

## 대전광역시 내 실내공기질 취약 가구의 환경성질환 연관 알레르기 혈액검사 시행 효과

서희원 , 오지혜 , 백승화 , 황석연\*

대전대학교 임상병리학과

## Blood Test for Allergies Related to Environmental Diseases in Households Vulnerable to Indoor Air Quality in Daejeon Metropolitan City

Hee Won Seo, Ji Hae Oh, Seung Hwa Baek, and Seock Yeon Hwang\*

Department of Biomedical Laboratory Science, Daejeon University

### ABSTRACT

**Background:** Based on rapid industrial development, environmental pollution has emerged as a social problem and exposure to environmental diseases is increasing. The number of patients suffering environmental diseases in Daejeon Metropolitan City is also steadily increasing, and the prevalence of atopic dermatitis there is the highest in the country.

**Objectives:** In order to minimize exposure to harmful factors for the prevention and management of environmental diseases, an environmental disease management system suitable for the environmental characteristics of each region is needed. Basic preliminary research should be conducted to identify environmental hazards in Daejeon Metropolitan City and establish a management system.

**Methods:** Among the households (about 50 people) participating in the 2022 Indoor Environment Remote Measurement (IoT) program, households (children aged 5 or older and adults) with insufficient results for indoor air quality measurement and symptoms related to environmental diseases were selected. The subjects were tested for living conditions, blood tests, biomarker analysis (immunoglobulin E, Eosinophil count, histamine) and multiple allergy antigen tests (MAST, 93 types).

**Results:** Participants were 53.7% female and 46.3% male, and the average age showed an even age distribution. IgE and eosinophil count were positively correlated, and significant results were found for atopic dermatitis and IgE ( $p < 0.05$ ). Typical risk factors observed in the survey was the amount of indoor ventilation, chemical exposure, heredity, house dust mites, fungi, and food.

**Conclusions:** The purpose of this study was to help establish a regional management system for environmental diseases, research and diagnosis of environmental diseases. This study is meaningful in that it is a study with customized consulting suitable for the environment of Daejeon Metropolitan City. If the limitations are addressed and continuous research is conducted, it will be helpful for the management, diagnosis, and research of environmental diseases.

**Key words:** Environmental diseases, histamine, immunoglobulin E, indoor hazard, MAST

Received July 1, 2024

Revised August 6, 2024

Accepted August 12, 2024

### Highlights:

- The reasons for the high prevalence of environmental diseases in Daejeon are not yet understood.
- In order to prevent environmental diseases, it is important to identify the antigens.
- We investigated factors that may act as antigens in residents of Daejeon Metropolitan City.
- Risk factors observed included indoor ventilation, chemicals, genetics, mites, mold, and food.

### \*Corresponding author:

Department of Biomedical Laboratory Science, Daejeon University, 62 Daehak-ro, Dong-gu, Daejeon 34520, Republic of Korea

Tel: +82-42-280-2001

Fax: +82-42-283-8808

E-mail: syhwang@dju.kr

## I. 서 론

환경성질환은 환경과 관련된 유해인자에 의해서 발생하는 질환으로 알려져 있으며 물리적, 화학적, 생물학적 등 다양한 형태로 나타날 수 있다.<sup>1)</sup> 산업화와 도시화가 진행되면서 대기

중 환경 유해 물질이 증가함에 따라 매년 환경성질환 환자 수가 증가하고 있으며 특히 민감 계층(영유아, 어린이)에서 증가 추세가 두드러지는 특징을 보이고 있다.<sup>2,3)</sup> 2022년 국민건강보험공단에서 발표한 건강보험통계에 따르면 환경성질환자 수는 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있으며, 그 중에서도 아토피피부

염이 2015년 92만 5천 명에서 2022년 96만 8천 명으로 증가하는 결과를 나타냈다.<sup>3)</sup> 대전광역시외의 경우에 2015년 조사된 권역별 알레르기질환 유병률 조사 결과에 따르면 대전 및 충청권에 거주하는 중학생의 환경성질환 유병률이 33.7%로 전국에서 가장 높게 나타났으며, 이후에도 꾸준히 증가하여 2021년 도 까지 1~3위를 차지하고 있다.<sup>4)</sup> 또한, 인구 1,000명당 알레르기 비염이 396.1명으로 2위, 아토피피부염이 171.3명으로 1위를 차지하고 있어 위험도가 높은 지역으로 꼽히고 있다.<sup>5)</sup>

환경성질환 유병률의 증가는 주변의 생활환경이 알레르기질환을 일으킬 수 있는 조건으로 변화한 것이 원인으로 지목된 것으로 유전적 요인만으로는 설명할 수 없는 이유를 제시하고 있으며, 특히 서구화된 실내 환경과 밀접한 관계를 나타낸다는 것으로 알려져 있다.<sup>6-9)</sup> 최근 건축물 내 단열화와 밀폐화가 가속됨에 따라 실내 공기 오염 물질들의 체류 시간이 증가되고 있으며, 각 세대들이 서로 겹쳐 있는 주거공간의 특징으로 자연환경이 부족한 문제가 언급되었다.<sup>10)</sup> 또한, 새로운 건축자재 개발 및 다양한 화학공업 재료를 사용하는 제품이 많이 나오면서 이사 후 환경성질환이 악화되는 사람이 증가하고 있는 것으로 나타났다.<sup>10)</sup> 국민환경과학원의 조사결과에 의하면 현대인은 하루 24시간 중의 14시간을 주택에서 머무르는 것으로 보고되고 있으며 민감계층의 경우 각 가정 혹은 어린이 공동시설의 실내 환경에서 보내는 시간이 많다(하루 시간의 90%)는 특징이 있어 실내 환경관리의 중요성이 꾸준히 제기되고 있다.<sup>10)</sup> 환경성질환 특성상 한번 질환이 발생될 경우 원인 파악이 어려워 유발인자 노출을 최소화하여 예방하는 것이 중요하기 때문에 실내 환경과 환경성질환이 연관되어 꾸준히 연구되고 있다.<sup>11)</sup>

앞서 설명하였듯이 대전광역시의 경우에도 소아 청소년에서 가장 흔한 만성 재발성 염증 피부질환인 아토피피부염 발병률이 높게 나타나고 있다.<sup>4,5)</sup> 주민등록인구통계에 따르면 행정동별 및 지역별 아동, 청소년 인구 현황을 보았을 때 대전광역시의 아동(0~17세)의 인구수는 약 20만 6,000명으로 17개의 행정동 중 14등을 차지하고 있다.<sup>12)</sup> 그럼에도 불구하고 환경성질환의 발병률이 높다는 것은 단순 유전적 요인 외에 환경적 요인을 배제할 수 없으며 이러한 특징에도 대전광역시의 환경성질환에 대한 연구가 거의 이루어지고 있지 않고 있어 연구의 필요성이 대두된다.

