

가습기 살균제 건강영향 모니터링에서 환경노출조사의 역할

박소영* · 박주현** · 이승희*** · 장우성*** · 김소연*** · 박지훈**** ·
문은찬* · 이예성* · 김현일* · 김형철* · 박동욱***†

*성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 직업환경의학과, **동국대학교 통계학과,
한국방송통신대학교 환경보건학과, *한국과학기술연구원 유럽연구소 환경안전성연구단

The Role of Exposure Assessment of Humidifier Disinfectant (HD) in the Program to Monitor HD Associated Health Problems

Soyoung Park*, Ju-Hyun Park**, Seunghye Lee***, Woo-Sung Jang***, So-Yeon Kim***,
Jihoon Park****, Eunchan Mun*, Yesung Lee*, Hyunil Kim*,
Hyeong-Cheol Kim*, and Dong-Uk Park***†

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

**Department of Statistics, Dongguk University

***Department of Environmental Health, Korea National Open University

****Environmental Safety Group,

Korea Institute of Science and Technology Europe Forschungsgesellschaft mbH, Germany

ABSTRACT

Objective: The objectives of this study are to update the information on the characteristics of humidifier disinfectant (HD) usage with HD associated health problems and to discuss the role of HD exposure assessment in the national program to monitor health problems in patients with HD associated diseases.

Method: A total of 201 HD associated patients who registered to undergo clinical examination at Kangbuk Samsung Hospital was interviewed to acquire their responses regarding several HD use characteristics, including type of HD brands used, HD use duration, average daily HD use hours, and the volume of the room in which HD was used. The responses of the HD associated patients to HD use-related questions were compared between responses in the lung injury investigation and this study.

Results: The responses of HD associated patients in this study were found to be different from those in the lung-injury investigation. In particular, some of the patients who had not answered in the lung-injury investigation were able to answer thanks to assistance from the investigator in this study. For their responses regarding the name of the most commonly used HD brand, the number of patients who did not answer (N=11) was reduced to eight in this study. Significant changes in the responses of study subjects to questions related to HD use were achieved through the interview in this study.

Conclusion: This study found significant changes in the responses regarding HD use characteristics. HD exposure assessment should be included in the program in order to allow surveillance of HD associated health problems.

Key words: Humidifier disinfectant (HD), HD exposure assessment, HD lung injury, 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: 17 March 2020, Revised: 19 April 2020, Accepted: 20 April 2020

I. 서 론

「가습기 살균제 피해구제를 위한 특별법(약칭 가습기 살균제 피해구제법)」에 의한 구제 급여 지원 대상 질환은 가습기 살균제 연관 폐 손상(Humidifier Disinfectant associated with Lung Injury, HDLI)과 천식, 태아 피해이다.¹⁾ 폐 손상 등 피해 질환(이하 피해 질환)과 가습기 살균제의 연관 정도에 대한 판정은 병리, 영상 등 임상 검사와 환경노출조사에 의해 결정된다. 환경노출조사는 피해 신고자(이하 신고자)의 가정을 직접 방문하여 관찰 및 설문조사를 통해 가습기 살균제 노출을 추정하는 일련의 활동이다. 폐 손상은 가습기 살균제와의 연관 가능성 정도에 따라 확실(definite), 가능성 높음(probable), 가능성 낮음(possible), 가능성 거의 없음(unlikely)으로 평가한다. 단, 환경노출조사의 경우에는 피해 질환 판정에서 노출(사용) 여부만 판정하고, 노출 수준은 반영하지 않는다.

가습기 살균제 피해구제법에 따라 신고자는 모두 증상 및 질환 변화에 대한 건강 모니터링 추적조사(이하 추적조사)를 받을 수 있다.¹⁾ 신고자는 거주 지역별로 지정된 병원(전국 6개 권역, 10개 병원)에서 신체 검진 및 폐 기능을 포함한 여러 형태의 건강 검진을 받는데, 이를 건강영향 모니터링(이하 건강 모니터링)이라고 한다. 더불어 가습기 살균제 사용 특성에 대한 추가 조사 등을 실시할 수 있지만 필수 사항은 아니다. 이러한 추적조사는 대상자의 과거 가습기 살균제 사용 특성에 대한 주요 응답 정보를 확인하고 필요한 경우 수정하거나 누락된 정보를 추가할 수 있는 사실상 마지막 기회이다. 건강 모니터링은 피해 조사가 아니고, 가습기 살균제 사용 시기가 2011년 이전으로 오래전 일이라 시간이 더 지나면 기억이 왜곡될 가능성이 훨씬 높아지기 때문이다. 본 연구에서는 건강 모니터링 대상자가 과거 환경노출조사에서 응답한 가습기 살균제 사용 특성 중 주요 정보를 확인하고 수정한 결과를 비교하고 고찰하였다.

