

연도별 가습기 살균제 피해자 분포 고찰 - 폐 손상 중심 -

박동욱[†] · 류승훈* · 노현석**
한국방송통신대학교 환경보건학과
*서울대학교 보건대학원 환경보건학과
**타이니랩스

Distribution of Health Problems Associated with Humidifier Disinfectant by Year

Dong-Uk Park[†], Seung-Hun Ryu*, and Hyun-Suk Roh**

Department of Environmental Health, Korea National Open University

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

**Tiny Labs

ABSTRACT

Objectives: Studies are needed to examine the characteristics of health effects reported by people who used humidifier disinfectant (HD), including the distribution of victims.

Methods: We analyzed the distribution of health effects including lung injury that were asserted by a total of 699 individuals who registered with the first through third national programs to determine health effects associated with the use of HD.

Results: We found that HD-associated lung injury (HDLI) occurred every year from 2002 through 2011, and in 2011 for 37.2% (n=96) of the total of 258 clinically evaluated HDLI victims. More than half of the victims responded that they were victimized between 2010 and 2011. This was consistent among all classifications by sex, age, HD brand and HD chemical ingredient.

Conclusion: This study assumed that the major reason for the outbreak of the health effect between 2010 and 2011 could be the variations in concentrations and physical properties related to polyhexamethylene guanidine (PHMG). Further studies are necessary to examine if some factors related to the chemical disinfectants contained in HD brands may have caused the massive outbreak of health effects including HDLI.

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

I. 서 론

가습기 살균제 사용 때문에 피해를 입었다고 신고한 사람(이하 피해 신고자라 함)은 2016년 12월 28

일 기준으로 5,331명(1차 조사: 361명, 2차 조사: 169명, 3차 조사: 752명, 4차 접수 중: 4,049명)이었으며, 사망자 수는 1,105명이다. 피해 신고자 중 임상 검사와 환경노출 조사를 마친 699명에서 가습기 살

[†]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: 15 November 2016, Revised: 18 December 2016, Accepted: 19 December 2016

균제와 연관이 있다고 판정된 폐 손상자는 258명으로 약 37%나 된다. 추가적인 피해조사를 통해 폐 손상자의 규모는 더욱 늘어날 것이다. 폐 손상을 입은 피해자가 사용한 주요 가습기 살균제 제품(이하 제품이라 함)에 든 살균제 성분(이하 성분이라 함)은 PHMG 인산염(polyhexamethylene guanidine phosphate, CAS No. 89697-78-9), PHMG 염산염(polyhexamethylene guanidine hydrochloride, CAS No. 57028-96-3), PGH(oligo(2-(2-ethoxy) ethoxyethyl guanidium chloride, CAS No. 374572-91-5), 그리고 CMIT(chloromethylisothiazolinone, CAS No. 26172-55-4)와 MIT(methylisothiazolinone, CAS No. 2682-20-4) 혼합물 등이다.¹⁾ 그러나 각 제품에 들어 있었던 성분, 농도, 물리·화학적 특성 등에 대한 정보가 자세히 보고된 자료는 없다.

최근 박동욱 등은 1, 2차 가습기 살균제 폐 손상 조사 결과에서 폐 손상자로 판명된 221명 중 약 60%에 해당되는 인원의 피해시기가 2010년과 2011년에 집중된 이유로 가습기 살균제 성분의 농도 차이를 추정할 바 있다.²⁾ 본 연구에서는 3차 1회 피해 신고자 현황까지 종합해서 폐 손상을 포함한 피해의 연도별 발생 특성을 제품의 사용 및 노출특성에 따라 분석했다. 이 연구결과는 가습기 살균제 참사의 근본적 원인을 구체적으로 밝히는 데 도움이 될 것으로 판단된다.

II. 연구 방법

가습기 살균제 폐 손상 원인 규명 3차 1회 조사까지 판정된 699명의 건강 피해 시기(연도)를 인구학적 특성과 제품 사용 특성별로 분석했다. 본 연구에서 분석한 주요 특성은 피해 신고자가 응답한 자료로써 아래와 같다.

- 피해 신고자의 성별과 피해 당시 나이
- 피해 신고자가 처음으로 건강 피해 증상이나 영향을 진단받은 시기(연도)
- 피해 신고자가 사용한 가습기 살균제 제품
- 피해 신고자가 사용한 제품에 들어 있는 성분
- 피해 신고자가 제품을 구매한 연도
- 피해 신고자가 제품을 사용한 기간 등

피해 신고자의 가습기 살균제 제품 사용 및 노출에 대한 환경 노출 조사 방법은 문헌에 보고되었

고,^{2,3)} 그 결과를 본 연구에서 활용하였다. 폐 손상을 포함한 건강 피해 시기는 피해 신고자의 응답에 따라 정했다. 본 연구의 조사 대상과 방법 등 연구 윤리와 관련된 내용은 서울대 연구윤리위원회(1차 조사 IRB No: 42-2013-07-01)와 서울아산병원 연구윤리위원회(2차 조사 IRB No: 2014-0840, 3차 조사 IRB No: 2015-1163)에서 심의를 받았다.

