

## 가습기살균제 참사에 관한 학술연구의 비판적 검토와 다양한 관점의 이해

김지원 · 방예원\*\* · 박문영\*\* · 조경이\*\* · 최예용\*†

\*가습기살균제사건과 4·16세월호참사 특별조사위원회,

\*\*서울대학교 보건대학원 환경보건학과

### Critical Reviews of Academic Research and Perspectives for Understanding the Humidifier Disinfectant Disaster

Jiwon Kim, Yewon Bahng\*\*, Moon Young Park\*\*, Kyung Ehi Zoh\*\*, and Yeyong Choi\*†

*\*Special Investigation Commission on Humidifier Disinfectants & 4·16 Sewol Ferry Disasters*

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

#### ABSTRACT

The purpose of this paper is to help develop a comprehensive understanding of the humidifier disinfectant disaster from diverse perspectives based on a critical review of the relevant academic research papers published so far in the fields of both natural and social science. The authors reviewed pertinent articles in the six academic areas of law, social science, humanities, medicine, toxicology, and environmental health. A proper understanding of the issue of humidifier disinfectant is a challenging task because diverse aspects of it have become related over the more than two decades since such products were first released to the market in 1994. Technical and esoteric issues such as the complex system for relief and compensation for health damages and the approval of chemical toxicity are known to be major impediments to viewing the bigger picture regarding this tragedy. The authors believe that experts need to consider a comprehensive perspective going beyond their individual research arena to gain a better understanding of this issue, especially since it was an alarm signal on ethics and the role of experts and scholars in Korean society. Besides the two professors arrested by the prosecutor's office, it should be remembered that medical doctors recommended patients use humidifiers and disinfectants, and the media was inactive in reporting on this issue. Furthermore, the current paucity of examination of the social and political implications of this tragedy calls for more active engagement by researchers in the humanities and social sciences. In this regard, this paper is a work of self-examination and self-criticism by the authors that could resonate with the overall academic community.

**Key words:** Humidifier disinfectant, disaster, perspective, exposure assessment, chemical toxicity

### I. 서론

가습기살균제 문제는 생활화학제품 소비과정에서 발생된 초유의 대규모 건강피해발생 사건이자 해결 과정의 문제로 인해 더 큰 피해와 문제가 야기되어

사회적참사로 평가되는 대표적인 환경보건 건강피해 사례이다. 2019년 7월 26일까지 정부의 피해신고접수기관인 한국환경산업기술원에 접수된 피해신고는 모두 6,496명이고 이중 22%인 1,421명은 사망사례다. 정부는 그동안 이들 신고자들을 폐질환, 태아피

†Corresponding author: 19<sup>th</sup> Fl, Post Tower A Building, Sogong-Ro 70, Jung-Gu, Seoul, Korea, Tel: +82-2-6450-3100, Fax: +82-2-6450-3199, E-mail: choiyy@kfem.or.kr

Received: 9 August 2019, Revised: 15 August 2019, Accepted: 16 August 2019

해, 천식 등 3가지 인정질환에 대해 관련성을 판정해 12.8%인 835명을 구제대상으로 인정했고, 2,144명은 기업기금 지원대상인 특별구제대상으로 정했다. 피해신고는 계속 이어지고 있으며, 사망과 건강 피해에 대한 정확한 관련성조사와 피해대책이 요구되고 있다.

가습기살균제 참사는 장기간 동안 다양한 주체들이 연루된 사건이고, 피해 구제 및 보상에 관련된 법적인 문제, 화학물질의 유해성 입증 등 과학기술적인 문제 등이 복합적으로 연관되어 있어 이해하기가 어렵다. 특히, 본 논문의 저자들은 이러한 측면에서 일반 시민이 가습기살균제 참사에 대해 보다 종합적인 시각을 갖고, 전문가·학자들도 자신의 분야 밖에서 진행되는 논의를 한눈에 파악할 수 있는 계기가 필요하다고 판단하였다. 본 논문을 통해 가습기살균제 참사에 대한 그 간의 학술적인 논의를 총망라하고 비판적으로 검토하여 일반 시민 및 학자들이 이 사건에 대해 다양한 관점에서 이해하는데 기여하고자 한다.

또한 가습기살균제 참사는 전문가·학자의 역할과 윤리에 대해 경종을 울린 사건이기도 했다. 2011년 병원과 피해자들의 신고로 시작된 정부의 역학조사 과정에서부터 이후 피해신고자들에 대한 관련성 조사 및 판정과정 및 대책에 이르기까지 다른 어떠한 사회문제보다도 각 분야 전문가들의 역할이 매우 중요했고 또 전문가 역할과 한계에 대한 사회적 문제 제기가 컸다. 현재 법의 심판을 받고 있는 서울대와 호서대의 두 교수 외에도, 가습기와 가습기살균제 사용을 권고했던 의사들, 가습기살균제 참사에 대한 심층·후속보도에 소극적이었던 기자들이 있었다. 나아가 이 사건을 설명할 언어가 부족한 현실은 인문학자, 사회과학자의 역할에 대해서도 시사하는 바가 크다. 이러한 의미에서, 본 논문은 저자들 자신을 포함하여 학계의 자아성찰과 비판을 위한 작업이기도 하다.

이에 본 논문에서는 학술지 등에 발표된 가습기살균제 관련 학술논문을 살펴 보면서 우리나라 특히 학계가 어떤 흐름으로 이 문제에 대해 관심을 갖고 연구해왔는가를 분야별, 연도별 그리고 주제별로 고찰하고자 한다. 이러한 작업을 통해 가습기살균제 사건이 갖는 특징을 학문분야별 관심의 정도와 세부 연구과제 및 연구성과를 통해 파악하고 향후 문제해

결과 학문적 기여의 방향을 제시할 것이다.

## II. 연구방법

Pubmed, Web of Science, 구글학술검색, 데이터베이스 RISS (Research Information Sharing Service) 등을 통해 ‘가습기살균제’를 키워드로 2011년부터 2019년 5월까지 검색된 학술논문 123편을 분석대상으로 삼았다. 2011년 이전에 발표된 논문의 경우 논문 발표당시에는 가습기살균제 관련성이 알려지지 않아 분석에 포함되지 않았지만 나중에 가습기살균제 관련성이 큰 사례보고 논문으로 파악되어 이 분석에 포함했다. 단순히 가습기살균제 문제를 사례로 든 학술논문들은 제외하고 가습기살균제 문제를 주된 연구대상으로 삼은 논문만을 분석대상으로 했다.

먼저 주요 분야별 발표논문의 연도별 분야별 논문 발표의 흐름을 살펴 보았으며, 일반적인 구분으로서 의학, 보건학, 독성학을 포함한 자연과학 분야와 법학과 인문학을 포함한 인문사회과학의 대분류로 나누어 학문분야별 고찰을 하였다. 세부 내용적 분석에서는 그 대상을 자연과학 분야는 의학, 독성학과 환경보건학을 중심으로 한 보건학의 3개 소분야를 구분해서 살펴 보았고, 인문·사회과학 분야는 법학, 사회과학 및 인문학의 3개 소분야로 임의 구분해 살펴 보았다. 역학연구는 별도로 구분하지 않고 의학과 환경보건학 분야에 해당되는 경우 각 해당분야에 포함시켜서 살펴 보았다. 검토한 논문의 저자는 독성학 6편, 의학 1편을 제외하면 모두 국내 연구자였으며, 연구자의 연구들은 국내 학술지와 국제 학술지에 수록되었다.

학계에서 진행되어온 논의에 집중하고 검토의 범위를 한정하기 위해 학위논문 및 학술지 게재 논문만 대상으로 하고 단행본과 학술대회 발표문, 잡지, 칼럼, 언론기사 등은 제외하였다. 이렇듯 다양한 매체에서 제기되어온 의견과 주장에도 충분히 유효하고 의미있는 쟁점이 존재하지만 여건 상 본 논문에는 담기지 않았다.<sup>1-3)</sup> 가습기살균제 참사에 대한 인문·사회과학 분야 연구는 자연과학에 비해 그 절대적인 숫자가 적어, 학문분야 별로 분류하는 대신 종합적으로 고찰하였다. 이 과정에서 각 학문분야 내의 기준과 논리에 기반한 평가는 포함하지 않았음을 밝힌다.

### III. 본 론

#### 1. 주제별, 발표연도별 가습기살균제 관련 학술논문의 흐름

가습기살균제 문제를 다룬 학술논문을 학문분야별로 살펴보면 Table 1과 같다. 자연과학 분야는 81편(보건학 33편, 의학 28편, 독성학 20편), 인문사회과학 분야는 42편(법학 25편, 사회과학 15편, 인문학 2편)의 논문이 출간되었다. 6개 학문분야로 발표된 논문을 보면 그 발간편수라도 학문적 관심 정도를 파악할 수 있었으며 이는 가습기살균제 문제가 갖는 특징을 어느정도 반영하고 있다.

가습기살균제 사건의 경우 사건초기 제품의 노출로 인한 건강피해의 세부 내용을 밝히는 과정이 가장 중요하게 부각되었고 8년이 지나서 지금도 의학적 과제는 여전히 중요한 비중을 차지한다. 일반적으로 의학논문들은 국내학술지보다는 국제적인 학술저널에 발표되는 경향이 큰데 가습기살균제 문제의 경우도 마찬가지였다. 특히 사건초기 옥시레킷벤커저 등 제조판매사들이 정부의 역학조사 결과에 대해 이의를 제기하면서 자체적인 제품 독성조사를 시도하자, 정부조사에 참여한 연구자들이 SCI 저널에 세부 의학분야별 연구논문을 올다뒤 발표하면서 정부조사결과의 신뢰성을 국제적으로 확인받는 과정이 되었다.

