

가습기 살균제 폐 손상 피해자의 살균제 노출 특성 - 태아와 임산부 노출을 중심으로 -

박동욱*[†]·류승훈*·임흥규**·김선경***·안종주**·노현석****·최예용**·

차원석*·이은****·홍상범*****·도경현*****·조재림*****·

배문주*****·신동천*****·백도명***·홍수중*****

*한국방송통신대학교 환경보건학과, **환경보건시민센터, ***서울대학교 보건대학원,
****타이니 랩스, *****인제대학교 해운대백병원 소아청소년과,
*****울산대학교 서울아산병원 소아청소년과, 내과, 영상의학과 & 서울아산병원 환경보건센터,
*****가천대학교 길병원, *****연세대학교 보건대학원

Characteristics of Exposure to Humidifier Disinfectant by Lung Injury Patients

Dong-Uk Park*[†], Seung-Hun Ryu*, Heung-Kyu Lim**, Sun-Kyung Kim***, Jongju Ahn**,
Hyun-Suk Roh****, Ye-Yong Choi**, Won-Seok Cha*, Eun Lee*****, Sang-Bum Hong*****,
Kyung-Hyun Do*****, Jae-lim Cho*****, Mun-Joo Bae*****, Dong-Chun Shin*****,
Domyung Paek***, and Soo-Jong Hong*****

*Department of Environmental Health, Korea National Open University

**Asian Citizen's Center for Environment and Health

***School of Public Health, Seoul National University

****Tiny Labs

*****Inje University Haeundae Paik Hospital

*****Asan Medical Center, Univ. of Ulsan College of Medicine & Environmental Health Center

*****Gachon University Gil Medical Center

*****Graduate School of Public Health, Yonsei University

ABSTRACT

In South Korea, many cases of humidifier disinfectant-associated lung injury (HDLI) have been reported among people who used humidifier products containing humidifier disinfectant (HD). The objective of this study is to characterize exposure to HD among a total of 221 HDLI patients who used HD. Information and data on the HDs used were collected through a structured questionnaire and home environmental investigations. The conditions of these 221 HDLI patients were clinically confirmed to be caused by the use of HD. Children aged under 5 years old made up the highest proportion of HDLI cases (n=125, 56.6%), followed by pregnant women (n=35, 15.8%). Forty-three percent (n=95) of the victims died. There were three cases of fetuses and 35 pregnant women among the victims. The number of HDLI patients who used only the Oxy Saksak brand of HD was found to be 85 (38.5%), followed by the HD brands Cefu (n=24, 10.9%), Lottemart Wiselect (n=9, 4.1%) and Aekyung (n=3). Patients who exclusively used HD brands containing polyhexamethylene guanidine phosphate (PHMG) (n=13, 55.7%) as an active ingredient made up the largest share, followed by those who exclusively

[†]Corresponding author: Department of Environmental Health, Korea National Open University, Seoul, 03087, Korea, Tel: +82-2-3668-4707, Fax: +82-2-741-4701, E-mail: pdw545@gmail.com

Received: 24 May 2016, Revised: 10 June 2016, Accepted: 13 June 2016

used HD containing only oligo(2-(2-ethoxy) ethoxyethyl guanidinium (PGH) (n=24, 10.9%) and by those who only used a mixture of chloromethylisothiazolinone (CMIT) and methylisothiazolinone (MIT) (n=3, 1.4%). HD products containing PHMG were found to be the most commonly used among the confirmed HDLI patients. Three exposed fetuses who never used HD after birth developed lung injuries, indicating a probability of exposure to HD during gestation. All HDLI patients responded that they used HD while sleeping and for longer than 10 hours per day. In conclusion, the development of HDLI was clinically found to be associated with the use of several HD products containing PHMG, PGH and CMIT/MIT.

Keywords: CMIT, humidifier disinfectant (HD), humidifier disinfectant-associated lung injury (HDLI), MIT, PGH, PHMG

I. 서 론

2013년부터 2015년까지 두 차례에 걸쳐서 조사된 가습기 살균제 폐 손상자는 221명으로 이들은 다시 회복하기 어려운 폐 손상을 입었고 이 중 95명이 사망했으며 8명은 폐 이식 수술을 받았다.^{1,2)} “가습기 살균제 연관 폐손상(humidifier disinfectant-associated lung, injury, 이하 폐손상이라 함)” 사례는 1, 2차 가습기 살균제와 폐 질환의 인과관계 규명 조사(이하 조사라 함)에서 가습기 살균제 노출과 연관이 확실한 그룹(definite)과 살균제 노출이 상당한 그룹(probable)으로 1차 172명, 2차 49명이었다. 이 폐 손상자들은 전형적인 증례들로써 임상적으로 구분해 낼 수 있는 특이한 폐 손상만 해당된다. 폐 손상 피해자는 태아, 임산부, 태어난 지 며칠 되지 않은 아이, 유아, 성인까지 모두 포함되어 있다. 아직 명확하게 밝혀지지 않은 다른 호흡기 질환(비염, 천식 등), 기저 질환의 악화, 폐 손상 외 다른 장기 침범 질환 가능성 등의 피해자는 포함되지 않은 숫자이다. 한편 환경보건시민센터가 주장하는 가습기 살균제 피해자 수는 2016년 4월 기준 1,289명이고 사망자는 239명이다.³⁾ 현재 3차 피해 신고자가 752명이며, 향후 추가 조사에서 더 많은 건강 피해자가 나올 것으로 예측하고 있다.

건강영향을 초래한 원인이 되는 노출에 영향을 주는 변수는 폐 손상자가 사용한 가습기 살균제 제품(이하 제품이라 함), 제품에 들어있는 살균제 성분(이하 살균제라 함), 살균제 함량, 사용기간, 사용량 등 매우 다양하다.⁴⁾ 살균제 노출로 인한 다양한 건강영향 규명, 건강영향을 초래한 살균제 노출 특성 평가와 살균제 노출과 건강영향의 연관성 분석 등은 모두 매우 어려운 과제로써 향후 풀어 나

가야 한다.

본 연구에서는 두 차례에 걸친 조사에서 살균제 폐 손상자로 판정된 221명을 대상으로 살균제 사용 및 노출특성을 분석했다. 이러한 결과는 향후 가습기 살균제의 노출로 인한 건강영향을 규명하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

II. 연구 방법

1차(2013년 7월~2013년 11월)¹⁾와 2차(2014년 7월~2015년 4월) 폐 손상 원인규명 조사²⁾에 참여한 총 530명의 신고자 중 폐 손상자 221명에 대한 가습기 살균제 사용 및 노출특성을 중점으로 분석했다. 본 연구에서 분석한 주요 내용은 아래와 같다.

가습기 살균제 사용 여부는 영수증, 쓰다 남은 살균제 통이나 용기, 사진 등으로 판단했다. 직접적인 물적 증거가 없을 경우 인터뷰 내용의 일관성 및 신뢰성으로 조사자가 사용 여부를 판단했다. 가습기 살균제를 사용한 것으로 판단한 경우는 계속해서 가습기 살균제 사용 및 노출 특성을 조사했다. 폐 손상자 모두는 가습기 살균제를 사용한 것으로 평가했다. 만약 가습기 살균제를 사용하지 않은 것으로 판단한 경우는 노출평가를 중단하였다.

