한국환경보건학회지, 제44권 제5호(2018)
J Environ Health Sci. 2018; 44(5): 409-420
pISSN: 1738-4087 eISSN: 2233-8616
https://doi.org/10.5668/JEHS.2018.44.5.409

원 저 Original articles

가습기 살균제 제조 공정 근로자 건강영향 조사

강영중* · 박순우** · 엄희수** · 김은아**†
*근로복지공단 인천병원, **안전보건공단 산업안전보건연구원

Survey on Health Effects among Workers in the Humidifier Disinfectant Manufacturing Process

Young Joong Kang*, Soon Woo Park, Huisu Eom**, and Eun-A Kim**†**
**COMWEL Incheon Hospital, Korea Workers' Compensation & Welfare Service*
***Occupational Safety and Health Research Institute, Korea Occupational Safety and Health Agency*

ABSTRACT

Objectives: An outbreak of humidifier disinfectant-related respiratory disease has not only been a massive disaster for end users, but it is also a concern for the workers of the manufacturers. This study presents the results of a questionnaire survey on the health effects among workers involved in the manufacture of humidifier disinfectants.

Methods: Seven sites where humidifier disinfectants were manufactured were identified. A questionnaire survey was conducted to assess the physical symptoms experienced by workers related to humidifier disinfectants. Among a total of 177 workers, 42 subjects were available for the survey.

Results: Twenty-one of the 42 respondents reported that they experienced respiratory or skin and mucosal irritation symptoms during work. Of the respondents who experienced symptoms, 14 believed that their symptoms were related to the work process and reported that the symptoms were experienced while working. However, no respondents reported ongoing symptoms or sequelae during the investigation period, and this result could not minimize selection bias due to low response rates. We then compared the characteristics of the group who experienced suspicious symptoms with those of the group without any symptoms. There was no statistically significant difference between two groups.

Conclusions: We could not find significant health effects related to the humidifier disinfectant manufacturing process, although 21 respondents experienced stimulant symptoms and 14 respondents believed that the symptoms were related to the work process. Due to the long period of time after occupational exposure and the lack of data, there were many limitations to this study. However, this is one of the few follow-up investigations of workers related to this large-scale disaster in South Korea and the limitations of this study highlight the need to follow up with a nationwide database rather than an occasional survey.

Keywords: Humidifier disinfectant, humidifier disinfectant manufacturing process, respiratory symptom, skin irritation, health survey

†**Corresponding author:** Occupational Safety and Health Research Institute, Korea Occupational Safety and Health Agency, 400, Jongga-ro, Jung-gu, Ulsan, 44419, Republic of Korea, Tel: +Fax: +82-52-703-0870, 82-52-703-0336, E-mail: toxneuro@gmail.com
Received: 26 April 2018, Revised: 10 August 2018, Accepted: 03 September 2018

I. 서 론

가습기 살균제 사건은 2017년 11월 24일 현재까지 5,925명이 피해를 입었다고 신고 접수되었으며, 이들 중 사망자가 1,281명[1]에 이르는 거대한 참사로 호흡기 질환으로 인한 건강피해뿐만 아니라 사회 다방면에 걸쳐 문제의식을 불러일으킨 현재 진행형의 사건이다. 최근까지 가습기 살균제의 피해자들의 건강영향, 호흡독성 등에 대한 연구뿐만 아니라 화학물질 관리 제도의 문제점[2] 과 살균제 동물 실험과 관련하여 드러난 재정적 이해 상충[3], 향후 제조사들에 대한 규제 및 처벌 법안 입법과 관련한 연구가 보고되었다[4]. 이러한 국민건강피해 사건과 관련한 국가의 책임과 의무[5], 일련의 과정에서 드러난 언론의 보도경향의 문제점[6] 등 다양한 분야에서의 연구와 논의가 있었다. 이러한 여건에서 가습기 살균제 제조공정에 장기간 노출된 근로자들의 건강영향에 대한 신속한 조사는 근로자의 건강 영향뿐 만 아니라 기존에 알려지지 않은 노출 경로로 인한 위험을 파악하기 위하여 필요한 조사로 볼 수 있으나, 정작 가습기 살균제 제조 공정의 근로자들의 건강영향 등에 대해서는 알려진 바가 없었다. 이 연구는 2012년 이전 가습기 살균제 제조 공정에 종사한 전·현직 근무자들을 대상으로 고용노동부가 2016년 업무 공정의 건강 영향을 조사한 과정과 당시 시행한 증상 경험의 설문조사를 분석한 결과를 제시한 연구이다.

II. 재료 및 방법

고용노동부는 2012년 이전까지 가습기 살균제 제조 공정에서 근무한 근로자들이 제조 공정에 근무하면서 유해물질 노출로 인한 건강영향이 발생했었는지, 현재 관련 후유증이 남은 근무자는 없는지 여부를 파악하기 위하여 2016년 산업안전보건법에 따른 임시건강진단 등의 조치를 취하였다. 일괄적인 조사를 위하여 안전보건공단 산업안전보건연구원을 통하여 가습기 살균제 제조공정에서 발생할 수 있는 의심 증상과 관련한 가이드라인 및 체크리스트를 작성하였고, 이를 바탕으로 가습기 살균제 제조 사업장 7곳에서 가습기 살균제 제조 공정에 종사한 전·현직 근로자를 대상으로 호흡기 및 점막 자극 증상 등의 가습기 살균제 성분에 노출될 경우 발생 가능한 관련 증상 여부에 대한 조사를 수행하였다.

1. 조사 대상

가습기 살균제를 제조했던 7곳의 사업장을 확인한 결과, 2016년 조사 당시에 3개의 사업장은 폐업한 상태였으며 4개의 사업장은 가습기 살균제를 생산하지 않고 있었으나 영업 중이었다. 개별 사업장의 폐업 시기 및 가습기 살균제 제조 중단 시기를 정확히 파악할 수는 없었으나, 2011년 8월 31일 질병관리본부가 가습기 살균제를 폐손상의 원인으로 지목하고, 같은 해 11월 보건복지부에서 1차 동물 실험 결과 중간 발표 등을 바탕으로 6종의 가습기 살균제 수거 명령 및 타 제품에 대한 판매, 사용 중단을 권고하였으므로, 2011년 9월 이후 2012년까지 폐업 혹은 생산 중단에 이르렀을 것으로 판단하였다. 이들 7곳에서 가습기 살균제 제조 사업장에 근무한 전·현직 근로자 전수를 대상으로 2016년 9월 20일부터 10월 31일까지 설문지를 통하여 가습기 살균제와 관련성이 의심되는 신체 증상의 경험에 대한 설문을 시행하였다.