분석대상 학술논문들을 발표 연도별로 살펴보면, 가습기살균제 사건이 알려진 2011년 이전에 의학논문 6편과 독성학논문 1편 발표되었고, 사건이 알려진 초기인 2012년에 11편으로 많은 편이었다. 이후 2013년 5편으로 줄었다가 2014년 11편, 2015년 10편으로 증가하다 2016년에 29편으로 크게 늘었다. 2017년에 16편, 2018년에 26편, 2019년에 8편(2019년 8월 8일 기준)의 추세로, 2016년 가습기살균제 문제가 큰 사회의제로 떠오른 이후 학문적 관심의 정도도 이에 일치하는 것으로 보인다. 2011년 사건이 알려진 이후 2015년까지 가습기살균제 문제는 사실상 거의 방치되면서 문제해결의 실마리가 제시되지 않았다. 이후 2016년 초부터 검찰 수사과정에서 사건을 둘러싼 각종 문제들이 폭발적으로 언론에 소개되면서 중요한 사회적 의제로 떠올랐고 피해자 및 시민사회의 옥시불매운동과 이어진 국회에서의 국정조사 및 청문회로 이어졌다. 연도별 가습기살균제 관

Table 1. Articles on humidifier disinfectants by fields of study

연도	의학	보건학/ 환경 보건학	독성학	법학	사회 과학	인문학	소계
2002	2						2
2006	1						1
2008	1						1
2009	2						2
2010			1				1
2012	2	6	2	1			11
2013	3	1		1			5
2014	4	1	3	2			10
2015	4	3	2	1	1		11
2016	4	10	2	11	2		29
2017	4	3	2	3	4		16
2018	1	5	4	6	8	2	26
2019		4	4				8
소계	28	33	20	25	15	2	123

련 학술논문의 발표흐름은 사회적 관심이슈가 학문적 관심이슈로 이어졌다고 볼 수 있다. 학문분야별 논문발표를 연도별 흐름으로 살펴봐도 이러한 특징이 분명히 보인다. 즉 2015년까지는 법학, 사회과학 분야의 연도별 관련 논문수가 없거나 한개 정도에 불과했는데, 2016년에는 법률분야가 11편으로 가장 많았고 사회과학 분야의 가습기살균제 문제에 대한 논문도 2016년 2편에서 2018년 8편으로 증가했다. 사회과학 내에서 사회학, 언론학, 정책학, 소비자학, 심리학 등에서 연구가 이루어졌는데, 가습기살균제 문제가 의학, 보건학, 독성학 분야의 문제로만 여겨지다가 2016년을 기점으로 사회적 문제로 부각되면서 다양한 분야의 사회과학자들의 관심사로 떠오른 것으로 보인다.

#### 2. 법학 분야의 주요 학술논문

법학 분야에서 가장 많은 논문이 발표된 배경은 가습기살균제 문제에서 가해자와 피해자와의 법적 책임관계 즉 가해자인 제조판매기업과 정부가 피해 문제에 대해 어떤 민형사적 책임을 져야 하는가 하는 문제와 제조물책임법과 환경보건법, 유해화학물질관리법 등 어떤 기존의 법적 논리로 잘잘못을 따

질 수 있는가 하는 문제 그리고 징벌제와 집단소송제와 같이 앞으로 유사한 문제가 재발되지 않도록 하기 위해서 어떤 법제도가 필요한가 하는 문제를 다루는 사건을 둘러싼 책임공방의 문제를 법률분야 전문가와 학생들이 나름의 논리와 근거를 제시하는 논문들이 발표되었다.

법학분야 논문들의 주제들을 좀 더 구체적으로 살펴보자면, 『국가책임 분야』와 『화학물질과 제품안전관리의 제도적 문제점과 개선방향을 다루는 분야』가 각 5-6개 논문으로 비슷한 비중이었다. 『국가책임분야』의 경우 행정규제 부작위와 국가배상,<sup>4)</sup> 국가배상책임,<sup>5)</sup> 생명, 신체안전에 대한 국가의 보호의무,<sup>6)</sup> 부작위범의 인과관계,<sup>7)</sup> 집단적 의사결정의 부작위<sup>8)</sup> 등의 키워드가 그것이다. 즉 행정부로 대표되는 국가가 적극적으로 화학물질과 제품안전관리의 행정을 소홀히 또는 하지 않음으로서 발생한 것이 가습기살균제 건강피해사건이라는 점과 이에 대한 정부의 책임을 어떻게 제기할 수 있는냐는 법리적 내용이 그것이다. 실제 피해자들이 가장 많이 따지는 분야의 하나가 정부책임이다. 그러나 실제 국가를 상대로한 서너건의 민사소송에서 아직 국가의 책임을 묻는 판결은 나오지 않고 있다. 다른 사회적 사건에서도 국가의 부작위에 대한 법적책임이 판결로 물어진 사례는 매우 드물다. 아마도 이 때문에 법학계에서 이 주제를 다루는 것으로 보인다. 『화학물질과 제품안전관리의 제도적 문제점과 개선방향을 다루는 분야』의 경우 화학물질관리제도의 현황과 문제점,<sup>9)</sup> 화학물질 안전관리 법제도 개선방안,<sup>10)</sup> 독일 제품안전법 고찰,<sup>11)</sup> 화학물질 리스크평가 관리법제,<sup>12)</sup> 생활화학제품 제조물책임<sup>13)</sup> 등이 해당 논문들의 키워드다.

법학분야 논문에서 다른 특징적인 주제는 인과관계입증에 대한 문제다. 공동불법행위 책임분배와 시

장점유율 책임이론,<sup>14)</sup> 환경소송에서 인과관계증명 책임완화법리,<sup>15)</sup> 민사적 책임; 제조물책임과 인과관계입증<sup>16)</sup> 등이 각 논문의 제목에 나타난 키워드다. 가습기살균제 사건의 특징중 하나가 오래전인 최장 25년여 전에 사용한 일회용품의 사용에 대한 증거의 한계와 제품사용에 따른 건강영향의 인과관계를 입증하는 문제의 어려움이다. 이중 소위 비특이적인 건강영향 즉 가습기살균제 외에 다른 여러가지 발병요인들이 환경중 존재하는 경우에 대한 의학적, 독성학적, 환경보건학적 관련성을 밝히는 일이 매우 어렵다는 점과 관련한 법리적 논쟁이 내용이다. 이외에도 악의적 제조물사고에서 위자료 증액론과 징벌배상제도,<sup>17)</sup> 공법상 권리구제방안,<sup>5)</sup> 피해구제시스템 개선,<sup>18)</sup> 징벌적 손해배상,<sup>19)</sup> 소비자보호와 배액배상제도<sup>20)</sup> 등의 주제들을 다루고 있다.

### 3. 인문사회과학분야의 주요 학술논문

총 17개 논문이며, (석사)학위논문 5편과 학술지 게재 논문 12편이 있었다. 또한 연도별로 2015년 1편, 2016년 2편, 2017년 4편, 2018년 10편으로 상당 수가 2018년에 발행되었다(2019년 7월 16일 기준, 2019년에 발행된 논문은 없었다.). 이 중 7편이 언론학에 해당하며, 이외에 윤리학, 정책학, 상담학, 사회학, 인류학, 철학 등의 연구가 있었다. 이 연구들의 주제는 언론보도의 특징 및 언론의 역할, 프레임 및 담론 분석, 연구 이해관계 상충, 조직문화, 피해자 경험, 시민·소비자의 반응으로 분류된다. 이러한 주제들은 한 연구에서 중복되어 나타나기도 했다 (Table 2).

사회과학, 인문학의 다양한 분야에 걸쳐있는 연구들인만큼 하나의 중심적인 의제는 발견할 수 없었다. 하지만 전반적으로 가습기살균제참사가 공론화된 2011년 이후 시점을 대상으로 삼고 있었다는 특

**Table 2.** Subject classification of humanities and social science papers related to humidifier disinfectant

Topics	Authors (publication years)
언론보도의 특징 및 언론의 역할	Kim(2015), Lee et al(2016), Kim(2017), Kim(2018), Lee(2018)
프레임 및 담론 분석	Lee et al(2016), Kim(2017), Gu(2018a), Gu(2018b), Kim(2018), Lee(2018)
연구자의 이해관계 상충	Kong et al(2016)
조직문화	Hong(2018)
피해자 경험	Kim(2017), Kim(2018), Kwon et al(2018)
시민·소비자의 반응	Ko et al(2018), Park et al(2018), Choi(2018)

정이 있었다. 각 주제별 주요한 쟁점들을 살펴보면 다음과 같다.

### 3.1. 언론보도의 특징 및 언론의 역할

우선, 사회과학 분야 논문 15편 중 7편이 언론학에 해당하여 가장 많은 수를 차지했다. 이 7편 중 2편은 소셜미디어(트위터)를, 5편의 논문들은 기성 언론/방송보도를 분석했다. 이 5편의 논문은 주요 언론사, 방송사를 중심으로 가습기살균제 참사에 대한 언론 보도 전반의 특징을 다루었다. 이 중 Lee et al.(2016)<sup>21)</sup>와 Kim(2018)<sup>22)</sup>은 좀 더 적극적으로 언론의 역할을 정의하고, 가습기살균제참사에서 이러한 역할이 어떻게 실패했는지에 대해 성찰했다는 점에서 주목할만 하다. Lee et al.(2016)는 2011~2016년 간 5대 일간지의 가습기살균제 참사 관련보도의 경향을 총체적, 압축적으로 요약했다.<sup>21)</sup> 특히 다른 언론학 논문들과 달리 ‘보도계기’를 분석 기준 중 하나로 삼아, 질병관리본부의 발표(2011년)과 검찰 수사재개(2016년) 이후에만 보도가 급속도로 증가했음을 지적하며 재난상황에서 언론의 의제설정 및 공론화 실패가 참사에 기여했음을 강조하였다. ‘경향신문’과 ‘중앙일보’의 보도를 비교분석한 Kim(2018)는 ‘무지’(無知)가 단순한 정보의 부재가 아닌 사회구성주의적으로 생산된다는 관점을 취했다<sup>22)</sup>. 가습기살균제참사에 대해 언론이 책임소재의 불분명함을 환기하거나, ‘완벽한 과학적 확실성’을 요구하여 오히려 인과성에 대한 판단 지연과 의혹 증폭 등 공적 책임규명을 어렵게 했다는 것이다. 이 두 연구는 모두 언론인의 비판적 문제의식 고취뿐만 아니라 출입처 제도의 폐지 등 구조적/제도적 혁신을 촉구했다. 5편의 논문 모두, 정도의 차이는 있었지만 타 연구에서 지적된 관료 취재원에 대한 의존 등 정보전달의 태만함, 정확하고 심층적인 정보 부재 등을 공통적으로 지적했다.