II. 재료 및 방법

1. 대상

2019년 6월부터 2020년 2월까지 강북삼성병원에

Table 1. Demographic characteristics of study subjects

Category	Subcategory	Number of patients (persons)	Proportion (%)
Survey period	First	15	7.5
	Third	27	13.4
	Fifth	159	79.1
Age at diagnosis (years)	<1	19	9.5
	1-20	49	24.4
	21-40	59	29.4
	41-60	57	28.4
	>60	15	7.5
	Unknown	2	1.0
Sex	Male	103	51.2
	Female	98	48.8
Lung injury level	Definite	2	1.0
	Probable	8	4.0
	Possible	7	3.5
	Unlikely	175	87.1
	Unknown	9	4.5
Total		201	100.0

서 추적조사를 진행한 신고자는 총 201명으로 집계되었다. 집계된 신고자의 인구학적 특성, 폐 손상 피해 조사 시기와 등급 등의 분포를 정리하였다(Table 1). 폐 손상 판정 등급에서 가습기 살균제와 연관이 없는 것으로 판정할 수 있는 ‘unlikely’ 항목에 해당하는 인원이 175명(87.1%)으로 가장 많았다.

2. 환경노출조사 항목

폐 손상 판정 조사에서 환경노출조사 내용은 총 8개 범주로 인구학적 특성, 제품 특성, 제품 사용 환경, 제품 사용 특성 등이 포함되어 있다(Table 2). 이 설문조사와 환경 조사를 근거로 가습기 살균제 노출 가능성(yes/no), 노출 강도(exposure intensity)와 누적 노출 수준(exposure level) 등을 추정하였다.^{2,3} 이는 가습기 살균제 건강 피해 신고 및 판정 조사 때 모두 응답한 항목들이다. 추적조사의 신고자(N=201)가 응답한 가습기 살균제 사용 특성 결과는 국립환경과학원에서 설문지 사본과 엑셀 파일을 제공받아 활용하였다. 신고자의 과거 응답 내용 중 무응답, 이상 응답, 제품 이름 등 핵심 항목들은 직접 확인하고, 타당한 경우에는 응답 결과를 수정하였다. 본 조

Table 2. Usage characteristics of humidifier disinfectant examined in this study

Category	Parameter	Content
HD product	Product name	- Used product - Use of single or multiple products - Others
	Period of use	- Period of product use considering sales period, prohibition, and so on in the market
HD use characteristics	Average values	- Average use time, period, and so on by used amount
	Outlier	- Outside normal range of use (e.g. excessive used amount, >1 liter)
HD exposure-related information	Room volume (m ³)	- Width (m), length (m), height (m)
	Outlier	- Outside normal range of space (e.g. excessive large space, > 100 m ³)

HD, humidifier disinfectant.

사에서 확인한 주요 환경노출조사 항목은 다음과 같다.

- 제품 특성: 용량/외관/용기 타입 등
- 제품 사용 시기: 제품별 개발/판매 시기
- 사용 기간/사용량/사용한 방 체적(m³) 등
- 하루 평균 사용 시간/주 평균 사용 일수(days)
- 하루 평균 주입 횟수/총 주입량 등

신고자의 건강 모니터링에서 피해 질환 판정 조사 당시 신고자가 응답한 환경노출조사 항목 중 평균치에서 크게 벗어나는 값, 응답하지 않은 항목 및 주요 핵심 정보 등에 대한 재확인 질문과 수정을 통해 환경노출조사의 신뢰도를 높였다. 이를 토대로 신고자가 응답한 제품 사용 시기를 제품별 판매 시기와 비교하였다.⁴⁾ 또한 가습기 살균제 제품, 사용 시기, 사용 기간, 사용량, 사용한 방의 체적 등에 대한 조사 대상자의 응답 결과를 본 추적조사 전과 비교하였다. 본 연구는 강북삼성병원 생명윤리심사위원회(Institutional Review Boards, IRB, IRB No. 2018-10-024)의 심의를 받아 수행하였다.