III. 연구 결과

가습기 살균제 피해를 입은 신고자가 피해 질환을 진단받거나 알게 된 시기를 연도별(Table 1), 성별(Table 2), 연령별(Table 3), 성분별(Table 4), 제품별(Table 5), 폐 손상 판정 단계별(Table 6)로 분류했다. 제품 사용으로 건강 피해가 일어났다고 응답한 시기를 보면, 1993년과 1998년이 각각 1건이었으며, 2000년부터 2015년까지는 매해 피해가 일어났다. 폐 손

Table 1. Distribution of the disease reported by registered patients by round and year victimized, n(%)

Year victimized	1st round	2nd round	3rd round	Total
1993	-	-	1 (0.6)	1 (0.1)
1998	-	-	1 (0.6)	1 (0.1)
2000	3 (0.8)	-	2 (1.2)	5 (0.7)
2001	-	3 (1.8)	5 (3.0)	8 (1.1)
2002	4 (1.1)	3 (1.8)	5 (3.0)	12 (1.7)
2003	8 (2.2)	2 (1.2)	7 (4.1)	17 (2.4)
2004	4 (1.1)	5 (3.0)	6 (3.6)	15 (2.1)
2005	12 (3.3)	3 (1.8)	16 (9.5)	31 (4.4)
2006	20 (5.5)	22 (13.0)	18 (10.7)	60 (8.6)
2007	25 (6.9)	12 (7.1)	13 (7.7)	50 (7.2)
2008	24 (6.6)	11 (6.5)	12 (7.1)	47 (6.7)
2009	34 (9.4)	18 (10.7)	16 (9.5)	68 (9.7)
2010	72 (19.9)	36 (21.3)	29 (17.2)	137 (19.6)
2011	146 (40.4)	37 (21.9)	28 (16.6)	211 (30.2)
2012	5 (1.4)	5 (3.0)	1 (0.6)	11 (1.6)
2013	2 (0.6)	2 (1.2)	2 (1.2)	6 (0.9)
2014	-	8 (4.7)	-	8 (1.1)
2015	-	-	2 (1.2)	2 (0.3)
No information	2 (0.6)	2 (1.2)	5 (3.0)	9 (1.3)
Total	361 (100.0)	169 (100.0)	169 (100.0)	699 (100.0)

Table 2. Distribution of the disease reported by registered patients by gender and year victimized, n(%)

Year victimized	Male	Female	Total
1993	1 (0.3)	-	1 (0.1)
1998	-	1 (0.3)	1 (0.1)
2000	3 (0.9)	2 (0.6)	5 (0.7)
2001	4 (1.2)	4 (1.1)	8 (1.1)
2002	5 (1.5)	7 (1.9)	12 (1.7)
2003	9 (2.6)	8 (2.2)	17 (2.4)
2004	8 (2.4)	7 (1.9)	15 (2.1)
2005	14 (4.1)	17 (4.7)	31 (4.4)
2006	29 (8.5)	31 (8.6)	60 (8.6)
2007	23 (6.8)	27 (7.5)	50 (7.2)
2008	22 (6.5)	25 (7.0)	47 (6.7)
2009	32 (9.4)	36 (10.0)	68 (9.7)
2010	63 (18.5)	74 (20.6)	137 (19.6)
2011	106 (31.2)	105 (29.2)	211 (30.2)
2012	5 (1.5)	6 (1.7)	11 (1.6)
2013	2 (0.6)	4 (1.1)	6 (0.9)
2014	7 (2.1)	1 (0.3)	8 (1.1)
2015	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.3)
No information	6 (1.8)	3 (0.8)	9 (1.3)
Total	340 (100.0)	359 (100.0)	699 (100.0)

상 피해는 2002년부터 2014년까지 매해 발생했고, 다른 연도에 비해 2010년(44명)과 2011년(96명)에 많이 일어났다(Table 4). 1차 조사에서는 피해 신고자 361명 중 146명(40.4%)이 2011년에 피해를 입었다고 응답했다(Table 1). 7세 미만 유아, 학생, 임산부, 성인, 노인 등 연령별로 구분해도 동일한 피해 분포 경향을 나타냈다(Table 3). 피해 신고자 중 사망자(191명)가 발생한 시기도 2011년에 58명(30.4%), 2010년에 40명(20.9%)으로, 51.3%(98명)의 사망자가 이 시기에 발생했다(표로 나타내지 않음). 폐 손상 판정에서 제품으로 인한 폐 손상이 확실(definite)하거나, 상당(probable)한 것으로 판정된 2개 그룹도 2011년에 가장 많이 발생한 것으로 나타났다. 특히 확실하다고 판정을 받은 폐 손상자(171명)의 44.4%(76명)가 2011년에 발생했다(Table 6). 모든 분류에서(Table 1~Table 6) 2010년과 2011년에 가장 많은 수의 피해 신고자와 폐 손상자가 분포하는 것을 확인했다.

피해 신고자와 폐 손상자 발생 수를 피해 발생 연도별, 제품 구입 연도별 각각 그래프로 나타냈다(Fig.

Table 3. Distribution of the disease reported by registered patients by age and year victimized, n(%)