조사 당시 영업 중인 사업장의 경우 사업장의 인사자료를 기반으로 대상 근로자를 확인할 수 있었으나, 폐업한 사업장의 경우 고용보험자료를 기반으로 대상자료를 확인하였다. 폐업사업장 근로자들의 경우 재직 중에 입·퇴사를 반복하여 중복되어 등록된 근로자이거나, 연락처가 기입이 되어 있지 않은 경우 조사가 불가능하므로 이들을 조사대상에서 우선 제거한 후 조사 대상을 파악하였다. 현재 영업 중인 4개 사업장의 경우 사업장의 인사자료를 바탕으로 제조 시점에 해당 제조 공정에 근무한 적이 있는 4개 사업장의 전·현직 근로자 42명 전원을 대상으로 노출 관련 증상 여부를 파악하고자 하였다.

조사 결과, 퇴사, 연락불가 및 임시 건강진단 거부 등으로 인하여 42명 중 총 14명이 누락되었고 현재 영업 중인 사업장 인사기록에서 확인한 42명의 조사 가능 대상자 중 28명(현업 사업장 응답률 66.7%)이 조사에 참여하였다. 폐업한 3개 사업장의 경우 가습기 살균제 제조 시점의 사업장 고용보험자료를 바탕으로 228명의 근로자 전원에 대한 건강영향조사 가능여부를 확인하였으며, 전화번호 누락으로 인한 조사불가자가 67명, 입·퇴사 반복으로 인한 중복 기재자가 26명으로 제외되었고 총 조사 가능 대상

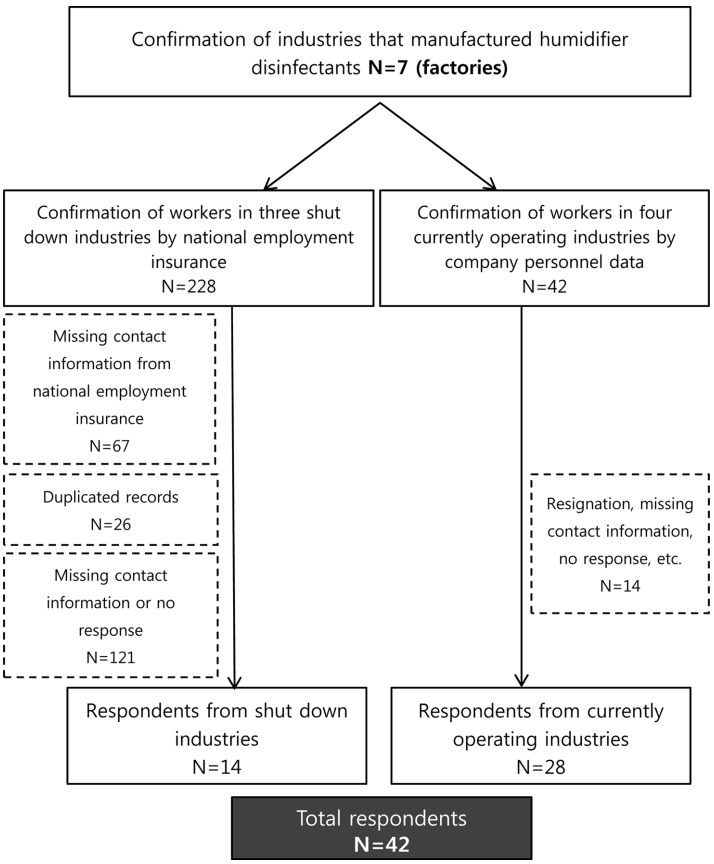

Fig. 1 Subjects included in the current study
[1]Currently operating industries are making household chemical products other than humidifier disinfectant

자는 135명이었다. 135명을 대상으로 가습기 살균제 성분 노출 관련 증상 여부 파악을 위해 연락을 취하였으며 연락불가, 응답 거부 및 기타 사유로 인하여 121명이 제외되었고 총 14명이 조사에 응하였다(폐업 사업장 대상자 응답률 10.4%). 최종적으로 현재 영업 중인 사업장에서 과거 가습기 살균제 제조 업무에 종사한 전·현직 근로자 42명 중 28명과 현재 폐업한 사업장에서 과거 가습기 살균제 제조 업무에 종사한 전직 근로자 135명 중 14명으로 총 177명 중 42명이 조사에 응답하였다(총 응답률 23.7%) (Fig. 1).

2. 조사 방법

현재 영업중인 사업장의 경우 산업안전보건법 43조에 따라 사업주에게 근로자들에게 임시건강진단을 시행하도록 명령하였으며, 소재지의 특수건강진단 의료기관을 통하여 임시건강진단을 시행하였다. 이미 폐업한 사업장의 경우 폐업한 사업장의 사업주가 퇴직한 근로자들에 대하여 임시건강진단 등 건강관련 조치를 취하도록 강제할 수 없으므로 폐업한 사업장 소재지에 위치한 2곳의 근로자건강센터의 협조를 통하여 조사를 시행하였다. 근로자들의 증상 유무 파악을 위한 가이드 라인과 증상 관련 설문 문항을 작성하여 임시건강진단을 시행할 특수건강진단기관과 근로자건강센터 관계자들을 대상으로 2016년 9월 교육을 시행하고 증상여부에 대한 설문조사를 시행하도록 하였다. 사업주에 의하여 임시건강진단을 수행하는 사업장의 경우 특수건강진단기관에서 문진 중에 설문에 대한 답변을 수행하도록 하였고 폐업한 사업장의 경우 근로자건강센터 근무자들이 가습기

살균제의 건강영향과 설문지에 대한 교육을 받은 후 전화연결을 통하여 증상 설문을 수행하도록 하였다.

설문문항은 일반 인적사항에 대한 질문과 임상증상 및 작업환경에 대한 부분으로 크게 구분할 수 있다. 인적사항에서는 연령, 성별, 신장 및 체중, 근무공정, 근무 기간, 취급 물질, 일 작업시간, 흡연여부 및 일상생활에서의 가습기 살균제 사용 여부를 질문하였다. 임상증상과 관련한 질문에서는 호흡기와 관련하여, 결핵, 천식, 기관지염, 알레르기 비염 등 기타 가습기 살균제 제조 공정 근무 이전의 호흡기 질환의 과거력에 대하여 확인하였으며, 근무 중에 발생한 기침, 가래, 오한, 호흡 불편이나 숨이 차는 증상의 경험 여부를 질문하였다. 가습기 살균제 사용 피해자와 유사한 폐손상의 발생 및 후유증의 잔존 여부 가능성을 파악하기 위하여 당시 경험한 증상과 관련한 진료 및 입원 여부, 당시 진단명, 시행한 영상의학적 검사 여부 등에 대하여 질문하였다. 피부 및 점막 자극 증상과 관련하여 피부, 호흡기, 인후, 안구 자극 증상 등에 대하여 질문하였으며, 공정 근무 후 증상 발생까지의 기간 및 근무 중 증상 악화 양상에 대하여 확인하였다. 작업환경의 경우 사업장에서의 자극적인 냄새, 미세 입자나 분진 발생여부, 보호 장비 착용 여부 및 환기구, 환기장치 설치 여부 등을 확인하였다.