폐 손상자가 사용한 가습기 살균제 주요 노출 정보는 (1) 사용제품과 사용비율, (2) 사용기간, (3) 하루 평균 가습기 살균제 사용 시간, (4) 잠잘 때 가습기 사용 여부, (5) 하루 평균 잠잘 때 가습기 사용시간 등 이었다. 사용한 살균제 제품의 이름을 조사 대상 신고자에게 물었고 만약 사용한 제품을 기억하지 못할 경우 사진을 보여주며 사용제품을 지칭하게 했다. 2개 제품 이상을 사용한 경우 전체 사용기간에 따른 대략적인 제품별 사용 비율로 물

었다. 사용기간은 총 사용기간(누적 월), 월 평균 사용한 주(week), 일주일간 평균 사용 일 수, 일일 평균 사용한 시간 등으로 조사했다. 자세한 가습기 살균제 노출평가 전략 및 설문 내용은 Park *et al.* (2015)이 보고하였다.⁵⁾ 태아 사례(3건)는 임산부의 가습기 살균제 사용 특성을 적용한 것이다. 본 연구의 조사 대상, 조사 방법 등 연구윤리와 관련하여 1차 조사는 서울대 연구윤리위원회(42-2013-07-01), 2차 조사는 서울아산병원 연구윤리위원회(2014-0840)에서 심의를 받았다.

III. 연구 결과

1. 폐 손상자의 일반적 특성

폐 손상자(221명)를 성별, 나이, 거주 환경 등 일반적 특성 별로 구분하였다(Table 1). 폐 손상자 중 5세 이하는 125명(56.6%), 임산부는 35명(15.8%)으로 폐 손상자의 대부분을 차지하였다. 임산부 14명은 피해 가족 수가 2명 이상이었다. 221명의 폐 손상자 중 사망은 95명(43.0%)이었고, 사망자 중 5세 이하 어린이가 63명(66.3%), 임산부는 18명(18.9%)으로 대부분을 차지했다. 그 외 사망자(14명)는 9세와 13세 사이 2명과 26세 이상의 성인이었다. 폐 이식을 한 폐 손상자는 총 10명이었다. 폐 이식한 폐 손상자 중 6명이 임산부였고, 이 중 2명이 폐 이식을 하였지만 사망하였다. 폐 이식한 폐 손상자 중 1명은 피해 당시 5세였다(Fig. 1). 2명 이상 가습기 살균제 피해를 입은 가구 수는 총 47가구(2명 38가구, 3명 9가구)였다.

폐 손상자 대부분(214명, 96.8%)의 거주 지역 주변에서 유해물질을 유의미하게 발생시키는 공장은 거의 없었다. 일부 소각장(n=3), 비료공장(n=1), 변전소(n=1) 등이 있었지만 건강영향을 미친 것으로 판단할 수 있는 위험요인은 없었다.

폐 손상자는 수도권인 서울(n=41, 18.6%), 인천(n=38, 17.2%) 및 경기도(n=75, 33.9%)가 많았고, 제주도를 제외한 전국에 분포했다(Fig. 2). 폐 손상이 처음 발생한 시기별 폐 손상자 수를 분석하였다. 피해 발생 시기는 2002년부터 2014년까지였다. 2006년에서 2007년까지 그리고 2009년부터 2011년에 많은 가습기 폐 손상자가 발생하였다. 특히 2011년에는 가장 많은 폐 손상자(92명, 41.6%)가

Table 1. Demographic characteristics for humidifier disinfectant-associated lung injury (HDLI)

구분	폐 손상자 수	비율, %	사망자 수	비율, %	폐 이식자 수
성별					
남성	96	43.4	38	40.0	2
여성	125	56.6	57	60.0	6
임산부*	35	15.8	18	31.6	4
피해 때 나이					
≤ 1	30	13.6	15	15.8	
2 - 3	71	32.1	39	41.1	
4 - 5	24	10.9	9	9.5	1
6 - 8	4	1.8			
9 - 13	4	1.8	2	2.1	
26 - 65	86	38.9	30	31.6	7
66 - 70	2	0.9			
가족 당 피해 사례					
1명 118가구	-		57	60.0	4
2명 38가구	-		30	31.6	2
3명 9가구	-		8	8.4	2
거주 지역 1 km 내 공장 유무					
없음	214	96.8	92	96.8	8
있음	7	3.2	3	3.2	
흡연여부					
피운 적 없거나 해당 없음	210	95.0	92	96.8	7
과거 피움	10	4.5	2	2.1	1
현재 피움	1	0.5	1	1.1	

*전체 폐 손상 피해자 수 중 임산부 수와 비율

집중해서 발생했다. 7세 미만 아이들의 폐 손상 발생 경향도 비슷하였다(Fig. 3). 폐 손상으로 인한 사망자의 연도별 분포도 동일한 경향을 보였다(Fig. 4). 2010년과 2011년에 임산부 사망자(18명) 중 12명(67%), 7세 미만 아이는 25명(40%)이었다.

2. 가습기 살균제 제품 사용 증거

영수증을 보관한 폐 손상자는 52.0%(115명)였고, 사망자 중 50명(52.6%)이 가습기 살균제 구매 영수증을 보관하고 있었다(Table 2). 조사자가 가정을 방문하여 가습기 살균제 사용 환경을 조사하고 피해자 또는 가족을 인터뷰하였을 때 대부분(219명, 99.1%) 일관된 진술을 하여 가습기 살균제 사용을

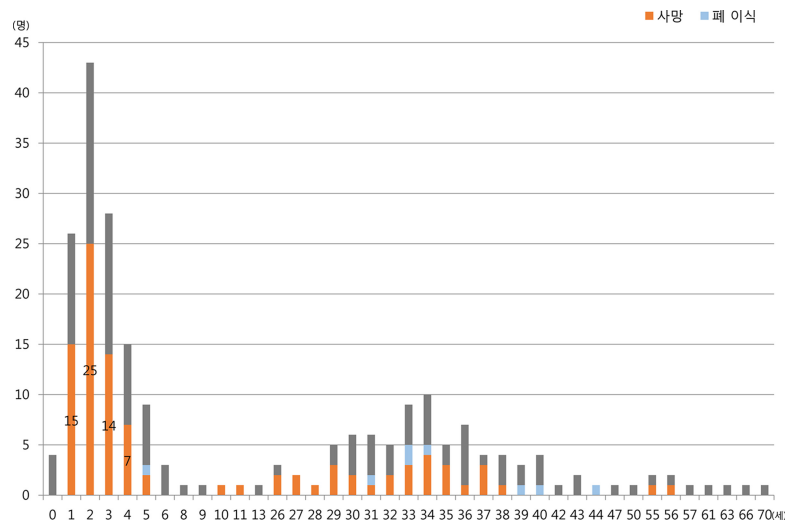


Fig. 1. Distribution of humidifier disinfectant-associated lung injury(HDLI) and death among HDLI victims by year.