Year victimized	≤ 3	4~6	7~8	9~18	19~65	> 65	Total
1993	-	-	-	-	1 (0.4)	-	1 (0.1)
1998	-	-	-	-	1 (0.4)	-	1 (0.1)
2000	3 (1.1)	-	-	-	2 (0.7)	-	5 (0.7)
2001	3 (1.1)	-	-	-	4 (1.4)	1 (2.0)	8 (1.1)
2002	8 (2.8)	1 (1.6)	-	-	3 (1.1)	-	12 (1.7)
2003	8 (2.8)	4 (6.6)	-	1 (7.1)	4 (1.4)	-	17 (2.4)
2004	8 (2.8)	-	-	-	5 (1.8)	2 (4.0)	15 (2.1)
2005	14 (4.9)	3 (4.9)	1 (12.5)	-	12 (4.3)	1 (2.0)	31 (4.4)
2006	29 (10.2)	4 (6.6)	1 (12.5)	-	22 (7.8)	4 (8.0)	60 (8.6)
2007	25 (8.8)	9 (14.8)	1 (12.5)	2 (14.3)	11 (3.9)	2 (4.0)	50 (7.2)
2008	21 (7.4)	2 (3.3)	1 (12.5)	3 (21.4)	15 (5.3)	5 (10.0)	47 (6.7)
2009	24 (8.5)	5 (8.2)	2 (25.0)	4 (28.6)	30 (10.6)	3 (6.0)	68 (9.7)
2010	49 (17.3)	11 (18.0)	1 (12.5)	3 (21.4)	66 (23.4)	7 (14.0)	137 (19.6)
2011	80 (28.2)	20 (32.8)	-	1 (7.1)	93 (33.0)	17 (34.0)	211 (30.2)
2012	4 (1.4)	-	-	-	6 (2.1)	1 (2.0)	11 (1.6)
2013	1 (0.4)	-	-	-	2 (0.7)	3 (6.0)	6 (0.9)
2014	-	1 (1.6)	1 (12.5)	-	3 (1.1)	3 (6.0)	8 (1.1)
2015	-	-	-	-	1 (0.4)	1 (2.0)	2 (0.3)
No information	7 (2.5)	1 (1.6)	-	-	1 (0.4)	-	9 (1.3)
Total	284 (100.0)	61 (100.0)	8 (100.0)	14 (100.0)	282 (100.0)	50 (100.0)	699 (100.0)

Table 4. Distribution of the disease reported by registered patients by type of humidifier disinfectant(HD) chemical ingredient and year victimized, n(%)

Year victimized	Classification	PHMG_all	PGH_all	CMIT&MIT_all	N·With_all	Mixed HD use	NI	Total
1993	No. of registered patients	-	-	1 (1.7)	-	-	-	1 (0.1)
	No. of HDLI	-	-	0 (0.0)	-	-	-	0 (0.0)
1998	No. of registered patients	-	-	-	-	-	1 (3.3)	1 (0.1)
	No. of HDLI	-	-	-	-	-	0 (0.0)	0 (0.0)
2000	No. of registered patients	5 (1.3)	-	-	-	-	-	5 (0.7)
	No. of HDLI	0 (0.0)	-	-	-	-	-	0 (0.0)
2001	No. of registered patients	1 (0.3)	1 (2.9)	-	-	5 (2.6)	1 (3.3)	8 (1.1)
	No. of HDLI	0 (0.0)	0 (0.0)	-	-	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
2002	No. of registered patients	8 (2.1)	-	-	-	4 (2.1)	-	12 (1.7)
	No. of HDLI	3 (2.1)	-	-	-	3 (3.6)	-	6 (2.3)
2003	No. of registered patients	13 (3.4)	-	1 (1.7)	-	3 (1.6)	-	17 (2.4)
	No. of HDLI	4 (2.8)	-	0 (0.0)	-	1 (1.2)	-	5 (1.9)
2004	No. of registered patients	8 (2.1)	-	2 (3.4)	-	5 (2.6)	-	15 (2.1)
	No. of HDLI	3 (2.1)	-	0 (0.0)	-	1 (1.2)	-	4 (1.6)
2005	No. of registered patients	15 (3.9)	-	1 (1.7)	-	13 (6.8)	2 (6.7)	31 (4.4)
	No. of HDLI	4 (2.8)	-	0 (0.0)	-	4 (4.8)	0 (0.0)	8 (3.1)
2006	No. of registered patients	34 (8.9)	-	4 (6.9)	-	22 (11.6)	-	60 (8.6)
	No. of HDLI	18 (12.6)	-	2 (40.0)	-	8 (9.5)	-	28 (10.9)
2007	No. of registered patients	16 (4.2)	-	8 (13.8)	-	26 (13.7)	-	50 (7.2)
	No. of HDLI	7 (4.9)	-	1 (20.0)	-	14 (16.7)	-	22 (8.5)
2008	No. of registered patients	25 (6.5)	-	5 (8.6)	-	15 (7.9)	2 (6.7)	47 (6.7)
	No. of HDLI	7 (4.9)	-	0 (0.0)	-	5 (6.0)	0 (0.0)	12 (4.7)
2009	No. of registered patients	38 (9.9)	-	4 (6.9)	-	24 (12.6)	2 (6.7)	68 (9.7)
	No. of HDLI	12 (8.4)	-	0 (0.0)	-	15 (17.9)	0 (0.0)	27 (10.5)
2010	No. of registered patients	84 (22.0)	1 (2.9)	17 (29.3)	1 (25.0)	27 (14.2)	7 (23.3)	137 (19.6)
	No. of HDLI	32 (22.4)	1 (4.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	10 (11.9)	1 (50.0)	44 (17.1)
2011	No. of registered patients	115 (30.1)	33 (94.3)	10 (17.2)	2 (50.0)	42 (22.1)	9 (30.0)	211 (30.2)
	No. of HDLI	49 (34.3)	23 (95.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	23 (27.4)	1 (50.0)	96 (37.2)
2012	No. of registered patients	5 (1.3)	-	3 (5.2)	-	1 (0.5)	2 (6.7)	11 (1.6)
	No. of HDLI	1 (0.7)	-	2 (40.0)	-	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (1.2)
2013	No. of registered patients	3 (0.8)	-	2 (3.4)	1 (25.0)	-	-	6 (0.9)
	No. of HDLI	0 (0.0)	-	0 (0.0)	0 (0.0)	-	-	0 (0.0)
2014	No. of registered patients	7 (1.8)	-	-	-	1 (0.5)	-	8 (1.1)
	No. of HDLI	2 (1.4)	-	-	-	0 (0.0)	-	2 (0.8)
2015	No. of registered patients	1 (0.3)	-	-	-	1 (0.5)	-	2 (0.3)
	No. of HDLI	0 (0.0)	-	-	-	0 (0.0)	-	0 (0.0)
NI	No. of registered patients	4 (1.0)	-	-	-	1 (0.5)	4 (13.3)	9 (1.3)
	No. of HDLI	1 (0.7)	-	-	-	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.4)
Total	No. of registered patients	382 (100.0)	35 (100.0)	58 (100.0)	4 (100.0)	190 (100.0)	30 (100.0)	699 (100.0)
	No. of HDLI	143 (100.0)	24 (100.0)	5 (100.0)	0 (0.0)	84 (100.0)	2 (100.0)	258 (100.0)