소아에서의 아토피피부염 발병은 우울, 불안, 주의력결핍, 과

잉행동장애 등 심리적 문제와 관련이 있으며 불면으로 인해 가족 전체의 삶의 질에 영향을 주기 때문에 사회적 문제로 인식되고 있다.<sup>13)</sup> 또한, 유아기에 발병한 아토피성 피부염은 성인이 되면서 알레르기성 천식 및 비염으로의 점진적인 발생에 원인이 될 수 있다. 이는 알레르기 행진의 시작점이므로 소아 때 적절한 치료 및 관리는 다른 알레르기질환으로의 이행을 막기 위해서도 중요하다.<sup>13)</sup>

위의 언급한 문제를 해결하기 위해, 환경부에서 광역시별 제 1~5차 국민환경기초조사를 실시해 아토피피부염의 발병률 및 유병률을 조사하고 있으나, 지역별로 대표 표본 산출이 아니기 때문에 지역의 내 외적 환경을 추측할 수 있는 자료로는 제한적이다. 특히, 앞서 설명한 대로 타 광역시 대비 대전광역시에서 아토피피부염의 발병률이 높은 것으로 보았을 때, 증상의 악화에 영향을 미치는 대전광역시만의 환경 유해 인자를 찾는 것이 중요하다. 또한, 근본적인 발생 요인의 차단을 위해 밝혀지는 환경 유해인자를 제거하거나 회피하는 것이 중요하기 때문에 내외부 환경 인자에 대한 명확한 규명이 요구된다.

따라서 본 연구는, 대전광역시 내의 환경성질환 자녀를 둔 29 가구를 대상으로 실내·외 환경 유해 인자를 조사하고, 국제 소아천식 및 알레르기질환 연구(International Study of Asthma and Allergies in Childhood, ISAAC) 설문도구를 활용한 유병률 조사를 실시하여 대전광역시의 환경성질환 관리 및 감시체계 구축에 이바지하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구 대상자 선별

본 연구는 대전환경보건센터에서 실시하는 실내공기질 원격 측정(IoT) 사업에 참여하는 100가구 중 공기질 하위 점수 가정 순으로 61명(31가구)을 선정하여 진행하였다. 실내공기질 자료는 2022년 8월부터 2023년 5월까지 측정된 데이터의 평균값을 기준으로 하였으며, 측정항목은 온도, 습도, 이산화탄소, 미세먼지, 초미세먼지 5개 항목을 각 20점씩 배점하여, 총 100점 만점으로 평가하였다(Table 1). Table 1을 기준으로 선정한 실내공기질 점수 하위 31가구를 대상으로 환경성질환(아토피피부염, 알레르기성 비염, 천식)과 같은 증상을 보이는 가족구성원(아동 43명, 성인 18명)을 선정하였다. 이 중 최근 1개월간 환

Table 1. Identify study participants

		Low rank (1~25)	Low rank (26~50)	Low rank (51~77)
Indoor air quality	Mean	71.6	76.3	79.0
	Minimum	68.1	74.9	77.2
	Maximum	74.4	77.2	80.4
Number of people measured		9 household (18 person)	13 household (25 person)	9 household (18 person)

경성질환 관련 치료자 또는 연고를 비롯한 해당 약물을 복용하고 있는 사람 및 개인사정에 의한 중도 포기자 7명은 대상에서 제외하였다.

## 2. 실내공기질 원격측정(IoT)

현재 상용화되어 있는 IoT 기반 실내공기질 측정기인 PRIO A100 - indoor air quality central control system (Wiseconn, Korea)를 각 참여 가정에 설치 후 실시간 측정을 진행하였다. Prio A100의 경우 7가지 센서를 사용하여 실내공기질 상태를 모니터링할 수 있는 스마트기기로, Kim 등<sup>14)</sup>이 진행한 이전 연구를 통해 기기의 정확도 및 검증 값이 제공되어 있어 신뢰도가 높은 장비이다. 또한, 실시간으로 측정 가능한 전문 측정 장비 중 가정에 설치하기가 용이하며, 각기 다른 곳에 설치되어 있는 데이터를 동시에 원격 모니터링이 가능한 장점을 가지고 있다. 측정항목에 대한 한국건설생활환경시험연구원 성능인증서, 한국정보통신기술협회 소프트웨어 품질 인증서를 보유하고 있어 기준장비로 선정하였다. 측정 가능 범위는 온도(-10~80°C), 습도(10~99%), 미세먼지(0~500 µg/m<sup>3</sup>), TVOC (0~9,999 ppb), CO<sub>2</sub> (0~5,000 ppm), CO(0~200 ppm)으로 설정되어 있다.

## 3. 알레르기 유발원인 분석을 위한 혈액 검사

알레르기 유발원인 분석을 위해 채혈을 진행하였으며, SST tube (serum separate tube, BD, USA), EDTA tube (Ethylene diamine tetra acetic acid tube, BD, USA)에 각각 5 cc의 전혈을 수집하였다. SST tube에 수집된 혈액은 30분 후, 현장에서 원심분리(3,400 rpm, 15분)하였으며, MAST 검사를 위해 씨젠 의료재단에 최소 3 cc 이상 전달하였다. 씨젠 의료재단에서는 매 검사 시 Allergy integrated panel 내부 정도관리를 수행 후 검사를 시행하였다(Table 2). 검사 항목은 진드기, 곰팡이, 목초, 나무, 잡초, 동물 털, 곤충 및 식품(곡류, 유제품, 과일, 육류 등) 알레르기를 포함한 총 108종의 항원을 분석하였다. 전달 후 남은 일부 혈청은 -70°C Deep freezer에 보관하여 IgE와

Histamine 분석에 활용하였다. IgE (Humman Immunoglobulin E, IgE ELISA Kit, CSB-E04980h, cusabio, USA)와 Histamine (Human Histamine ELISA Kit, #LS-F39267-1, LSbio, USA)은 ELISA Kit를 활용하여 분석하였다. 마지막으로, EDTA tube에 수집된 전혈은 Advia 2120i (Siemens, Germany)장비로 Eosinophil count (절댓값)를 분석하는데 사용되었다.

## 4. 설문 도구

설문 도구는 국제 소아 천식 알레르기질환 연구 설문 도구로써 국제 소아 천식 알레르기질환의 역학조사(Internation study of asthma and allergies in childhood, ISAAC) 설문조사지와 제 1~4차 국민환경보건 기초조사 표준 설문지 핵심 문항을 중심으로 구성하였다. 국제 소아 천식 알레르기질환 연구 설문 도구로서, 알레르기질환의 역학조사 목적으로 이용되는 ISAAC 설문조사지 구성 문항 중 현재 질병 상태를 파악하는데 용이한 문항을 선별하여 적용하였으며, 국민환경보건 기초조사 표준 설문지의 경우 실내 환경(거주지)의 환경성질환 유해인자를 파악하기 위한 문항을 선별하여 적용하였다. 이 외에도 식품영양학 전문가, 환경공학 전문가 등의 관련자 면담을 통해 설문 문항의 보완이 이루어졌다. 설문 문항의 기본 항목은 개인의 특성 및 질병력, 환경요인에 따른 유병여부, 생활습관(화학제품 사용 빈도 등)에 따른 유병여부, 환경성질환 인식도 조사로 구분하였다. 본 연구는 대전대학교 기관생명윤리심의위원회(1040647-202306-HR-001-03)의 승인을 받고 참여자의 권리를 고려하여 사전 동의 후 채혈 및 설문 조사를 진행하였다.