### 3.2. 프레임 및 담론 분석

프레임 및 담론 분석 연구들은 앞서 소개한 언론

보도의 특징 및 언론의 역할에 관한 연구들과 다수 중복된다. 한편 Kim(2017)<sup>23)</sup>과 Gu(2018)<sup>24)</sup>는 각각 정책학과 철학적 접근으로 담론 분석을 시도했다. Kim(2017)은 2011년 이후 가습기살균제 관련 정책과 지식의 관계를 시계열적으로 분석했다.<sup>23)</sup> 가습기살균제 참사와 관련된 화학물질 규제 및 피해구제 정책 변화를 살펴보면, 가습기살균제 함유 화학물질에 대한 지식이 그대로 정책에 반영되는 게 아니라 시기별로 우세한 담론 연합에 따라 지식이 정책적 결정에 선택적으로 반영되었다. 특히 사건 공론화 이후 지속적으로 쟁점이 된 CMIT/MIT (chloromethyl isothiazolinone/methylisothiazolinone)의 유해성 논란을 비중있게 다루고 있다. 프레임 및 담론 분석에 해당하는 연구들은 대부분 가습기살균제 참사에 있어 피해자는 있지만 가해자는 드러나지 않고 있음을 지적하고 있다. 가령, 언론은 피해사실은 극명하게 드러내지만 책임자의 존재는 부각하지 않거나<sup>25)</sup>, 구체적인 책임 주체를 불확실하게 하며 ‘미비한 제도’에 책임을 전가하는 기업 및 정부의 서사를 감시, 교정하는 데 실패했다<sup>22)</sup>. 같은 맥락에서, Gu(2018)은 기업과 정부의 고의성, 부작위가 가습기살균제 사건을 발생시켰다는 ‘인과성’을 인정한다면, 이 참사는 “피해를 당한 사람은 있지만 그것을 저지른 사람이 없거나, 그 피해(결과)의 원인이 알려져 있지 않은 사건”을 뜻하는 ‘재난’ 대신 ‘악행’으로 규정되어야 한다고 주장한다.<sup>24)</sup>

### 3.3. 연구자의 이해관계 상충

Kong et al.(2016)는 옥시가 2011년 서울대 및 호서대에 발주한 가습기살균제 독성 연구에 재정적 이해상충 문제가 있었음을 지적하고, 미국과의 비교를 통해 이를 방지하기 위한 대책을 제안한다.<sup>26)</sup> 기업에게 유리하게 왜곡된 연구를 연구자 개인 양심의 문제로 환원하기에는, 국내 산학협력의 장에서 연구자들은 기업의 압력에 아무 장치 없이 노출되어 있다. 미국의 연구기관은 사전예방을 최우선으로 하며, 이해상충을 전문적, 상설적으로 담당하는 기구

\*이해상충은 일차적 이익(primary interest)이 이차적 이익(secondary interest)에 의해 부당하게 영향을 미칠 수 있는 위험을 만드는 상황을 가리킨다. 일차적 이익은 전문가의 목표·목적·의무로서, 연구자의 경우 ‘진실하고 정직한 연구수행’이 그 예이다. 이차적 이익은 금전, 명예 등 개인의 사적 이익으로서, 대개 정당할 것이지만 일차적 이익에 방해가 될 경우 문제가 된다(ibid. 21쪽).

를 두어 이해상충 계획을 심의하고, 정책 위반시 징계를 내리기도 한다. 이는 연구자의 이해상충에 대한 지침, 정책이 없거나(호서대) 있더라도 연구자의 자율에 맡겨져 있는(서울대) 한국의 상황과 대비된다. 저자들은 재정적 이익은 무의식적인 편향까지 일으킬 수 있기 때문에 이해상충은 개인이 통제할 수 없으며, 강력한 이해상충 정책 및 규제는 연구자와 사회 보호를 위해서 필수적이라고 강조한다.

### 3.4. 조직문화

Hong(2018)은 문헌조사를 통해, 기업과 정부의 조직문화를 가습기살균제 참사 발생의 중요한 요인으로서 분석하였다.<sup>27)</sup> 이 과학기술학 논문은 기업과 정부의 관료주의적 조직문화의 요소들, 즉 구조적 비밀주의, 칸막이 문화, 내부적인 소통과 피드백 단절(옥시 내에서도 규제 부서는 위험성에 대해 문제제기를 했으나 고객만족센터와 소통되지 않음) 같은 것들이 만연하며 일상화되어 가습기살균제 참사로 이어졌음을 밝혔다. ‘(기업, 정부가 가습기살균제의 위험을) 충분히 알고 있었다’는 사법적인 정의 구현에 있어 핵심적 문제이지만, 조직 내의 관계, 문화를 분석하여 충분히 알지 못했다면 왜 그러했는지, ‘충분히’ ‘안다’는 것은 무슨 의미인지를 밝히는 것은 사회과학이 접근할 수 있는, 그리고 해야할 과제라 생각된다.

### 3.5. 피해자 경험

Kim(2017, 2018),<sup>28,29)</sup> Kwon et al.(2018)<sup>30)</sup>는 가습기살균제 참사 피해자들의 경험과 목소리를 담았다. Kim(2017, 2018)은 주로 자녀를 위해 가습기살균제를 사용한 부모 피해자들을 참여관찰했다<sup>28,29)</sup>. 피해자 가정의 이야기와 피해자들이 경험하는 피해구제 제도를 통해 직접적인 당사자가 어떻게 이 참사를 겪어내고 있는지를 보여주었다. Kwon et al.(2018)은 2017년 ‘가습기살균제 피해자 심리상담’ 사업 수행 경험을 바탕으로 했는데,<sup>30)</sup> 이 심리상담 사업은 ‘폐질환 4단계 피해자 및 판정 대기자’ 집단을 대상으로 했다는 특징이 있다. 실제 상담에 사용된 매뉴얼을 소개하고 있어, 향후 재난 피해자 심리상담에서 유용하게 참고될 수 있을 것이다. 연구에 언급된 다른 자연·사회적 재난(대구지하철 참사, 세월호 참사, 나리 태풍)과는 달리, 개인의 인지에 따라 사후

에 경험되는 가습기살균제 참사의 특성으로 인해 발생하는 피해자들의 특수한 심리 혹은 경험이 후속연구에서 좀 더 자세히 설명된다면, 가습기살균제 참사와 유사 사고 발생 시 심리상담에 더 큰 도움이 될 거라 예상된다.

### 3.6. 시민·소비자의 반응

시민·소비자의 반응을 다룬 논문에는 소셜미디어 분석<sup>31)</sup> 및 불매운동 참여의도에 관한 심리학 연구<sup>32)</sup>가 있었다. Park et al.(2017)<sup>31)</sup> 및 Ko et al.(2018)<sup>33)</sup>은 가습기살균제 사건 공론화 이후 트위터 이용자들의 반응을 분석대상으로 삼았다. 트위터는 일반 시민들의 반응을 신속하게 알 수 있는 창인만큼, 가습기살균제 참사에 관련한 트윗을 통해 키워드 빈도·네트워크 등을 분석한 이 연구들은 트위터 여론의 변화 추이를 추적하여 주요 시기/사건 별로 시민들의 반응을 드러냈다. 가습기살균제 참사에 대한 트위터 여론은 2012~2015년 사이 급격히 저조해지는 등 언론보도의 추이와 상당히 일치하는 경향을 보였다.<sup>21,33)</sup> 그러나 여론 변화 추적을 넘어, 이러한 변화의 좀더 구체적인 역동 및 그 심층적 원인 분석에 있어서는 후속 연구가 더 필요할 것으로 보인다. 한편, 가습기살균제 참사에 대한 소비자들의 자발적 대응이었던 2016년 옥시 불매운동은 국내 불매운동의 성공사례로 여겨진다. Park et al.(2018)가 불매운동 참여의도 형성요인을 밝히기 위한 하나의 시의성 있는 사례로 옥시 불매운동을 포함시켰다<sup>32)</sup>. 다만, 가습기살균제 참사의 공적인 해결 과정에서 불매운동이 중요한 계기로 평가되는 만큼 타 이슈와는 다른 옥시 불매운동의 특징을 고려한 연구도 향후 필요할 것 같다.

인문학·사회과학 분야의 가습기살균제 참사 관련 논문 17편은 언론보도의 특징 및 언론의 역할, 프레임 및 담론 분석, 연구자의 이해관계 상충, 조직문화, 피해자 경험, 시민·소비자의 반응 등 크게 여섯 가지 주제로 분류될 수 있었다. 일본의 미나마타 참사, 인도의 보팔참사, 독일의 탈리도마이드 참사, 우크라이나의 체르노빌 참사 등 산업재해부터 약 복용으로 인한 대규모 피해까지, 이렇듯 다양한 형태의 기술재난들은 사람과 생태계에 합성화학물질로 인한 불가역적 영향을 끼쳤다. 이와 같은 재난 발생 후 진상규명, 피해자 치유, 교훈의 실현과 애도를 위해서는 지난한 시간과 분야를 막론하고 많은 사람들의

노력이 필요했다. 가습기살균제 참사의 ‘사회적 부검’은 이제 막 첫 발을 떴었다.

**4. 의학분야(및 역학)의 주요 학술논문**

가습기살균제 사건발생 초기에는 원인미상 폐질환이 발생하였기 때문에 환자-대조군 연구에 의해 원인물질을 규명하는 연구가 주를 이루었다. 이 연구들은 각각 성인, 소아를 대상으로 병원대조, 지역사회대조를 활용하여 가습기살균제의 위험비가 높음을 제시하였다.<sup>34,35)</sup>

Paek et al.(2015)<sup>36)</sup>은 가습기살균제 노출 피해자와 가족을 코호트 구성하여 후향적 방법으로 가습기살균제 노출특성을 조사한 후 질병이 초래된 시점이 달라지는 용량-반응 관계가 성립함을 보였다. 동시에 동일한 공간에서 가족이 가습기살균제에 노출되었지만 가족구성원 중 일부는 폐질환이 발생하고 다른 가족구성원은 폐질환이 발생하지 않은 이유를 추정하고 있다.