3. 통계분석

설문조사에 응답한 가습기 살균제 제조 공정 전·현직 근로자들의 성별, 연령 등의 인구학적 변수와 사업장 종사 기간, 근무 시간, 작업 중 취급한 화학 물질의 인지 여부, 작업장 내의 환경 등의 노동환경 관련 변수 등을 파악하고 가습기 살균제 피해자와 유사한 폐실질 손상 및 유사 호흡기 증상 여부와 호흡기, 피부 및 점막의 관련 증상 경험 여부 등을 파악하였다. 또한 근무 도중에 호흡기, 피부 및 점막의 자극 증상 등이 발생한 경험이 있는지 빈도를 확인하였다.

근무 중 자극 증상이 발생한 근로자들의 특성을 파악하기 위하여 증상 경험 유무에 따른 평균 연령, 평균 노출 기간 및 재직 중 평균 근무시간 등을 비모수 검정으로 비교하였으며, 성비, 흡연여부, 과거력, 가습기 살균제 사용 여부, 소속 사업장 등에 따른 차이가 있는지 카이제곱 검정을 이용하여 분석하였다. 근무 중 증상을 경험한 군에 대하여 본인의 증상과 업무 공정과의 연관성이 있다고 생각하는지 확인하였고 근무 종사 후 어느 정도의 기간이 지난 후 증상이 발생했는지 확인하였다.

이 연구는 가습기 살균제 제조 공정 근로자에서도 호흡기 증상, 피부, 점막 자극 증상 등이 발생하였는지 여부를 파악하기 위한 조사의 일환으로 기술통계 결과를 제시할 필요성이 있다고 판단하여, 무응답이 있는 변수에 대해서도 가능한 한 기술 통계 결과를 제시하고자 하였으며, 통계 분석의 경우 그 변수의 결측치를 제거한 상태에서 시행하였다. 다만 사업장에서 환경과 관련하여 작업 환경, 환기 시설 등과 관련한 질문의 경우 응답률이 절반에 미치지 못하고, 동일 사업장 내에 속한 근무자들의 답변 내용이 다른 관계로 분석에서 제외하였다. 통계 분석은 R version 3.4.0 ((C) 2017 The R Foundation for Statistical Computing Platform)을 활용하여 분석하였으며, 통계적 유의 수준은 0.05로 하였다.

III. 연구 결과

연구 대상자 42명 중 남성이 29명으로 69.0%였으며, 평균 연령은 47.1세(남성 46.2세, 여성 49.0세)였다. 평균 노출(근무) 기간은 95.8개월(남성 115.1개월, 여성 54.1개월)로 평균 약 8년 가량 종사한 것으로 나타났다. 다만 최소 1개월에서 최장 29년 10개월까지 답변하여, 연령, 근무 기간 등에서 경향성을 발견하지는 못하였다. 주당 근무 시간은 평균 41.4시간(남성 39.3시간, 여성 45.31시간)으로 나타났으며 주당 10시간부터 54시간까지 근무 시간의 차이를 나타냈다. 일상 생활에서 가습기 살균제를 사용했는지 여부에 대해서는 조사자들 중 무응답자 5명(11.9%)을 제외하고 5명(11.9%)이 사용하였다고 답하였다. 근무 중에 취급한 물질에 대해서는 무응답자 3명(7%)을 제외하고 13명(31.0%)이 알고 있었다고 답하였으며 모두 남성이었다. 가습기 살균제 제조 공정 업무에 종사하기 이전에 결핵, 기관지염, 천식 및 알레르기 등 기저 질환의 과거력이 있었던 경우는 총 6명 이었으며, 중복 답변을 포함하여 결핵(3명), 기관지질환(1명), 알레르기 비염(3명) 등으로 답하였다. 금연자를 포함한 22명이 흡연력이 있다고 답하였다. 이들 중 호흡기계 증상을 경험하였다고 대

Table 1. General characteristics of respondents

Characteristic		Male	Female	Total
		N=29 (69.0%)	N=13 (31.0%)	N=42
Age (years)		46.17(±12.79)	49.00(±10.21)	47.05(±12.00)
Exposure duration (months)		115.13(±115.33)	54.08(±60.57)	95.77(±104.43)
Working hours per week		39.29(±9.40)	45.31(±7.27)	41.41(±9.09)
Used humidifier disinfectant outside of the workplace				
	Yes	4 (14%)	1 (8%)	5 (12%)
	No	23 (79%)	9 (69%)	32 (76%)
	No answer	2 (7%)	3 (23%)	5 (12%)
Recognition of chemicals used in the workplace				
	Yes	13 (45%)	0 (0%)	13 (31%)
	No	16 (55%)	13 (100%)	29 (69%)
Symptom experience				
	Total	16 (55%)	5 (38%)	21 (50%)
	Mucous membrane	7 (24%)	2 (15%)	9 (21%)
	Skin	13 (45%)	3 (23%)	16 (38%)
	Respiratory	12 (41%)	4 (31%)	16 (38%)
Past medical history (Tuberculosis, allergic rhinitis, bronchial diseases)				
	Yes	2 (7%)	4 (31%)	6 (14%)
	No	27 (93%)	9 (69%)	36 (86%)
Smoking		(0%)	(0%)	(0%)
	Smoker or ex-smoker	18 (62%)	4 (31%)	22 (52%)
	No	10 (34%)	8 (62%)	18 (43%)
	No answer	1 (3%)	1 (8%)	2 (5%)
Factory				
	Closed 1	0 (0%)	1 (8%)	1 (2%)
	Closed 2	6 (21%)	7 (54%)	13 (31%)
	Closed 3	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	Open 1	18 (62%)	0 (0%)	18 (43%)
	Open 2	2 (7%)	2 (15%)	4 (10%)
	Open 3	2 (7%)	0 (0%)	2 (5%)
	Open 4	1 (3%)	3 (23%)	4 (10%)

답한 경우는 16명(남성 12명), 피부 증상은 16명(남성 13명), 점막 자극 증상은 9명(남성 7명, 무응답 남성 2명)으로 중복 증상자를 제외하고 재직 기간 중 근무 중에 호흡기 혹은 피부, 점막 자극 등 하나 이상의 증상 등을 경험하였다고 대답한 근로자는 42명 중 21명으로 나타났다(Table 1). 다만 호흡기 증