## 5. 통계 분석

본 연구를 통해 회수된 설문지는 데이터 코딩 과정을 거친 다음 IBM SPSS Statistics Version 26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여 분석하였다. 연구 참여자의 인구 통계학적 특성과 일반적 특성을 분석하기 위해 범주형 변수는 빈도분석(frequency analysis)으로, 연속형 변수는 기술통계 분석을 실시하여 평균값과 표준편차를 제시하였다. 또한, 실시간 실내공

Table 2. Internal quality control tolerance

MAST allergy integrated panel test quality control		
	Strip	Control
Materials used	All PC lines on four membranes	A) Negative: QC Proprietary materials B) Positive: PROTIA™ Allergy-Q 128 Control
Tolerance range	A) 100 RU/mL or under: unsuitable (invalid) B) 100 RU/mL above: suitable (valid)	A) Negative: Total IgE 50 alaks, Class: 0 B) Positive: Total IgE 100 above, within a certain class range (1) House dust: 2~6 (2) <i>D. pteronyssinus</i> : 3~6 (3) <i>D. farinae</i> : 3~6 (4) <i>A. siro</i> : 2~6 (5) <i>T. putrescentiae</i> : 2~6

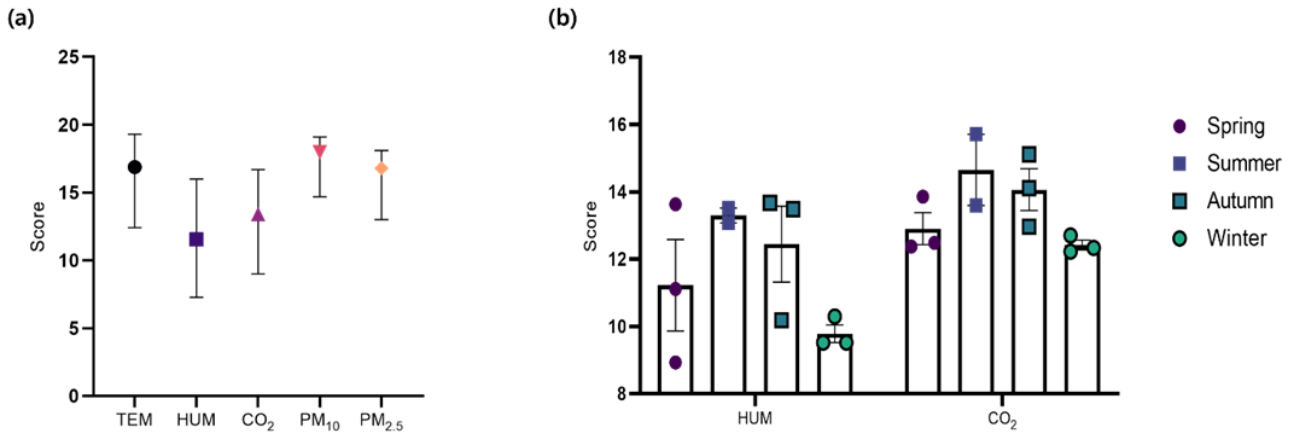
기질 모니터링(IoT) 측정 결과 간의 관계, 알레르기 혈액검사 종류에 따른 결과값 사이의 관계, MAST 검사 시 항원 종류(곰팡이, 진드기, 꽃가루 등)별 관계 및 설문 응답 결과 간의 관계(환경성질환과 거주지 특성, 화학제품 노출 이력)를 파악하기 위하여 이변량 상관관계분석(bivariate correlation analysis)을 통해 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 산출하였다. 상관관계분석 시 연속형 변수의 경우 5개의 범주형 변수로 변형하여 진행하였으며, 모든 통계 분석은 p-value 값이 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

### III. 결 과

#### 1. 실내공기질 모니터링 결과를 통한 연구대상자 선별

실내공기질 원격측정(IoT) 기준으로 보았을 때 17~20점은

좋음, 13~16점은 보통, 9~12점은 민감군에게 나쁨, 5~8점은 나쁨, 4점 이하의 위험으로 분류하였다. 그 결과 하위 27가구의 온도에 대한 평균은 16.9점으로 좋음으로 나타났고 습도는 11.5점으로 보통, CO<sub>2</sub>는 13.4점으로 보통, PM<sub>10</sub>는 18점으로 좋음, PM<sub>2.5</sub>는 16.8점으로 좋음으로 나타났다(Fig. 1a). 특히, 모든 항목 중에서도 습도 관리가 가장 취약한 것으로 나타났으며, 11개월 측정 기간 중 6가구를 제외하고 모두 보통~나쁨에 해당하는 결과를 보였으며 봄, 겨울철에 평균 11.2, 9.8점으로 변화가 큰 것을 확인할 수 있었다. CO<sub>2</sub> 배출량이 많아 실내공기질 점수가 낮은 계절 역시 봄과 겨울철로 습도와 동일하였으며, 각각 평균 12.9, 12.4점으로 민감군에게 위험할 수 있는 점수를 보이는 것을 볼 수 있었다(Fig. 1b).



**Fig. 1.** Selection of research subjects through indoor air quality monitoring results. (a) Mean and range of results by IoT metric (temperature, humidity, CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) for sub-households. (b) Bridging humidity and CO<sub>2</sub> changes over the seasons. TEM: Temperature, HUM: Humidity.