가습기살균제가 폐손상의 원인임이 밝혀진 이후 2016년도 부터 출판된 논문들은 가습기살균제로 발생할 수 있는 질환이 무엇인지 그리고 폐의 어느 부분에서 손상이 생기는지를 밝히는 특성이 있다. 가습기살균제가 폐 특정부위에 손상을 주는지 여부는 폐기능검사를 활용하여 제시하였다.<sup>37,38)</sup> 또한 시간의 경과에 따른 폐손상의 양상이 어떻게 변화하는지 보여주는 연대기적 연구도 진행되었다. 한편, 가습기살균제 피해자와 가족구성원들이 느끼는 심리적 상태를 확인해볼 수 있는 정신의학적 논문과 case report 형식의 논문도 출판되었다.

**4.1. 사례보고(Case report)**

Lee et al.(2018)는 쌍둥이 자매가 CMIT/MIT에 노출되어 폐손상을 일으킨 사례를 발표하였다.<sup>39)</sup> 사건 초기에 CMIT/MIT는 PHMG (polyhexamethylene

guanidine), PGH Oligo(2-(2-ethoxy)ethoxyethyl guanidine chloride)에 비해 유해성이 낮고 동물실험에서도 폐손상의 증거가 부족하여 관심을 갖지 않았다. 하지만 case report를 통해 CMIT/MIT노출로 인해 폐손상이 확인되고 그 양상이PHMG, PGH 노출로 인한 폐손상의 영상학적 양상과 유사함이 확인되면서 유해 가능성이 높아졌다. MIT의 흡입으로 전신질환이 악화된 사례는 Li et al.(2019)<sup>40)</sup>의 연구에서 확인할 수 있다. 저자는 MIT가 기관지에 소량 노출되더라도 기관지 상피세포 파괴 및 모세혈관 투과성 증가 등의 염증성 반응을 일으키다가 시간이 지나면서 전신질환으로 악화된다고 기술하였다(Table 3).

**4.2. 가습기살균제 피해자 질병 특이성 확인을 위한 임상학적, 영상학적, 조직학적 특성**

2011년 정부의 역학조사를 바탕으로 만들어진 가습기살균제로 인해 발생하는 폐질환에 대한 판정기준은 질병 특이성이 있다는 것이다. 질병의 특이성은 결과를 보고 원인을 추정할 수 있기 때문에 가습기살균제 피해자들이 가습기살균제를 사용 했음을 증명하는 과정을 생략시킬 수 있는 장점이 있지만 일부 중증질환자에게만 적용되는 단점이 있고 경미한 폐손상이 있는 경우나 다른 중증피해자들은 제외될 수 있기 때문에 해석에 주의를 요한다.

Huh et al.(2016)<sup>38)</sup>는 임상적 자료를 활용하여 시간적 경과에 따른 영상학적, 조직학적, 임상적 특성을 나열하였는데, 이런 영상학적 소견은 질병의 특이성을 제시하고 진단의 명료함을 제시하지만 소위 질병 비특이적인 양상을 보이는 다수의 환자들에게는 배제될 가능성이 있다. 가습기살균제 노출이 비특이적인 질병양상을 일으키는지 여부에 대해 의학적 연구가 집중되어야 한다(Table 4).

**Table 3.** Case report on humidifier disinfectants

저자	대상	결과
Lee et al. (2018)	CMIT/MIT에 노출된 소아	CMIT/MIT에 노출된 소아에서 PHMG, PGH 에 노출된 사례와 임상적으로 유사한 결과를 얻음.
Li et al. (2019)	MIT에 노출된 화장품 공장 노동자	MIT를 흡입한 노동자에서 혈액검사와 CT 촬영 결과 혈액검사에서 호중구 증가로 염증반응 형성하고 활성산소와 protease를 방출하여 전신 염증반응 및 전신증상, 폐포손상, 급성 호흡곤란증후군을 초래함.

**Table 4.** Clinical finding on specificity of disease by humidifier disinfectants

저자	대상	결과
Huh et al. (2016)	88명 (가습기살균제 중증피해자 및 사망자)	가습기살균제 피해자들을 대상으로 임상학적, 영상학적, 조직학적 공통된 특성을 나열과 시간적 경과에 따른 특성제시 시간의 경과에 따른 폐기능검사 결과 제시.
Koo et al. (2017)	59명 (가습기살균제 중증피해자 대상)	중증 가습기살균제 피해자들을 대상으로 ICU 입원 및 사망을 예측할 수 있는 영상학적 예후 인자 제시. ICU 입원 -첫 흉부 X-ray 결절소견(P<0.001) -젯빛유리음영(p=0.01) 사망(CT결과) -폐종격동(OR: 1.66) -간질성 폐기종(OR 1.61)

**4.3. 가습기살균제로 인한 폐질환**

가습기 살균제는 공기 중 입자형태로 방출되어 호흡을 통해 흡입되는 경로로 인체에 들어오게 된다. 가습기를 통해 방출된 입자는 가습기 종류에 따라 나노 입자 형태부터 마이크로 입자 형태까지 다양한 크기를 가진다. 그러므로 가습기 살균제는 호흡기 모든 부위에 작용하여 질병을 초래할 수 있는 이론적 가능성이 있지만 구체적 증거는 부족한 상황이다. 이런 상황에서 Kim et al.(2016)<sup>41)</sup>은 가습기살균제 노출과 폐기능과의 연관성을 제시한 논문으로 가습기 살균제 노출환경에 따른 폐손상 부위를 간접적으로 예측하였다. 특히 폐기능검사를 이용하여 결과의 신뢰성을 확보하였다.

Cho et al.(2017)은 1~3차 피해조사에서 CMIT/MIT에 노출된 소아들의 IOS 값\*\*을 이용하여 CMIT/MIT의 위험성을 제시하였다. 가습기살균제 한 성분

인 CMIT/MIT의 위해성이 낮아 폐손상의 가능성이 낮은 것으로 판단되고 있고 동물실험에서조차도 CMIT/MIT 노출은 폐에 염증반응이 아직 보고되지 않은 상황에서 CMIT/MIT 성분의 폐손상 가능성을 제시하는 점에서 의의가 있다(Table 5).

**4.4. 심리적 연구**

Yoo et al.(2019)<sup>42)</sup>은 가습기살균제 피해자와 그들의 가족들이 겪은 정신적 상태를 평가하기 위한 연구로 유족이 가지는 정신적 상태와 생존자가 느끼는 정신적 상태가 다를 수 있음을 확인하고 각 집단의 특징적 증상에 초점을 맞춰 피해자와 가족에 대한 정신건강 지원을 하는 것이 중요함을 확인하였다.

이상으로 살펴본 의학관련 논문을 보면 재난적 상태의 피해규모에 비해 출간된 논문이 많지 않다. 다만 2014년부터 2016년 5월까지 발표된 논문은 가습

**Table 5.** Humidifier exposure and lung disease

저자	대상	결과
Kim et al. (2016)	가습기살균제에 노출되어 definite/probable로 판정 받은 88명	질병발생 후 3년이 지난 후 - FVC: 0.96L 증가 - FEV1: 0.78L 증가 4년 후 FEV1, FVC값은 2.3L, 3.1L로 안정화.
Cho et al. (2017)	3차 피해신청자 중 CMIT/MIT에 노출된 24명의 소아. (고농도 노출 3명vs 저농도 노출 12명) ios를 이용하여 폐기능 평가.	IOS의 비정상 결과를 보임 -X5(저항): 감소 -AX(반응성): 증가 말초기관지의 기능저하 및 비가역성 확인

\*\*영아, 학동전기(3~6세)아이들을 대상으로 소아천식 진단 시 사용. 주파수를 이용하여 기도폐쇄정도(Rrs)와 기도과민성(Xrs)을 측정하여 소기도 환기장애 여부를 확인할 수 있음.



기살균제 사용으로 인한 노출규모 및 패턴을 밝히는 전반적인 특성들을 밝히는 논문들이 주를 이루었다면 최근 논문들은 가슴기살균제 유해성이 구체적으로 표적화되어 가는 추세임을 확인할 수 있었다.

## 5. 독성학 분야의 주요 학술논문

독성학 분야의 논문은 총 26편(학위논문 4편, 학술지 게재 논문 22편) 이었다(Table 6). 분석 논문에는 가슴기 살균제 성분의 독성을 다룬 의학 저널에 실린 연구 또한 포함하였다. 연도별로 보면 최근들어 그 논문 수는 증가하는 추세를 보였다. 구아니딘 계열(PHMG, PGH)의 연구는 가슴기 살균제 참사로 살균제 판매가 금지된 시점인 2011년 이후부터 가슴기 살균제로 인한 피해자들의 질병과 살균제 성분 사이의 관련성을 알아보기 위한 연구가 본격적으로 이루어지면서 출간편 수가 증가하였다. 반면 이소치아졸리논 계열(CMIT/MIT)은 피부 자극성, 알레르기 증상 발현 등 민감한 집단의 안정성에 대한 논란이 계속 있어왔기에 출간편수는 많지 않지만 2000년대 이전부터 꾸준히 독성 연구가 이루어진 것을 확인할 수 있었다. 국내에서는 이소치아졸리논 계열 성분의 가슴기 살균제를 사용한 후 사망한 경우가 있었음에도 최근 법정에서 가슴기 살균제와 폐 손상 간의 연관성을 인정받지 못하자 이에 영향을 받아 이소치아졸리논 계열 성분과 중증 질병 사이의 관련성 연구가 이루어지고 있었다.