III. 결 과

1. 가습기 살균제 제품별 사용 빈도

과거 환경노출조사와 본 추적조사 때 사용한 가습기 살균제 제품에 대한 응답 결과를 토대로 가장 많이 사용한 제품과 두 번째로 많이 사용한 제품의 응답 결과 변화를 정리하였다(Table 3). 가장 많이 사용한 제품에 대한 질문에서 응답하지 않은 사례는 감소하였다. 두 번째로 많이 사용한 제품에 대한 응답은 큰 변화가 없었다. 그런데 애경 가습기메이트

제품의 사용 응답이 39명에서 47명으로 증가한 반면, 옥시썩썩 뉴 가습기당번 제품 사용 응답은 16명에서 13명으로 감소하였다.

2. 가습기 살균제 제품의 사용 시기

100% 사용한 제품별 사용 시작 시기와 사용 종료 시기별 응답 변화 결과를 비교하였다(Table 4, 5). 이 중 일부 제품별 생산/판매 시작 시기와 응답 결과가 일치하지 않는 사례가 있었다. 공식적으로 알려진 옥시썩썩 뉴 가습기당번 판매 시작 시기는 2000년인데, 응답자 중 8명은 여전히 2000년 이전에 이 제품을 100% 사용했다고 응답하였다. 이 중 2명은 추적조사에서 응답을 변경하였고(결과에는 제시하지 않음), 모두 폐 손상 등급은 'unlikely'였다. 가습기 살균제 제품이 시장에서 수거된 2011년 말 이후에 사용했다고 응답한 사례는 총 29건으로, 이 중 100% 사용한 응답자는 총 12명이었다. 이 중 3명은 옥시썩썩 뉴 가습기당번 제품을, 1명은 세퓨 가습기 살균제 제품을 사용하였다.

3. 기타 가습기 살균제 사용 특성 변화

가습기 살균제 사용 특성(일평균 사용 시간, 일평균 사용 횟수, 주 평균 사용한 일수, 일평균 사용량(mL), 총 사용 기간, 가습기 살균제를 사용한 방 체적, 사용한 제품 수)에 대한 응답 변화를 비교하였다(Table 6). 이를 통해 각 항목별 변화를 확인할 수 있으며, 특히 무응답 사례가 감소한 효과를 확인할 수 있었다.

Table 3. Comparison of responses of study subjects to the type of humidifier disinfectant most used

HD products	Responses on the most used product		Responses on the second most used product	
	Previous survey*, N (%)	This survey, N (%)	Previous survey, N (%)	This survey, N (%)
Oxy Saksak (old, new)	150 (74.6)	154 (76.6)	16 (8.0)	13 (6.5)
Lotte Mart Wiselect	4 (2.0)	4 (2.0)	8 (4.0)	10 (5.0)
Vegetable Home Clean-up	2 (1.0)	2 (1.0)	-	-
Cefu	4 (2.0)	4 (2.0)	2 (1.0)	2 (1.0)
Aekyung Home Clinic	15 (7.5)	15 (7.5)	39 (19.4)	47 (23.4)
N-with	2 (1.0)	2 (1.0)	2 (1.0)	2 (1.0)
Yukong Humidifier Mate	1 (0.5)	0 (-)	-	-
E-Mart Eplus	7 (3.5)	7 (3.5)	4 (2.0)	4 (2.0)
Homeplus	5 (2.5)	5 (2.5)	6 (3.0)	5 (2.5)
Unknown	11 (5.5)	8 (4.0)	10 (5.0)	4 (2.0)
Not available (not changed)	-	-	114 (56.7)	114 (56.7)
Total	201 (100)	201 (100)	201 (100)	201 (100)

HD, humidifier disinfectant; N, number of responses from the subjects.

*Survey to evaluate association between HD associated lung injury and HD use characteristics.

