ORIGINAL ARTICLE

실내 환경요인이 소아 아토피피부염 환자의 피부수분도에 미치는 영향: 사전 연구

장소영¹, 민택기¹, 박수정², 이정은², 이상운², 전유훈³, 김성렬², 편복양¹

¹순천향대학교 서울병원 소아청소년과, ²순천향대학교 환경보건학과, ³한림대학교 동탄성심병원 소아청소년과

The Impact of Indoor Environmental Factors on Skin Hydration of Children with Atopic Dermatitis: Preliminary Study

So-Young Jang¹, Taek Ki Min¹, Sujung Park², Jungeun Lee², Sangwun Lee², You Hoon Jeon³, Sungroul Kim², Bok Yang Pyun¹

¹Department of Pediatrics, Soonchunhyang University Seoul Hospital, Seoul; ²Department of Environmental Health Science, Soonchunhyang University, Asan;

³Department of Pediatrics, Hallym University Dongtan Sacred Heart Hospital, Hwaseong, Korea

Objective: Atopic dermatitis (AD) is a chronic inflammatory disease of the skin that is diagnosed by clinical characteristics including itchiness, eczema, dry skin, etc. High levels of indoor air pollutants may exacerbate atopic diseases, along with various allergic respiratory diseases, especially for those who spend most of their lives indoors. This study was conducted to evaluate the main components responsible for the aggravation of AD symptoms.

Methods: A total of 31 patients with AD aged 6 months and 6 years old were enrolled. The measurement of air quality included particulate matter with a diameter of 2.5 μ m or less (PM2.5), temperature, relative humidity, and CO₂ in their homes. The symptom severity of AD was assessed by the daily record of symptom scores and the degree of skin hydration.

Results: The skin hydration level at the most severe area selected by the patient's caregiver was decreased by median 1.7% (interquartile range [IQR], 0.4%–3.0%) or median 15% (IQR, 5.3%–24%) with a unit increase of indoor PM2.5 ($P=0.0133$) or room temperature ($P=0.0034$). CO₂ also showed a potentially negative association with the change of skin hydration level but it was not statistically significant.

Conclusion: Our study showed that indoor PM2.5 and temperature could impact the aggravation of skin hydration in children. Therefore, further studies including a large number of cases and interventions are necessary.

Keywords: Atopic dermatitis; Particulate matter; Carbon dioxide; Skin hydration

서 론

아토피피부염은 가려움증, 특징적 습진 모양과 호발 부위 및 가족력으로 진단되는 피부의 만성적 염증질환으로, Schneider 등[1]에 의하면 1995년, 2000년, 2010년에 시행된 ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood)의 조사상 최근 지속

적으로 증상 경험 유병률이 증가하여 2010년 약 20%의 소아 유병률을 보이고 있다. 질환의 발생에는 유전적, 환경적 요인 등이 복합적으로 작용한다고 알려져 있는데, 지금까지 밝혀진 유전적 요인은 FLG gene mutation이 있으나 해외에 비해 국내에서는 그 빈도가 낮아 난백, 우유 등의 식품 항원 감작이나 vitamin D 결핍, 피부 세균총, 실내 공기오염 등의 환경적 인자가 보다 폭넓게 연구되고

Correspondence to: Taek Ki Min

Pediatric Allergy and Respiratory Center, Department of Pediatrics, Soonchunhyang University Seoul Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, 59 Daesagwan-ro, Yongsan-gu, Seoul 04401, Korea
Tel: +82-2-709-9339, Fax: +82-2-794-5471, E-mail: drmin77@schmc.ac.kr

Co-correspondence to: Sung-Roul Kim

Department of Environmental Health Sciences, Soonchunhyang University, 22 Soonchunhyang-ro, Asan 31538, Korea
Tel: +82-41-530-1249, Fax: +82-41-530-1272, E-mail: sungroul.kim@gmail.com

Received: Nov. 8, 2020 / Accepted after revision: Nov. 26, 2020

© 2020 Soonchunhyang Medical Research Institute

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

있다[2].

이에 실내생활 시간이 높은 비중을 차지하고 있는 현대사회 영유아의 특성상 집안 내 집먼지진드기 노출이나 실내 대기오염물질 등의 실내 공기를 구성하는 물질들이 아토피피부염에 미치는 영향에 관한 연구가 이루어졌고[3-5], 실내 공기질을 개선하면 아토피피부염 증상이 호전될 수 있다는 인식이 생겨 환자가 있는 가정에서 공기청정기 등을 어렵지 않게 찾아볼 수 있게 되었다.

최근 실내외 대기오염물질의 농도 변화가 천식 등 알레르기호흡기질환에서의 역할에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나 아직 아토피피부염과의 관련성에 대한 연구가 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 실내 공기질이 아토피피부염에서 증상악화와 피부수분도에 영향을 주는지, 그 중 어떠한 물질이 더욱 관련이 있는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상 및 연구방법

1) 연구대상

2016년 11월부터 2018년 10월까지 순천향대학교 서울병원 소아청소년과 소아알레르기 호흡기센터를 방문한 환자 중 Hanifin과 Rajka [6]의 진단기준을 만족하는 6개월에서 6세 미만의 아토피피부염 환자 중 자발적으로 연구참여에 동의하고, 증상 정보를 제공한 31명을 대상으로 전향적 관찰연구를 시행하였다. 다른 피부질환을 동반하거나 연구자의 판단으로 본 연구를 수행할 수 없는 기타 만성질환이나 전신질환이 동반된 경우 대상에서 제외하였다. 본 연구는 수행하기 전 순천향대학교 서울병원 임상연구심의위원회의 승인(SCHUH 2016-09-019-001)을 받았으며, 대상 환자 및 보호자들에게 연구의 목적과 방법을 설명하고 동의서를 받은 후 시행되었다.

