

2008년부터 가습기 살균제 건강 피해 급증: 우연인가, 필연인가?

박동욱*† · 박소영** · 박주현*** · 박지훈**** · 홍수중***** · 백도명*****

*한국방송통신대학교 환경보건학과, **성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 직업환경의학과,
동국대학교 통계학과, *한국과학기술연구원 유럽연구소 환경안전성연구단, 서울대학교 보건환경연구소,
*****울산대학교 서울아산병원 호흡기 내과, 소아천식아토피센터, 환경보건센터,
*****서울대학교 보건대학원 환경보건학과

Abrupt Rise of Humidifier Disinfectant Associated Health Problems since 2008: Was it chance or inevitable?

Dong-Uk Park*†, Soyoung Park**, Ju-Hyun Park***, Jihoon Park****,
Soo-Jong Hong*****, and Domyung Paek*****

*Department of Environmental Health, Korea National Open University

**Department of Occupational and Environmental Medicine, Kangbuk Samsung Hospital,
Sungkyunkwan University, School of Medicine

***Department of Statistics, Dongguk University

****Environmental Safety Group, Korea Institute of Science and Technology Europe Forschungsgesellschaft
mbH, Saarbrücken, Germany, Institute of Health and Environment, Graduate School of Public Health,
Seoul National University

*****Department of Pediatrics, Childhood Asthma and Atopy Center, Environmental Health Center,
Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine

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

ABSTRACT

Objective: The objectives of this study are to report the number of humidifier disinfectant (HD) associated health problems, including HD associated lung injury (HDLI), by year. This data was analyzed by the type of HD and HD brand.

Methods: A total of 530 patients registered with the national program on HD through its third round were distributed based on the year when they developed their first health problem including HDLI (N=221). The distribution of health problems at diagnosis was clinically evaluated in order to examine the association between their lung injury and the use of HD.

Results: The number of HD associated victims and HDLI patients was found to rise sharply from 2008 to 2011, with a peak in 2011. This trend was found not only for HD brands containing polyhexamethylene guanidine phosphate (PHMG), but also chloromethylisothiazolinone/methylisothiazolinone (CMIT/MIT). The number of patients who responded as developing health problems in the specific year was 35 for 2008, 51 for 2009, 108 for 2010 and 182 for 2011. Other types of HD brands and HD chemicals did not follow the trend of abrupt increase in HD associated patients since 2008.

Conclusion: This study found the number of HD associated victims and HDLI patients who used HD brands containing PHMG sharply increased starting in 2008. A significant change in the process of manufacturing PHMG can be suspected with the abrupt rise in HD associated patients in specific years.

Key words: Humidifier disinfectant (HD), HD associated lung injury (HDLI), HD associated health problem

†Corresponding author: Department of Environmental Health, Korea National Open University, 86 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03087, Republic of Korea, Tel: +82-2-3668-4707, Fax: +82-2-741-4701, E-mail: pdw545@gmail.com
Received: 3 March 2020, Revised: 7 April 2020, Accepted: 7 April 2020

I. 서 론

우리나라에서 가슴기 살균제 제품(이하 제품)은 1994년부터 2011년까지 판매되었는데, 이 기간 동안 보고된 제품 수는 약 37종으로 파악된다.¹⁾ 제품별로 판매되기 시작한 시기(연도)는 다르지만, 시장에서 제품이 사라진 시기는 2011년 말로 대부분 비슷하다. 보건복지부는 2011년 말경, 폐 손상 등 건강 피해가 polyhexamethylene guanidine phosphate (PHMG-인산염, 이하 PHMG) 함유 제품과 연관이 있다고 결론지어, 관련 제품을 판매 중지하고 시장에서 수거하였다. 다른 제품들도 “의약외품목”으로 지정하여 유통성 허가 후 판매하도록 조치된 이후부터는 시장에서 대부분 사라졌다.²⁾ 그러나 일부 시민들은 종종 판매 중단 이전에 구매한 제품을 2011년 이후에도 사용하였다.