PHMG, polyhexamethylene guanidine; PGH, oligo(2-(2-ethoxy) ethoxyethyl guanidium chloride); CMIT, chloromethylisothiazolinone; MIT, methylisothiazolinone; NI, no information, HDLI; Humidifier disinfectant associated lung injury

Table 5. Distribution of the disease reported by registered patients by type of humidifier disinfectant (HD) brand and year victimized, n

Year victimized	Classification	O	C	L	A	H	E	N	V	Y	Mix	NI	Total
1993	No. of registered patients	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
	No. of HDLI	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0
1998	No. of registered patients	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	No. of HDLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
2000	No. of registered patients	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	No. of HDLI	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2001	No. of registered patients	1	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	8
	No. of HDLI	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
2002	No. of registered patients	8	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	12
	No. of HDLI	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	6
2003	No. of registered patients	12	-	-	1	-	-	-	-	-	4	-	17
	No. of HDLI	4	-	-	0	-	-	-	-	-	1	-	5
2004	No. of registered patients	7	-	-	2	-	-	-	-	-	6	-	15
	No. of HDLI	3	-	-	0	-	-	-	-	-	1	-	4
2005	No. of registered patients	13	-	-	1	-	-	-	-	-	15	2	31
	No. of HDLI	4	-	-	0	-	-	-	-	-	4	0	8
2006	No. of registered patients	20	-	-	4	-	-	-	-	-	36	-	60
	No. of HDLI	7	-	-	2	-	-	-	-	-	19	-	28
2007	No. of registered patients	16	-	-	8	-	-	-	-	-	26	-	50
	No. of HDLI	7	-	-	1	-	-	-	-	-	14	-	22
2008	No. of registered patients	21	-	-	1	1	4	-	-	-	18	2	47
	No. of HDLI	6	-	-	0	0	0	-	-	-	6	0	12
2009	No. of registered patients	24	-	1	4	4	-	-	-	-	33	2	68
	No. of HDLI	6	-	1	0	0	-	-	-	-	20	0	27
2010	No. of registered patients	62*	1	7	14	4	3	1	1	-	37	7	137
	No. of HDLI	20	1	3	0	2	0	0	0	-	17	1	44
2011	No. of registered patients	89	33	7	7	1	1	2	1	-	61	9	211
	No. of HDLI	36	23	5	0	0	0	0	0	-	31	1	96
2012	No. of registered patients	3	-	1	3	-	-	-	-	-	2	2	11
	No. of HDLI	1	-	0	2	-	-	-	-	-	0	0	3
2013	No. of registered patients	2	-	-	1	-	-	1	-	-	2	-	6
	No. of HDLI	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	0
2014	No. of registered patients	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	8
	No. of HDLI	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	2
2015	No. of registered patients	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
	No. of HDLI	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0
No information	No. of registered patients	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	9
	No. of HDLI	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1
Total	No. of registered patients	295	34	16	46	10	8	4	2	1	253	30	699
	No. of HDLI	100	24	9	5	2	0	0	0	0	116	2	258

*Including oxy saksak of solid type; HD brands 100% used; O, Oxy saksak; C, Cefu; L, Lottemart wiselect; A, Aekyung home clinic; H, Homeplus; E, E-mart eplus; N, N-with; V, Vegetable home; Y, Yukong enclean; NI, no information; HDLI, humidifier disinfectant-associated lung injury

Table 6. Distribution of the disease reported by registered patients by group clinically evaluated and year victimized, n(%)

Year victimized	Definite*	Probable*	Possible	Unlikely	Others†	Total
1993	-	-	-	1 (0.3)	-	1 (0.1)
1998	-	-	-	1 (0.3)	-	1 (0.1)
2000	-	-	1 (0.9)	4 (1.2)	-	5 (0.7)
2001	-	-	1 (0.9)	7 (2.2)	-	8 (1.1)
2002	4 (2.3)	2 (2.3)	2 (1.8)	4 (1.2)	-	12 (1.7)
2003	3 (1.8)	2 (2.3)	3 (2.7)	9 (2.8)	-	17 (2.4)
2004	3 (1.8)	1 (1.1)	-	10 (3.1)	1 (10.0)	15 (2.1)
2005	3 (1.8)	5 (5.7)	4 (3.6)	17 (5.3)	2 (20.0)	31 (4.4)
2006	15 (8.8)	13 (14.9)	8 (7.3)	24 (7.5)	-	60 (8.6)
2007	14 (8.2)	8 (9.2)	9 (8.2)	18 (5.6)	1 (10.0)	50 (7.2)
2008	7 (4.1)	5 (5.7)	9 (8.2)	26 (8.1)	-	47 (6.7)
2009	18 (10.5)	9 (10.3)	10 (9.1)	30 (9.3)	1 (10.0)	68 (9.7)
2010	25 (14.6)	19 (21.8)	23 (20.9)	68 (21.2)	2 (20.0)	137 (19.6)
2011	76 (44.4)	20 (23.0)	34 (30.9)	79 (24.6)	2 (20.0)	211 (30.2)
2012	3 (1.8)	-	3 (2.7)	5 (1.6)	-	11 (1.6)
2013	-	-	1 (0.9)	5 (1.6)	-	6 (0.9)
2014	-	2 (2.3)	1 (0.9)	5 (1.6)	-	8 (1.1)
2015	-	-	-	2 (0.6)	-	2 (0.3)
No information	-	1 (1.1)	1 (0.9)	6 (1.9)	1 (10.0)	9 (1.3)
Total	171 (100.0)	87 (100.0)	110 (100.0)	321 (100.0)	10 (100.0)	699 (100.0)