Table 2. General characteristics of workers with symptoms (respiratory, skin, mucosal membrane)

Characteristic		Workers with symptoms (N=21)		Workers without symptoms (N=21)		C.I.
Sex						
	Male	16	(76%)	13	(62%)	p=0.5044[1]
	Female	5	(24%)	8	(38%)	
Age (years)		47.71(±12.40)		46.38(±11.85)		p=0.7055[2]
Exposure duration (months)		108.40(±117.39)		82.50(±89.96)		p=0.6387[2]
Working hours per week		41.16(±11.78)		41.67(±5.28)		p=0.417[2]
Smoking						
	Yes	10	(48%)	12	(57%)	p=0.7565[1]
	No	10	(48%)	8	(38%)	
	No answer	1	(5%)	1	(5%)	
Past medical history						
	Yes	3	(14%)	3	(14%)	p=0.6765[1]
	No	18	(86%)	18	(86%)	
Used humidifier disinfectant outside of the workplace						
	Yes	4	(19%)	1	(5%)	p=0.4417[1]
	No	16	(76%)	16	(76%)	
	No answer	1	(5%)	4	(19%)	
Recognition of chemicals used in the workplace						
	Yes	9	(43%)	4	(19%)	p=0.1818[1]
	No	12	(57%)	17	(81%)	
Factory	Closed 1	1	(5%)	0	(0%)	NA[1]
	Closed 2	7	(33%)	6	(29%)	
	Closed 3	0	(0%)	0	(0%)	
	Open 1	10	(48%)	8	(38%)	
	Open 2	0	(10%)	2	(10%)	
	Open 3	1	(5%)	1	(5%)	
	Open 4	1	(0%)	4	(19%)	

[1]Chi-square test
[2]Wilcoxon rank-sum test

상과 관련하여 가습기 살균제 사용 피해자와 유사한 폐손상을 의심하거나 이를 감별할 수 있는 폐질환과 관련한 진료, 입원 혹은 영상의학적 검사를 시행하였다고 답변한 근로자는 없었다.

증상 경험자의 특성을 파악하기 위하여 분석을 시도하였다. 총 응답자수가 42명에 불과하며 증상이

Table 3. Possibility of work-relatedness for each symptom and the duration of symptom onset

Parts	All respondents who experienced symptoms	Respondents who agreed that symptoms were work-related
Skin and Mucous membrane[1]	16	11(68.8%)
Respiratory	16	7 (43.8%)
Any symptoms (total)	21	14 (66.7%)
Mean duration of onset (months)		6.14(±3.12)

[1]Respondents were asked about the work-relatedness of skin and mucous membrane symptoms as a single category.

있다고 답한 응답자의 수가 많지 않으므로 근무 이후 발생한 호흡기 증상 및, 피부, 점막의 자극 발생 유경험자와 무경험자 군으로 나누어 분석하였다. 남성은 29명 중 16명, 여성은 13명 중 8명으로 남성에서 더 높은 비율로 근무 중 호흡기, 피부, 점막의 자극 증상 중 한가지 이상을 경험하였으나, 성별에 따른 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 연령의 경우 증상 유경험자는 47.7세, 무경험자는 46.4세로 유경험자군에서 근소하게 연령이 높았으며 유의한 차이는 아니었다. 평균 노출기간의 경우 유경험자군에서 108.4개월, 무경험자 군에서 82.5개월로 증상을 경험한 군에서 평균적으로 약 2년 이상 더 근무한 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 주당 평균 근무시간의 경우 유경험자군에서 41.2시간, 무경험자 군에서 41.7시간으로 근소한 차이가 있었으며 통계적으로 유의하지 않았다. 흡연 여부에 따른 차이의 경우 무응답자 2명(증상 유경험자군 및 무경험자군에서 무응답자 각 1명)을 제외한 증상 유경험자 20명 중 흡연자는 10명(50%), 무경험자 20명 중 흡연자는 12명(60%)으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 업무 이전에 호흡기 질환, 천식, 알레르기 등의 과거력 유무와 관련해서는 유경험자군과 무경험자군에서 각 집단에서 동일하게 21명 중 3명씩으로 나타났다. 일상 생활에서 가습기 살균제를 사용하였는지 여부와 관련해서는 5명의 무응답자를 제외한 20명의 유경험자군 중 4명이, 17명의 무경험자군 중 1명이 가습기 살균제를 사용한 경험이 있다고 대답하여 증상 유경험자군에서 더 많은 비율로 가습기 살균제를 사용하였다고 응답하였으나, 통계적으로 유의하지는 않았다. 근무 중 취급하는 물질을 알고 있었는지 여부와 관련하여서는 유경험자 군에서 9명, 무경험자 군에서 4명으로 유경험자 군에서 더 높게 나타났으나, 통계적으로 유의하지 않았다. 응답자들의 사업장에 따른 분류를 확인한 결과 폐업 3개 사업장과 현업 4개 사업장으로 구분하여 증상 유경험자를 확인한 결과 폐업 사업장 응답자 14명 중 8명이 증상을 경험하였고, 현업 사업장 응답자 28명 중 13명이 증상을 경험하였다고 답하였으며, 증상 경험 비율에 있어서 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2). 42명의 응답자들 중 절반인 21명이 근무 중에 호흡기, 및 피부 점막 자극 증상을 경험하였다고 하였으며, 이러한 증상이 업무와 관련하여 발생되었다고 생각하는지 여부에 대해서 16명의 호흡기 증상 경험자들 중 7명이 관련이 있다고 생각한다고 대답하였으며, 피부 증상 및 점막 자극 증상 경험자 16명 중 11명이 관련성이 있다고 생각한다고 대답하였다. 총 21명의 증상 경험자들 중 14명이 본인이 경험한 증상이 가습기 살균제 제조공정 업무와 연관이 있다고 생각한다고 답하였다. 업무 시작 후부터 이와 같은 증상이 발생하였다고 인지하기까지 걸린 기간은 평균적으로 약 6개월로 응답하였다(Table 3).

IV. 고 찰

이 연구는 가습기 살균제 제조공정에 종사한 근로자들의 건강영향에 대하여 확인하기 위하여 7개 사업장(폐업 사업장 3개소, 현업 사업장 4개소)에서 근무한 전·현직 근로자들의 명단을 폐업사업장의 경우 고용보험자료를 바탕으로, 현업 사업장의 경우 회사의 인사자료를 바탕으로 각 228명, 42명의 명단을 확보하였으며, 확인결과 고용보험자료의 연락처 누락 67명, 입사와 퇴사를 반복한 중복 가입자들 26명 및 연락불가, 응답 거부 및 기타(폐업 사업장 121명, 현업 사업장 14) 명을 제외한 42명(총 대상자의 23.7%)을 대상으로 근무 중 호흡기, 피부 및 점막

자극 증상과 관련하여 시행한 조사를 바탕으로 작성되었다.