가슴기 살균제에 든 화학물질 중 폐 손상 등 건강 피해를 일으킨 주요 성분으로 PHMG와 PGH (oligo (2-(2-ethoxy) ethoxyethyl guanidinium chloride), chloromethylisothiazolinone (CMIT), methylisothiazolinone (MIT) 등을 꼽을 수 있는데, 이 중 CMIT/MIT가 함유된 제품들은 1994년부터 판매되었다. SK 케미칼이 CMIT/MIT 1% 용액을 “SKY-BIO FG”라는 제품으로 처음 생산했고, 1994년부터 이 물질이 함유된 제품들(유공 가슴기 메이트, 애경 홈클리닉 가슴기 메이트, 이마트 이플러스 가슴기 살균제, GS 함박웃음 가슴기 세정제, (다이소) 가슴기 퍼니셔 등이 판매되기 시작했다. PHMG는 2000년 출시되어 가장 많은 피해자를 낳은 “옥시썩썩 뉴 가슴기 당번” 제품에 사용된 것으로 알려진 물질로, SK케미칼이 PHMG 25%를 물로 희석하여 “SKY-BIO 1125”라는 제품으로 만들었다. 현재까지 PHMG가 들어간 가슴기 살균제 제품은 총 5개로, (옥시) 가슴기 당번(이하 가슴기 당번), 옥시썩썩 뉴 가슴기 당번, (롯데) 와이즐렉 가슴기 살균제(이하 와이즐렉 가슴기 살균제), 홈플러스 가슴기 청정제, 맑은나라 가슴기 살균제이다. 대부분의 폐 손상 피해자들은 PHMG, PGH, CMIT/MIT가 포함된 제품 사용자들인데, 그 외에 다른 화학물질이 들어간 제품도 있다. 그러나 현재까지 제품별 화학물질 성분, 함량, 첨가제 등을 종합적으로 조사한 연구는 충분하지 않다. 또한 제품별 제조 방법, 공정, 조건 및 제품별 판매 시기와 판매

량 등도 알려져 있지 않았다. 따라서 본 연구에서는 현재까지 알려진 가슴기 살균제의 성분과 연도별 판매량 등 제품별 특성을 근거로 가슴기 살균제 사용으로 인한 건강 피해 발생의 시기별 연관성을 추정하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 1차와 2차 가슴기 살균제 폐 손상 조사 연구 시 접수된 가슴기 살균제 건강 피해 신고자(N=530)에 대한 환경 및 임상 조사 결과를 활용하였다. 이 시기를 선택한 이유는 피해 신고자의 응답 편견을 최소화하고 이들이 사용했던 제품에 대한 응답 신뢰성이 특히 높은 시기라고 판단했기 때문이다. 피해 신고자 중 221명은 가슴기 살균제와 폐 손상의 연관성이 확실(definite)하거나, 상당한(probable) 수준이다. 본 연구에서 활용한 정보는 폐 손상 피해 판정 결과, 피해 신고자가 건강 피해를 입은 시기(연도), 피해 신고자가 사용한 제품이었다. 건강 피해 시기는 신고자가 처음으로 건강 피해 진단을 받거나 증상을 느낀 연도로, 신고자가 폐 손상 피해 조사 때 응답한 결과이다. 연도별 피해 분포 분석은 단일 제품을 100% 사용했다고 응답한 피해 신고자 사례들을 중심으로 했으며, 여러 제품을 사용한 피해 신고자 사례는 제외하였다. 한편, 가슴기 살균제 폐 손상자(N=221)와 피해 신고자(N=530)를 대상으로 건강 피해 시기(연도)를 분석하였다. 피해 신고자가 사용한 제품별, 기간별, 나이별로 피해 시기 분포를 파악하였고, 폐 손상자도 같은 방법으로 분석하였다. 또한 건강 피해의 연도별 분포를 판매량의 연도별 분포와도 비교하였다. 본 연구는 가슴기 살균제 폐 질환 연구 조사로서, 1차는 서울대학교 생명윤리심사위원회(Institutional Review Boards, IRB, IRB No. 42-2013-07-01), 2차는 서울아산병원의 IRB (IRB No. 2014-0840) 심의를 받아 수행하였다.