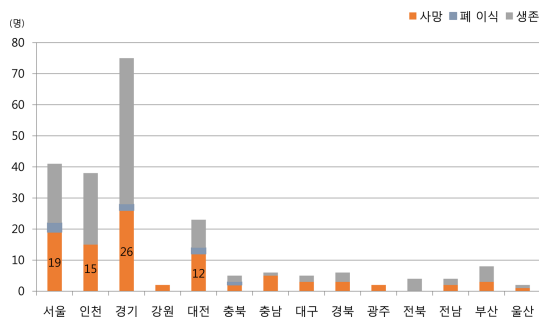


Fig. 2. Distribution of humidifier disinfectant-associated lung injury (HDLI) and death among HDLI victims by the area.

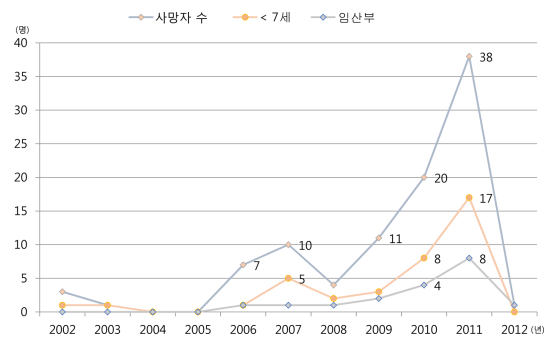


Fig. 4. Distribution of humidifier disinfectant-associated lung injury (HDLI) and children aged under 7 years old and pregnant women among HDLI victims who died by year.

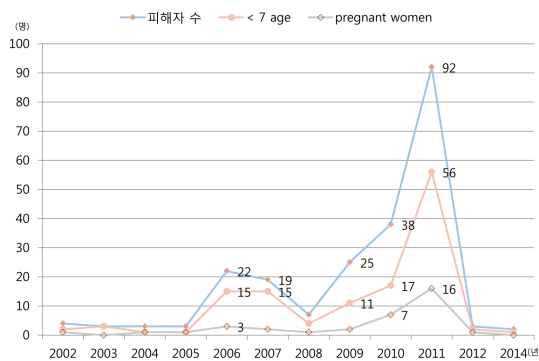


Fig. 3. Distribution of humidifier disinfectant-associated lung injury (HDLI) and children aged under 7 years old and pregnant women among HDLI victims by year.

확인하였다. 유아 및 어린이는 부모 등 대리인이 진술하였다.

3. 가습기 살균제 제품별 폐 손상자 구분

가습기 살균제 제품에 넣은 살균제 주요 성분과 농도는 2011년 질병관리본부의 결과 보고서에서 인용한 것이다(Table 3).⁶⁾ 가습기 살균제 제품별로 폐 손상자를 분류하였다(Table 4). 폐 손상자가 최소한 가지(50%) 이상 사용한 살균제 제품은 총 7가지로 “옥시 짹짹 New 가습기 당번”, “롯데마트 와이즐렉 가습기 살균제”, “홈플러스 가습기 청정제”, “베지터블 홈 가습기 클린업”, “세퓨 가습기 살균

Table 2. Evidence to demonstrate the use of humidifier disinfectant

확인 내용	폐 손상자 수	비율, %	사망자 수	비율, %
영수증				
있음	115	52.0	50	52.6
없음	106	48.0	45	47.4
사용하고 남은 살균제 통이나 흔적				
있음	100	45.2	46	48.4
없음	121	54.8	49	51.6
살균제 사용 증명 사진				
있음	4	1.8	1	1.1
없음	217	98.2	94	98.9
일관된 진술				
있음	219	99.1	95	100.0
없음	2	0.9	-	-

제”, “애경 가습기 메이트”, “이마트 이플러스 가습기 살균제”였다. “옥시 싹싹 New 가습기 당번”만을 사용했다고 응답한 폐 손상자는 85명(38.5%)으로 가장 많았다. 두 개 이상의 제품을 사용한 폐 손상자 중 “옥시 싹싹 New 가습기 당번”을 50% 이상 사용한 인원(70명, 31.7%)까지 합하면 전체의 70.1%로 나타났다. 사망자 중 대부분(67명, 70.5%)이 “옥시 싹싹 New 가습기 당번”을 50% 이상 사용한 폐 손상자였다.

“세퓨 가습기 살균제” 제품만을 사용한 폐 손상자는 24명(10.9%), “롯데마트 와이즐렉 가습기 살균제” 제품은 9명(4.1%), “애경 가습기 메이트”와 “홈플러스 가습기 청정제”는 각각 3명, 2명의 분포를 나타냈다. 폐 손상자 중 123명이 한 가지 제품만 사용하였고, 두 종류 이상의 제품을 사용한 폐 손상자는 98명(44.3%)이었다.

가습기 살균제 제품별로 폐 손상 발생 년도를 비교하였다(Table 5). 가장 특징적인 점은 세퓨 가습기 살균제 제품만을 사용한 폐 손상자 24명 중 23명이 2011년(1명은 2010년)에 폐 손상을 입었다고 응답하였다. 옥시 싹싹 New 가습기 당번 사용 폐 손상자도 2011년에 가장 많았다(n=50, 33%). 전반적으로 2009년부터 2011년 그리고 2006년과 2007년에 가습기 폐 손상 피해 사례가 집중적으로 발생하였다(Fig. 3). 2011년 11월 PHMG와 PGH가

Table 3. Disinfectant concentration in humidifier disinfectant products as quantified by the Korea Center for Diseases Control and Prevention (KCDC, 2011)

제품 이름	주요 살균제 성분	시료 수	농도, µg/ml
옥시 싹싹 New 가습기 당번	PHMG	3	1,260 ~ 1,290
	DDAC	3	검출되지 않음
롯데마트 와이즐렉 가습기 살균제	PHMG	3	1,270 ~ 1,330
	DDAC	3	검출되지 않음
홈플러스 가습기 청정제	PHMG		분석결과 없음
베지터블 홈 가습기 클린업	PHMG	3	6,730 ~ 7,040
세퓨 가습기 살균제	PGH	8	1,710 ~ 5,130
	DDAC	7	15 ~ 16 µg/L
아토오가닉 가습기 살균제	PGH	3	290 ~ 310
	DDAC	3	검출되지 않음
애경 가습기 메이트	CMIT	3	110 ~ 130
	MIT	3	30 ~ 40
	DDAC	3	6.6 ~ 16.1 µg/L

PHMG, polyhexamethylene guanidine phosphate; DDAC, dicyldimethylammonium chloride; PGH, oligo(2-(2-ethoxy)ethoxyethyl guanidinium; CMIT, chloromethylisothiazolinone; MIT, methylisothiazolinone

들어있는 총 6개 가습기 살균제 제품이 강제 수거된 후 2012년에도 2명(1세 쌍둥이)이 폐 손상을 입었다. 이들은 애경 가습기 메이트를 총 3개월 동안 사용했고 하루 평균 4시간 정도 노출된 것으로 조사되었다.

