level ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) $\times$ time (hr).

<sup>‡</sup>p-value for difference between high-exposed and low-exposed groups using chi-square test.

으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 이를 통해 노출강도가 High인 경우 환경노출 판정등급이 더 높게 나타날 수 있음을 보여준다. 그러나 노출된 공간의 체적에 대한 정보가 불분명한 경우는 노출강도를 추정할 수 없는 경우가 존재하였다.

누적노출수준이 High인 경우 전체 1,037명 중 Definite (노출확실)이 728명(70.2%), Probable (노출상당)은

295명(28.4%), Possible (노출가능)이 14명(1.4%)으로 나타났다. Low인 경우 전체 1,692명 중 Definite (노출확실)은 8명(0.5%), Probable (노출상당)은 805명(47.6%), Possible (노출가능)이 878명(51.9%)으로 나타났으며, 누적노출수준에 따라 환경노출 판정등급(High-exposed vs Low-exposed)의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 그러나 누적노

**Table 4.** Duration and frequency of usage of humidifier disinfectant in exposure classification groups

Frequency	High-exposed		Low-exposed		Indeterminate	p-value <sup>†</sup>
	Definite	Probable	Possible	Unlikely		
Frequency of use (times/week)	6.57±0.98	6.43±1.27	5.90±1.71	NA*	6.55±1.07	<.001
Frequency of ventilation (times/day)	1.24±1.61	1.28±1.34	1.20±1.24	0.33±0.58	0.77±1.34	0.150
Total month of use (month)	41.60±36.56	27.39±27.61	19.17±17.56	NA	12.76±22.86	<.001
Ventilation time (min)	76.72±277.60	64.29±235.63	70.04±249.41	NA	110.57±363.03	0.825

Data in tables are present as means±SD.

Non-respondents were excluded for each statistical analysis.

\*Data not available.

<sup>†</sup>p-values based on t-test between high-exposed and low-exposed.

출수준의 경우 총 누적사용시간과 노출강도를 이용하여 계산되는 값으로 노출된 공간의 체적에 대한 정보가 불분명하여 노출강도를 평가할 수 없는 피해자의 경우 누적노출수준도 평가할 수 없었다.

#### 4. 환경노출 판정등급별 가습기살균제의 사용특성

Table 4는 환경노출 판정등급별 가습기살균제의 사용특성을 제시하였다.

주 중 가습기살균제 사용빈도의 경우 Definite (노출확실)에서 6.57±0.98회로 사용빈도가 가장 높은 것으로 나타났으며, Probable (노출상당)은 6.43±1.27회, Possible (노출가능)에서는 5.90±1.71회로 나타났다. 환경노출 판정등급별(High-exposed vs Low-exposed) 주 중 사용빈도는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 이를 통해 주중에 사용하는 횟수가 많을수록 환경노출 판정등급이 더 높게 나타날 수 있음을 보여준다.

가습기살균제 총 사용개월수는 Definite (노출확실)에서 41.60±36.56개월로 가장 높은 개월수로 나타났으며, Probable (노출상당)은 27.39±27.61개월, Possible (노출가능)의 경우 19.17±17.56개월로 나타났다. 환경노출 판정등급별(High-exposed vs. Low-exposed) 총 사용개월수는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 이를 통해 총 사용개월수가 길수록 환경노출 판정등급이 더 높게 나타날 수 있음을 보여주며, 장기간 노출 시 가습기살균제로 인한 피해가 더 확실하게 나타날 수 있음을 보여준다.

환기 빈도는 Unlikely (노출없음)를 제외한 판정등급에서 비슷한 빈도수를 나타냈으나 환경노출 판정등급별(High-exposed vs. Low-exposed) 환기 빈도는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p=0.150). 환기 빈

도의 경우 계절 및 사용공간의 특성에 따라 빈도의 차이로 인해 정확한 환기 빈도를 측정할 수 없었다.

환기 시간의 경우 Definite (노출확실)가 76.72±277.60분, Probable (노출상당)이 63.29±235.63분, Possible (노출가능)이 70.04±249.41분으로 나타났으며, 환경노출 판정등급별(High-exposed vs. Low-exposed) 환기 시간은 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p=0.825). 환기 빈도 및 환기 시간의 경우 계절 간의 편차 등으로 가습기살균제로 인한 피해에 미치는 영향을 객관적으로 평가하는데 어려움이 있었다. 따라서, 환기와 관련된 변수들은 환경노출 판정등급에는 고려되지 않았다.