III. 결 과

1. 가슴기 살균제 제품별, 연도별 피해 분포

폐 손상자(N=221)와 이들을 포함한 피해 신고자(N=530)가 사용한 가슴기 살균제의 제품별, 연도별 분포를 보면, 2006년부터 서서히 증가하다가 2008

년 이후 급증하는 경향을 보였다(Table 1). 특히 폐 손상자의 경우, 옥시썬 뉴 가습기 당번(2008년 3명, 2009년 6명, 2010년 19명, 2011년 36명)과 와이즐렉 가습기 살균제(2009년 1명, 2010년 3명, 2011년 5명) 제품 이용자에서 유사한 경향성이 보였다. 전체 피해 신고자(N=530)의 응답도 비슷한 경향을 나타내었다.

2. 가습기 살균제 성분별, 연도별 피해 분포

가습기 살균제의 성분별, 연도별 피해 분포를 분석한 결과에서는 PHMG만이 비슷한 경향을 보였다. PHMG가 들어간 제품(옥시썬, 와이즐렉, 홈플러스 등)만을 사용한 폐 손상자와 피해 신고자의 분포가 2008년부터 급증하여 2011년에는 피해 분포가 정점을 나타내었다(Table 2). PHMG 함유 제품만을 사용한 폐 손상자는 2006년부터 2011년까지 매년 각각 14, 5, 3, 12, 30, 49명이 발생하였는데, 특히 41% (91명)가 2009년과 2011년 사이에 발생하였다. 반면, CMIT와 MIT 함유 제품을 사용한 피해 신고자와 폐

손상자의 연도별 분포는 이러한 경향을 나타내지 않았다.

3. 가습기 살균제 사용 기간별, 연도별 피해 분포

2011년 폐 손상을 입은 92명 중 대부분(88명)의 제품 사용 기간이 2년 이내(6개월 이하 49명(53.3%), 6개월-1년 20명(21.7%), 1-2년 19명(20.7%))였으며(Table 3), 피해 신고자(N=530)의 제품 사용 기간도 비슷한 분포를 보였다(Table 3).

4. 피해자 연령, 사용 기간, 연도별 피해 분포

가습기 살균제로 인한 피해자는 2008년을 기점으로 2011년까지 증가하였는데, 특히 2010년과 2011년에 급격한 증가 추세를 보였다. 연령별로 보면, 5세 이하의 영유아와 15세 이상의 청소년 및 성인 연령대에서 많은 피해자가 발생하였다. 이러한 경향은 폐 손상자 및 피해 신고자에서 모두 동일하게 나타났다(Table 4).

Table 1. Yearly distribution of HDLI patients by humidifier disinfectant brand*

Diagnosed year	Only Oxy Saksak	Mixed HD [†]	Only Cefu	Only Aekyung Home Clinic	Only Lottemart Wiselect	Only Homeplus	Only Vegetable	Only E-mart	Only N-with	N/A	Total
2000	3	0	N/A	0	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0	3
2001	1	1	N/A	0	N/A	N/A	N/A	N/A	0	1	3
2002	5(2)	2(2)	N/A	0	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0	7(4)
2003	8(2)	2(1)	N/A	0	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0	10(3)
2004	3(2)	5(1)	N/A	2	N/A	0	N/A	N/A	0	0	10(3)
2005	4(1)	9(2)	N/A	1	N/A	0	N/A	N/A	0	1	15(3)
2006	13(6)	26(15)	N/A	2(1)	0	0	N/A	0	0	0	41(22)
2007	9(5)	25(14)	N/A	3	0	0	N/A	0	0	0	37(19)
2008	14(3)	13(5)	N/A	1	0	1	N/A	4	0	2	35(8)
2009	20(6)	23(17)	0	3	1(1)	3	N/A	0	0	1	51(24)
2010	52(19)	26(13)	1(1)	9	6(3)	4(2)	1	3	1	5	108(38)
2011	83(36)	48(28)	32(23)	3	7(5)	1	1	1	1	5	182(92)
2012	3(1)	1	0	3(2)	1	0	0	0	0	2	10(3)
2013	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
2014	7(2)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8(2)
N/A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Total	227(85)	182(98)	33(24)	28(3)	15(9)	9(2)	2	8	2	24	530(221)

HDLI, humidifier disinfectant associated lung injury; HD, humidifier disinfectants; N/A, not available or not manufactured
*The figures in each bracket indicates the number of lung-injured patients, [†]Several humidifier products were used.