4. 가습기 살균제 성분 별 폐 손상자 구분

주요 살균제 성분 별로 폐 손상자를 구분하였다(Table 6). PHMG만 들어있는 제품을 사용한 폐 손상자가 가장 많았다(123명, 55.7%). PHMG가 들어있는 제품을 50% 이상 사용한 폐 손상자까지 포함하면 폐 손상자수는 189명으로 폐 손상자의 대부분(85.5%)을 차지한다. 사망자도 대부분(79명, 83.2%)이 PHMG가 들어있는 제품을 50% 이상 사용했다. PGH가 들어있는 제품을 50% 이상 사용한 폐 손상자는 26명(11.8%)이었다. CMIT/MIT가 들어있는 제품만 사용한 폐 손상자는 3명으로 질병 발생 당시 나이는 2명이 1세 미만이었고 나머지 1명은 29세였다. 29세 성인(남성)은 사망하였다. 모두 “애경 가습

Table 4. Classification of humidifier disinfectant-associated lung injury (HDLI) based on the type of humidifier disinfectant brand used

가습기살균제 사용 제품	폐 손상자 수	비율, %	사망자 수	사망률, %	폐 이식자 수
최소 한 제품이 50% 이상					
옥시 싹싹만 사용	85	38.5	39	41.1	2
옥시 싹싹 50% 이상 사용	66	29.9	26	27.4	3
세퓨 가습기 살균제만 사용	24	10.9	13	13.7	
세퓨 가습기 살균제 제품 50% 이상 사용	2	0.9	1	1.1	
롯데마트 와이즐렉만 사용	9	4.1	5	5.3	2
롯데마트 와이즐렉 50% 이상 사용	16	7.2	4	4.2	
애경 가습기 메이트만 사용	3	1.4	1	1.1	
애경 가습기 메이트 50% 이상 사용	3	1.4	1	1.1	
홈플러스 가습기 청정제만 사용	2	0.9	2	2.1	
홈플러스 가습기 청정제 50% 이상 사용	3	1.4			1
베지터블 홈 가습기 클린업 50% 이상 사용	1	0.5			
옥시 싹싹과 롯데마트 와이즐렉 둘 다 50% 사용	2	0.9	2	2.1	
옥시 싹싹과 홈플러스 둘 다 50% 사용	1	0.5			
옥시 싹싹과 이마트 둘 다 50% 사용	1	0.5			
롯데마트 와이즐렉과 홈플러스 둘 다 50% 사용	1	0.5	1	1.1	
최대 한 제품이 50% 미만					
옥시 싹싹과 롯데마트 와이즐렉 둘 다 40% 사용	1	0.5			
애경 가습기 메이트 40% 이상 사용	1	0.5			
가습기 살균제 사용한 제품 수					
1	123	55.7	60	63.2	4
2	63	28.5	24	25.3	3
3	30	13.6	8	8.4	1
4	5	2.3	3	3.2	

기 메이트” 제품을 사용했다고 응답했다. CMIT/MIT가 들어있는 제품만 사용한 폐 손상자는 2차 조사에 신청한 3명이었고, 50% 이상 사용한 폐 손상자(3명)까지 포함하면 6명이다. CMIT/MIT가 들어 있는 제품을 50% 이상 사용한 폐 손상자들이 사용한 다른 제품 성분은 모두 PHMG (2명; 옥시 싹싹 40%, 1명; 옥시 싹싹 10%와 롯데마트 와이즐렉 10% 사용)였다.

5. 가습기 살균제 사용 특성

1) 사용기간

가습기 살균제 누적 사용 기간(월)과 1일 평균 사용 시간 별로 폐 손상자를 구분하였다(Table 7). 폐 손상자들이 사용했던 기간은 2개월부터 89개월(7년 5개월)까지 다양하였고, 6개월 미만 사용한 폐 손상

자가 45.2%(100명)로 가장 많았다. 148명(67.0%)은 사용한 지 1년 이내에 폐 손상을 입었다. 겨울철 가습기를 집중 사용하면서 급성 폐 손상 피해가 발생한 것으로 보인다. 폐 손상자 대부분(185명, 83.7%)이 하루 평균 10시간 이상 사용한 것으로 응답하였다. 하루 종일 사용한 폐 손상자도 32명(14.5%)이나 된다. 사망자 95명 중 93명이 하루 평균 8시간 이상 사용했고, 이 중 15명은 24시간 지속적으로 사용하였다.

2) 잠잘 때 사용 특성

폐 손상자 대부분이 잠잘 때 가습기 살균제를 사용했다고 응답했다. 잠잘 때 평균 사용시간은 7.4시간이었고, 최소 1.5시간부터 13시간까지 다양했다. 사망자 95명 모두 잠잘 때 가습기를 사용한 것으로 응답하였다.

Table 5. Distribution of humidifier disinfectant-associated lung injury (HDLI) by year and humidifier disinfectant brand used

피해 년도	옥시 싹싹만 사용	옥시 싹싹 50% 이상 사용	세퓨 가습기 살균제만 사용	세퓨 가습기 50% 이상 사용	롯데 마트 와이즐렉 만 사용	롯데 마트 와이즐렉 50% 이상 사용	애경 가습기 메이트만 사용	애경 가습기 메이트 50% 이상 사용	홈플러스 가습기 청정제만 사용	홈플러스 가습기 청정제 50% 이상 사용	계
2002	2	2									4
2003	2	1									3
2004	2	1									3
2005	1	2									3
2006	6	13					1				20
2007	5	13						1			19
2008	3	3						1			7
2009	6	8			1	6		1			22
2010	19	9	1		3	3			2		37
2011	36	14	23	2	5	7				3	90
2012	1						2				3
2014	2										2
Total	85	66	24	2	9	16	3	3	2	3	213*

* 표에 없는 8명은 다른 제품 사용 비율 폐 손상자임

Table 6. The distribution of humidifier disinfectant-associated lung injury (HDLI) by type of humidifier disinfectant

살균제 성분 구분	폐 손상자 수	비율, %	사망자 수	비율, %	폐 이식자 수
PHMG가 들어있는 제품만 사용	123	55.7	56	58.9	6
PHMG가 들어있는 제품 50% 이상 사용	66	29.9	23	24.2	2
PGH가 들어있는 제품만 사용	24	10.9	13	13.7	
PGH가 들어있는 제품 50% 이상 사용	2	0.9	1	1.1	
CMIT/MIT가 들어있는 제품만 사용	3	1.4	1	1.1	
CMIT/MIT가 들어있는 제품 50% 이상 사용	3	1.4	1	1.1	

PHMG, polyhexamethylene guanidine phosphate; PGH, oligo(2-(2-ethoxy)ethoxyethyl guanidinium; CMIT, chloromethylisothiazolinone; MIT, methylisothiazolinone

3) 하루 평균 주입량(mL)

하루 평균 가습기 살균제 주입량은 16.2 mL(보통 제품 병 뚜껑으로 한 컵 반 정도)였고, 가장 많이 주입한 양은 400 mL였다(표에 제시하지 않음). 가장 많은 양의 살균제를 주입한(400 mL) 폐 손상자는 사망하였다.