**Table 3.** Basic information about study subjects and residential characteristics

	Category	n (%)		Category	n (%)
Sex	Male	25 (46.3)	Age	Infant (aged 1~8 years)	15 (27.8)
	Female	29 (53.7)		Youth (aged 8~19 years )	28 (51.9)
Area of residence	Seo-gu	14 (51.9)		Adult (aged above 19 years)	11 (20.4)
	Yuseong-gu	10 (37.0)	Years of residence	<5 years	4 (14.8)
	Jung-gu	2 (7.4)		5~10 years	4 (14.8)
	Daedeok-gu	1 (3.7)		11~20 years	6 (22.2)
>20 years	13 (48.1)				
Distant of residence to the road	<50 m	7 (25.9)	Number of lanes on a nearby road	2-lane road	4 (14.8)
	50~99 m	13 (48.1)		4-lane road	11 (40.7)
	100~499 m	5 (18.5)		6-lane road	5 (18.5)
	≥500 m	2 (7.4)		8-lane road	7 (25.9)

## 2. 연구대상자의 기본 정보 및 주거 특성

본 연구에 참여한 대상자 수는 총 54명으로, 남성과 여성의 비율은 각각 46.3%, 53.7%이었다. 연령별로 나타내었을 때, 영유아 15명(27.8%), 8세~19세 미만에 해당하는 청소년 28명(51.9%)으로 민감계층에 해당되는 사람이 43명(79.7%)으로 대부분을 차지했다. 선행연구에 따르면 주거 면적과 구조, 성능, 기능 등과 같은 물리적 특징이 생물학적 유해인자 방출로 건강에 직접적으로 유해한 영향(실내 총 부유 세균, 총 곰팡이, 진드기 등)을 미치는 것으로 알려져 있으며 특히, 거주지 형태, 거주지 연식, 거주지 근처의 도로 등의 원인이 있는 것으로

나타났다.<sup>15)</sup> 조사 결과, 연구 참여 대상자의 거주 지역은 서구(51.9%), 유성구(37.0%), 중구(7.4%), 대덕구(3.7%) 순이었으며 대부분 아파트(96.3%)에 거주했다. 거주 연식은 21년 이상(48.1%)된 거주지가 가장 많았으며, 거주지 근처 50~100 m 이내 왕복 4차선 이상 도로를 가진 거주지 비율이 총 85.1%의 높은 비율을 차지하였다(Table 3).

## 3. 연구대상자의 생활습관 조사

실내에서 방출되는 오염물질(세균, 바이러스, 화학성분)이 실외에서 보다 사람의 폐에 전달될 확률이 1,000배가량 높다고

Table 4. Research subjects' lifestyles

Category		n (%)	Category		n (%)
Home cleaning frequency	Everyday	15 (55.6)	Spend time in residence	<Hours	1 (3.7)
	≥ 2 times/week	5 (18.5)		5~10 hours	4 (14.8)
	1 time/week	5 (18.5)		10~15 hours	16 (59.3)
	1 time/3 weeks	1 (3.7)		>15 hours	5 (18.5)
	Not applicable	1 (3.7)			
Indoor ventilation frequency	5 times/day	7 (25.9)	Mean duration of each ventilation	< 10 min	2 (7.4)
	3~4 times/day	8 (29.6)		10~29 min	12 (44.4)
	1~2 times/day	9 (33.3)		30~59 min	4 (14.8)
	2~3 times/week	2 (7.4)		≥1 h	9 (33.3)
	No ventilation	1 (3.7)			
Hair products	Not used	4 (7.4)	Antibacterial products	Not used	24 (44.4)
	Within the last 2 days	6 (11.1)		Within the last 2 days	3 (5.6)
	3~5 times/week	9 (16.7)		1~2 times/month	4 (7.4)
	Everyday	34 (63.0)		2~3 times/month	7 (13.0)
	Not applicable	1 (1.9)		3~5 times/week	5 (9.3)
Body cleanser	Not used	5 (9.3)	Air fresheners	Everyday	11 (20.4)
	Within the last 2 days	3 (5.6)		Not used	29 (53.7)
	Less than once a month	1 (1.9)		Within the last 2 days	1 (1.9)
	1~2 times/month	2 (3.7)		1~2 times/month	2 (3.7)
	2~3 times/month	3 (5.6)		2~3 times/month	2 (3.7)
	3~5 times/week	6 (11.1)		3~5 times/week	6 (11.1)
	Everyday	33 (61.1)		Everyday	13 (24.1)
	Not applicable	1 (1.9)		Not applicable	1 (1.9)

알려져 있어 환경성질환과 관련이 매우 깊은 것으로 알려져 있다. 이와 관련하여 가장 먼저 조사한 가정 내 재실시간의 경우 대부분의 가정(21가구, 77.8%)이 10시간 이상 가정에 머무르는 것으로 조사되었고 이중 18.5%가 15시간 이상 재실하는 것으로 나타났다. 다음으로 실내 청소 주기를 조사하였을 때 주에 2회 이상하는 가정은 20가구(74.1%)로 나타났고 주에 1회 이하 청소하는 가정이 7가구(25.9%)로 나타났다. 또한 실내 환기 횟수의 경우 12가구(44.4%)가 하루에 2번 이하로 하루 권장 환기 횟수인 3회에 미치지 못하는 것으로 나타났고 환기 시간을 조사했을 때 30분 이내로 환기하는 가구가 14가구(51.8%)로 나타났다(Table 4).

가정 내에서 쉽게 접할 수 있는 생활용품(향수, 화장품, 염색제, 비누, 샴푸 등)에서 DEHP, Formaldehyde, Potassium dichromate, Nickel sulfite 등 아토피 영향물질 그룹 2로 분류된 물질에 노출될 가능성이 있으며 지속적으로 노출될 경우 만성적인 질환 발생의 요인이 될 수 있다.<sup>16-18)</sup> 따라서 생활용품의 사용빈도를 조사한 결과 샴푸의 경우 매일 사용하는 사람이 34명(63.0%)으로 나타났고 몸 세정제의 경우 33명(66.1%)이 매일 사용하는 것으로 화학제품의 지속적인 피부노출 위험성이 있었다. 향균 제품의 경우 매일 사용하는 사람이 11명(24.4%)로 조사되었고 방향제의 경우 13명(24.1%)이 매일 사용하는 것으로 나타나 호흡기를 통한 지속적인 화학제품의 노출 가능성이 있는 것으로 나타났다(Table 4).

#### 4. 혈액 내 알레르기 유발 파악을 위한 생물학적 지표 (Histamine, IgE, Eosinophil count) 측정 결과

알레르기 진단에 도움이 되는 시험관내 검사로 Histamine, IgE, Eosinophil count를 측정하였다. Histamine의 측정 결과 전체 평균 농도는 5.12±2.05 ng/mL로 나타났다. 특히 기관지 수축을 유발해 천식 발생 위험성이 있는 농도인 7~12 ng/mL

범위에 결과를 보인 사람이 17명(33.3%)으로 높게 나타났으며 정상 참고치 범위 안에 들어오는 사람은 2명(3.9%)으로 낮게 나타났다. IgE 농도 측정 결과, 전체 평균 농도는 436.76±1,054.53 IU/mL로 높은 수치를 나타냈다. 이 중 정상 참고치 범위 안에 들어오는 사람은 36명(70.6%)으로 비교적 높았으며, 15명(29.4%)는 주의, 위험 수준에 들어오는 결과를 얻었다. Eosinophil count 측정 결과, Eosinophil 절대 수의 전체 평균은 0.26±0.29 (×10<sup>3</sup> cells)로 나타났다. 정상 참고치 범위 안에 들어오는 사람은 44명(86.3%)으로 대부분 차지하였으며, 경증 및 중증 Eosinophilia를 나타내는 사람은 7명(13.8%)으로 나타났다(Table 5a).