Table 2. Yearly distribution of HDLI patients by type of humidifier disinfectant*

Diagnosed year	Only PHMG	Mixed HD [†]	Only a mixture of CMIT/MIT	Only PGH	NaDCC	N/A	Total
2000	3	0	0	0	0	0	3
2001	1	0	0	1 [#]	0	1	3
2002	5(2)	2(2)	0	0	0	0	7(4)
2003	9(2)	1(1)	0	0	0	0	10(3)
2004	4(2)	4(1)	2	0	0	0	10(3)
2005	6(1)	7(2)	1	0	0	1	15(3)
2006	23(14)	16(7)	2(1)	0	0	0	41(22)
2007	9(5)	25(14)	3	0	0	0	37(19)
2008	16(3)	12(5)	5	0	0	2	35(8)
2009	32(12)	15(12)	3	0	0	1	51(24)
2010	72(30)	17(7)	12	1(1)	1	5	108(38)
2011	108(49)	32(20)	4	32(23)	1	5	182(92)
2012	5(1)	0	3(2)	0	0	2	10(3)
2013	2	0	1	0	0	0	3
2014	7(2)	1	0	0	0	0	8(2)
N/A	1	0	0	0	0	6	7
Total	303(123)	132(71)	36(3)	34(24)	2	23	530(221)

HD, humidifier disinfectants; HDLI, humidifier disinfectant associated lung injury; PHMG, polyhexamethylene guanidine phosphate; PGH, oligo (2-(2-ethoxy) ethoxyethyl guanidinium chloride; CMIT, chloromethylisothiazolinone; MIT, methylisothiazolinone, NaDCC; sodium dichloroisocyanurate; N/A, not available.

*The figures in each bracket indicates the number of lung-injured patients, [†] Several humidifier disinfectants were used.

[#]Year responded by user although PGH containing product were first protected in 2009.

Table 3. Yearly distribution of HDLI patients by duration of humidifier disinfectant*

Diagnosed year	≤6 months	6-12 months	12-24 months	>24 months	N/A	Total
2000	1	0	0	2	0	3
2001	1	2	0	0	0	3
2002	3(2)	0	1	3(2)	0	7(4)
2003	3(2)	1(1)	4	2	0	10(3)
2004	1	3(2)	1	5(1)	0	10(3)
2005	1	1	2(1)	11(2)	0	15(3)
2006	5(5)	12(7)	10(4)	14(6)	0	41(22)
2007	10(6)	9(6)	9(3)	9(4)	0	37(19)
2008	11(4)	6(2)	8(2)	9	1	35(8)
2009	19(11)	9(4)	13(7)	9(2)	1	51(24)
2010	47(17)	15(6)	25(7)	18(8)	3	108(38)
2011	88(49)	38(20)	35(19)	18(4)	3	182(92)
2012	4(3)	2	0	2	2	10(3)
2013	0	0	0	3	0	3
2014	1(1)	2	0	5(1)	0	8(2)
N/A	0	0	0	1	6	7
Total	195(100)	100(48)	108(43)	111(30)	16	530(221)

HDLI, humidifier disinfectant associated lung injury; N/A, not available.

*The figures in each bracket indicates the number of lung-injured patients.