### 5.1. 구아니딘 계열 및 이소치아졸리논 계열 주요 실험

구아니딘 계열의 경우 연구 주제로 호흡기, 심혈관계, 염증반응, 발달독성, 생체 내 거동 및 분포 등을 다루고 있었다. 구아니딘 계열 성분이 가슴기 살균제 피해자들이 호소하는 질병을 일으킬 수 있음을 밝히고, 이들 성분이 어떤 기작으로 작동하는지 알아내기 위해서 이루어진 연구들이 많기 때문으로 보인다. 이소치아졸리논 계열의 경우 연구 주제로 민감도, 신경독성, 알레르기, 안전성 평가, 접촉성 피부염, 폐질환, 사망, 유전독성, ATP 합성 등을 다루고 있었다. 2011년 이전 연구는 피부 관련 독성 연구가 많았으나 그 이후에는 폐 질환, 사망 등 피해 정도가 아주 큰 중증 질환과의 관련성 및 기작을 알아보기 위한 연구가 많았다.

구아니딘 계열 연구의 경우 *in vivo* 연구는 마우

스와 랫, 제브라 피시를 PHMG에 노출시켜 생길 수 있는 건강 영향을 실험실에서 재현하는 실험이 많았다. *In vitro* 연구는 활성 산소종 생성 과정으로 활성화 또는 비활성화 되는 유전자들의 종류와 개수에 대한 연구를 비롯하여, 면역 반응, 세포 손상 과정에 대한 내용이 주를 이루었다. 이소치아졸리논 계열 연구의 경우 *in vivo* 연구는 마우스를 CMIT/MIT에 노출시켰을 때의 사망에 대한 연구가 대표적이었는데 폐 염증이 직접적인 사망 원인이 아님을 주장하며 다른 원인에 의해 사망했을 것으로 추정했다. *In vitro* 연구는 신경 독성 연구, DNA 손상을 통한 면역반응 연구, 피부독성 연구, ATP 합성과의 관련성 등에 대한 연구가 있었다. 이소치아졸리논 계열의 독성 논란이 꾸준히 제기되어온 만큼 그 동안 축적된 데이터를 모아 다시 분석한 연구도 있었다. 이들 연구들은 방부제에 대한 민감도, 알레르기 반응, 피부 패치 테스트 결과를 재분석한 내용을 담고 있었다.

가슴기살균제라는 검색어로 나온 연구 중에는 가슴기살균제 참사 관련 질환과 살균제 독성을 특징 지을 수 있는 새로운 연구 방법을 제시한 것이 있었다. 이는 현재 가슴기살균제 피해 신청자들 중 거의 대부분이 피해를 인정받지 못한 상황임을 인정하고, 이를 극복하기 위한 대안이 필요하다는 생각을 반영한 것이라 생각된다.

### 5.2. 독성 실험 결과의 의의와 한계

검색된 *in vivo* 연구들은 구아니딘 계열과 이소치아졸리논 계열 성분이 다양한 장기에서 건강 위해를 일으키는 것으로 결론을 짓고 있다. 고용량 독성 물질에 실험 동물을 노출시키는 것은 용량 증가, 노출 증가에 따라 집단에서의 독성 작용 발생률이 더 크기 때문이며, 이 방법은 사람 사이에서 발생할 수 있는 위해성을 발견하는데 필요하고 유용한 방법이라는 것이 동물 독성 실험의 주요 원칙 중 하나이다. 따라서 소개된 연구들은 신뢰성과 효과성이 충분히 검증된 독성 실험 방법으로 독성을 입증한 연구들이다. 그러나 동물 실험 결과를 인체에 외삽한다는 이유로 독성 예측 결과에 신뢰성 문제를 제기하여 질병과의 관련성을 인정하지 않는 현실이 못내 아쉽다. 기전에 관한 자료는 실험 동물에서 관찰된 유해한 결과가 사람과 직접 연관이 있음을 입증하는데 매우 유용하게 작용한다. 분석한 *in vitro* 연구들

**Table 6.** Subject classification of toxicology papers related to humidifier disinfectant

Key words	Target Organ	Method	Findings	Key words	Target Organ	Method	Findings
PGH	심혈관	급성 <i>in vivo</i>	PGH는 대식작용, 세포독성, 포피세포 노화에 관여하여 동맥경화 과정에 관여함. Kim et al.(2012)		신경, 피부	Meta analysis	MIT를 사용한 화장품은 신경 독성이 없다고 결론을 지음. 100ppm(0.01%) 이하의 임계 용량까지 화장품의 방부제로 안전하게 사용할 수 있음. Burnett et al.(2010)
	아만성	<i>in vivo</i>	Sprague-Dawley rats에 PHMG를 미스트 형태로 노출시키자 간질성 폐질환과 비슷한 양상을 보였음. Park et al.(2014)		신경	<i>in vitro</i>	MIT의 독성 활성화는 아연과 세포외산화질 산화효소로 결정되었음. 세포소멸 과정은 NADPH 산화활성, 활성산소종 생성, DNA 손상, PARP의 과도한 활성화에 의해 일어남. Du et al.(2002)
	급성	<i>in vivo</i>	폐에 염증 및 섬유화 외에도 흉선 위축을 유발함. Song et al.(2014)	MIT	신경	<i>in vitro</i>	0.1-3 μM의 농도에 연속 노출 시 신경돌기 억제에 관찰됨. SRC 억제가 국소부착키나아제 미작용을 이끌어 신경계 발전에 손상을 입힘. Kai et al.(2006)
PHMG	호흡기	<i>in vitro</i>	NF-κB 신호 전달 경로를 통한 염증 유발성 사이토카인의 발현을 유도하는 산화적 스트레스를 통해 상피 세포를 손상시키고, TGF-β에 의해 매개되는 과도한 조직 회복을 유도함. Kim et al.(2015)		피부	Data analysis	덴마크에서 MIT에 대한 알레르기 반응이 2009년 1.4%에서 2011년 3.1%로 증가함. Lundov et al.(2012) 패치 테스트 결과를 분석함. 648명의 환자 중 20명이 양성 반응을 보임. Mose et al.(2013)
		<i>in vitro</i>	PHMG가 세포내 ROS 발현을 조절하면서 세포자살 관련 유전자 발현에 관여하여 세포독성을 나타냄. Jung(2013)			<i>in vitro</i>	MIT의 농도가 조금만 증가해도 세포 활성화가 많이 감소함. Park et al.(2018)
		<i>in vitro</i>	낮은 농도에서도 ROS 및 세포사멸을 촉진함. Jung et al.(2014)		간	<i>in vitro</i>	MIT는 원형질막과 세포내 액포내벽에 결합하여 세포막을 파괴시키고 미토콘드리아를 손상함. MIT는 다양한 경로의 세포 사멸에 영향을 미침. 또한 DNA 손상을 통해 면역 반응을 일으킴. Park et al.(2018)

Table 6. Subject classification of toxicology papers related to humidifier disinfectant (continued)

Key words	Target Organ	Method	Findings	Key words	Target Organ	Method	Findings
		<i>in vitro</i>	ROS 발현으로 사이토카인이 방출되면 상처가 아무는 작용이 일어남. 이 과정에서 폐 섬유화가 일어남. 즉, 조직 붕괴와 염증 반응이 섬유화를 일으킴. Kim et al.(2015)		폐부	Data analysis	포름알데히드와 MCI/MIT는 높은 수준의 민감도를 유지하였음. Wilkinson et al.(2002)
		<i>in vitro</i>	전염증성 사이토카인과 NF-κB 신호 전달 경로 활성화를 유발함. NF-κB 신호 전달 경로 활성화는 염증 반응을 유도함. Kim et al.(2016)		호흡기	<i>in vitro</i>	CMIT/MIT의 독성기전이 폐 세포의 ATP 생성을 저해함. Kang(2019)
호흡기		<i>in vitro</i>	요소 사이클, 염증 및 산화 스트레스에 관여하는 유전자의 발현을 변화 시켰음. 시간 의존 방식에 따라 PHMG 인산염에 반응하여 21개의 유전자가 유도되고, 4개의 유전자가 억제되었음. Kim et al.(2017)	CMIT/MIT	사망	급성, 만성	작은 용량 변화로 급격히 사망률이 증가함. Kim et al.(2017)
PHMG		<i>in vitro</i>	액포막과 결합하여 세포막과 세포소기관을 손상 시킴. 세포사멸 지표인 IFN-γ가 증가하면서 막과 DNA가 손상되었음. 폐포의 대식세포, 호중구 및 상피세포 등의 상호작용이 염증 및 조직 변형에 관여함. Park et al.(2018)		유전	<i>in vitro</i>	CMIT/MIT는 복귀돌연변이를 유발하는 것으로 판단함. 그러나 CMIT/MIT은 수 및 구조적 염색체 이상을 유발하지 않았음. Enkhee (2018)
심혈관		<i>in vivo</i>	PHMG는 대식작용, 세포독성, 표피세포 노화에 관여하여 동맥경화과정에 관여함. Kim et al.(2012)	preservation	폐부	Data analysis	Lundov et al.(2009)
발달		<i>in vivo</i>	임신한 쥐는 불규칙한 호흡과 소리가 심한 호흡, 체중감소를 보임. 태아는 성장지연, 체중 감소, 성장지연과 관련된 골격변이가 증가함. Jeong et al.(2018)				방사성 표지 방법을 포함한 PHMG의 분석 기술에 관한 기초 연구가 먼저 이루어져야함. Park(2016)
생체계통		<i>in vivo</i>	<sup>111</sup> In-PHMG 를 기도 내 투여하여 체내계통을 평가하니 폐에 흡수되어 고밀도로 집적되었고, 7일 후에도 높은 비율로 잔류함. Song(2019)	Humidifier disinfectant	연구 방법	Meta analysis	새로운 접근 방법으로 부작용 경로 (adverse outcome pathways, AOP)를 추천함. 국민 건강 보편 데이터 및 AOP 지식 기반 데이터 같이 빅 데이터를 사용하여 가슴기 살균제로 인한 잠재적 질병리스 트를 찾을 수 있음. Leemt(2017)

은 다양한 독성 기전을 규명하고 있다. 그러나 역시 독성기전을 거치면서 확인되는 특이적인 분자지표를 찾아내지 못했기에 이들 연구 결과 역시 관련성을 입증하는 증거로 활용되지 못하고 있다. 규제 독성 및 독성에측분야에서 주목 받고 있는 부작용 경로법(adverse outcome pathways, AOP)이 분자수준부터 인구수준까지 독성변화를 인과관계로 분석하여 독성 물질의 부작용을 밝혀줄 것으로 기대하여 이에 대한 연구를 촉진할 것을 제안하는 연구가 있으나 현재 가습기살균제로 고통을 받고 있는 피해자들에게는 너무나 먼 미래로 느껴지는 것이 현실이다.