위 결과를 바탕으로 Histamine 농도, IgE 농도, Eosinophil count 사이의 상관성을 분석하였을 때, 유의성은 나타나지 않았으나, Histamine이 증가할 시 IgE 발현과 Eosinophil count는 감소하는 경향을 나타내었으며, IgE가 증가할수록 Eosinophil count가 증가하는 경향을 나타내었다(Table 5b).

#### 5. 실내공기질 측정 데이터 간의 상관분석

실내공기질 IoT 측정 데이터인 미세먼지, 초미세먼지 항목 간의 상관관계를 분석하였을 때, 양의 상관관계를 나타내었으며, 유의한 결과를 보였다(p<0.001). 또한 유의성은 나타나지 않았으나, 온도와 습도가 증가할 경우 미세먼지, 초미세먼지는 감소하는 것으로 나타났다. 실내 환기 횟수가 증가할수록 미세먼지와 CO<sub>2</sub>가 감소하는 것으로 나타났다(Table 6).

#### 6. 환경성질환 유발의 주거 특성 및 생활습관이 미치는 영향(상관분석)

본 연구에서, 종류별 환경성질환과 주거 특성, 생활습관 특성에 따른 상관성을 분석하였다. 아토피피부염은 집의 층수가 높고, 연식이 오래될수록 유병률이 높은 양의 상관성을 보였다

**Table 5a.** Histamine measurements in study subjects

Category		n (%)	Expected symptoms
Histamine concentration	Normal (0~1 ng/mL)	2 (3.9)	Normal reference value
	Class 1 (1~2 ng/mL)	6 (11.8)	Increased gastric acid secretion, increased heart rate
	Class 2 (3~5 ng/mL)	26 (51.0)	Headache, flushing, hives, itch
	Class 3 (6~8 ng/mL)	15 (29.4)	Decreased arterial blood pressure
	Class 4 (8~12 ng/mL)	2 (3.9)	Bronchoconstriction, asthma

**Table 5b.** Histamine, IgE, and Eosinophil counts correlation analysis results

	Histamine	IgE	Eosinophil
Histamine	-	-0.129	-0.002
IgE	-0.129	-	0.085
Eosinophil	-0.002	0.085	-

**Table 6.** Correlate indoor air quality measurement data

	Temperature	Humidity	CO <sub>2</sub>	Fine dust	Ultrafine dust	Indoor ventilation frequency
Temperature	-	0.312	-0.095	-0.101	-0.181	-
Humidity	0.312	-	-0.426	-0.301	-0.346	-
CO <sub>2</sub>	-0.095	-0.426	-	0.034	-0.096	-0.051
Fine dust	-0.101	-0.301	0.034	-	0.941***	-0.201
Ultrafine dust	-0.181	-0.346	-0.096	0.941***	-	-
Indoor ventilation frequency	-	-	-0.051	-0.201	-	-

\*\*\*p&lt;0.001.

**Table 7a.** Correlation between environmental diseases and neighborhood characteristics

	House floor number	House year	House size	Indoor ventilation frequency	Mean duration of each ventilation	Spend time in residence
Atopic dermatitis	0.125	0.095	-0.093	0.003	-0.317	-0.115
Allergic rhinitis	0.112	-0.269*	0.250	0.023	0.209	0.300
Athma	0.190	-0.014	0.208	0.020	-0.184	-0.282

\*p&lt;0.05.

**Table 7b.** Correlation between exposure to chemical products and environmental diseases

	Chemical product exposure	Skin disease diagnosis	Respiratory disease diagnosis
Chemical product exposure	-	-0.087	0.416**
Skin disease diagnosis	-0.087	-	-0.137
Respiratory disease diagnosis	0.416**	-0.137	-

\*\*p&lt;0.01.

며, 해당 질환을 보유하고 있을 때 환기 빈도가 증가하고, 시간은 감소하는 음의 상관성을 보였다. 알레르기 비염은 집의 층수가 높고, 평수가 넓을수록 유병률이 증가하는 양의 상관성을 보였으며, 해당 증상을 보유하고 있을 때, 실내 환기횟수 및 시간이 증가하는 양의 상관성을 보였다. 특히, 알레르기 비염 증상을 보유하고 있는 가정에서 자녀의 실내 거주 시간이 증가하는 것으로 나타났다. 마지막으로, 천식은 집의 층수가 높고, 평수가 넓을수록 유병률이 증가하는 알레르기 비염과 동일한 양상을 보였다. 반면, 천식을 보유하고 있는 자녀가 있는 경우 실내 환기 빈도는 증가하지만, 환기 시간이 적은 것을 확인할 수 있었으며, 실내 거주 시간이 감소하는 특징을 보였다. 아토피 피부염은 집 층수, 집 연식과 양의 상관관계를 보였으며, 집 평수와는 음의 상관관계를 보였다(Table 7a). 다음으로, 자녀의 화학제품(페인트, 접착제, 살충제, 공기청정제, 세제 등) 사용이 피부 및 호흡기계 질환 증상 발현과 상관성이 있는지 확인하였을 때, 피부질환과는 음의 상관관계를 보였으며, 호흡기질환과는 양의 상관관계를 보여 유의한 차이를 나타내었다(p<0.05)(Table 7b).

## 7. 혈액 내 특이 IgE 항원 발현 간의 상관성 조사 (MAST 검사)

본 연구를 통해 혈액 내 특이 IgE 항원 발현과 관련하여 항원 종류별 상관성을 확인하였을 때, 집먼지 진드기와 꽃가루 항원 간의 상관성 분석에서 유의한 차이가 나타났다(p<0.05~0.01). 외계이삭, 오리나무, 자작나무, 참나무, 쑥 꽃가루에서 양의 상관성을 보였으며, 이중에서도 D70 저장 진드기 항원을 보유한 경우 오리나무, 자작나무 항원을 보유하고 있을 연관성이 가장 높게 나타났다(Table 8a). 다음으로 비염과 천식을 주로 유발하는 4종의 실내 곰팡이 특이 항원과 꽃가루 항원간의 상관성을 확인하였을 때, 유의한 양의 상관성을 보였다(p<0.05~0.01). 가장 높은 상관성을 보이는 곰팡이 항원은 대표적인 실내 곰팡이인 Aspergillus와 Alternaria로 Aspergillus의 경우 버드나무, 아카시아, 개암나무, 쑥 꽃가루 항원과 가장 큰 상관성을 보였으며, Alternaria는 버드나무, 아카시아, 개암나무, 쑥 꽃가루, 민들레, 질경이 항원과 가장 큰 상관성을 보였다. 특히 쑥 꽃가루 항원의 경우 실내 4종의 곰팡이 모두에서 높은 양의 상관성을 보여 특징적으로 나타났다(Table 8b).