Table 4. Yearly distribution of HDLI patients by age at diagnosis*

Diagnosed year	≤5 YO	6-10 YO	11-14 YO	>15 YO	N/A	Total
2000	1	0	0	2	0	3
2001	1	0	0	2	0	3
2002	4(2)	0	0	3(2)	0	7(4)
2003	6(3)	0	0	4	0	10(3)
2004	4(1)	0	0	6(2)	0	10(3)
2005	7(1)	0	0	8(2)	0	15(3)
2006	19(15)	1	0	21(7)	0	41(22)
2007	22(15)	3(1)	0	12(3)	0	37(19)
2008	13(4)	2(1)	1	19(3)	0	35(8)
2009	19(10)	2(1)	1(1)	29(12)	0	51(24)
2010	40(17)	2	0	66(21)	0	108(38)
2011	77(55)	2(1)	1(1)	102(35)	0	182(92)
2012	4(2)	0	0	6(1)	0	10(3)
2013	0	0	0	3	0	3
2014	0	2(2)	0	6	0	8(2)
N/A	1	0	0	1	5	7
Total	218(125)	14(6)	3(2)	290(88)	5	530(221)

HDLI, humidifier disinfectant associated lung injury; YO, years old; N/A, not available.

*The figures in each bracket indicates the number of lung-injured patients.

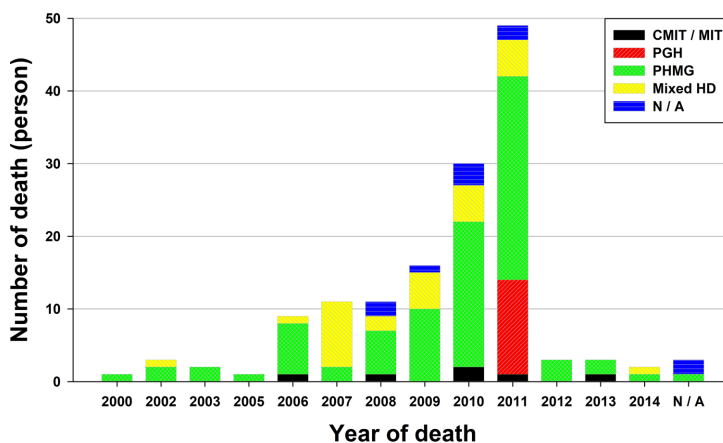


Fig. 1. Yearly distribution of death (N=144) among the registered people (N=530). PHMG, polyhexamethylene guanidine phosphate; PGH, oligo (2-(2-ethoxy) ethoxyethyl guanidinium chloride; CMIT, chloromethylisothiazolinone; MIT, methylisothiazolinone; N/A, not available.

5. 연도별 사망자 분포

가습기 살균제 피해 신고자 중 144명이 사망했는데, 사망자의 분포 또한 제품과 성분의 시기별 사용 분포와 거의 일치하였다(Fig. 1). 이들이 사망한 시기는 2011년에 49명으로 가장 많았고, 2010년에 30

명, 2009년에 16명으로, 다른 연도에 비해 상대적으로 많았다.

6. PHMG 제품 및 연도별 판매량

PHMG와 CMIT/MIT 혼합물을 각각 살균제로 사

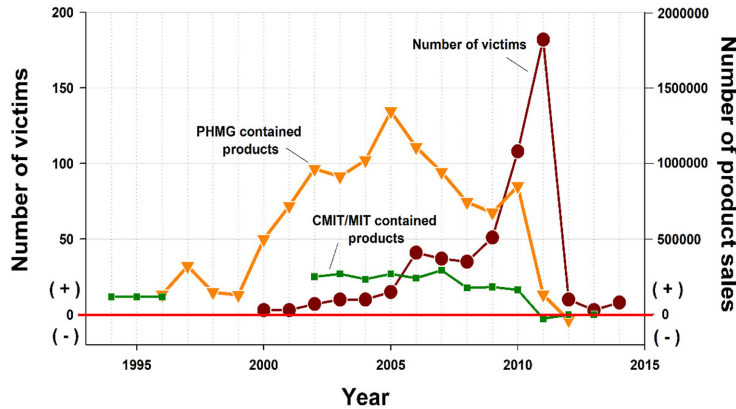


Fig. 2. Yearly number of humidifier disinfectant (HD) related victims claimed and sales volume of humidifier disinfectant containing PHMG and the mixture of CMIT/MIT. PHMG, polyhexamethylene guanidine phosphate; CMIT, chloromethylisothiazolinone; MIT, methylisothiazolinone.