이들의 특성을 분석한 결과 42명의 응답자들 중 가습기 살균제 사용 피해자들에서 나타난 호흡기 손상을 유추할 수 있는 증상 혹은 진료기록이 남아있거나, 당시 영상의학적 검사를 시행하였다고 답변한 근로자는 없었으나, 21명이 공정 근무 이후에 호흡기, 피부 및 점막 자극 증상을 경험하였으며, 이들 중 14명의 근로자들이 이 증상이 업무 공정과 관련이 있다고 믿고 있었다. 다만, 근로자들의 응답률이 매우 낮으며 주관적인 응답으로 노출 중단 이후 수년이 지난 조사 시점에서 업무관련성을 확인할 수는 없었다. 증상 발생과 관련하여, 업무 기간, 사업장, 연령, 흡연 여부, 등 이들의 답변과 관련하여 통계적으로 유의한 요인은 발견하지 못하였다.

질병관리본부에 따르면[7] 가습기살균제로 인한 건강 피해 사건에서 폐 손상을 입은 피해자에게 문제가 된 살균제 성분은 PHMG 인산염(Polyhexamethylene-guanide 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), 및 CMIT (chloromethylisothiazolinone, CAS No. 26172-55-4)와 MIT (methylisothiazolinone, CAS No. 2682-20-4)의 혼합물 등이다. 이들 중 고분자 물질인 PHMG 인산염이나 PGH의 경우 흡입독성이 알려지기 전까지 독성학적 자료가 초기 수준으로 제한된 자료에 그쳤던 것으로 알려져 있으며, 저분자 물질로 구성된 CMIT/MIT에서만 상대적으로 근접한 자료가 있었던 것으로 알려져 있다. 선진국에 등록되어 시판되고 있는 물질로 인체에 대한 위해성 평가가 없이 국내에서 수입 및 판매가 행해진 것으로 경구 독성이나 피부 독성 및 돌연변이원성 등에 대한 제한적인 자료만 확보되었던 것으로 추정하고 있으며, 폐손상을 일으킬 수 있는 것은 동일하나 원인물질에 다른 건강영향에 차이가 있는 것으로 추정하고 있다. 이번 조사에서는 근로자들의 제조 물질이나 노출 공정에 대한 자료는 확보되지 않아서 개별 물질에 따른 구분을 분석에 적용하지 못하여 일괄적으로 가습기 살균제 제조 공정의 건강영향에 대하여 조사를 시행하였다.

가습기 살균제는 가습기에서 100 nm 이하 크기의 에어로졸로 분사되며, 상기도를 거쳐 기도 및 폐포 말단에 침착하게 된다[7]. 가습기 살균제 성분의 염증 유발 가능성에 대한 실험에 의하면 동물 흡입독성 전신노출 체임버에서 PMHG 인산염을 흡입하게 한 결과 노출된 쥐들의 말단 기관지와 그 주변의 폐포를 위주로 염증과 섬유화가 관찰되었다[8]. 이는 실제 가습기 살균제에 노출 후 호흡기 질환이 발생한 환자군에서 관찰된 조직병리 검사 소견과 일치한다[9,10]. 임상적으로 치료가 필요한 중증의 사례 이외에도 기침, 호흡곤란 등에 대한 대증적 치료만으로 호전 되었으나, 영상의학 검사상 소엽중심성 음영의 소견이 남아 있는 경우나, 가습기 살균제 사용 당시 증상이 있었으나, 증상이 사라진 이후에 검사 상에서 특이적인 이상이 없는 사례가 알려졌으며 폐손상 피해자와 함께 가습기 살균제에 노출되었으나 특이적인 증상 및 임상적 소견이 발견되지 않은 사례들도 관찰된 것으로 알려졌다[7].

이러한 점으로 미루어, 대체로 가습기 살균제 노출로 인한 피해의 가장 중요한 부분 중 하나로 경구 및 피부 노출에 대한 위해성만이 알려진 물질들에 대하여 무방비 상태에서 호흡기로 노출경로가 변경된 점을 들 수 있다[8]. 특히 PHMG 화합물이나 PGH 등의 경우 섭취 및 피부 도포에 무해하도록 개발된 화학물질로 상온에서 비교적 안정적인 고분자 물질로 호흡기 노출의 가능성이 매우 낮으며, CMIT/MIT의 경우에도 휘발성이 있으나 일반 환경에서 나노 입자의 에어로졸 형태로 노출될 가능성이 매우 낮기 때문에 가습기 살균제로 인한 호흡기 노출이 발생하지 않을 경우 폐손상을 일으킬 가능성은 비교적 높지 않다. 자동화된 생산 공정에서 원재료를 투입, 배합 및 완제품을 생산하고 검수 및 운송 등의 화학제품 생산에 관여하는 모든 공정 중에서 근로자가 화학물질에 직접적으로 노출이 되는 공정이나 시간은 비교적 부분적이다. 장기 근무로 인한 누적 노출, 개인 소인에 의한 감수성의 차이, 업무 중 사고, 보호구 미착용, 업무 중 부주의 등, 건강영향을 발생시킬 수 있는 다양한 가능성을 완전히 배제할 수는 없으나, 휘발성이 크지 않거나 안정적인 물질이 피부노출, 경구노출로 인한 영향 없이 흡입으로 인한 폐손상이 발생하는 것은 비교적 역학적 개연성이 낮다. 같은 물질이라고 하여도 피부, 점막 및 경구로 노출되는 경우와 나노 입자의 에어로졸 형태로

흡입되는 경우에 발생할 수 있는 건강영향은 확연히 다를 것이다. 2016년 CMIT/MIT 성분이 혼입된 치약이 시판된 것으로 알려져 전량을 회수하는 등 논란이 있었으나, 환경부의 보도자료에 따르면 이는 건강위해에 의한 것이 아닌 CMIT/MIT 성분이 국내에서 치약보존제로 허가가 되지 않았기 때문이며, CMIT/MIT 성분은 미국, 유럽 등에서 치약의 보존제로 사용되는 것으로 나타났다[11].