6. 태아 및 임산부 가습기 살균제 노출 특성

3명의 태아(여)는 태어나서 살균제 노출이 없었는데 폐 손상이 발견되었다. 태아의 엄마가 임신 중 가습기 살균제를 사용한 기간은 3개월, 5개월, 7개월이었고, 2~3개 제품을 사용하였는데 그 중 “옥시 싹싹 New 가습기 당번”을 50%, 80%, 90% 정도 사용했다고 응답했다. 나머지는 CMIT/MIT가 들어있는 제품을 사용했다. 하루 24시간, 13시간, 10시간 정도 사용한 것으로 응답했다. 태반을 통한 가습기 살균제 노출 가능성을 나타낸 결과이다. 태아는 모든 사례에서 가구 당 가족이 2명 이상 폐 손상 피해를 입었다(Table 8). 임산부 34명에 대한 가습기 살균제 사용 특성을 정리하였다(Table 9). 임산부 폐 손상자가 사용했던 제품(50% 이상)은 4개(“옥시 싹싹 New 가습기 당번”, “롯데마트 와이즐렉 가습기 살균제”, “세퓨 가습기 살균제”, “홈플러스 가습기 청정제”)였다. 폐 손상자 대부분이 “옥시 싹싹

싹싹 New 가습기 당번”을 50%, 80%, 90% 정도 사용했다고 응답했다. 나머지는 CMIT/MIT가 들어있는 제품을 사용했다. 하루 24시간, 13시간, 10시간 정도 사용한 것으로 응답했다. 태반을 통한 가습기 살균제 노출 가능성을 나타낸 결과이다. 태아는 모든 사례에서 가구 당 가족이 2명 이상 폐 손상 피해를 입었다(Table 8). 임산부 34명에 대한 가습기 살균제 사용 특성을 정리하였다(Table 9). 임산부 폐 손상자가 사용했던 제품(50% 이상)은 4개(“옥시 싹싹 New 가습기 당번”, “롯데마트 와이즐렉 가습기 살균제”, “세퓨 가습기 살균제”, “홈플러스 가습기 청정제”)였다. 폐 손상자 대부분이 “옥시 싹싹

Table 7. Characteristics for the use of humidifier disinfectant in humidifier disinfectant-associated lung injury (HDLI)

구분	폐 손상자 수	비율, %	사망자 수	비율, %	폐 이식자 수
총 누적사용기간, 개월					
≤ 6	100	45.2	45	47.4	5
< 6 - ≤ 12	48	21.7	25	26.3	
< 12 - ≤ 24	43	19.5	14	14.7	2
> 24	30	13.6	11	11.6	1
하루 평균 사용시간					
24	32	14.5	15	15.8	1
23	2	0.9	1	1.1	
22	1	0.5	1	1.1	
21	2	0.9	2	2.1	
18	3	1.4			
17	2	0.9			1
16	2	0.9	1	1.1	
15	5	2.3	2	2.1	
14	9	4.1	4	4.2	
13	30	13.6	12	12.6	1
12	32	14.5	14	14.7	1
11	34	15.4	17	17.9	2
10	31	14.0	9	9.5	2
9	15	6.8	10	10.5	
8	13	5.9	5	5.3	
7	4	1.8	2	2.1	
5	2	0.9			
4	2	0.9			
잠 잘 때 사용 여부					
Yes	220	99.5	95	100.0	8
No	1	0.5			
잠잘 때 가습기와 거리, m					
≤ 0.5	20	9.0	10	10.5	1
< 0.5 - ≤ 1	61	27.6	29	30.5	1
< 1 - ≤ 2	92	41.6	40	42.1	4
> 2	48	21.7	16	16.8	2

New 가습기 당번”을 사용한 것으로 응답했다(79.4%). PHMG가 들어있는 제품을 사용한 폐 손상자가 88.2%(30명)로 가장 많았다. 18명의 임신부 사망자도 비슷한 경향을 나타냈다.

IV. 고 찰

본 연구는 가습기 살균제 피해자의 설문지 응답과 가정을 방문하여 조사한 살균제 사용 특성을 분석하였다. 과학적으로 설계된 설문과 환경보건전문가의 현장조사를 통해 얻은 결과를 바탕으로 일반화할 수 있는 폐 손상자의 살균제 노출 특성을 정리하였다.

첫째, 가습기 살균제 폐 손상이 2011년(92명, 42%)과 2010년(38명, 17%)에 대부분 일어났다. 이 시기 동안 경기에서 75명 중 44명(59%), 서울에서 41명 중 25명(61%), 인천에서 38명 중 22명(58%) 그리고 대전에서 23명 중 13명(57%)이 폐 손상 피해를 입었다. 2010년과 2011년에 폐 손상이 집단적으로 발생한 원인에 대한 추정이 필요하다. 기상청 자료에 따르면 2010년과 2011년 겨울 평균 온도는 영하 1.47°C와 영하 2.73°C로 2005년 영하 2.77°C, 2012년 영하 2.97°C를 제외하고 다른 해에 비해 평균 2~3°C 정도 낮았다. 추운 날씨 때문에 실내 온도를 높이고 건조한 공기 때문에 가습기를 평소보다 많이 사용했을 가능성이 있다. 2009년 세류 가습기 살균제 시판도 영향이 있는 것으로 보인다. 2011년 세류 가습기 살균제 사용자의 폐 손상자가 23명이었기 때문이다(Table 5). 또 다른 원인으로 추정할 수 있는 것은 이 기간 동안 가습기 살균제의 판매량이 증가했을 가능성과 가습기 살균제 제품 간 경쟁으로 서서히 제품 내 살균제 함량을 증가시켰을 가능성이 있다. 참고로 가습기 살균제 제품이 2000년 이전에는 1994년 유공 가습기 메이트, 1997년 애경 가습기 메이트, 1998년 옥시 싹싹 가습기 당면만 있었으나, 2000년 이후에는 엔위드(2003년), 홈플러스 가습기 청정제(2004년), 롯데마트 와이즐렉 가습기 살균제(2006년), 베지터블 홈 가습기 클린업(2007년), 세류 가습기 살균제(2008년), 아토오가닉 가습기 살균제, 아토 세이프 가습기 청정제(2009년) 등 가습기³⁾ 살균제 제품이 계속 늘어난 것과 관련이 있을 수도 있다. 2010년과 2011년에 폐 손상자의 59%가 집중 발생한 원인을 규명할 수 있는 제품별 판매량과 과거 제품 내 살균제 농도 등을 조사해야 한다. 다음으로 폐 손상자가 많이 발생한 시기는 2006년(22명, 10%)과 2007년(19명, 9%)이다. 이 무렵 Jeon *et al.*(2008)이 2006년 3월과 6월초에 유행한 급성 간질성 폐질환 15명 중 7명이 사망한 사례를 대한 소아 학술지

Table 8. Characteristics of exposure to humidifier disinfectant by fetuses (n=3)

사례(나이)	가습기 살균제 사용 기간	사용한 가습기 제품과 비율	가족 피해 사례
A##, 생존	임신기간 5개월, 하루 13시간, 잠잘 때 사용	평균 옥시 싹싹 90% + 이마트 이플러스 10%	엄마는 신청했으나 연관성 낮은 것으로 판정(possible), 형제 2명 폐 손상자 판정(1명 사망, 1명 생존): 가족 피해 총 3명(태아 포함)
B##, 생존	임신기간 3개월, 하루 10시간 잠잘 때 사용	평균 옥시 싹싹 80% + 애경 홈클리닉 20%	엄마(생존), 형제 1명(사망): 가족 피해 총 3명(태아 포함)
C##, 생존	임신기간 7개월, 매일 24시간 사용	옥시 싹싹 50% + 홈플러스 30% + 다이소 산도깨비 20%	엄마(사망, definite), 아빠 신청했으나 연관성 없는 것으로 판정: 가족 피해 총 2명(태아 포함)