Table 4. Change in responses of study subjects to the date (year) first used HD brands

HD Product	Survey period	Before 2000		2000-2011		2012		After 2013		N/A		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Oxy Saksak (old, new)	Previous survey*	4	4.8	77	92.8	2	2.4	0	0	0	0	83	100
	This survey	7	8.0	77	88.5	3	3.4	0	0	0	0	87	100
Lotte Mart Wiselect	Previous survey*	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	1	100
	This survey	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	1	100
Vegetable Home Clean-up	Previous survey*	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	1	100
	This survey	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	1	100
Cefu	Previous survey*	0	0	1	33.3	1	33.3	0	0	1	33.3	3	100
	This survey	0	0	2	66.7	1	33.3	0	0	0	0	3	100
Aekyung Home Clinic	Previous survey*	0	0	8	100	0	0	0	0	0	0	8	100
	This survey	0	0	9	100	0	0	0	0	0	0	9	100
Yukong Humidifier Mate	Previous survey*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100	1	100
	This survey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Mart Eplus	Previous survey*	0	0	4	100	0	0	0	0	0	0	4	100
	This survey	0	0	4	100	0	0	0	0	0	0	4	100
Homeplus	Previous survey*	0	0	2	100	0	0	0	0	0	0	2	100
	This survey	0	0	2	100	0	0	0	0	0	0	2	100
Unknown	Previous survey*	4	50.0	3	37.5	0	0	1	12.5	0	0	8	100
	This survey	1	25.0	2	50.0	0	0	1	25.0	0	0	4	100
Total	Previous survey*	8	7.2	97	87.4	3	2.7	1	0.9	2	1.8	111	100
	This survey	8	7.2	98	88.3	4	3.6	1	0.9	0	0	111	100

HD, humidifier disinfectant; N, number of responses from the subjects; N/A, not available.

*Survey to evaluate association between HD associated lung injury and HD use characteristics.

Table 5. Change in responses of study subjects to the date (year) last used HD brands

HD Product	Survey period	Before 2000		2000-2011		2012		2013		After 2013		N/A		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Oxy Saksak (old, new)	Previous survey*	0	0	70	84.3	9	10.8	3	3.6	0	0	1	1.2	83	100
	This survey	0	0	77	88.5	7	8.0	2	2.3	0	0	1	1.1	87	100
Lotte Mart Wiselect	Previous survey*	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
	This survey	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
Vegetable Home Clean-up	Previous survey*	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
	This survey	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
Cefu	Previous survey*	0	0	1	33.3	2	66.7	0	0	0	0	0	0	3	100
	This survey	0	0	1	33.3	2	66.7	0	0	0	0	0	0	3	100
Aekyung Home Clinic	Previous survey*	0	0	8	100	0	0	0	0	0	0	0	0	8	100
	This survey	0	0	9	100	0	0	0	0	0	0	0	0	9	100
Yukong Humidifier Mate	Previous survey*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100	1	100
	This survey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-Mart Eplus	Previous survey*	0	0	4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100
	This survey	0	0	4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100
Homeplus	Previous survey*	0	0	2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	2	100
	This survey	0	0	2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	2	100
Unknown	Previous survey*	1	12.	5	62.5	0	0	0	0	1	12.5	1	12.5	8	100
	This survey	1	25.	2	50	0	0	1	25.0	0	0	0	0	4	100
Total	Previous survey*	1	0.9	92	82.9	11	9.9	3	2.7	1	0.9	3	2.7	111	100
	This survey	1	0.9	97	87.4	9	8.1	3	2.7	0	0	1	0.9	111	100

HD, humidifier disinfectant; N, number of responses from the subjects; N/A, not available.

*Survey to evaluate association between HD associated lung injury and HD use characteristics.