* The groups clinically associated with the use of humidifier disinfectant

† Indeterminate (n=6), premature (n=1), fetus death (n=1), evaluation delay (n=2)

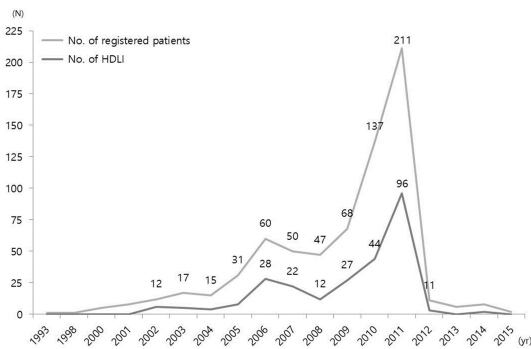


Fig. 1. Number of the registered patients and humidifier disinfectant-associated lung injury(HDLI) by year.

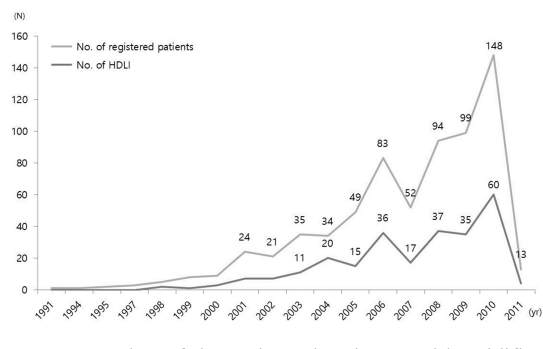


Fig. 2. Number of the registered patients and humidifier disinfectant-associated lung injury(HDLI) by the year purchased.

1 & Fig. 2). 제품 구입이 많았던 시기는 2010년 21% (148명), 2009년 14%(99명), 2008년 13%(94명) 순 이었고, 피해가 많이 발생한 시기는 2011년, 2010년, 2009년 순으로 나타났다.

제품 사용 기간별로 피해 신고자 분포를 보면, 6

개월 이하가 235명(34%), 7개월 이상 1년 이하가 143명(20%)으로, 피해 신고자의 50% 이상이 1년 이내의 사용자인 것으로 나타났다(Table 7). 특히 가장 많은 피해 신고자(211명)가 발생한 2011년의 사용 기간을 보면 6개월 이하가 45%(94명)로 가장

Table 7. Distribution of the disease reported by registered patients by total months used and year victimized (months), n(%)