원인과 결과 간의 특이적 인과관계를 보이는 질병은 매우 드물다. 가습기 살균제와 그에 따른 건강 영향은 개인의 민감성, 사용 방법 등에 따라 인체 영향이 다양하게 달라지고, 이는 곧 다양한 건강손상이 나타날 수 있음을 의미한다. 독성 실험 결과를 건강 영향의 증명자료로 사용함에 있어 특정 농도에 특정 질병 발생 유무로 한정짓기보다 다양한 질병을 일으킬 수 있는지 가능성을 판단하는 근거로 사용하는 것이 더 합리적으로 보인다.

## 6. 환경보건학(노출평가 및 역학)의 주요 학술논문

노출평가 분야에는 총 18편의 논문이 있었다. 이 중 5편의 논문은 일반인구를 대상으로 가습기와 가습기살균제 사용률 규모를 추정할 수 있는 연구이며, 나머지 13편은 가습기살균제 피해 신청자의 사용 및 노출 특성, 폐손상과의 연관성을 파악하는 연구에 해당되었다.

### 6.1. 가습기살균제 사용 규모에 대한 연구

가습기살균제의 사용으로 인한 전체 피해 규모를 파악하기 위해서는 가습기 및 가습기 사용에 대한 정보가 필요하다. 각 연구에서의 가습기와 가습기살균제의 사용률은 각각 25.8~75.6%, 6.7~25.9%로 큰 범위를 보였다(Table 7). 아동패널에 대한 가습기 사용경험 연구에서 가습기 및 가습기살균제 사용 경험률은 각각 75.6, 25.9%로 가장 높은 값을 보였으나, 저자는 어느 기간동안 사용에 대한 답변인지 기술하지 않았다.<sup>43)</sup> 이 사용률은 1994~2012년 동안 한번이라도 가습기나 가습기살균제를 사용을 했는지에 대해 응답한 것으로 보이며, 이로 인해 다른 연구에

서의 사용률보다 높은 값을 가지는 것으로 보인다.

일반인구를 대상으로 한 가습기 사용일수 및 시간은 주 평균 4.6~4.8일, 일 평균 7.3~9.1시간이었으며, 취침시 일평균 사용시간은 5.3시간이었다. 7세 어린이를 대상으로 한 조사에서 가습기살균제 사용자중 약 62%가 PHMG 성분이 함유된 제품을 사용하였으며, 57.7%가 3개월 미만으로 사용하였다고 보고되었다.<sup>43)</sup> 가정에서의 가습기살균제 전국적인 사용인구는 약 350~400만 명으로 추정되었으며, 이들은 주로 비염, 천식, 폐렴, 아토피 등의 피부질환을 진단받았다고 보고된 바 있다.<sup>44)</sup>

### 6.2. 가습기살균제 피해자의 노출 특성에 대한 연구

가습기살균제 참사가 발생한 이후 가습기살균제 사용으로 인한 전체 피해 규모를 파악하기 위한 조사는 미진하였으며, 조사의 초점은 피해자의 접수 및 관정에 맞춰져 왔다. 가습기살균제 사용으로 인한 노출특성연구도 대부분이 가습기살균제 피해 신청자를 대상으로 하여 실시되었다. 가습기살균제 사용자의 노출특성에 대한 연구의 대상은 주로 1차부터 4·2차까지의 피해조사 신청자였다. 현재까지 진행된 노출특성 연구는 Table 8과 같다. 노출 특성을 누가, 무엇에 어떻게 노출되었는 지에 따라 검토해보면 다음과 같다.

#### 6.2.1. 노출 대상: 누가 노출되었는가?

검토된 논문들에서 노출 대상자들은 연구목적과 출판년도에 따라 조금씩 다르지만, 기본적으로 1차에서 4·2차 피해조사까지의 가습기살균제 피해 신청자들 총 5,245명 또는 폐손상 판정자(총 468명)들을 기반으로 선정되었다. 신청자들의 성별은 남자 2,675명(51.0%), 여자 2,547명(48.6%)였고, 연령은 10대 미만이 1,536명(29.3%), 60대 이상이 815명(15.5%)를 차지하였다. 이들 중 사망자는 1,218명(23.2%)를 차지하였다<sup>45)</sup>. 최근까지 진행된 4·2차까지의 피해 신청자들 중에는 취약집단인 60세 이상 피해신청자가 전체 신청자의 15%를 차지하고 있다. 65세 이상 노출군의 노출특성을 분석하고, 노화로 인한 건강약화와 가습기살균제로 인한 additive or synergistic effect를 파악하여 이들의 건강피해 수준을 파악하는 것이 필요하다.

Table 7. Use of Humidifier and HD in general population

저자(출판년도)	대상(n)	가습기 사용		가습기 살균제 사용			가습기 사용 빈도	
		n	(%)	n	(%)	사용횟수 (회/주)	사용시간 (시간/주)	하루 사용시간 (시간/일)
Jeon & Park (2012)	성인(94)	35	(37.2)	17	(18.1)	4.8	-	주간 3.8±1.8, 야간 5.3±2.7
Chang et al. (2012)	임산부(1,129)	299	(28.2)	-	-	4.61±2.16	38.13±4.15	7.34±4.40
Kim et al. (2012)	3~12세 어린이 아토피 환자(375)	106	(34.5)	-	-	-	-	-
Yoon et al. (2017)	7 years old children (1,577)	1,192	(75.6)	409	(25.9)	-	-	-
Lee et al., (2019)	개인면접조사(2,475)	639 <sup>§</sup>	(25.8)	165 <sup>§</sup>	(6.7)	-	-	-

<sup>§</sup>2008~2011년까지 3년간 누적사용비율임.

**Table 8.** Studies of exposure characteristics of humidifier disinfectants

저자(년도)	대상(n)	사망	사용한 가습기 종류(%)	노출 빈도
Park et al. (2014)	1차 피해신청자중 폐손상 환자 (38)	9	PHMG 94.7%, PGH 2	-
Paek et al. (2015)	1차 피해신청자(374)	62	PHMG 79.9%, PGH 10.4%, CMIT/MIT 9.7%	-
Park et al. (2015b)	1차 피해신청자(374명)와 가족대조군(303명)	-	-	노출정농도: 환자군 0.8 mg/m <sup>3</sup> , 가족대조군 0.7 mg/m <sup>3</sup> 입산부(환자군) 1.0 mg/m <sup>3</sup> , 입산부(가족대조군) 0.4 mg/m <sup>3</sup> 6세 이하(환자군) 0.9 mg/m <sup>3</sup> , 6세 이하(가족대조군) 0.7 mg/m <sup>3</sup>
Park et al. (2016b)	1차~3차 피해신청자 중 폐손상자(699)	-	-	제품구입시기 2010년, 폐손상자 발생수는 2011년, 사용기간은 1년 이내가 가장 많음.
Park et al. (2016c)	1차~2차 피해신청자 중 폐손상자(221)	95	PHMG 85.5%, PGH 11.8%, CMIT/MIT 2.7%	사용기간: 6개월 미만 45.2%, 취침시 평균 사용시간: 7.4시간 일평균 가습기살균제 사용량: 16.2 mL (최대값 400 mL)
Park et al. (2016d)	1차~3차 피해신청자(1,282)	-	-	월 살균제 흡입 추정량(내부노출량): PHMG 6.8~36.8 mg, PGH 1.6~23.8 mg, CMIT/MIT 0.2~0.6 mg
Park et al. (2017)	1차~2차 피해신청자(530)	-	PHMG 55.7%, PGH 10.9%, CMIT/MIT 1.4%	총 사용개월: 6개월 이하 45.2%, 6~12개월 21.7%, 13~24개월 19.5%, 24개월 초과 13.6%
Park (2018)	1차~3차 피해신청자(1,199)	-	PHMG 51.9%, 3.2%, 8.7%, 33.0%	-
Choi et al. (2018)	4-1차 및 4-2차 피해신청자(4,482)	1,025	PHMG 72.5%, PGH 1.0%, CMIT/MIT 17.4%	주별 사용횟수(회/주): 생존자군 6.4, 사망자군 6.5 일별 환기(회/일): 생존자군 1.3, 사망자군 1.5 누적 사용월(개월): 생존자군 29.0, 사망자군 30.0 하루 환기시간(시간/일): 생존자군 1.2, 사망자군 1.3
Ryu et al. (2019a)	1차~4-2차 피해신청자(5,245)	1,218 (23.2%)	PHMG 78.9%, PGH 1.6%, CMIT/MIT 12.7%	사용기간(개월): 고노출-비인정군 69.8, 저노출-인정군 15.4 사용량(mL): 고노출-비인정군 27.5, 저노출-인정군 14.8 누적 노출시간(시간): 고노출-비인정군 34,548.6, 저노출-인정군 5,191.7 노출수준(g/m <sup>3</sup> *hr): 고노출-비인정군 49.5, 저노출-인정군 3.6 일별 사용시간(시간/일): 고노출-비인정군 18.4, 저노출-인정군 12.8 취침시 사용시간(시간): 고노출-비인정군 9.0, 저노출-인정군 7.7

### 6.2.2. 노출 유해물질: 무엇에 노출되었는가?

가습기살균제는 주성분에 따라서 크게 3가지 계열로 분류하였으며, 총 5,245명 중 PHMG 4,140명(78.9%), PGH 83명(1.6%), CMIT/MIT 667명(12.7%)를 주로 사용하였다고 보고되었다<sup>45)</sup>. 노출에 따른 양반응 관계나 독성연구는 주로 PHMG에 대해 이루어졌고, 상대적으로 CMIT/MIT, PGH 노출에 따른 양-반응관계 연구는 거의 이루어지지 않았다.<sup>46)</sup>