IV. 고 찰

가습기 살균제 신고자는 모두 권역별로 지정된 병원을 방문하여 건강 모니터링을 받을 수 있다. 건강 모니터링 실시 기관(병원)에서는 환경노출조사를 선택적으로 수행할 수 있으나, 폐 손상 등 피해 판정 시에는 이 조사가 필히 수행되어야 한다. 강북삼성 병원은 추적조사에서 환경노출조사를 포함함으로써 가습기 살균제 사용 특성에 대한 응답 결과를 확인하고 신뢰성을 높이는 계기로 활용하였다. 또한 과거 폐 손상 판정 조사 결과 중 ‘응답하지 않은 항목’, ‘정상 범위를 벗어난 것(이상 값)’으로 추정되는 항목’, 그리고 ‘노출 수준을 추정할 때의 주요 핵심 항목’ 등을 다시 확인하고 정정할 수 있는 기회로 삼았다. 특히, 가습기 살균제 사용 특성에 대해서는 의미 있는 응답 변화를 얻었다(Table 1).

무엇보다 사용한 가습기 살균제 제품에 대한 응답에서 유의미한 변화를 확인할 수 있었는데, 가장 많이 사용한 제품을 응답하지 않은 비율(5.5%, 11명)이 본 조사를 통해 4%(8명)로 감소하였다. 가장 많이 사용한 제품에 대한 응답에서 옥시작작 뉴 가습기당번으로 변경한 사례가 150명에서 154명으로, 두 번째로 많이 사용한 제품에 대한 응답에서 에경 가습기메이트 사용으로 변경한 사례가 39명에서 47명으로 각각 증가하였다(Table 3). 다른 정보에 비해 제품은 사용자가 비교적 기억하기 쉽지만 비슷한 제품명 때문에 제품 모양 등을 활용하여 기억을 상기시키는 과정은 필요하다. 특히, 사용했던 제품 수가 다양할수록 기억 상기 과정에서 오류가 발생할 가능성이 있기 때문에 본 연구에서는 가장 많이 사용했던 두 제품으로 한정하였다.

가습기 살균제의 제품 수는 물론, 제품별로 독성

Table 6. Change in responses of study subjects to characteristics of humidifier disinfectant use including use duration, average daily hours, and the volume of the room in which HD was used

Change of responses by HD use characteristics		Previous survey*		This survey	
Content [†]	Subcategory	N	%	N	%
Daily use time (hours)	<6	19	9.5	19	9.5
	6-12	84	41.8	86	42.8
	12-24	61	30.3	62	30.8
	>24	31	15.4	32	15.9
	Unknown	6	3.0	2	1.0
Daily use frequency (time)	1	123	61.2	127	63.2
	2	44	21.9	56	27.9
	>3	10	5.0	11	5.5
	Unknown	24	11.9	7	3.5
Weekly use frequency (days)	1	3	1.5	3	1.5
	2-3	28	13.9	28	13.9
	4-5	13	6.5	13	6.5
	6-7	151	75.1	156	77.6
	Unknown	6	3.0	1	0.5
Total daily amount (mL)	<10	121	60.2	128	63.7
	10-30	49	24.4	57	28.4
	30-100	7	3.5	9	4.5
	>100	1	0.5	0	0
	Unknown	23	11.4	7	3.5
Total period for use (months)	<6	31	15.4	33	16.4
	6-12	20	10.0	21	10.4
	12-24	48	23.9	45	22.4
	24-36	27	13.4	31	15.4
	>36	62	30.8	64	31.8
	No response	2	1.0	1	0.5
Room volume (m ³)	Unknown	11	5.5	6	3.0
	<10	5	2.5	5	2.5
	10-30	97	48.3	97	48.3
	30-50	70	34.8	70	34.8
	>50	26	12.9	27	13.4
Number of products used (pieces)	Unknown	3	1.5	2	1.0
	1	113	56.2	113	56.2
	2	61	30.3	63	31.3
	>3	24	11.9	24	11.9
Total	Unknown	3	1.5	1	0.5
		201	100.0	201	100.0

HD, humidifier disinfectant; N, number of responses from the subjects; N/A, not available.

*Survey to evaluate association between HD associated lung injury and HD use characteristics

[†]The data in each content indicate average values.

과 건강영향이 다르게 나타날 수 있어 사용한 제품에 대한 응답은 매우 중요하다. 제품별로 사용한 살균제 성분이 달라 독성 발현과 피해 질환과의 일관적, 개인적 인과관계를 판단하는 데 결정적이기 때문이다. 여기서 이미 알려진 독성, 피해자 수, 보상 등 여건에 따라 의도적으로 응답을 틀리게 하는 경우가 있다. 이때는 조사자의 조사 방법과 질문 등을 통해서 어느 정도 의심할 수 있지만, 응답자가 주장하면 변경하기 어렵다. 그러나 이러한 의도적 응답이 전체적인 경향을 왜곡할 정도는 아닌 것으로 판단하였다.