Table 9. Characteristics of exposure to humidifier disinfectant by pregnant women (n=35)

가습기 살균제 노출 특성	폐 손상자 수		비율, 사망자 비율, 수 %	
	수	%	수	%
총 누적사용기간, 개월				
≤ 6	11	31.4	4	22.2
< 6 - ≤ 12	8	22.9	5	27.8
< 12 - ≤ 24	10	28.6	6	33.3
> 24	6	17.1	3	16.7
평균 하루 사용시간				
24	6	17.1	4	22.2
10 - 18	23	65.7	11	61.1
7 - 9	6	17.1	3	16.7
가습기 살균제 제품 구분				
옥시 싹싹만 사용	17	48.6	11	61.1
옥시 싹싹 50% 이상 사용	11	31.4	3	16.7
세퓨 가습기 살균제만 사용	3	8.6	2	11.1
세퓨 가습기 살균제 50% 이상 사용	1	2.9	1	5.6
롯데마트 와이즐렉만 사용	1	2.9	1	5.6
롯데마트 와이즐렉 50% 이상 사용	1	2.9		
홈플러스 가습기 청정제 50% 이상 사용	1	2.9		
살균제 성분 구분				
PHMG가 들어있는 제품만 사용	19	54.3	12	66.7
PHMG가 들어있는 제품 50% 이상 사용	12	34.3	3	16.7
PGH가 들어있는 제품만 사용	3	8.6	2	11.1
PGH가 들어있는 제품 50% 이상 사용	1	2.9	1	5.6

PHMG, polyhexamethylene guanidine phosphate; PGH, oligo(2-(2-ethoxy)ethoxyethyl guanidinium

에 발표했다.⁷⁾ 2006년 폐 손상자 20명이 사용한 제품은 50% 이상 옥시 싹싹 New 가습기 당번을 사용한 19명과 애경 가습기 메이트를 사용한 1명이 있었다(Table 5). 이 때 국가가 병원에서 유행한 급성 폐 질환의 양상과 원인을 알아 보고 대책을 수립했다면 가습기 살균제 사용으로 인한 위험을 막을 수 있었을 것으로 판단된다. 특정한 기간 동안 비슷한 질환이 집단으로 발생하고 사망(2006년 7명, 2007년 10명, 2010년 20명, 2011년 38명)한 경향을 국가의 공중 보건 망 어느 곳에서도 감시하지 못한 것이다.

둘째, 폐 손상자의 대부분(194명, 87.8%)이 PHMG가 들어간 제품을 최소 한 개 이상 사용한 것으로 나타났다. 이 중 “옥시 싹싹 New 가습기 당번”을 사용한 폐 손상자가 가장 많았다. 현재는 살균제 성분 간 독성을 절대적으로 비교할 수 없다. 가습기 살균제는 미생물을 죽이는 살균력을 가져야 하기 때문에 독성이 있는 것은 분명하다. “옥시 싹싹 New 가습기 당번”을 사용한 사람에게서 가장 많은 폐 손상자가 발견된 것은 사용한 사람이 많았기 때문이다. 일반적으로 유해인자의 건강영향은 유해인자가 갖고 있는 독성과 노출의 조합으로 결정된다. 살균제의 독성과 노출수준이 폐 손상 등 건강영향 발생의 수준을 결정한다. 살균제의 사용 정도는 노출에 해당하는 부분이다. 가습기는 늦은 가을, 겨울 그리고 이른 봄철까지 약 5-6개월 동안 매일 사용하는 것이 일반적이다. 이러한 가습기 사용특성을 고려한다면 가습기에 어떠한 화학물질이라도 넣어서는 안 된다. 화학물질로 인한 건강위험이 관리될 수 없기 때문이다. 독성이 낮은 물질이라도 매일 반복적으로 몇 개월 동안 호흡기에 직접 노출되면 위험이 초래될 가능성이 매우 높기 때문이다. 미국 환경청은 1991년 가습기 자체의 호흡기 질환 위험을 경고하면서 가습

기 물은 수돗물이 아닌 증류수를 사용하게 하고 또 화학물질 등은 가습기를 행굴 때만 사용하라고 권고하였다.⁸⁾ 우리나라만이 가습기에 유독한 살균제가 들어간 것은 가습기용으로 개발된 살균 제품이 있었기 때문이다. 따라서 이를 사용한 많은 사람들에게서 집단적으로 폐 손상이 발생하였다.^{9,12)}

셋째, 2011년 이후 폐 손상을 입은 사람이 총 2명이었다. 이들은 동물실험에서 폐 손상이 발견되지 않았다는 이유로 2011년 사용금지 제품에서 제외된 애경 가습기 메이트를 사용하였다. 2011년에 가습기 피해가 급증했을 때 동물실험에서 폐 손상 결과와 상관없이 가습기 살균제 제품 자체에서 광범위하게 피해가 발견되었는데도 여러 제품 중에서 단지 PHMG와 PGH가 들어있는 일부 제품만 사용을 금지했던 정부 조치가 부분적으로 실패하였음을 나타내주는 결과였다. 2011년 이후 애경 가습기 메이트를 사용해서 폐 손상 등 건강피해를 입은 피해자는 늘어날 것으로 예상된다. 2011년 이후 폐 손상을 포함한 가습기 살균제 피해자별로 사용한 가습기 살균제 종류, 구매 시기, 사용기간, 건강영향 등을 조사할 필요가 있다.

넷째, PGH가 들어있는 “세퓨 가습기 살균제”를 사용한 사람들에게서 가장 높은 폐 손상률과 사망률을 나타냈다. 1, 2차 가습기 살균제 피해 신고자 530명 중 세퓨 가습기 살균제 제품만을 사용한 신고자는 33명이었고, 이 중 24명이 폐 손상자였고 발생률은 72.7%였다. PHMG성분만 들어있는 제품을 사용한 신고자(303명) 중 폐 손상자는 123명으로 발생률은 40.6%였다. 사망률도 PGH가 들어 있는 제품만을 사용한 신고자 중에서 54.2%였고 PHMG는 45.5%였다. PGH가 들어 있는 제품을 사용한 사람이 높은 폐 손상 발생률과 사망률을 나타냈다(자료는 표에 제시하지 않음). “세퓨 가습기 살균제”는 가장 높은 위험을 나타낸 제품이었다. 이것은 PGH 자체의 독성이 높은 것인지 아니면 제품의 높은 농도 때문인지 알 수 없으나 그 이유가 밝혀져야 한다. 특히 제품에서 들어 있는 평균 농도가 4,486 µg/ml로 다른 제품들에 비해 서너 배 높다(Table 3). 제품에서 살균제 농도가 높다면 공기 중 농도와 호흡기로 흡수된 양은 당연히 높다.

다섯째, CMIT와 MIT가 들어있는 제품을 사용한 폐 손상자는 3명으로 PHMG와 PGH에 비해 적다.