### 6.2.3. 노출량과 양상: 어떻게 노출되었는가?

가습기살균제 노출을 평가하기 위해서 사용기간, 사용량, 일평균 사용시간, 취침시 사용시간, 최대사용량, 가습기와 사용자와의 거리, 분무 방향이 노출 변수로 사용되었다. 박동욱 등은 이중 누적 노출 시간과 누적 노출 수준은 기존 연구에서는 폐손상 위험의 의미있는 변수로 확인되지 않았으며, 이는 개인별 노출 수준, 노출 기간, 노출 양상(연속적/간헐적 등)이 매우 다양하기 때문으로 해석하였다.<sup>47)</sup> Paek et al.(2014)는 지속적이며 노출강도가 높은 노출, 회복시간이 주어지지 않는 고농도 급성 노출일 경우 장기간에 걸친 누적노출보다 관련성이 더 크다고 제시한 바 있다.<sup>36)</sup>

가습기살균제 피해신청자 중 사망자의 가습기살균제 사용행태가 생존자들에 비해 총 누적시간이 길고, 가습기와 호흡기와의 거리는 가까우며, 가습기의 분무방향은 피해자의 정방향에 가깝다고 보고된 바 있다. 또한, 가습기살균제는 평균 일주일에 평균 6.4~6.5회 정도 사용하였으며, 누적 사용기간은 평균 28.9~29.9개월로 보고되었다.<sup>48)</sup> 가습기살균제 사용기간을 보면 사용 1년 이내에 피해신청자의 67%가 폐손상을 보였다고 보고되고 있다.<sup>46)</sup> 4세 미만, 주 7일 사용, PHMG의 경우 공기중 800 µg/m<sup>3</sup> 이상, 하루 11시간 이상 노출될 경우 등이 위험요인으로 파악되었다.<sup>36)</sup> 가습기살균제 사용으로 인한 흡입량은 5세 이하 어린이의 경우 하루 PHMG 계열이 제품에 따라 227~1,225 µg/일, PHG 계열이 53~794 µg/일, CMIT/MIT 계열이 6~21 µg/일로 추정되었다.<sup>49)</sup>

## IV. 고 찰

서론에서 밝혔듯이, 본 논문은 현재까지 발표된 가습기살균제 참사 관련 다양한 분야의 논문들을 한눈

에 살펴보고 종합적으로 고찰하기 위해 작성되었다. 의학에서 인문학에 이르는 상이한 연구들을 총체적으로 검토하는 작업을 하면서 이 연구들을 분야별로 분류하였고, 이 과정에서 각 학문 분야 내의 기준과 논리가 충분히 반영되지 못했던 한계가 있었다. 하지만 가습기살균제 참사의 이해와 해결에 기여하는 여부에 초점을 맞추어 이루어졌다. 달리 말하자면 각 학문 분야의 전문가가 아닌, 일반 시민이나 비전문가(혹은 타 분야의 전문가)인 독자이자 가습기살균제 참사를 경험한 한 사회의 구성원의 시각에서 가습기살균제 참사의 원인을 이해하는 데 어떤 기여를 했는지를 검토하였다.

우선 의학, 독성학, 보건학 분야의 연구들은 가습기살균제의 유해성이 공론화된 2011년 직후 가습기살균제 원료물질과 폐손상과의 인과관계를 증명하고, 피해의 특이성을 구체화하며, 개별 피해자의 건강피해와 가습기살균제 사용간의 연관성을 확인하는 데 기여해왔다. 현재까지 해당 분야의 연구들을 살펴보면 각 분야들의 지식은 신체에 대한 생의학적 관점에 입각하며 상호 의존적인 관계에 있지만, 동시에 미시적인 분자수준에서 거시적인 인구수준에 이르는 각기 다른 규모에 주목하기에 발생하는 상호 치환될 수 없는 특징들을 갖고 있다. 현재 가습기살균제 피해구제·보상에서 가장 중요한 쟁점인 환경부의 가습기살균제 피해인정 절차에서 의학, 독성학, 보건학의 지식이 모두 동원되지만, 이 분야들 간 서로 다른 관점이 타협되지 못하고 충돌할 때는 이들 사이의 매끄럽지 못한 관계와 상이한 권위가 드러난다. 독성학 분야에서는 다양한 장기에서 가습기살균제 원료물질 성분들로 인한 독성기전이 오랫동안 확인되어 왔지만, 의학 분야에서는 가습기살균제 원료물질로 인한 건강영향으로서 폐질환 중심으로만 연구되고 실제 판정되어 왔다. 또한 가습기살균제 피해자에 대한 환경보건학적 노출조사는 다양한 노출변수를 고려하여 실시되었으나, 실제 피해신청자의 판정에는 가습기살균제 사용여부 정도만 반영되고 있다. 이러한 측면에서, 피해자들이 지속적으로 제기해 온 문제, 즉 주로 높은 농도 수준에 단기간 노출된 피해자들의 폐손상, 천식, 태아피해만 가습기살균제 피해로 인정되는 경향은 가습기살균제로 인한 건강영향을 다룬 의학, 독성학, 보건학 분야 연구들의 흐름 속에서 일부분만 설명되는 것이다.

가습기살균제 사용과 그로 인한 건강피해의 연관성을 입증하는 작업은 가습기살균제참사의 책임을 누가 얼마나 어떻게 지는 것이 정의로운가에 관한, 즉 참사를 겪은 한 사회가 회복하기 위한 정의 실현의 과제다. 가습기살균제 참사의 규모의 함의에 비추어보았을 때 아직 현저하게 적은 수의 연구만이 이루어지기는 했지만, 법학을 비롯한 사회과학과 인문학에서 가습기살균제 참사에 접근하는 관점도 이러한 문제의식에서 크게 벗어나지 않는다. 법학의 경우, 가습기살균제 참사는 인과관계 증명책임의 문제, 징벌적 보상제도의 필요성 등 기존의 불합리를 해소하기 위한 탐구를 다시금 촉진하는 계기가 되었고, 사회과학 분야 연구에서는 특히 언론에 대한 비판과 성찰이 두드러졌다. 물론 이 외에도 인문학, 사회과학에 남겨진 숙제는 산적해있다. 기업의 의사결정 구조와 조직문화, 기업과 전문가의 윤리, 재난 거버넌스, 리스크 커뮤니케이션, 일상화된 화학물질 노출과 생태계 문제, 정부의 책임성, 인과관계를 둘러싼 갈등, 피해자 인권과 운동, 트라우마와 도덕손상, 사회적 고통과 치유, 기억과 애도의 정치, 인격/주체/국가의 문제 등 위는 앞으로 가습기살균제 참사에 대한 인문학·사회과학 연구에서 적극적으로 탐구되어야 할 다양한 주제들이다.

현재 사회적참사 특별조사위원회에서 진상규명과 재발방지를 위한 활동을 진행 중인 세월호 참사와 가습기살균제 참사는 사고의 원인과 전개과정, 역사적 맥락 등은 상이하지만 이제 ‘사회적 참사’라는 공통의 이름으로 시민들에게 불리고, 기억되고 있다. 이 두 사건은 마치 거대한 지진처럼 한국 사회의 한 단면을, 항상 그곳에 있었지만 외면하고 싶었던 단면을 드러냈다. ‘사회적 참사’라는 명명은, 두 사건이 결국 ‘사회’란 무엇인지, 어떤 모습이어야 하는지에 대한 윤리적 성찰과 현실적인 모색이 이어져야 한다는 뜻으로 이해되어야 하지 않을까? 많은 인문사회과학자들이 일회적 사건이 아닌 현재진행형 참사로서 세월호 참사를 재의미화하고, 시간적 선후관계가 아닌 세월호 참사에 기여한 ‘파편화된 분과학문의 관행과 지적 병폐’로부터의 단절 의지를 갖고 “세월호 이후의 사회과학”을 이야기해 왔다.<sup>50</sup> 마찬가지로 ‘가습기살균제와 함께, 하지만 가습기살균제를 넘어서’ 참사의 해결은 물론 새로운 사회적 의미와 상상을 위해 “가습기살균제 이후”를 논할 수 있

도록, 학문분과를 초월하는 지지와 연대를 바란다.

## V. 결 론

지금까지 가습기살균제 문제의 발굴과 해결과정은 의학, 독성학, 환경보건학의 세 연구분야의 전문적 역할이 컸다. 다수 사람들에게서 나타나는 질병의 원인이 일상생활에서 사용하는 생활화학제품일 수 있다는 점을 일깨웠고 환경의학과 환경독성학 그리고 노출평가의 중요성이 부각되었다. 그러나 임상적 질병발현과 제품의 노출평가 간의 관계와 같이 각 분야의 연구성과들간의 우선순위의 상호보완성이라는 점에서 적지 않은 숙제가 생겼다. 의학분야에서는 소위 비특이성 질환과의 관련성문제를 극복하지 못하고 사건후에 시행된 독성학적 동물실험을 이미 제품을 사용해 나타난 임상적 피해보다 우선시하는 정책적 오류도 문제해결을 어렵게 했다. 이 문제가 온전히 자연과학적 지식과 연구만으로 해결되기 어렵고 인문사회과학적인 노력이 더해져 사회적 해결책을 찾아야 한다. 각 분야에서 배전의 노력과 창의적인 접근이 필요한 이유다.

## References

1. Ahn J-J. *Breath taken away*. 1st ed. Paju: Hanul; 2016.
2. Kim S. *Chemicals, dangerous secrets*. 1st ed. Okchoen-gun: Podobat; 2017. p.174-231.
3. Hong-Jung K. *Sociological Pa-sang-ryok*. 1st ed. Paju: Munhakdonge; 2016. p.142-165.
4. Bak J-I, Won J-S. Administrative Regulation Non-performance and Government Liability - Concerning the damages caused negligence and delay of the order to take away germicide for humidifiers. *Law and Policy*. 2012; 18(1): 145-165.
5. Shin H-E. *A study on the legislation of chemical safety and remedy system in public law: especially focusing on chemical products for household such as humidifier disinfectant*. Seoul, Sookmyung Women's University; 2016.
6. Lee S-M. 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-77). *Bio-Medical and Law*. 2016; 15: 35-71.
7. Kim J. *Kausalität bei den Unterlassungsdelikten*.