국내에서 전국의 대학병원을 대상으로 2006년부터 유사한 호흡곤란 환자군을 모니터링 한 결과 가습기 살균제가 원인 요인으로 지목되었으며, 가습기 살균제 리콜 조치 이후인 2012년부터 이러한 환자는 발생하지 않았다[12]. 해외에서 이와 같은 임상증상을 가진 환자가 주기적으로 발병하는 사례가 보고된 바가 없었다. 가습기 및 가습기 살균제 사용과 관련해서도 국내 인구의 30% 가량이 가습기에서 분비되는 가습기 살균제 성분에 노출되었을 것으로 추정하는 연구[13,14]가 있으나, 해외의 경우 가습기 사용이 국내처럼 흔하지 않으며, 독일과 일본에서 유사한 방식의 살균제를 사용하는 경우가 있으나 다른 종류의 화학물질이거나 사용이 흔하지 않은 것이라는 지적이 있다[15]. 가습기 살균제 성분을 100 nm 이하 크기의 에어로졸 상태로 흡입할 때에 나노 크기의 입자들이 상기도를 거쳐 폐포 말단에 침착 되어 폐손상을 일으킨다고 추정할 수 있다.

따라서 가습기 살균제를 제조 유통하는 공정에서의 근무가 폐섬유화를 동반한 폐손상을 일으킬 가능성은 가습기 살균제를 직접 사용하는 경우에 비하여 매우 낮다고 할 수 있다. 이 조사에서는 42명의 응답자들 중 21명이 호흡기 증상 혹은 피부 및 점막 자극 증상을 경험하였다고 답변하였으며, 이들 중에서도 피부, 점막 자극 증상 여부와 관계없이 호흡기 증상을 경험한 사람은 16명이었다. 이들 중 현재 호흡기 손상을 유추할 수 있는 증상이나 부작용 또는 진료기록이 남아있거나, 영상의학적 검사에서 이상이 있었다고 답변한 근로자는 없었다. 다만, 앞서 연구에서도 가습기 살균제 사용 당시 증상이 있었으나, 증상이 사라진 이후에 이상 소견이 발견되지 않은 사례 및 폐손상 피해자와 같은 조건에 노출되었으나 특이적인 증상 및 임상적 소견이 발견되지 않은 사례들이 보고된 점을 고려할 때, 수년이 지난 시점의 조사를 바탕으로 당시 노출 공정에서 폐손상의 발생이나 업무 관련성 여부와 관련하여 가능성이 낮았을 것으로 추정할 수는 있으나, 업무로 인한 폐손상의 가능성을 완전히 배제할 수는 없었다. 조사 시점에서 가습기 살균제 제조 공정에서 노출된 화학물질에 의한 호흡기 증상인지, 여타 상기도 감염 등으로 인한 증상인지 구분하는 것은 불가능하였다.

호흡기 증상을 포함한 피부 및 점막에서 발생할 수 있는 자극 증상의 경우 CMIT/MIT 등의 가습기 살균제 성분의 동물 실험에서 알려진 피부 및 안구의 자극, 부식성[7]과 더불어 작업 공정에서 화학물질에 의한 반복노출이나 작업 환경의 물리적 요인 등에 의한 자극 증상이 발생할 수 있어, 업무 관련성 여부, 특히 업무 중 가습기 살균제 성분에 노출이 직접적인 자극 증상의 원인이었는지 파악하기는 어렵다. 본 조사에서는 42명의 응답자들 중 21명이 증상을 경험하고 14명이 업무 공정과 연관이 있을 것이라고 대답하였다. 비교적 노출 시점과 조사 시점 사이에 긴 시간차이가 있음에도 불구하고 응답자의 절반이 일련의 증상을 경험하였다고 응답하였으며, 증상 경험자들 중 과반수가 업무로 인한 증상이라고 생각하는 것은 가습기 살균제 제조 공정이 상대적으로 근로자들에게 자극적인 업무 환경이었기 때문으로 추정할 수 있다. 그러나 작업환경과 관련하여 실제 작업환경 및 작업 당시의 기록 등을 확보하지 못하여, 설문조사를 통하여 공정 내에서 냄새, 미세 입자 발생 여부, 호흡 보호구, 환기 시설 여부에 대하여 파악하고자 하였으나 응답률이 매우 저조하여 관련한 결론을 도출할 수 없었다. 설문결과와 관련하여 업무 중 노출되는 화학물질과 이로 인한 자극, 작업공간의 위생상태 등 전반적인 업무 환경의 열악함 등으로 인하여 건강영향에 대한 불안감이 유발될 수 있다는 점 또한 배제할 수 없다. 외부 요인으로 인하여 작업환경에 대한 전반적인 불신이 과거 발생한 신체 반응에 대한 업무 기인성에 대한 의심과 건강 영향에 대한 불안을 야기할 수 있다. 작업 물질에 대한 정보 습득의 미흡함, 화학물질 취급에 대한 불안감 등이 자극 증상의 발생과 업무 관련성에 대한 의심의 증폭을 유발할 수 있다. 이번 경우와 같이 과거 근무 당시에 알지 못하였으나, 새롭게 알려진 치명적인 건강 유해 요인의 생산에 과정에 종사한 업무력은 근로자들에게 큰 불안 요소로서 작용할 수 있어 결과에 있어 고려하여야 한다.

이 연구는 다양한 제한점이 존재한다. 첫 번째로는, 조사 대상의 모집에 있어서 누락된 근로자가 지나치게 많으며 조사 방법에 있어서도 일관성이 부족하다는 점이다. 폐업 사업장의 경우 고용보험자료를 통하여 228명이 대상자로 선정되었으나, 중복 가입자 26명을 제외하더라도 중복된 명단이거나 연락처가 누락되거나 연락이 되지 않는 등, 14명 만이 응답을 하였으며, 현업 사업장 인사기록부를 통한 42명의 근로자의 경우에도 본인들의 조사 거부로 인하여 응답자는 28명에 불과하였다. 또한 설문조사에 응하지 않은 사람들의 경우 구체적인 거부 사유 등을 파악하지 못하였기 때문에, 설문에 응한 사람들과의 차이점을 파악할 수 없어 결과에 있어서 선택편향(selection bias)가 존재한다. 또한 현업 사업장의 경우 임시건강진단을 시행하면서 직접 설문조사에 응하도록 하였으나, 폐업 사업장의 경우 관할 구역 근로자 건강센터의 의료진을 통하여 전화로 설문조사를 응하도록 하여 설문 조사방법 차이에 따른 오류가 발생할 수 있다.