모두 2차 조사에서 발견되었고 “애경 가습기 살균제” 제품을 사용했다고 응답했다. 이 제품만을 쓴 신고자(36명)가 다른 제품에 비해 적었고 제품에 들어 있는 살균제 함량은 다른 제품에 비해서 훨씬 낮아 상대적으로 폐 손상자(3명)가 적은 것으로 보인다(Table 3). 폐 손상자 3명 중 1명은 29세로 총 11개월 사용하고 사망했다. 다른 2명은 만 1세였고 사용기간은 3개월에 불과했다. 전체 221명 중 15명의 폐 손상자가 5~30% 정도 “애경 가습기 메이트”를 사용했다고 응답했다. Park *et al.* (2016)이 추정된 CMIT와 MIT의 호흡기 흡수량은 하루 평균 27 µg이었다.¹³⁾ 여기서 몇 가지 가설이 가능하다. CMIT/MIT는 살균력이(독성이) 큰 물질일 가능성이 있다. 적은 양으로도 충분한 살균력을 나타냈다면 의외로 독성이 높은 물질일 수도 있다. 살균력이 떨어지면 제품으로서 가치가 없기 때문이다. 반대로 다른 살균제에 비해 상대적으로 독성이 낮고 낮은 살균력을 가진 제품일 가능성도 있다. CMIT/MIT의 주요 건강영향은 피부 감작, 피부 화상, 피부염 등이다.¹⁴⁻¹⁵⁾ 이 성분들에 대한 독성 기전, 표적 조직, 다른 성분과의 상가 및 혼합 작용 등에 대한 연구가 필요하다.¹⁶⁾

여섯째, 총 47가구에서 2명 또는 3명의 가족 폐 손상자가 발생했다. 14가구에서 임산부를 포함한 가족 피해가 발생했다. Park *et al.* (2015)이 1차 조사 전에 한국환경보건학회와 환경보건시민센터가 공동으로 조사한 결과 17가구에서 2명 이상 가족이 폐 손상 등 호흡기 질환에 걸린 것을 보고한 바 있다.⁴⁾

일곱째, 거의 모든 폐 손상자가 잠잘 때 가습기 살균제를 사용했고 하루 평균 10시간 이상 가습기를 사용했기 때문에 매일 장시간 동안 살균제에 노출된 것이다(Table 7). 특히, 겨울철 환기가 거의 없는 방에서 매우 높은 살균제 농도에 직접 노출된 것으로 추정된다. Park *et al.*(2016)이 하루 20 mL 살균제 사용, 하루 10시간 사용, 방 크기(37.5 m³), 시간 당 환기 1회를 가정하여 추정된 제품별 공기 중 농도의 범위는 PHMG가 68~369 µg/m³, PGH가 16 µg/m³과 239 µg/m³ 그리고 CMIT/MIT의 혼합물은 10 µg/m³ 이하였다. 또 5세 미만 유아들의 호흡기 내로 1일 흡수된 양(µg)을 PHMG가 227~1,225 µg, PGH는 53 µg과 794 µg으로 추정하였다.¹³⁾ 폐 손상자 조사 인터뷰 내용에 의하면 초기 감기 또는 다른 호흡기 질환으로 병원에 가면 가습기의 사용을

권고받고 아이, 환자를 가습기에 더 가까이 두게 했다는 응답이 많았다. 가습기 살균제 사용으로 가역적인 건강영향이 발생했을 때 더 깨끗한 환경을 만들기 위해서 살균제를 평소보다 더 집중적으로 사용한 사례도 많다. 건강이 나빠지면 평소보다 더 많은 살균제를 넣고 더 자주 가습기를 사용하게 되어 비가역적인 폐 손상 또는 치명적인 상황이 일어난 것이다. 독성이 낮은 살균제라도 몇 개월 동안 매일 반복해서 사용하면 치명적인 건강영향이 발생할 가능성이 매우 높다. 더욱이 화학물질 등 외부 유해인자에 대한 방어력이 떨어지는 유아, 환자, 임산부 등에게는 더욱 치명적인 위험이 일어날 가능성이 높다. 13세 미만 폐 손상자 133명(60.2%)과 임산부 35명(15.8%)을 합하면 76.0%가 된다. 사망자의 대부분(85.3%)이 5세 미만(63명)과 임산부(18명)에게서 발생했다.

여덟째, 폐 손상자 일부가 낮은 비율로 사용했고 피해사실이 아직 보고되지 않은 여러 가습기 살균제 제품들에 대한 위험을 평가해야 한다. 다이소가 판매한 “산도깨비 가습기 퍼니셔”의 성분은 CMIT/MIT가 들어있는 것으로 알려져 있지만 농도는 보고된 바 없다. 2명의 폐 손상자가 다른 제품과 함께 이 제품을 30% 사용한 것으로 응답했다. PHMG, PGH, CMIT/MIT와 함께 들어간 낮은 농도의 Didecyldimethylammonium chloride(DDAC, CAS No. 7173-51-5)가 폐 손상에 미치는 건강영향도 밝혀지지 않은 부분이다. DDAC는 애경 가습기 메이트(6~16 µg/L)와 세퓨 가습기 살균제(15~16 µg/L)에 낮은 농도로 들어 있다. DDAC도 박테리아와 곰팡이 등의 제거에 쓰이는 광범위한 살균력을 지닌 바이오사이드(biocide)이고 주요 건강영향은 점막과 피부 자극, 눈 손상, 폐 손상을 줄 수 있는 잠재력이 있는 것으로 보고된 바 있다.¹⁷⁾

발포정인 엔위드(N-with)는 Sodium Dichloro-S-Triazinetrine(CAS No. 2893-78-9)를 주요성분으로 하는 제품으로 폐 손상자 2명이 다른 제품과 함께 5% 정도 사용했다고 응답했다. 폐 손상 피해 사례가 보고되지 않았지만 모든 가습기 살균제 제품 파악과 건강영향 여부를 평가하는 것이 필요하다. 무엇보다 모든 형태의 가습기 살균제 제품의 판매를 금지하는 것이 바람직하다.

마지막으로 폐 손상 피해자 중 45%(100명)가 가

습기 살균제를 사용한 처음 6개월 내에 피해를 입은 것으로 추정된다(Table 7). 겨울철 4~5개월 동안 가습기 살균제를 매일 평균 10시간 이상 사용해서 나타난 급성 폐 손상이었다. 호흡기 불편 사항이 있으면 평소보다 더 많은 살균제를 집중 사용하고 가습기를 더 가까운 데서 사용한 경우가 많았던 것으로 조사되었다.

가습기 살균제 사건에서 해결해야 할 과제가 많다. 잠재적 피해자를 찾고 유사한 사고를 예방하기 위한 화학물질이 들어간 생활용품 등의 관리대책을 마련해야 한다. 가장 시급한 것은 폐 손상 이외 호흡기 및 다른 장기에서 피해 질환의 범위를 결정하고 살균제 사용(노출)과의 연관을 판정하는 기준을 개발하는 것이다. 가습기 살균제 노출평가 측면에서도 한계점이 있을 것으로 예상된다. 가습기 살균제 사용 여부 및 사용 정도는 피해 신고자의 응답에 전적으로 의존했기 때문이다. 가습기 살균제 사용 여부에 대한 평가와 사용 제품, 사용 정도를 신뢰성 있게 평가하는 전략을 세워야 하며, 나아가 질환 발생에 작용한 기전 규명을 통하여 노출 평가뿐만 아니라 폐 손상의 진단을 위한 바이오마커(biomarker) 개발 연구까지 진행해 나가야 한다.