**Table 8a.** Correlation between house dust mite specific antigens and pollen antigens

	East Asian alder	East Asian white birch	Oak	Mugwort pollen
H1 House dust	0.382**	0.368**	0.356*	0.349*
D1 House dust mite	0.375**	0.370**	0.330*	0.332*
D2 House dust mite	0.412**	0.405**	0.419**	0.388**
D70 Storage mite	0.559**	0.547**	0.418**	0.419**
D72 Storage mite	0.486**	0.451**	0.456**	0.419**

\*p&lt;0.05, \*\*p&lt;0.01.

**Table 8b.** Correlation between mold-specific antigens and pollen antigens

	Cladosporium	Aspergillus	Candida	Alternaria
East Asian alder	0.421**	0.402**	0.421**	0.438**
East Asian white birch	0.416**	0.420**	0.416**	0.414**
Asian hazel	0.283*	0.556**	0.283*	0.666**
Oak	0.525**	0.478**	0.525**	0.468**
Korean willow	0.249	0.567**	0.249	0.651**
Acacia	0.081	0.613**	0.081	0.690**
Mugwort pollen	0.472**	0.628**	0.472**	0.673**
Dandelion	0.128	0.562**	0.128	0.623**
Plantago lanceolata	0.253	0.575**	0.253	0.662**

\*p&lt;0.05, \*\*p&lt;0.01.

## IV. 고 찰

본 연구는 실내환경 유해인자와 환경성질환 유발 원인 검사 분석 결과를 상관분석을 함으로써 환경성질환 예방 관리를 위한 맞춤형 컨설팅을 제공하고 관리 방안을 마련하고자 하였다. 2022년 진행된 실내환경 원격측정(IoT) 가정 대상으로 공기질 관리가 미흡한 가정을 대상으로 환경성질환 주요 지표인 혈중 바이오마커 분석(Immunoglobulin E, Eosinophil count, Histamine)과 다중 알레르기 항원 검사(MAST, 93종), 설문조사(International Study of Asthma and Allergies in Childhood, ISAAC)를 상관분석하였다.

세계적으로는 1991년 이래로 ISAAC의 표준 설문지가 개발되었고, 이를 바탕으로 세계적으로 소아 및 청소년을 대상으로 알레르기질환의 원인을 밝혀내기 위한 연구에 꾸준히 사용되었다.<sup>19)</sup> ISAAC의 설문지를 통한 조사의 경우 유병률 평가 방법에 있어 문화와 언어가 다른 나라에서 그 효과가 제한적일 수 있다는 의문이 제기되었으나, 표준화되어 있어 쉽게 적용될 수 있고, 비용이 적게 들고, 높은 민감도와 특이도를 가지는 특징이 있어 현재도 연구에 많이 사용되고 있다.<sup>19)</sup>

Histamine 농도, IgE 농도, Eosinophil count 사이의 상관관계를 분석하였을 때, 유의성은 나타나지 않았으나, Histamine이 증가할 시 IgE 발현과 Eosinophil count는 감소하는 경향을 나

타내었으며, IgE가 증가할수록 Eosinophil count가 증가하는 경향을 나타내었다. 알레르기 항원에 피부가 노출 시 IgE 수용체에 항원 특이 IgE가 결합하고, T세포의 활성화로 IL-4, IL-5, IL-10과 같은 염증성 사이토카인 분비, IL-5는 Eosinophil의 수를 증가시켜 알레르기 반응을 증가시킬 수 있다고 알려져 있다.<sup>19,20)</sup> 특히, Eosinophil count 증가와 총 IgE의 양의 상관관계는 알레르기질환에서만 관찰되는 중요한 특징으로 이전과 보고된 연구와 같은 경향을 보였다.<sup>20,21)</sup> 본 검사에서도 유의성은 도출되지 않았지만, IgE 발현과 Eosinophil count은 양의 상관성을 보인다는 것에서 의미를 해석할 수 있었으며, 추후 대상자의 표본 수를 높여 검사해 본다면 유의성을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

실내공기질 IoT 측정 데이터인 미세먼지, 초미세먼지 항목 간의 상관관계를 분석하였을 때, 양의 상관관계를 나타내었으며, 유의한 결과를 보였다(p<0.001). 또한 실내 환기 횟수가 증가할 경우 미세먼지, 초미세먼지는 감소하는 것으로 나타났다. 실내에서 굽기요리 및 전자제품 사용 시 발생하는 미세먼지와 화학오염물질이 배출되지 않고 실내에 쌓이게 되면 심각한 호흡기질환을 일으킬 수 있다는 보고가 있다.<sup>22)</sup> 또 독성, 알레르기성, 발암성 유·무기물질들이 혼재된 미세먼지(PM)와 CO<sub>2</sub>가 증가될수록 비염 증상 유병률이 증가할 수 있으며 미세먼지 농도는 호흡기 증상 외에도 아토피피부염에 영향을 미칠 수 있는



것으로 나타났다.<sup>23)</sup> 따라서 국토교통부에서는 시간당 0.5회 이상의 환기 횟수 및 회당 30분 이상의 시간을 제시했으나 본 연구에서는 주 1~2회, 10~30분의 시간의 환기에만 미치는 가구가 가장 많은 것으로 나타났다.<sup>24)</sup> 실내 오염물질에 의한 질환 발생을 막기 위해서는 환기 시간 조절에 있어 제안이 필요할 수 있다.<sup>24)</sup> 그러나 거주지 주변 4차선 이상의 도로가 가까이 있는 경우 실내 곰팡이 유입의 원인이 될 수 있어 교통량이 혼잡 시 집안 내 불필요한 환기는 자제하는 것이 좋다.

가정 내에서 쉽게 접할 수 있는 생활용품 중 피부 과민성 물질 및 아토피피부염과 상관성이 높은 화학물질에 노출되는 빈도를 조사하였다. 헤어제품, 몸 세정제, 방향제, 향균 제품 등의 화학제품을 대부분의 가구가 매일 사용했다. 이러한 화학제품 등에서 Nickel sulfate, Formaldehyde, Potassium dichromate, Cobalt chloride, DEHP 등 아토피 영향물질 그룹 2로 분류된 물질에 노출될 위험성이 존재한다.<sup>25,26)</sup> 이러한 세정제 성분에 의해 자극이 되는 경우가 있으므로 피부 잔류성이 적은 계면활성제로 제조된 세정제를 사용해야 한다.<sup>27)</sup> 또한 아토피피부염 환자의 피부는 정상인보다 피부 pH가 높으므로 약산성의 세정제를 사용하는 것이 좋으며 환자의 건조한 피부의 기능 회복이 중요하기 때문에 피부장벽 기능 강화에 노력하는 것이 좋다.<sup>27)</sup>