Year victimized	Classification	≤ 6	7~12	13~24	25~36	> 36	No information	Total
1993	No. of registered patients	-	-	-	-	1 (1.2)	-	1 (0.1)
	No. of HDLI	-	-	-	-	0 (0.0)	-	0 (0.0)
1998	No. of registered patients	-	-	-	-	1 (1.2)	-	1 (0.1)
	No. of HDLI	-	-	-	-	0 (0.0)	-	0 (0.0)
2000	No. of registered patients	2 (0.9)	-	-	-	3 (3.6)	-	5 (0.7)
	No. of HDLI	0 (0.0)	-	-	-	0 (0.0)	-	0 (0.0)
2001	No. of registered patients	2 (0.9)	2 (1.4)	-	1 (1.6)	3 (3.6)	-	8 (1.1)
	No. of HDLI	0 (0.0)	0 (0.0)	-	0 (0.0)	0 (0.0)	-	0 (0.0)
2002	No. of registered patients	5 (2.1)	1 (0.7)	2 (1.3)	-	4 (4.8)	-	12 (1.7)
	No. of HDLI	3 (2.7)	1 (1.9)	0 (0.0)	-	2 (10.0)	-	6 (2.3)
2003	No. of registered patients	3 (1.3)	2 (1.4)	8 (5.1)	1 (1.6)	3 (3.6)	-	17 (2.4)
	No. of HDLI	2 (1.8)	1 (1.9)	2 (3.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	-	5 (1.9)
2004	No. of registered patients	1 (0.4)	5 (3.5)	2 (1.3)	2 (3.3)	5 (6.0)	-	15 (2.1)
	No. of HDLI	0 (0.0)	3 (5.6)	0 (0.0)	1 (7.7)	0 (0.0)	-	4 (1.6)
2005	No. of registered patients	6 (2.6)	4 (2.8)	5 (3.2)	6 (9.8)	10 (11.9)	-	31 (4.4)
	No. of HDLI	3 (2.7)	0 (0.0)	3 (5.1)	0 (0.0)	2 (10.0)	-	8 (3.1)
2006	No. of registered patients	7 (3.0)	14 (9.8)	19 (12.1)	10 (16.4)	10 (11.9)	-	60 (8.6)
	No. of HDLI	6 (5.4)	7 (13.0)	8 (13.6)	2 (15.4)	5 (25.0)	-	28 (10.9)
2007	No. of registered patients	15 (6.4)	11 (7.7)	14 (8.9)	2 (3.3)	8 (9.5)	-	50 (7.2)
	No. of HDLI	8 (7.2)	6 (11.1)	3 (5.1)	1 (7.7)	4 (20.0)	-	22 (8.5)
2008	No. of registered patients	13 (5.5)	9 (6.3)	14 (8.9)	6 (9.8)	4 (4.8)	1 (5.3)	47 (6.7)
	No. of HDLI	4 (3.6)	3 (5.6)	5 (8.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	12 (4.7)
2009	No. of registered patients	22 (9.4)	13 (9.1)	19 (12.1)	8 (13.1)	4 (4.8)	2 (10.5)	68 (9.7)
	No. of HDLI	11 (9.9)	6 (11.1)	8 (13.6)	1 (7.7)	1 (5.0)	0 (0.0)	27 (10.5)
2010	No. of registered patients	58 (24.7)	25 (17.5)	30 (19.1)	8 (13.1)	12 (14.3)	4 (21.1)	137 (19.6)
	No. of HDLI	20 (18.0)	6 (11.1)	9 (15.3)	6 (46.2)	3 (15.0)	0 (0.0)	44 (17.1)
2011	No. of registered patients	94 (40.0)	49 (34.3)	42 (26.8)	10 (16.4)	10 (11.9)	6 (31.6)	211 (30.2)
	No. of HDLI	49 (44.1)	21 (38.9)	21 (35.6)	1 (7.7)	3 (15.0)	1 (100.0)	96 (37.2)
2012	No. of registered patients	4 (1.7)	2 (1.4)	1 (0.6)	1 (1.6)	1 (1.2)	2 (10.5)	11 (1.6)
	No. of HDLI	3 (2.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (1.2)
2013	No. of registered patients	1 (0.4)	-	-	2 (3.3)	3 (3.6)	-	6 (0.9)
	No. of HDLI	0 (0.0)	-	-	0 (0.0)	0 (0.0)	-	0 (0.0)
2014	No. of registered patients	1 (0.4)	2 (1.4)	-	3 (4.9)	2 (2.4)	-	8 (1.1)
	No. of HDLI	1 (0.9)	0 (0.0)	-	1 (7.7)	0 (0.0)	-	2 (0.8)
2015	No. of registered patients	-	1 (0.7)	1 (0.6)	-	-	-	2 (0.3)
	No. of HDLI	-	0 (0.0)	0 (0.0)	-	-	-	0 (0.0)
No information	No. of registered patients	1 (0.4)	3 (2.1)	-	1 (1.6)	-	4 (21.1)	9 (1.3)
	No. of HDLI	1 (0.9)	0 (0.0)	-	0 (0.0)	-	0 (0.0)	1 (0.4)
Total	No. of registered patients	235 (100.0)	143 (100.0)	157 (100.0)	61 (100.0)	84 (100.0)	19 (100.0)	699 (100.0)
	No. of HDLI	111 (100.0)	54 (100.0)	59 (100.0)	13 (100.0)	20 (100.0)	1 (100.0)	258 (100.0)

HDLI, humidifier disinfectant-associated lung injury

많다. 1년 이하로 짧으면 68%(143명)이다. 2011년 폐 손상자의 사용 기간을 보면 1년 이하가 73%(70명)를 차지했다. 이것은 2011년의 피해 신고자, 특히 폐 손상자가 2010년에 대부분 제품을 구입했다는 의미다.

IV. 고 찰

본 연구에서는 가슴기 살균제로 인한 피해 신고자(699명)는 물론 폐 손상자(258명)도 피해 발생 시기가 2010년에서 2011년에 집중된 경향을 발견했다. 특히, 폐 손상자 258명 중 96명(37.2%)이 2011년에 폐 손상을 입었다고 조사되었다. 이 수는 2010년 44명, 2006년(28명), 2009년(27명), 2007년(22명)에 비해서는 2~4배 정도, 다른 해(2002년~2005년 4~8명) 보다는 무려 10~20 배 가량 많은 수치다. 6세 이하 아이들(157명 중 59명)과 임산부(43명 중 17명)의 절반 가까운 인원이 2011년에 폐 손상을 입은 것으로 응답했다. 폐 손상으로 인한 사망자 113명 중 41명도 이 시기에 사망했다. 피해 신고자가 인지하거나 진단받은 다른 건강 피해 시기와 분포도 비슷하다. 피해 신고자의 인구학적 특성, 제품의 특성 등 여러 다른 요인으로 분석해도 비슷한 분포 경향을 보였다.

우연으로 지나치기에는 많은 건강 피해, 폐 손상, 그리고 사망이 2010년과 2011년에 집중된 것으로 나타났다. 본 연구에서는 이 시기에 가슴기 살균제 피해가 집중된 원인을 아래와 같이 추정했다.