V. 결 론

1, 2차 가습기 살균제와 폐 질환의 인과 관계 규명 조사에서 폐 손상자로 판정된 221명을 대상으로 이들이 사용한 가습기 살균제 사용 및 노출특성을 분석했다. 주요 결과는 다음과 같다.

1. 폐 손상 피해자 중 5세 이하는 125명(56.6%), 임산부는 35명(15.8%)으로 피해자의 대부분을 차지했다. 폐 손상자 221명 중 사망자는 95명(43.0%)이었고, 이 중 5세 이하 어린이가 63명(66%), 임산부는 18명(19%)으로 대부분을 차지했다. 폐 이식당한 피해자는 총 10명이었으며, 6명이 임산부였다. 폐 이식한 폐 손상자 중 1명은 피해 당시 5세였다.

2. 가족당 2명의 폐 손상자가 발생한 가구 수는 38이었고(임산부 포함 14가구) 3명의 폐 손상자가 발생한 가구 수는 9였다.

3. 가장 많은 폐 손상 피해자(85명, 38.5%)가 “옥시 싹싹 New 가습기 당번”만을 사용했다고 응답했다. 50% 이상 “옥시 싹싹 New 가습기 당번”을 사

용한 폐 손상자(70명, 31.7%)까지 합하면 전체의 70.1%로 나타났다. 사망자 중 대부분(67명, 70.5%)도 이 제품을 사용했다고 응답했다. “세퓨 가습기 살균제” 제품만을 사용한 폐 손상자는 24명(10.9%), 롯데마트 와이즐렉 가습기 살균제 제품은 9명(4.1%), 애경 가습기 메이트와 홈플러스 가습기 청정제 각각 3명, 2명의 분포를 나타냈다.

4. PHMG만 들어있는 제품을 사용한 폐 손상 피해자가 가장 많았다(123명, 55.7%). PHMG가 들어있는 제품을 50% 이상 사용한 폐 손상자까지 포함하면 피해자수는 189명으로 피해자의 대부분(85.5%)을 차지한다. 사망자도 대부분(79명, 83.2%)이 PHMG가 들어있는 제품을 50% 이상 사용하였다. 50% 이상 PGH를 사용한 폐 손상자는 26명(11.8%)이었다. CMIT/MIT가 들어있는 “애경 가습기 메이트” 제품만 사용한 폐 손상자는 3명이었다.

5. 3명의 태아(여)에서 폐 손상이 발견되었다. 임신부가 사용한 가습기 살균제를 사용한 기간은 3개월, 5개월, 7개월이었다. 사용한 제품은 “옥시 짹짹 New 가습기 당면”을 50%, 80%, 90% 정도 사용했다고 응답했다. 나머지는 CMIT/MIT가 들어있는 제품을 사용했다.

6. 가습기 살균제 폐 손상이 2010년(38명, 17.2%)과 2011년(92명, 41.6%)에 대부분 발생했다. 이 시기에 경기에서 75명 중 44명(58.7%), 서울에서 41명 중 25명(61.0%), 인천 38명 중 22명(57.9%) 그리고 대전 23명 중 13명(56.5%)이 폐 손상 피해를 입었다. 폐 손상으로 인한 사망자 분포도 비슷한 경향을 나타냈다. 세퓨 가습기 살균제 사용자의 폐 손상자 24명 중 23명이 2011년에 집단으로 폐 손상을 입었다. 2명(1세 쌍둥이)은 2011년 보건복지부의 강제 수거 제품에서 포함되지 않았던 애경 가습기 메이트(CMIT/MIT)를 사용해서 폐 손상을 입었다. 2012년부터 CMIT/MIT 가습기 살균제에 노출되어 건강 피해를 입은 피해자는 늘어날 것으로 예상된다.

감사의 글

This research was supported by the Environmental Health Center for Hazardous Chemical Exposure funded by Ministry of Environment Republic of

Korea.

References

1. Korea Center for Disease Control and Prevention (KCDC). 1st Study on the relationship between the use of humidifier disinfectant and lung injury; 2014. p.6-9.
2. Korea Environmental Protection Agency. 2nd Study on the relationship between the use of humidifier disinfectant and lung injury. 1st ed. 2015.
3. Asian Citizen's Center for Environment and Health, Report on the diaster by the use of humidifier disinfectant; 2016.
4. 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): e0124610.
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. KCDC(Korea Center for Disease Control and Prevention). Analytical results of the chemical components of various humidifier disinfectant brands from KCDC's parliamentary inspection. Department of epidemiology research, Korea Center for Disease Control and Prevention; 2011.
7. Jeon CK, Jin HS, Kang EK, Kim HB, Kim BJ, et al. Epidemic acute interstitial pneumonia in children occurred during the early 2000s. *Korean journal of pediatrics*. 2008; 51(4): 383-390.
8. EPA. Use and Care of Home Humidifiers. Indoor Air Facts, No.8. Research and Development; 1991.
9. 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): e64430.
10. Kim KW, Ahn K, Yang HJ, Lee S, Park JD, Kim WK, et al. Humidifier disinfectant-associated children's interstitial lung disease. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2014; 189(1): 48-56.
11. Kim HJ, Lee MS, Hong SB, Huh JW, Do KH, Jang SJ, et al. A cluster of lung injury cases associated with home humidifier use: an epidemiological investigation. *Thorax*. 2014; 69(8): 703-708.
12. Park D, Leem J, Lee K, Lim H, Choi Y, Ahn JJ, et al. Exposure characteristics of familial cases of lung

- injury associated with the use of humidifier disinfectants. *Environmental health : a global access science source*. 2014; 13(1): 70.
13. Park DU, Ryu SH, Lim HK, Kim SK, Roh HS, et al., Estimation of humidifier disinfectant amounts absorbed into the respiratory system. Submission. *Korea Society for Environmental Health*. 2016; 42(3): 141-146.
 14. Ng CK, Tay P. Two case reports of delayed skin burns from methylisothiazolines used in water treatment. *Singapore medical journal*. 1996; 37(6): 577-578.
 15. Primka EJ, 3rd, Taylor JS. Three cases of contact allergy after chemical burns from methylchloroisothiazolinone/methylisothiazolinone: one with concomitant allergy to methylidibromoglutaronitrile/phenoxyethanol. *American journal of contact dermatitis : official journal of the American Contact Dermatitis Society*. 1997; 8(1): 43-46.
 16. European Chemicals Agency(ECHA). Comments and Response to Comments on CLH: Proposal and Justification. Available: http://echa.europa.eu/documents/10162/13626/clh_comment_cmit_en.pdf [accessed 22 May 2016].
 17. Institute for Occupational Safety and Health(IFA), GESTIS Substance Database. Available: [http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates\\$fn=default.htm\\$vid=gestiseng:sdbeng\\$3.0](http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates$fn=default.htm$vid=gestiseng:sdbeng$3.0) [accessed 22 May 2016].