용한 가습기 살균제 제품의 연도별 판매량과 연도별 피해 신고자(N=530) 수를 비교하였다. PHMG 제품의 판매량은 2005년에 최고를 기록하였고, 이후 2009년까지는 점차 감소하였다. 특히, 피해자 수가 급격히 증가하는 2008년에서 2011년까지 제품의 판매량은 감소하였다. 연도별 제품 판매량의 변화와 피해자 수 분포에서 특정 경향이나 연관성은 파악할 수 없었다(Fig. 2).

IV. 고 찰

본 연구에서는 PHMG가 함유된 가습기 살균제 제품을 사용한 피해 신고자의 폐 손상과 사망 사례가 2008년을 기점으로 이후 급격히 증가하여 2010년과 2011년에 정점을 보이는 것을 확인하였다. 2차 가습기 살균제 피해 조사 연구까지 등록된 530명이 응답한 건강 피해 시기와 같은 경향을 보인다(Table 1-4). 2000년부터 판매된 제품들의 판매량 분포를 보면, PHMG 함유 제품들(가습기 당번, 옥시썩썩 뉴 가습기 당번, 와이즐렉 가습기 살균제, 홈플러스 가습기 청정제)은 2008년부터 판매량이 급증하기 시작하였으나, 다른 제품은 이 분포를 따르지 않았다. 옥시썩썩과 와이즐렉, 홈플러스 제품 사용자의 피해 사례 수는 다르지만 연도별 분포는 유사하였다(Table 1, 2). CMIT/MIT 혼합물을 살균제로 사용한 제품들의 폐 손상 및 피해 분포는 2000년에 약간 높지만 시기별로는 비슷하였다. PGH가 함유된 세퓨 가습기

살균제 사용자의 건강 피해는 모두 2011년에 집중되었는데, 생산 시기와 맞물린 점을 감안했을 때 특별한 경향이라고 볼 수는 없다. 다른 화학물질을 살균제로 사용한 제품의 시기별 피해 발생은 특정 경향을 나타내지 않았다. 사용자의 사용 기간(Table 3)과 연령(Table 4) 등의 인구학적 분류에서도 같은 피해 발생 양상을 보였으며, 피해 신고자 중 사망자 수의 연도별 분포도 이와 유사한 경향을 보였다(Fig. 1).

박동욱 등(2016)은 특정 시기 가습기 살균제 건강 피해와 관련된 특정 요인은 찾을 수 없다고 주장하였다.³ 또한 제품별 판매량과 과거 제품 내 살균제 농도 변화, 공정 등의 의도적, 비의도적 변화 등이 있는지 조사해야 한다고 주장하였다. 본 연구에서는 PHMG, PGH 그리고 CMIT/MIT 혼합물이 살균제로 함유된 제품의 연도별 판매량과 연도별 건강 피해 분포를 비교하였다(Table 2). PHMG 함유 제품의 출시 연도를 보면, 1996년 가습기 당번, 2000년 옥시썩썩 뉴 가습기 당번, 2003년 와이즐렉 가습기 살균제가 출시되었다. PHMG-염산염이 들어간 베지터블 홈 가습기 클린업은 2008에 출시되었지만, 현재까지 폐 손상(definite, probable) 사례는 보고되지 않았다. 2009년 이후 피해자 수 증가의 요인으로 가습기 살균제 제품의 과다한 사용 증가 등을 예상하였으나, 명확한 관계를 발견하지 못하였다. 2008년 이후 제품 생산과 사용자가 증가함에 따라 우연히 건강 피해자 수가 증가할 가능성도 예상했으나, 명확한 인과관계를 파악할 수 없었다. 이는 특정 시기별로

PHMG 함유 제품을 사용한 인원을 정확히 알기 어렵고, 피해 신고자만을 대상으로 연도별 PHMG 건강 피해 위험을 추정하는 것은 불가능하기 때문이다.