다음으로, 조사 대상 중 적은 수의 근로자만이 설문조사에 응하여 본인이 경험한 증상이나 가습기 살균제 피해자 등과 관련하여 좀 더 적극적인 관심을 가지거나 건강에 대한 관심이 많은 근로자들이 주로 답변할 수 있으므로 선택 편향(selection bias)이 발생할 수 있다. 이 연구의 배경은 가습기 살균제 생산 공정에 종사한 근로자들에 있어서도 호흡기 질환이 발생했을 가능성이나 2차적인 진료 여부가 필요한지를 확인하기 위한 예비 조사에 초점을 두고 제작된 설문조사이며 가습기 살균제의 건강 위해성이 밝혀진 2011년 8월부터 5년이 지난 시점인 2016년에 시행한 조사 응답은 비교적 답변의 신뢰성이나 정확성이 낮다고 예상할 수 있다. 경증의 호흡기 증상이거나 현재 증상이 남아있지 않을 경우, 제조 공정 업무 당시 이후로 관련된 진료 및 의학적 검사를 시행하지 않았을 경우 이들의 업무관련성을 평가하기 어렵다. 자극 증상의 경우에도 작업 당시에 발생한 자극증상과 관련하여 현재 시점에서 업무관련성을 파악하는 것은 불가능하다.

업무 기인성을 정확하게 파악하기 위해서는 노출물질 및 누적 노출량에 대한 정량적 추정이 중요하다고 할 수 있다. 그러나 조사 당시에 이러한 정보들이 매우 제한적이었다. 이에 7개 사업장의 명칭 이외에 현업 사업장의 최소한의 인사정보 및 고용보험 자료를 통한 인적사항 만이 확보되었으므로, 개별 사업장의 생산 물질, 근로자 개별적인 업무 공정, 보호구 착용, 사업장 내 환기 시설 등과 관련하여서는 근로자들의 직접 답변이 유일한 정보원이었으며, 대부분의 근로자들이 설문에 답변을 하지 않거나 답변을 하더라도 구체적으로 응답을 하지 않았다.

이외에도, 노출 시점과 조사 시점 사이의 경과 시간이 길고, 조사의 주 목적과 실질적인 응답 양상의 차이 등으로 인하여 적절한 결과를 도출하지 못하였다. 가습기 살균제로 인해 발생한 폐손상 환자에 대한 정보를 기반으로 하여 가습기 살균제 제조 공정의 근로자들에서도 유사한 영구적인 폐손상 및 관련한 사망사고가 발생하였을 경우 이는 추적이 가능할 수 있으나, 호흡기, 피부, 안구 등에서 발생 할 수 있는 자극 증상 등의 경우 비교적 작업공정에서 발생 가능성은 높으나, 5년이 지난 시점에서 그 특성이나 업무관련성 등을 파악하는 것은 매우 제한적이다.

이러한 제한점에도 불구하고 이 연구는 국내에서 발생한 대규모 재해 이후에 관련 근로자들의 사후조치에 대하여 분석한 유일한 연구로서 근무 중에 위해성이 드러나지 않았던 작업 공정 및 노출 물질에서 건강 위해가 뒤늦게 알려질 경우 추적 및 사후관리에 있어 제한점이 존재한다는 것을 확인할 수 있다. 특히 퇴사 이후의 근로자들에 대한 추적관리 방안이 요원하다. 이러한 제한점을 통하여 산업보건 시스템의 취약점 되짚고, 향후 유사한 건강 위해 발생에 대하여 좀 더 효과적으로 뒷받침할 수 있도록 단발성의 조사가 아닌 상시적 네트워크의 확보 등 제도적 보완 및 추적 연구의 필요성을 제기하고자 하였다.

근로자들에게 기존에 알려지지 않았거나, 예상하지 못한 건강 영향과 관련 문제점이 사업장에서 발견되었을 때, 현행 산업보건 시스템은 이를 해결하기에는 많은 취약점을 안고 있다. 산업안전보건법 상의 대표적인 제도로는 유해인자로 인한 질병의 발생 및 발생 원인 여부를 파악하기 위한 임시건강진단이나 역학조사 등이 있다[16]. 그러나 이 제도는 근로자들의 보건관리를 위한 보편적인 안전망으로 작용하기에는 여러 제한사항이 존재한다. 현행 제도로는 산업 현장에서 문제 발생 이후에 조치가 취해지기까지의 보고 체계가 명확하지 않으며, 급성 질환이나 다

수의 노출 대상을 바탕으로 하는 즉각적인 대응이 어렵다. 이 연구의 배경이 된 조사의 경우에도 가습기 살균제 제조 공정에서의 노출 중단 이후 5년의 기간이 지난 뒤에 조사의 필요성이 제기되었다. 퇴직 근로자들에 대해서는 이들에 대한 책임이나, 비용적 측면에서 구체적이고 상시적인 조사방법이 존재하지 않는다. 임시건강진단 시행의 경우 사업주에게 비용지불의 의무가 있으나, 퇴직 근로자들에 대한 조사의 경우 비용 지불의 주체가 없다. 더욱이 조사 대상의 인적사항을 확보한 상태에서 건강조사가 진행될 수 있는데, 현업 사업장의 경우 인사자료가 바탕이 되어 추적이 가능하나, 퇴직 사업장의 근로자들에 인적 사항 확보를 위한 방법은 고용보험자료가 비교적 활용 가능한 자료원이라고 할 수 있다. 그러나 입·퇴사를 반복하여 중복 등록된 근로자가 있고, 근로자의 연락처가 누락되거나 실제 연락처가 아닌 경우 등이 다수 존재하여 추적자료로 활용되기에는 부족하였다.

가습기 살균제 사건은 사회 다양한 분야에서의 문제점을 제기하게 되었다. 화학물질 관리 법이 비교적 허술하여 쉽게 가습기 살균제 물질이 쉽게 유통이 되었을 것으로 추정되었으며[7], 국내에 유통되는 화학물질 4만 3천여종 중 유해정보가 확인된 물질이 15%에 불과하여 가습기 살균제 사건을 계기로 화학물질의 안전성평가 및 관리에 대한 공감대가 형성되어 2015년 법이 제정되었다[2]. 가습기 살균제 제조사가 국내 대학에 의뢰한 살균제 동물 실험과 관련하여 드러난 재정적 이해 상충의 문제점과 이와 관련한 정책 도입 필요성을 알려졌으며[3] 향후 제조사들에 대한 규제 법안 입법과 관련한 연구가 보고되었다[4]. 대규모 국민 건강 피해 사건과 관련하여 발생한 피해에 대한 국가의 책임이 강조되었으며[5][17], 이 사건과 관련하여 피해자 사연 보도 및 단순 사실 전달 위주의 획일화된 기사와 언론의 전문성 약화 등의 언론 보도의 문제점과 개선사항에 대한 연구가 발표되었다[6]. 산업보건분야에서도 환경부의 화학물질 관련 법안과 고용노동부의 산업안전보건법의 화학물질 관련 내용을 비교하여 부처간 중복 규제와 관련한 세부항목의 조율 등을 바탕으로 생명과 건강보호의 공통 목적에 대한 효과적이고 효율적인 운영의 필요성을 강조하였다[18].