- Seoul, Seoul National University; 2017.
8. Kim J. Kollegialentscheidung und Mehrfachkausalität. *Korean Journal of Comparative Criminal Law*. 2018; 20(2): 1-25.
  9. Nam-Soon J. The Review on status of chemical safety management policies and limits through humidifier disinfectants accident. *Environmental Law and Policy*. 2013; 11: 35-56.
  10. Kim E-J. Study on Improving the Legislation for Safety Management of Chemical Products. *Bio-Medical and Law*. 2016; 16: 119-153.
  11. Chang Y-C. Ein Beitrag zum Produktsicherheitsrecht in der Bundesrepublik Deutschland: Ein Vergleich mit dem Produktsicherheitsrecht in der Republik Korea im Hinblick auf unsere aktuelle Problemlösung des sog. Oksis Desinfektionsmittel zum Feuchtigkeitsregler. *Seoul Law Review*. 2016; 24(3): 1-38.
  12. Park J-W. Lessons on legal systems related to assessment and management of chemical risks from Humidifier Disinfectants Accident. *Han Yang Law Association*. 2017; 28(2): 91-112.
  13. Lee EJ. A Study on Consumer Chemicals and Product Liability -Focusing on Defects and Causal Relations. *Journal of Small and Medium Business Law*. 2017; 8(2): 121-140.
  14. Yoon I-J. Apportionment of Joint Tortfeasors' Liability and Market Share Theory: Focused on the Remedy for Chemicals. *Journal of Law and Politics research*. 2014; 14(4): 2095-2119.
  15. Lee HW. Limit of proof of the cause-and-effect relationship in environmental litigation. *Environmental Law Review*. 2016; 38(1): 89-114.
  16. Song J-E, Jeong N-S. Civil Issue of Disinfectant Humidifiers: Product Liability and Proof of Cause-Effect Relationship. *Environmental Law and Policy*. 2016; 16: 1-33.
  17. Lee JM. Superiority Judgment between Alimony Increase and Punitive Damages as a Countermeasure for Malicious Product Accident. *Hongik Law Review*. 2016; 17(3): 167-193.
  18. Park T-H. Humidifier Disinfectant Event and Legal Reform Challenges Ahead. *Environmental Law and Policy*. 2018; 20: 87-125.
  19. Sun K-I. Problems of Humidifier Disinfectant Case and Punitive Damages. *KHU Global Business Law Review*. 2018; 11: 35-61.
  20. Kim T-S. The Function and Operation of multiple damages for Consumer Protection. *CHUNG ANG LAW REVIEW*. 2018; 20(3): 131-162.
  21. Lee J-H, Ko J-W, Koo H, Kim B, Kim M, Kim E, et al. A Study on the Trends of Korean Journalists' Reporting for a Humidifier Disinfectant Scandal. *Environmental Sociology Research ECO*. 2016; 20(2): 351-398.
  22. Kim S. Cultural politics of the making of ignorance in the era of post-truth: A study of news reports on the humidifier disinfectant disaster. *Media & Society*. 2018; 26(3): 5-59.
  23. Kim J. *Humidifier disinfectant disaster from the perspective of discourse coalition theory* [Master thesis]. Seoul, Seoul National Univ; 2017.
  24. Gu Y-S. Humidifier Disinfectant Disaster, Disaster or Misdeed? *Studies in Philosophy East-West*. 2018; 89: 495-516.
  25. Lee JY. *The Oxy disaster, media coverage, and its meaning and discussion structure - A Semiotic study on News coverages of KBS TV and SBS TV* [Master thesis]. Seoul: Sung Kyun Kwan University; 2018.
  26. Kong H, Shin Y, Kim O. 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 Policy Research*. 2016; 9(3): 1-43.
  27. Hong S. The Humidifier Disinfectant Disaster and the Culture of Bureaucratic Organizations. *Journal of Science & Technology Studies*. 2018; 18(1): 63-127.
  28. Kim J. Who is the 'Authentic' Victim?: The Construction of the Category of Victims at Humidifier Disinfectant Disaster. *Cross-Cultural Studies*. 2017; 23(2): 5-51.
  29. Kim J. *Life After 'Humidifier Disinfectant': Parents' becoming victims in a risk society* [Master thesis], Seoul National Univ; 2018.
  30. Kwon SY, Lee S. The Role and Prospect of Counseling Service in Compensation and Support for Victims of National Disaster-Focused on 'Counseling Assistance for Victims of Humidifier Fungicide' Project in 2017. *Korean Journal of Christian Counseling*. 2018; 29(1): 9-34.
  31. Park J, Ryu P-M, Oh H-J. A Collecting Model of Public Opinion on Social Disaster in Twitter: A Case Study in 'Humidifier Disinfectant'. *KIPS Tr Software and Data Eng*. 2017; 6(4): 177-184.
  32. Park E, Park M. Who participate in a boycott?: A study of antecedents about boycott participation intention. *The Korean Journal of Consumer and Advertising Psychology*. 2018; 19(1): 121-138.
  33. Ko D, Han J. A Study on Consumer Perception of the Risk of Living Chemicals Using Text Analysis:

- Focusing on the Case of Humidifier Disinfectants Accident. *Consumer Policy and Education Review*. 2018; 14(3):141-167.
34. Kim HJ, Lee M-S, Hong S-B, Huh JW, Do K-H, Jang SJ, et al. A cluster of lung injury cases associated with home humidifier use: an epidemiological investigation. *Thorax*. 2014; 69(8): 703-708.
  35. Park J-H, Kim HJ, Kwon G-Y, Gwack J, Park Y-J, Youn S-K, et al. Humidifier disinfectants are a cause of lung injury among adults in South Korea: a community-based case-control study. *J PLoS One*. 2016; 11(3): e0151849.
  36. Paek D, Koh Y, Park DU, Cheong HK, Do KH, Lim CM, et al. Nationwide Study of Humidifier Disinfectant Lung Injury in South Korea, 1994-2011. Incidence and Dose-Response Relationships. *Ann Am Thorac Soc*. Dec 2015; 12(12): 1813-1821.
  37. Koo HJ, Do K-H, Chae EJ, Kim HJ, Song JS, Jang SJ, et al. Humidifier disinfectant-associated lung injury in adults: Prognostic factors in predicting short-term outcome. *Eur Radiol*. Jan 2017; 27(1): 203-211.
  38. Huh J-W, Hong S-B, Do K-H, Koo HJ, Jang SJ, Lee M-S, et al. Inhalation Lung Injury Associated with Humidifier Disinfectants in Adults. *J Korean Med Sci*. Dec 2016; 31(12): 1857-1862.
  39. Lee E, Son SK, Yoon J, Cho H-J, Yang S-I, Jung S, et al. Two Cases of Chloromethylisothiazolinone and Methylisothiazolinone-associated Toxic Lung Injury. *J Korean Med Sci*. Apr 16 2018; 33(16): e119.
  40. Li G, Han D, Zhao Y, Liu H, Sun X, Sun J, et al. First case of acute respiratory distress syndrome and alimentary tract hemorrhage following mass ingestion of methylisothiazolinone. *Drug and chemical toxicology*. 2019; 42(3): 317-320.
  41. Kim WY, Park S, Kim HJ, Chae EJ, Do KH, Huh JW, et al. Lung function in patients with lung injury due to household chemical inhalation: Post hoc analysis of a prospective nationwide cohort. *Respirology*. 2017; 22(2): 345-351.
  42. Yoo S, Sim M, Choi J, Jeon K, Shin J, Chung S, et al. Psychological responses among humidifier disinfectant disaster victims and their families. *Journal of Korean medical science*. 2019; 34(1): 29.
  43. Yoon J, Cho HJ, Lee E, Choi YJ, Kim YH, Lee JL, et al. Rate of humidifier and humidifier disinfectant usage in Korean children: A nationwide epidemiologic study. *Environ Res*. May 2017; 155: 60-63.
  44. Lee K-M, Paek D, Cheong H-K, Kim S, Seo J-W, Hong Y-s, et al. Population Size Estimates for the Use of Humidifier Disinfectants and Experience of Health Effects from Exposure to Humidifier Disinfectants. *J Environ Health Sci*. 2019; 45(3): 273-284.
  45. Ryu H, Jo E, Choi Y-H, Lee S, Yoon J, Kwak JH, et al. Analysis of Affecting Factors on Exposure Assessment Errors and Characteristics of Applicants for Damage by Usage of Humidifier Disinfectants. *J Environ Health Sci*. 2019; 45(1): 71-81.
  46. Park DU, Ryu SH, Lim HK, Kim SK, Choi YY, Ahn JJ, et al. Types of household humidifier disinfectant and associated risk of lung injury (HDLI) in South Korea. *Sci Total Environ*. Oct 15 2017; 596-597: 53-60.
  47. Park D-U. A Strategy for Exposure Assessment of Humidifier Disinfectant Associated to Health Effects. *J Environ Health Sci*. 2018; 44(2): 107-114.
  48. Choi Y-H, Ryu H, Yoon J, Lee S, Kwak JH, Han B-Y, et al. Demographic Characteristics and Exposure Assessment for Applicants Who Have Been Injured by Humidifier Disinfectant -Focusing on 4-1 and 4-2 Applicants. *J Environ Health Sci*. 2018; 44(4): 301-314.
  49. Park D-U, Ryu S-H, Lim H-K, Kim S-K, Roh H-S, Cha W-S, et al. Estimation of Humidifier Disinfectant Amounts Inhaled into the Respiratory System. *J Environ Health Sci*. 2016; 42: 141-146.
  50. Kim J-Y, Myoung-Hee Kim, Lee Y-J, Kim JG, Choi W, Kim DM, et al. *Social science after 4.16 Sewol ferry disaster*. Seoul: Greenbee; 2016.

#### <저자정보>

김지원, 방예원(대학원생), 박문영(대학원생),  
조경이(대학원생), 최예용(부위원장)