또한 본 연구에서는 제품별 판매 시기를 근거로 사용 기간에 대한 응답을 교차검정하고 재확인하였다(Table 4, 5).⁴⁾ 우리나라에서 가습기 살균제 제품 판매 기간은 1994년부터 2011년까지이다. 2012년부터는 가습기 살균제의 건강영향이 알려지고 의약품 품목으로 분류되어⁵⁾ 법적 허가 과정을 거치도록 함으로써 더 이상 가습기 살균제가 만들어지지 않았고, 사용자 수도 급감하였다. 그러나 2012년 이후에도 피해자가 유독성을 미처 알지 못하고 사용한 일부 사례가 있어 사용 특성에 따라 사용 종료 시기는 다를 수 있다. 가습기 살균제 사용 종료 시기에 대한 응답을 보면 2011년 말 이후라는 응답이 과거 폐 손상 피해 질환 조사에서는 14명이었는데, 본 조사에서는 11명으로 감소하였다. 2012년부터 제품을 사용했다고 응답한 사례는 3명으로 응답의 변화는 없었다. 모든 응답자가 제품 사용 기간, 특히 사용 시작 시기, 환경 등을 정확히 기억하는 것은 쉽지 않다. 조사자는 제품별 판매 기간, 모양, 사용 방법 등 특성이 분명한 사실과 정보들을 숙지하여 신고자의 기억 편견에 따른 무응답과 응답 오류를 제거하거나 최소화하고, 정상 범위를 벗어난 사용 제품과 사용 환경 등에 대한 응답은 교차검정하는 전문성을 갖추어야 한다. 이는 가습기 살균제 사용 시기와 사용 기간이 외부 및 내부 노출량과 누적 노출 수준을 추정하는 데 핵심 변수이기 때문이다.

가습기 살균제 사용 특성(평균 사용 시간, 사용량, 사용한 방의 체적 등)에 대한 응답에서도 유의미한 응답 변화를 확인하였다(Table 6). 모든 항목에서 응답하지 않은 사례가 유의미하게 감소하였는데, 특히 사용 기간, 사용 시간, 사용 횟수 등의 범주에서 응답의 변화가 확인되었다. 이는 모두 외부, 내부, 누

적 노출 수준을 결정하는 데 중요하게 활용되는 변수들이기 때문에 의미 있는 자료로 활용될 수 있다.

질병 임상 결과와 비교하여 가습기 살균제 사용 및 노출 특성은 객관성을 확보하기가 상대적으로 어렵다. 가습기 살균제 노출을 추정할 수 있는 생체지표(biomarker)가 없어 전적으로 응답자의 기억에 의존할 수밖에 없다. 또한 아직까지 신고자의 가습기 살균제 사용에 대한 응답 결과를 객관적으로 모두 검증할 수 있는 과학적 방법이 정립되지 못하였다. 따라서 추적조사에서 질병 감시와 함께 환경노출조사를 실시하여 핵심 응답 결과를 확인하고, 응답 비율을 높여 배치되는 응답 내용을 확인함으로써 결과의 신뢰성을 높이는 활동이 필요하다. 그런데 환경노출조사는 10년이 훨씬 넘는 기간 동안 해 온 가습기 살균제 사용 특성에 대한 기억이라 의도적, 비의도적 편견을 피하기 어렵다. 환경노출조사자는 가습기 살균제 제품과 특성을 이해하고 응답자의 기억을 도움으로써 가능하면 신뢰성 높은 응답을 이끌어 낼 수 있어야 한다.