박동욱 등(2016)의 연구에서는 2010년과 2011년에 폐 손상이 집중된 원인으로 제품 농도, 제조 방법(공정) 등의 변화를 의심했으나 구체적인 증거는 제시하지 못하였다.³⁾ PHMG가 함유된 제품에서 의도적 또는 비의도적으로 제품 내 화학물질 성분, 함량 등이 변화했음을 의심할 수 있다. 먼저, PHMG 농도 변화를 의심할 수 있다. 2017년 저자가 수행한 “가습기 살균제의 성분별 물리화학적 특성 및 농도 분석” 연구에서는 제품별, 연도별 PHMG 농도 및 분자량을 분석하였다.⁴⁾ 이때 연도별로 유의한 변화 경향을 찾지는 못했으나 제품, 생산 시기, lot 번호에 따라 농도 차이가 있음을 알아냈다. 또한 제조사가 사용자의 건강에 영향을 미칠 수 있는 제품의 살균제 물질 농도, 분자량 등 품질 관리(quality control)를 하지 않은 사실을 보고하였다. 다만, 물질의 농도 변화만으로 특정 시기에 집중된 피해를 설명하는 데에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 PHMG 생산 공정 변화가 특정 시기 피해자 집중을 초래했을 가능성만을 제기하였다.

PHMG는 Guanidine-HCl과 hexamethylenediamine (HMDA)을 중합 반응한 후 인산을 적정량 투여해서 생산된다. 그런데 반응 조건에 따라 반응하지 않은 원료나 첨가제가 최종 제품에 남을 가능성이 있다. 이때, 공정관리를 정밀하게 하지 않을 경우 이들의 잔류 농도는 증가할 수 있다. 산업용, 생활용 제품의 경우 법적 관리가 어려우므로 공정관리를 더욱 엄격하게 할 필요가 있다. 국립환경과학원에서는 1994년 PHMG를 카페 향균제로 허가할 때 HMDA의 함량이 1% (10,000 ppm) 미만이어야 한다고 밝혔는데, 이는 HMDA 잔류량이 1% 정도면 인체 및 환경에 대한 위해 가능성이 낮을 것으로 판단하였기 때문이다.⁵⁾

Guanidine과 HMDA는 피부, 눈, 호흡기에 강한 자극을 초래하는 것으로 보고되었다.^{6,7)} Myers & Grant (2015)의 연구에서는 HMDA의 만성 흡입 노출 기준을 10 µm 이하 입자인 경우 1.8 µg/m³으로 매우 낮게 정하였다.⁸⁾ Guanidine은 피로나 램베르트-이튼 근무력 증후군 치료제로 사용했을 때 여러 부작용(감각 이상, 위장 질환, 백혈구 감소증, 신장 독성, 빈

혈 등)이 보고되었다.⁶⁾ 따라서 PHMG를 살균제로 사용한 제품에 함유된 Guanidine과 HMDA의 농도와 이들의 건강 피해 관련 가능성을 규명할 필요가 있다.

국립환경과학원(저자연구수행)(2017)은 제품 내 살균제 성분 분석 연구에서 PHMG 농도 대비 HMDA의 농도를 크로마토그램 면적비로 대략 10-20% 정도로 추정하였다. 최근 Kim et al.(2020)의 연구에서는 중국의 Scunder사와 미국의 BOC사의 PHMG 25% 제품과 “옥시썩썩 뉴 가습기 당번”에 함유된 HMDA의 농도를 측정하였다. 이때 세 제품 모두 옥시썩썩 뉴 가습기 당번의 권장 희석 배수인 200배 희석 농도에 맞추어 측정하였다.⁹⁾ 그 결과, 공기 중 HMDA 농도는 Scunder사 제품에서 12.55 µg/m³, BOC사 제품에서 16.14 µg/m³, 옥시썩썩 뉴 가습기 당번에서 17.41 µg/m³로 파악되었다. 이러한 연구 결과를 근거로 하여, PHMG가 들어간 제품을 대상으로 제조 시기별(연도별) Guanidine-HCl과 HMDA의 농도를 분석하고 이에 근거한 독성과 건강영향을 추정하는 연구를 제안한다.