첫째, 그 무렵 다른 해보다 더 많은 사람이 가슴기 살균제를 사용했을 가능성이 있다. 그 원인으로 추정할 수 있는 것은 다음과 같다. 먼저, 2011년 폐 손상자의 가슴기 살균제 사용 기간이 대부분 1년 이하임을 고려하면 2010년부터 다른 해에 비해 훨씬 많은 사람이 가슴기 살균제를 사용했을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 그러나 2011년 폐 손상자 36명이 사용했던 “옥시 싹싹 New 가슴기 당번”의 국회 국정 조사에서 보고된 판매량은 2005년(n=599,637)에 최대치를 보인 이후 강제 수거 명령이 떨어진 2011년까지 계속 서서히 줄어든다. 2010년(n=325,533)에는 2001년(n=335,376)과 비슷한 수준이었고, 2011년(n=46,761)에는 가장 낮았기 때문에 이 가능성은 매우 낮다.⁴⁾ 다음으로 2010년과 2011년 겨울이 유난

히 추웠고, 그 무렵 신종 플루(2009년), 구제역(2010년) 등의 발생으로 인해 사회적으로 위생에 대한 관심이 높아져 가슴기 살균제를 다른 연도보다 많이 사용했을 수도 있다. 또 다른 요인으로 추운 날씨 때문에 실내 온도를 높이고, 이로 인해 공기가 건조해져 가슴기를 평소보다 많이 사용했을 가능성이 있다. 기상청 국가기후자료센터 지상기상관측 자료를 이용하여 연도별로 전국 기온을 분석한 결과, 가슴기 살균제가 판매되기 시작한 1994년부터 판매 금지 및 권고가 내려진 2011년까지 전국 겨울철(12~2월) 평균 기온은 영상 0.74°C였다. 그런데 2010년과 2011년의 전국 겨울철 평균 기온은 각각 영하 0.68°C와 영하 0.43°C로 1995년 영하 0.61°C, 2005년 영하 0.15°C를 제외하고 다른 해에 비해 평균 1.5°C 정도 낮았다.⁵⁾ 2009년 세퓨 가슴기 살균제 시판도 영향이 있는 것으로 보인다. 2011년 세퓨 가슴기 살균제 사용자 중 폐 손상자가 23명이었기 때문이다(Table 5). 하지만 현재까지 보고된 자료와 정보에 근거하면 가슴기 살균제 제품 소비가 늘어나거나 사용량이 증가되는 것으로 2011년 집단 폐 손상 발생을 설명하는 것은 한계가 있다. 연도별 가슴기 살균제 피해 경향을 파악하기 위해서는 가슴기 살균제 제품별 판매량 또는 사용량 등의 정확한 정보가 필요하다.

둘째, 가슴기에 들어간 살균제, 특히 PHMG 농도가 높았을 가능성이 있다. 2011년 무렵 가슴기 살균제 제품에 들어 있는 PHMG 농도가 다른 해에 비해 지나치게 높았을 가능성이 있다. 여기서 다시 2가지 가능성을 추정할 수 있다. 먼저, 가슴기 살균제 원료였던 “스카이바이오(Sky Bio)”에 든 PHMG 농도가 다른 해보다 높았을 가능성이 있다.⁶⁾ 이 제품을 원료로 만든 가슴기 살균제 제품인 옥시(151명 중 50명), 롯데마트(25명 중 15명), 홈플러스(5명 중 3명) 제품을 50% 이상 사용한 사람들이 하나같이 2011년에 가장 많은 폐 손상을 입었던 사실에 근거한 의심이다. 2010년 미국에서 사고로 인해 식품에서 셀레늄 농도가 권고량(온스당 200 µg)보다 무려 20여 배(온스당 40,800 µg) 높게 제조되어 201명의 셀레늄 중독 피해자가 발생한 적이 있다.⁷⁾ 이처럼 모든 제품 생산에서 의도하지 않는 화학물질 제조 사고가 발생할 수 있다. 다른 가능성은 PHMG 가슴기 살균제 제품 생산 기업들이 PHMG의 농도를 높였을 가

능성이다. 가습기 살균제 제품이 2000년 이전에는 1994년 유공에서 개발한 엔크린 가습기 메이트를 시작으로 1997년 출시된 애경 가습기 메이트, 1998년 출시된 옥시 싹싹 가습기 당번만 있었으나, 2000년 이후에는 홈플러스 가습기 청정제(2003년 출시), 롯데마트 와이클렉 가습기 살균제와 엔워드 가습기 살균제(이상 2005년 출시), 베지터블 홈 가습기 클린업(2008년 출시), 세퓨 가습기 살균제, 아토오가닉 가습기 살균제, 아토세이프 가습기 청정제(이상 2009년 출시) 등 제품이 계속 늘어났다.⁸⁾ 2003년부터 늘어난 여러 가습기 살균제 제품 간 경쟁으로 가습기를 오염시키는 미생물의 살균력을 높이기 위해 제품에 첨가하는 PHMG의 양을 증가시켰을 수도 있다.

기업은 최종 제품에서 살균제 농도를 검사하고 그 결과를 보관하는 것이 제품 관리측면에서 일반적이다. PHMG가 들어 있는 “스카이바이오” 그리고 이를 원료로 가습기 살균제 제품을 만든 기업들에 제품 제조 과정과 농도 기록 등의 자료가 있을 수도 있지만 이에 대한 자료는 공개된 바 없다. 가습기 살균제 피해 참사의 원인을 밝혀내기 위해 가장 기본적으로 알아야 할 제품별, 판매시기별 살균제 성분 및 농도 등은 아직 보고된 바 없다.