다방면으로 사회적인 관심이 조명된 반면에, 실제 제조 공정에 근무하면서 가습기 살균제 성분을 취급한 근로자들에 대해서는 비교적 그 관심이 요원하였다. 가습기 살균제피해의 노출 특성 및 물질의 특성상, 제조 공정의 근로자에서 치명적인 질환이 발견될 가능성이 낮기 때문에 그 위험성이 간과되었을 것이다. 이 연구 결과 내에서도 노출 근로자들 중 현재까지 잔존하는 증상이나 후유증 등이 의심되거나 직업적 노출과의 인과관계를 확인할 수 있는 사례는 발견되지 않았다. 그럼에도 불구하고, 이 연구는 국내에서 대규모 재해 이후에 관련 근로자들에 대한 사후관리를 시행한 결과에 대한 유일한 보고이며, 그 과정에서 근무 중에 위해성이 예측되지 못한 물질의 위험성이 추후에 밝혀졌을 경우 추적 및 사후관리의 한계점 등을 고찰 할 수 있는 기회였다. 향후, 사회적 문제가 되는 집단발병이나 사고 발생 후 단발성의 자율응답 조사를 넘어, 주기적으로 국가 데이터 베이스를 통해 모니터링 할 수 있는 사후 관리 시스템의 구축 및 추적관찰의 필요성이 제기된다.

V. 결 론

가습기 살균제로 인한 건강 영향이 제조 공정 근로자들에게서도 발생하였는지 파악하고자 공정에 근무한 전·현직 근로자들을 대상으로 하여 호흡기 증상 피부, 점막의 자극 증상 등에 설문조사를 시행한 결과를 분석을 시도한 결과 42명의 응답자를 대상으로 21명에서 과거 가습기 살균제 제조 중 기타 증상을 경험하였으며 이들 중 14명은 업무와 연관하여 증상이 발생하였다는 답변을 얻었다. 낮은 응답률(177명 중 23.7%)로 인하여 선택의 오류의 가능성이 충분히 보정되지 못하였으며 분석 결과, 성별, 근무 기간, 사업장, 기저 질환 등의 연관성에 대하여 통계적으로 유의한 결과를 얻지는 못하였다. 그러나 이 연구를 통해 국가 대규모 피해 사태 이후에 관련 근로자들에 대한 사후 관리 과정을 고찰 할 수 있었으며, 현행 제도하에서 명확한 관리가 어려운 퇴직 근로자들을 포함한 근로자들의 건강영향 감시 및 사후관리의 필요성이 제기되었다.

References

1. Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI). Comprehensive web portal supporting damage to humidifier disinfectant. Available: https://www.healthrelief.or.kr/home/main.do [accessed 28 February 2018].
2. Jeong NS. The Review on status of chemical safety management policies and limits through humidifier disinfectants accident. Environ Law and Policy. 2013; 11: 35-56.
3. Kong HG, Shin YS, Kim OJ. A Critical Review of the Financial Conflict of Interest (FCOI) behind the Humidifier Disinfectant Scandal: Comparing the Cases of a U.S. University and Korean Universities. Bioethics Pol'y Stud. 2016; 9(3): 1-43.
4. Park TH. The humidifier disinfectant case and the legislative challenges of the 20th Congress. Environ Health Toxicol. 2016; 31: e2016015.
5. Lee SM. The National Obligation of Protection on the Safety of Life and Body- Focusing on the Decisions of Humidifier Disinfectant Damage Case and Japan's Sennan Asbestos Case. Bio-medical and Law. 2016; 15: 35-71.
6. Lee JH, Ko JW. A Study on the Trends of Korean Journalists' Reporting for a Humidifier Disinfectant Scandal. ECO. 2016; 20(2): 351-398.
7. Committee for lung injury investigation of Center for Disease Control and Prevention of Ministry of Health and Welfare. White paper of the humidifier disinfectant health damage issue. Sejong, Korea: Korea Center for Disease Control and Prevention (KCDC); 2014. p. 28-36.
8. Kim HR, Lee KH, Park CW, Song JA, Park YJ, Chung KH. Polyhexamethylene guanidine phosphate aerosol particles induce pulmonary inflammatory and fibrotic responses. Archives of Toxicology. 2016; 90(3): 617-632.
9. Hong SB, Kim HJ, Huh JW, Do KH, Jang SJ, Song JS, et al. A cluster of lung injury associated with home humidifier use: clinical, radiological and pathological description of a new syndrome. Thorax. 2014; 69(8): 694-702.
10. Yoon HM, Lee E, Lee JS, Do KH, Jung AY, Yoon CH, et al. Humidifier disinfectant-associated children's interstitial lung disease: computed tomographic features, histopathologic correlation and comparison between survivors and non-survivors. European radiology. 2016; 26(1): 235-243.
11. Ministry of Environment. Ministry of Environment press release on September 28, 2016 "Government, investigation on CMIT/MIT-use products including CMIT/MIT-containing toothpaste". Available: http://me.go.kr/home/web/board/read.do?boardMasterId=1&boardId=684020&menuId=286 [accessed 30 August 2018].
12. 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.
13. Jeon BH, Park YJ. Frequency of humidifier and humidifier disinfectant usage in Gyeonggi Province. Environ Health Toxicol. 2012; 27: e2012002.
14. Chang MH, Park HS, Ha MN, Kim YH, Hong YC, Ha EH. Characteristics of humidifier use in Korean pregnant women: the Mothers and Children's Environmental Health (MOCEH) study. Environ Health Toxicol. 2012; 27: e2012003.
15. Choi YY, Lim HK, Lim SY, Paek DM. Health damages and lessons of the use of humidifier disinfectants in Korea. J Environ Health Sci. 2012; 38(2): 166-174.
16. Ministry of Employment and Labor Enforcement Decree of the Occupational Safety and Health Act. Sejong. Korea. Ministry of Employment and Labor. 2017.
17. Moon SJ. The Damage Caused by Humidifier Disinfectants and the National Liability for Risk Management. Journal of consumer policy studies. 2014; 45(1): 67-88.
18. Yoon CS, Ham SH, Park JH, Kim SJ, Lee SA, Lee KS, et al. Comparison between the chemical management contents of laws pertaining to the Ministry of Environment and the Ministry of the Employment and Labor. J Environ Health Sci. 2014; 40(5): 331-345.

저자 정보

강영중(과장), 박순우(전공의), 엄희수(전공의), 김은아(실장)