본 연구에서는 PHMG 살균제 제품을 사용한 기간(2000년부터 2011년까지) 중 특정한 시기에 폐 손상 등 건강 피해가 급격히 증가한 원인들에 대해 분석하였다. 특정 시기 제품 사용량 증가, 신종플루 등 독감 예방 욕구 증가라는 사회적 요인, 제품에 함유된 살균제의 농도 등 물리화학적 특성 증가 또는 변화, 제조 공정 변화 가능성을 나열하고 설명했지만 한계가 있었다. 특히, 연도별 충분한 제품 확보, 제품에서 살균제 등 주요 화학물질 분석, 제품 공정 변화 등의 자료는 매우 제한적이어서 이에 대한 연구는 계속 추진되어야 할 것으로 판단된다.

V. 결 론

가습기 살균제의 사용과 그로 인한 건강 피해의 인과관계 규명을 위해서는 실제 피해자들이 사용했던 제품과 사용 특성을 파악하는 것이 중요하다. 따라서 본 연구에서는 가습기 살균제에 의한 건강 피해 신고자의 환경 및 임상 조사 결과를 근거로 연도별 폐 손상 등 건강 피해 분포를 분석하고 원인들을 추정하였다. 그 결과, 2008년을 기점으로 PHMG 함유 제품 사용자의 폐 손상 등 건강 피해가 급격히 증가한 것을 발견하였다. 다른 살균제 함유 제품

(PGH, CMIT/MIT 혼합물) 사용자에게서는 이러한 경향이 관찰되지 않았다. 그러나 본 연구에서는 특정 시기에 피해가 급증한 원인을 규명하지 못하였다. 가습기 살균제 피해자의 제품 사용 특성뿐만 아니라, 제조사의 제조 시기별 공정 변화(성분, 농도 등), 독성 연구 등을 통하여 직간접적 원인을 규명하기 위한 연구가 필요하다.

References

1. Park DU, Lee S, Lim HK, Bae SY, Ryu SH, Ahn JJ. Review on safety and health information on humidifier disinfectant. *J Environ Health Sci.* 2017; 43(5): 349-359.
2. Ministry of Health and Welfare. Pharmaceutical Affairs Act. 2017. Available from: <http://www.law.go.kr/> (accessed in February, 2020).
3. Park DU, Ryu SH, Roh HS. Distribution of health problems associated with humidifier disinfectant by year. *J Environ Health Sci.* 2016; 42(6): 365-374.
4. National Institute of Environmental Research. Physicochemical properties of humidifier disinfectants and quantification of dissolved concentration. 2017.
5. National Institute of Environmental Research. Response to a request of outcomes on the mass analyses of PHMG-Phosphate (Request No. 96-181, Risk Assessment Division-2447). 2019.
6. Ertell K. A review of toxicity and use and handling considerations for guanidine, guanidine hydrochloride, and urea. 2006. Pacific Northwest National Laboratory operated by Battelle for the US Department of Energy. 14.
7. Kennedy Jr GL. Toxicity of Hexamethylenediamine (HMDA). *Drug Chem Toxicol.* 2005; 28(1): 15-33.
8. Myers JL, Grant RL. Development of a chronic inhalation reference value for hexamethylenediamine using an exposure model based on the dihydrochloride salt. *Inhal Toxicol.* 2015; 27(9): 440-449.
9. Kim S, Park S, Jo H, Song S, Ham S, Yoon C. Behavioral characteristics of polyhexamethyleneguanidine (PHMG) particles in aqueous solution and air when sprayed into an ultrasonic humidifier. *Environ Res.* 2020 Mar; 182:109078. doi: 10.1016/j.envres.2019.109078.

<저자정보>

박동욱(교수), 박소영(교수), 박주현(교수),
박지훈(박사후연구원), 홍수종(교수), 백도명(교수)