셋째, 가습기 살균제 원료인 PHMG 등 구아니딘계 화학물질의 물리 화학적 특성 변화를 들 수 있다. 현재 가습기 살균제 피해의 주요 원인물질로 알려진 구아니딘계 PHMG, PGH는 분자량이 큰 중합체(polymer)라고 알려져 있지만 이들의 화학구조, 분자량 등이 분석된 바는 없다. 2011년 유일하게 질병관리본부가 보고한 PHMG, PGH 등의 농도는 분광광도계로 정량한 것이기 때문에 화학구조는 분석되지 않았다. 중합체로 알려진 구아니딘계의 화학적 특성은 폐, 장막, 피부 등의 흡수와 전신 순환 가능성을 추정하는 중요한 인자가 될 수 있다. 최근 Hwang et al.이 보고한 바에 따르면, 2011년에 제조한 제품 시료에서 PHMG는 중합체가 아닌 올리고머로 선형 구조 단량체 개수가 3~4개 정도이고, 분자량이 542~810 범위로 중합체보다 훨씬 작다고 했다.⁹⁾ 또한 가습기 살균제 제품에서 단량체(monomer)가 불순물로 있는지, 있다면 그 농도는 어느 정도인지는 알려진 바 없었다. 보통 중합체를 생산할 때에는 반응하지 않고 남은 단량체가 최종 제품에도 일부 남아 있는 것이 일반적이다. 다만 그 농도가 어느 정도인

지는 제품과 생산된 बै치(batch)마다 다를 수 있다. 살균제의 물리 화학적 특성, 함유된 불순물과 남아 있는 단량체 농도 등은 모두 건강영향은 물론 전신 순환 가능성 등을 추정하는 데 중요한 정보로 판단된다. SK케미칼이 가습기 살균제 제품 원료인 스카이바이오를 만드는 데 사용한 PHMG의 확보경로, 물리 화학적 특성 등은 알려진 것이 없다. PHMG의 물리 화학적 특성에 따라 건강영향을 초래할 가능성도 있지만 중합체, 올리고머, 단량체 등의 개별 또는 여러 물질의 상승 또는 혼합 작용 등에 대한 연구나 문헌이 없어 추가 연구가 필요하다. 결론적으로 가습기 살균제 제품이 판매되기 시작한 시기(1994년 무렵)부터 판매가 금지된 시기(2011년 무렵)까지 살균제 성분의 변화, 농도, 물리 화학적 특성 변화 등에 대한 아무런 정보가 없다. 이러한 정보는 가습기 살균제 참사의 원인을 밝히는 것은 물론 시기별 피해질환의 범위, 규모 등을 추정하는 데에도 매우 필요하다. 건강 피해 시기는 피해 신고자의 응답에 따라 결정했기 때문에 일부 편견이 생길 수 있지만 전반적인 피해 분포 경향에는 유의미한 영향을 초래하지 않을 것으로 판단된다. 본 연구의 추정을 검증하기 위해서는 가습기 살균제 제품별 연도별 판매량, 사용량, 피해 규모 파악과 가습기 제품에 들어 있는 화학물질 성분과 농도 등 물리 화학적 특성에 대한 규명이 시급하다. 가습기 살균제에 의한 피해 질환의 범위, 생물학적 타당성, 피해기전 등을 명확하게 밝히거나 추정하는데 모두 귀중하게 이용될 수 있기 때문이다. 특히, 가습기 살균제 제품별 살균제 성분의 농도, 물리 화학적 특성 등에 대한 조사 없이 특정 물리 화학적 특성으로 단정하고 건강영향과 연관성을 분석하는 것은 그릇된 연관, 인과관계의 원인이 될 수도 있다.

V. 결 론

본 연구는 2016년 12월 28일까지 피해 신고자 5,331명 중 699명을 대상으로 임상 검사와 환경노출 조사를 통해 폐 손상을 포함한 가습기 살균제 피해 현황을 연도별로 분석했다. 가습기 살균제로 피해를 입은 신고자가 피해 질환을 진단받거나 인식한 시기를 연도별, 성별, 연령별, 성분별, 제품별 등 모든 분류에서 2010년과 2011년에 가습기 살균제로 인한

폐 손상자와 피해 신고자가 일관되게 집중적으로 발생한 것을 확인했다. 본 연구에서는 가습기 살균제 피해가 특정 시기에 집중된 주된 원인으로 PHMG의 물리 화학적 특성이나 농도 변화를 의심했다. 특정 시기에 가습기 살균제 피해가 집중된 원인을 규명하기 위해서는 가습기 살균제 제품별 연도별 판매량, 사용량, 피해 규모 추정과 함께 살균제 농도, 물리 화학적 특성 등에 대한 연구가 필요하다.

감사의 글

This research was supported by the Environmental Health Center for Hazardous Chemical Exposure funded by the Ministry of Environment (2015-0510), Republic of Korea.

References

1. Lung Injury Investigation Committee. White paper on the health damage disaster from humidifier disinfectants. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2014 (Korean).
2. 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. (Korean).
3. 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.
4. Choi YY. Question & Answers humidifier disinfectant disaster with current situation as of end of 2016. *J Environ Health Sci.* 2016 submitted (Korean).
5. National Climate Data Service System(NCDSS). Climatological Normalks of Korea. Available:<http://sts.kma.go.kr/jsp/home/contents/climateData/smart/smartStatisticsSearch.do?MNU=MNU> [accessed 14 November 2016].
6. SK Chemicals. Material Safety and Data Sheets, Feb 1995. Available: www.skybio.co.kr [data issued 2004].
7. MacFarquhar JK, Broussard DL, Melstrom P, Hutchinson R, Wolkin A, Martin C, et al. Acute selenium toxicity associated with a dietary supplement. *Arch Intern Med.* 2010;170(3):256-261.
8. Asian Citizen's Center for Environment and Health. Contaminated environment cause the risk of human health. Available: <http://www.eco-health.org>. Presentation material. [accessed 11 October 2016].
9. Hwang HJ, Nam J, Yang SI, Kwon JH, Oh HB. MALDI-TOF Analysis of Polyhexamethylene Guanidine (PHMG) Oligomers Used as a Commercial Antibacterial Humidifier Disinfectant. *Bull Korean Chem Soc.* 2013;34(6):1708-1714.