환경노출조사 결과는 향후 가습기 살균제 피해 특성을 규명하는 데 활용될 것이다. 특히 이번 조사 대상자 중 87.1%(175명)에 달하는, 폐 손상 등급 ‘unlikely’ 판정을 받은 신고자들이 호소한(진단된) 질병과 가습기 살균제 노출 특성과의 연관성, 개인인과 등을 파악하는 데 기여할 것으로 판단된다. 이들이 호소한 질병은 폐 손상 38명, 폐렴 36명, 천식 44명, 기타 호흡기질환 63명, 심혈관계질환 6명, 그리고 피부질환(아토피 등) 29명으로 종류가 다양하였다(자료로 제시하지 않음). 폐 손상 등급 ‘unlikely’를 받은 신고자를 대상으로 폐 손상 등 호흡기질환은 물론 모든 질병 임상 특성을 조사하고 가습기 살균제와의 인과관계를 규명해야 할 것으로 판단된다. 이들의 임상적 특성과 가습기 살균제 노출 특성을 ‘definite’ 및 ‘probable’ 등급을 받은 신고자 그룹들과 비교하는 것은 의미가 있다. 아직 ‘unlikely’ 그룹을 대상으로 임상은 물론, 역학, 환경노출조사가 종합적으로 연계된 연구는 시도된 적이 없었기 때문이다. 지금까지 수행된 연구는 대부분 폐 손상 등급 ‘definite’와 ‘probable’을 받은 사람들의 임상 특성과 가습기 살균제와의 연관성을 파악하기 위한 연구였다.^{2,6-8)}

본 연구 사례는 1개 병원 추적 대상자(N=201)의

가습기 살균제 사용 특성에 대한 응답 변화를 정리, 기술(description)한 것이므로 전체 표본으로 활용할 수 없는 한계가 있다. 자료의 통계적 분석을 통해 유의미한 응답 변화 결과의 변화를 검정할 수 없었고 연구 결과를 기술하는 데 그쳤다. 그러나 정상을 벗어난 사용 특성에 대한 응답을 기억을 도와 확인하고 수정하며 무응답을 줄인 경험은 향후 건강 모니터링 사업에서 활용될 수 있을 것으로 판단한다. 가습기 살균제 피해 및 건강 모니터링 사업 주관 기관들(국립환경과학원과 한국환경산업기술원)은 가칭 “가습기 살균제 환경노출조사 가이드라인”을 보완하여 신뢰성을 더욱 높이도록 이끌어야 한다. 가습기 살균제 건강 피해 조사는 물론 가습기 살균제 특성 관련 환경노출조사는 향후 오랜 기간 동안 국가 공공 자료로 활용될 것이다. 다양한 기회와 검정을 통해서 정보와 자료의 신뢰성을 높이는 노력을 기울여야 한다.

V. 결 론

건강 모니터링 추적조사는 환경노출조사의 신뢰성을 높일 수 있는 마지막 기회이다. 본 연구에서도 과거 및 현재의 환경노출조사 과정에서 신고자의 가습기 살균제 사용 특성 중 통상적 범위를 벗어난 가습기 살균제 제품과 사용 환경의 확인, 그리고 무응답 기억 유도 등을 통해 유의미한 응답 결과의 변화를 확인하였다. 추적조사 시 신고자가 과거 응답한 내용에 대한 확인과 교정을 통해 향후 가습기 살균제 건강 위험 원인을 규명하는 데 적정하게 활용되도록 해야 한다.

References

1. Ministry of Environment. Special Act on Remedy for Damage Caused by Humidifier Disinfectants. 2018. Available from: <http://www.law.go.kr/> (accessed in February, 2020).
2. Park DU, Ryu SH, Roh HS, Lee E, Cho HJ, Yoon J, et al. Association of high-level humidifier disinfectant exposure with lung injury in preschool children. *Sci Total Environ.* 2018; 616-617: 855-862.
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. 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.
5. Ministry of Health and Welfare. Pharmaceutical Affairs Act. 2017. Available from: <http://www.law.go.kr/> (accessed in February, 2020).
6. 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.
7. 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.
8. Kim KW, Ahn K, Yang HJ, Lee S, Park JD, Kim WK, et al. Humidifier disinfectant-associated children's interstitial lung disease. *Am J Resp Crit Care Med.* 2014; 189(1): 48-56.

<저자정보>

박소영(교수), 박주현(교수), 이승희(조교),
 장우성(연구조교), 박지훈(박사후연구원),
 김소연(연구조교), 문은찬(전공의),
 이예성(전공의), 김현일(전공의), 김형철(전공의),
 박동욱(교수)