#### 5. 연구의 한계

가습기살균제에 대한 피해자 또는 조사응답자의 기억은 시간이 지남에 따라 정확도가 낮아질 수 있으며, 피해자의 과거 기억에 의존한 면담에 의해 작성되어 기억소실 bias나 사망한 피해자의 경우 가족 중 대리인을 통해 조사되어 대리면담 bias가 있을 수 있다. 그리고 판정등급별 가습기살균제 사용빈도 및 환기 빈도에서 단변수 분석만을 실시하였기 때문에 추후에 보정변수를 추가한 분석이 필요하며, 가습기살균제로 인한 건강피해에 취약할 수 있는 인구집단을 구분하여 추가적인 분석이 진행될 필요가 있다.

### IV. 결 론

4-1차와 4-2차 가습기살균제 피해신청인의 환경노출 판정등급에 따른 피해자 특성, 가습기살균제 제품 및 화학성분별 분포, 노출 평가항목 분포 및 가습기살균제 사용특성에 대해 살펴보았다. 본 연구를

통해 가습기살균제 제품인 ‘옥시썩썩 New 가습기 당번’을 사용하였다고 응답한 전체 피해자 중 Definite (노출확실)이 가장 높은 분포를 보였다. 그리고 가습기살균제 화학성분인 PHMG가 포함된 제품을 사용하였다고 응답한 전체 피해자 중 Definite (노출확실)이 가장 높은 분포를 보였다. 판정평가항목을 기준으로 일일 사용시간은 10시간 이상, 취침시 사용시간이 4시간 이상, 총 누적사용시간의 경우 평균 이상, 가습기와 사람의 호흡기 간의 거리는 1 m 미만, 가습기 분무방향이 호흡기 정방향, 실내공기 중 농도인 노출강도와 누적노출수준이 평균 이상인 경우 환경노출 판정등급을 Definite (노출확실)과 Probable (노출상당)로 받을 가능성이 높게 나타났다. 본 연구를 통해 가습기살균제의 환경노출 판정에 사용되어 온 각 평가항목이 가습기살균제의 개인 노출 수준을 효과적으로 추정하고 있다는 것을 확인하였다. 그러나, 가습기살균제로 인한 건강피해가 경미한 경우 시간이 지남에 따라 건강피해가 회복될 수 있으며, 조사용답자의 기억도 부정확해질 수 있으므로 환경노출조사가 신속하게 이루어질 수 있도록 전문가들의 적극적인 참여와 관심이 필요하다. 그리고 가습기살균제 사용으로 인한 건강피해는 폐질환을 포함하여, 알레르기성 비염, 눈질환 등 다양한 건강상의 악영향을 끼칠 수 있기 때문에\* 가습기살균제 노출과 다른 질환과의 연관성에 대한 연구도 필요할 것이다.

## References

1. Hwang JH. Humidifier Design Study that does not Require Germicide-Mainly with a structure and design. *Journal of Digital Design*, 2013; 13(4): 569-578.
2. Ha MN, Lee SY, Hwang SS, Park YS, Sheen SS,

Cheong HK et al. Evaluation report on the causal association between humidifier disinfectants and lung injury. 2016; 38: e2016037

3. Committee for lung injury investigation of Center for Disease Control of Ministry of Health and Welfare. White Paper of the humidifier disinfectant health damage issue. 2014.
4. Korea Environmental Industry & Technology Institute. Comprehensive portal for humidifier disinfectant damage support: Statistics [2019. 07. 19.]
5. Park DU, Friesen MC, Roh HS, Choi YY, Ahn JJ, Lim HK, et al. Estimating retrospective exposure of household humidifier disinfectants. *Indoor air*. 2015; 25(6): 631-640.
6. Park DU, Ryu SH, Lim HK, Kim SK, Roh HS, Cha WS. Estimation of Humidifier Disinfectant Amounts Inhaled into the Respiratory System. *J Environ Health Sci*. 2016; 42(3): 141-146.
7. Choi YH, Ryu HS, Yoon JG, Lee SA, 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.
8. Ryu HS, Jo EK, Choi YH, Lee SA, Yoon JG, 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.
9. Leem JH, Lee JH. Humidifier disinfectant-associated specific diseases should be called together as “humidifier disinfectant syndrome”. *Environ Health Toxicol*. 2017; 32: e2017017

## <저자정보>

이슬아(대학원생), 윤정교(연구원), 옥정원(연구원), 조은경(연구원), 류현수(연구원), 양원호(교수), 최윤형(교수)