MAST 검사 결과 간의 상관성 분석 결과에서는, 집먼지 진드기와 꽃가루, 곰팡이와 꽃가루, 동물털과 꽃가루 간의 상관성 분석에서 유의한 차이가 나타났다( $p < 0.05 \sim 0.01$ ). 개인마다 전 세대로부터 받은 유전적 특성이 다르기 때문에 본 연구의 단편적인 결과에 따라 항원 간의 상관성을 단정 지을 수 없지만, 어린 나이에 항원에 감작 되는 경우 다른 흡입항원에 있어 민감하게 반응할 수 있다는 선행 연구에 따라 흡입항원에 민감하게 노출 될 수 있는 가능성을 고려할 수 있다.<sup>28,29)</sup> 또 최근에 보고된 바에 따르면 트로포미오신이라고 하는 교차 반응 위험 단백질이 집먼지 진드기와 갑각 조개류의 키틴과 교차반응이 있을 수 있다고 밝혀지면서 서로 다른 그룹끼리의 알레르기 교차 반응의 중요성이 강조되고 있다.<sup>30)</sup> 그러나 알레르기의 경우 식품-식품, 동물-동물 등 같은 그룹에서의 교차반응의 연구는 활발하게 이루어지고 있으나 각기 다른 그룹끼리의 연구는 미비하다. 이는 진단받은 항원과 별개로 교차반응이 일어날 수 있는 항원에 노출될 수 있으며 무시되고 있을 가능성이 제시된다. 위에서 언급하였듯이 환경성질환의 경우 유발인자 노출 최소화 및 환경성질환의 발병 예방이 중요하기 때문에 다양한 그룹끼리의 교차반응 연구가 활발하게 이루어져야 한다고 제안하는 바이다.

본 연구는 환경성질환의 지역별 관리체계 설립, 환경성질환의 연구 및 진단에 도움을 주고자 하였다. 그러나 보다 정확한 결과를 위한 몇 가지의 한계점이 있다. 첫 번째로 명확한 환경성질환 유발인자 규명을 위해서 IoT 측정을 통해 항원에 지속적으로 노출될 가능성이 있으며 환경성질환을 앓고 있는 가구

를 대상으로 검사를 시행하였다. 그러나 Eosinophil 및 IgE의 경우 기생충 감염 및 자가질환에도 증가하는 대표적인 항목이기 때문에 환경성질환 외의 질환 유무에 조사 필요성이 있다. 이는 설문 항목을 통해 다른 질환의 유무를 확인한다면 해결할 수 있을 것이다. 두 번째로 대전광역시의 환경성질환 체계를 만들기 위해서는 표본 수를 늘리고 대전광역시 내 다양한 지역에서의 표본 산출이 필요하다. 세 번째로 본 연구의 목적은 지역별 관리체계 설립에 있으나 대전광역시에 대한 대조군 설정에 어려움이 있었다. 국내에서 서울, 부산, 수원 등의 도시의 경우 2000년대 초부터 알레르기에 관한 연구는 이어지고 있으나 대부분의 연구가 단일 또는 거점 병원을 중심으로 이루어져 지역의 특성을 충분히 반영하기 어렵다는 제한점이 있었다.<sup>31)</sup> 대전광역시 외 지역에서 환경성질환에 대한 추가적인 연구가 이루어져 대조군 설정에 대한 근거가 마련된다면 지역별 관리체계 설립에 도움이 될 것으로 생각된다.

산업은 끊임없이 발전하고 있으며 그에 따른 새로운 항원도 계속 나타나고 있다. 따라서 환경성질환의 예방 및 관리를 위해서는 지속적인 연구가 이루어져야 한다. 또한 연구를 바탕으로 환경성질환 보건체계를 설립하여 거주 환경에 맞는 컨설팅이 제시된다면 환경성질환의 유병률 및 발현 강도를 낮출 수 있을 것이다. 본 연구는 대전광역시의 환경에 적합한 맞춤형 컨설팅이 이루어진 연구인 점에서 의의가 있으며 제한점을 개선하고 지속적인 연구가 이루어진다면 환경성질환의 관리 및 진단, 연구에 도움이 될 것으로 사료된다.

## V. 결 론

최근 실내 위주의 생활 증가로 환경성질환 환자 수가 증가하고 있으나 그에 따른 환경성질환 관리 체계는 부족한 실정이다. 특히 대전광역시의 경우 알레르기질환 유병률이 높은 도시인데 반해 유발 원인인자 검사에 대한 연구는 거의 이루어지고 있지 않아 연구의 필요성이 대두된다. 본 연구에서 대전광역시 내 실내공기질 취약 가구를 대상으로 설문 조사, 바이오마커 분석, 다중 알레르기 항원 검사 결과 대표적인 위험 인자로 실내 환기 횟수, 화학물질 노출, 유전, 집먼지 진드기, 곰팡이, 음식 등으로 나타났다.

환경성질환에 대한 증상은 호흡곤란, 기침, 가래, 가려움 등 직접적인 증상뿐만 아니라 우울, 불안, 주의력결핍, 과잉행동장애 등 심리적 문제와 관련이 있으며 수면의 질을 떨어뜨리는 등 삶에 전반적인 영향을 끼칠 수 있으므로 항원에 대한 관리가 특히 강조된다. 항원에 대한 노출을 줄일 수 있는 올바른 생활 습관을 형성하는 것 만으로도 증상을 적절히 관리할 수 있으며 이차적인 문제를 예방할 수 있다.

본 연구는 대전광역시의 환경에 적합한 맞춤형 컨설팅이 이루어진 연구인 점에서 의의가 있으며 제한점을 개선하고 지속

적인 연구가 이루어진다면 환경성질환의 관리 및 진단, 연구에 도움이 될 것으로 생각된다. 이를 위해서 Eosinophil 및 IgE의 경우 기생충 감염 및 자가질환에도 증가하는 대표적인 항목이기 때문에 설문 항목을 통해 환경성질환 외의 질환 유무를 조사할 필요성이 있다고 사료된다. 향후 추가적인 연구 결과를 바탕으로 환경성질환자가 스스로 가정에서 알레르기 항원에 대한 적절한 관리를 할 수 있도록 교육 프로그램을 개발할 것을 제안하며, 유아기 및 청소년기 외에도 전 생애주기로 연구를 확장해 나갈 필요성이 있음을 제안하는 바이다.

## 감사의 글

본 연구는 환경부 지정 대전광역시 환경보건센터 연구비(2023년) 지원으로 이루어졌습니다.

## Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## References

- Koh SB. Environmental diseases. *J Korean Med Assoc.* 2012; 55(3): 212-213.
- Seo HJ, Lee HS. How air pollutants influence on environmental diseases? : focused on Seoul metropolitan area. *Seoul Inst.* 2019; 20(3): 39-59.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. Chronic Disease Health Statistics: experience with physician diagnosis of atopic dermatitis. Available: <https://chs.kdca.go.kr/cdhs/biz/pblcVis/details.do?ctgrSn=43> [accessed 26 July 2024].
- Lee Y, Choi J, Park MR, Kim J, Kim WK, Park YM, et al. Analysis of regional prevalence of allergic diseases in Korean school children. *Allergy Asthma Respir Dis.* 2015; 3(1): 62-69.
- Lee J, Oh I, Kim M, Bang JH, Park SJ, Yun SH, et al. Change in the prevalence of allergic diseases and its association with air pollution in major cities of Korea - population under 19 years old in different land-use areas. *J Environ Health Sci.* 2017; 43(6): 478-490.
- Lee J, Lee H, Ha J, Park D, Paik D, Ha K. Prevalence rate and etiologic risk factors of atopic dermatitis in the preschool children in Changwon. *J Environ Health Sci.* 2009; 35(3): 169-177.
- Kim J, Kim Y, Ahn K. Effect of the indoor environment on atopic dermatitis in children. *Allergy Asthma Respir Dis.* 2020; 8(4): 175-183.
- Kim S, Park D, Byun H, Lee H, Oh I, Sim C, et al. House dust mites and associated environmental factors in homes of atopic children: a case-control study. *J Environ Health Sci.* 2012; 38(3): 204-212.
- An GM. Feature : indoor air quality and environmental illness in children - atopic dermatitis and environmental management. *Korean Air Cleaning Assoc.* 2009; 22(3): 13-16.
- Choi GY, Kim CB, Lee GW, Jo G, Lee SM, Kang GW. Life risk exposure assessment and improvement plan for childhood asthma in Seoul. Available: <https://www.si.re.kr/node/62906> [accessed 26 July 2024].
- Ka Y, Ji K. A systematic review of toxicological studies to identify the association between environmental diseases and environmental factors. *J Environ Health Sci.* 2021; 47(6): 505-512.
- Statistics Korea. Resident Registration Child Population Statistics. Available: [https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtl-PageDetail.do?idx\\_cd=3053](https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtl-PageDetail.do?idx_cd=3053) [accessed 15 July 2024].
- Jeon YH, Kim JH. Update on management of pediatric atopic dermatitis. *Allergy Asthma Respir Dis.* 2021; 9(2): 59-68.
- Kim KH, Koo HW, Cho JK, Song JH, Jeon SH. Implementation of an air quality monitoring system and prediction using LSTM ensemble modeling for the availability of multi-use facilities of health-vulnerable groups: a preliminary study. *Quant BioSci.* 2024; 43(1): 11-22.
- Lim SH, Jang HS. A study on the impact of housing environment of residents health - the case of incidence rate of environmental disease. *J Resid Environ Inst Korea.* 2017; 15(2): 101-117.
- Park GH, Chang SE. Cosmetics-induced contact dermatitis. *J Skin Barrier Res.* 2012; 14(1): 50-54.
- Kim S, Lee K, Lim M. Characteristics and co-occurrence patterns of fragrance allergens in consumer chemical products. *J Environ Health Sci.* 2022; 48(4): 206-215.
- Ka Y, Ji K. A systematic review of toxicological studies to identify the association between environmental diseases and environmental factors. *J Environ Health Sci.* 2021; 47(6): 505-512.
- Kim H. Environmental factors affecting prevalence of allergic diseases in elementary school children in a province. *Korean J Health Promot.* 2022; 22(1): 10-17.
- Koh HS, Lee KS, Han DH, Rha YH, Choi SH. Relationship between serum total IgE, specific IgE, and peripheral blood eosinophil count according to specific allergic diseases. *Allergy Asthma Respir Dis.* 2013; 1(2): 123-128.
- Lee HJ, Yang EA, Chun YH, Kim HH, Kim HS. Blood eosinophil counts as a biomarker for allergen sensitization in childhood allergic diseases in comparison with total IgE. *Allergy Asthma Respir Dis.* 2024; 12(1): 26-30.
- Park SJ, Park CS, Lim DH, Lee SW, Jang SY, Yu S, et al. Impact of indoor pan-frying cooking activity on change of indoor PM<sub>2.5</sub> concentration level in asthmatics' homes. *J Environ Sci Int.* 2020; 29(1): 109-117.
- Son YS. Particulate matter and influencing factors in domestic elementary schools. *J Korean Soc Atmos Environ.* 2020; 36(2): 153-170.
- Kwag BC, Lee SM, Kim GT, Kim JY. Evaluation of ventilation performance of a residential unit for different sampling points through actual field tests. *Land Hous Rev.* 2022; 13(3): 93-106.
- Anderson SE, Meade BJ. Potential health effects associated with dermal exposure to occupational chemicals. *Environ Health Insights.* 2014; 8(Suppl 1): 51-62.
- Ministry of Environment. Atopic chemicals establishment of

- management policy(I)-centering on skin sensitizing substances. Available: [https://m.korea.kr/expertWeb/resources/files/data/document\\_file/2008/%EC%95%84%ED%86%A0%ED%94%BC%20%EC%9C%A0%EB%B0%9C%20%ED%99%94%ED%95%99%EB%AC%BC%EC%A7%88%20EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%A0%95%EC%B1%85%20EC%88%98%EB%A6%BD\(%E2%85%A0\).pdf](https://m.korea.kr/expertWeb/resources/files/data/document_file/2008/%EC%95%84%ED%86%A0%ED%94%BC%20%EC%9C%A0%EB%B0%9C%20%ED%99%94%ED%95%99%EB%AC%BC%EC%A7%88%20EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%A0%95%EC%B1%85%20EC%88%98%EB%A6%BD(%E2%85%A0).pdf) [accessed 15 July 2024].
27. Lee JR, Kim JD. A study on use and satisfaction with atopic products. *Korean Soc Cosmet Cosmetol.* 2013; 3(1): 75-88.
28. Jeon HS, Kang SR, Yang EM, Park HS. Occupational asthma due to cricket powder in a cricket breeder. *Allergy Asthma Respir Dis.* 2024; 12(1): 35-39.
29. Jo SW, Jeon SY, Lee HS, Kim HM, No YY, Park MR, et al. Allergen sensitization trajectories in children with respiratory and allergic diseases. *Allergy Asthma Respir Dis.* 2023; 11(1): 34-42.
30. Allergyinsider. Shellfish allergen information sheet. Available: <https://www.thermofisher.com/content/dam/allergy/allergens/allergen-fact-sheet-pdfs/ko/Shellfish-Allergen-Fact-Sheets-Symptoms-Treatment-Allergy-Insider.pdf> [accessed 15 July 2024].
31. Park CS, Jo EJ, Kim MY, Nam YH, Lee SE, Choi GS, et al. Change in sensitization to inhalant allergens in adults with respiratory allergic disease in Busan and Gyeongsangnam-do province. *Allergy Asthma Respir Dis.* 2022; 10(3): 172-180.

#### 〈저자정보〉

서희원(석사과정), 오지혜(박사), 백승화(석사과정), 황석연(교수)