2) 연구방법

초기 평가는 출생력, 수유력, 가족력, 보습제와 스테로이드 약물 사용 여부, 목욕횟수 등의 여러 가지 변수와 Scoring Atopic Dermatitis (SCORAD) 지수[7]를 조사하였고, 임상증상의 평가는 보호자가 피부의 건조한 느낌(dryness), 가려움증(itching), 따갑거나 아픈 느낌(tightness and/or pain)을 Visual Analog Scale에 의해 0-10으로 평가하여 매일 기록하도록 하는 증상일기를 통해 측정하였다. 피부수분도는 bioelectrical impedance analysis 방법을 이용한 Howskin (IC-HSP001; Innosight Inc., Seoul, Korea) 기기를 사용하여 하루 2회 이마와 볼, 병변이 가장 심한 부위에서 수치를 측정하였고, particulate matter with a diameter of 2.5 μm or less (PM2.5), 온도, 상대습도, 이산화탄소(CO₂) 등 실내 환경요인을 실시간으로 모니터링하는 기기인 ESCORTAIR (IAQ Station; ES-

CORT, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 측정기기는 연구기간 각 가정에 설치하여 1분 간격으로 자료가 저장되도록 하였다. 실시간으로 저장된 실내 공기질 측정값은 일일 증상일기와 연동하기 위해 일일 평균값으로 전환하여 사용되었다. PM2.5의 측정은 가정 내 어린이가 가장 많은 시간을 소비하는 공간을 보호자와 같이 선정하였고, 지상으로부터 약 1.0 m 높이에서 실시되었으며, 기기의 이상치 유무를 확인한 뒤 일평균 PM2.5 값이 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이거나 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 경우는 분석에서 제외하였다. 실시간 미세먼지 측정기기는 사용하기 전 기기의 정확도를, 미국 환경부의 평가 가이드라인을 따라서 진행하였고, 표준장비를 활용한 등가성 평가에서 오차율 분포가 중앙값(사분위수)가 16.3% (8.5%-28.0%)인 것으로 나타나, 측정자료의 구조적 에러는 없는 것으로 간주되었다[8].

2. 통계분석

기술적 통계자료 분석(빈도, 중앙값, 사분위수 등)을 위한 통계처리는 SAS ver. 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였으며, 각각의 실내 공기질과 아토피피부염의 증상 정도를 평가하는 항목들 간의 상관관계는 Spearman correlation coefficients를 사용하여 분석하였고, 피부수분도와 실내 공기질의 연관성 분석은 다중회귀분석을 사용하여 분석하였다. 각 소아 환자의 피부수분도와 실내 공기질은 각각 환자마다 베이스라인이 달라 중위값을 기준(중위값=0)으로 자료를 재정리하여 사용하였다. 종속변수로 사용된 피부수분도는 로그를 취하여 분석에 사용하였으며, 실내 공기질과의 통계적 연관성은 유의수준 5%에서 검증하였다.

결 과

본 연구에 등록된 환자 31명 중 증상일기 작성과 수분측정을 성실히 수행하지 않았거나 연구참여 중단 의사를 밝힌 18명을 제외한 남자 환자 7명, 여자 환자 6명의 총 13명의 자료를 수거하여 분석하였다.

1. 환자의 특성

분석에 포함된 13명 환자의 남녀 비율은 유사하였다(Table 1). 연구 참여시점의 평균 연령은 21.6 ± 14.4 개월, 출생 체중은 3.26 ± 0.31 kg이었으며 이유식을 평균 6.11 ± 0.58 개월에 시작하였다. 보습제는 하루 평균 3.30 ± 1.75 회 사용하고 있었으며, SCORAD 지수를 사용하여 분류했을 때 mild군이 3명, moderate군이 1명, severe군이 9명에 해당하여 severe군에 가장 많은 분포를 보였다.

2. 임상증상 항목과 실내 공기질 지표들의 분포

아토피 증상일기에 기록된 환자의 피부의 건조한 느낌(dryness),

가려움증(itching), 따갑거나 아픈 느낌(tightness and/or pain)의 중앙값(사분위수 범위)은 각각 4.0 (3.0–5.0), 4.0 (3.0–5.0), 그리고 1.0 (0.0–3.0)으로 나타났다. 그리고 환자의 증상이 가장 심한 곳에서 자가측정한 피부수분도는 39% (32%–47%)였고, 두 번째로 증상이 심한 곳의 피부수분도는 41% (33%–47%)로 나타났다(Table 2). 전체 환자자료를 사용하였을 때 실내 초미세먼지의 중앙값(사분위수) 농도 분포는 $14.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (9.0–28.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)으로 나타났고, 온·습도의 중앙값(사분위수) 분포는 각각 25.2°C (24.0°C – 26.2°C), 56.0% (50.0%–60.0%)로 나타났다. 각 환자 가정의 CO_2 농도분포는 899 ppm (678–1,285 ppm)으로 나타났다(Table 2).

3. 자가측정한 피부수분도 수준별 환자 증상 및 실내 공기질 비교

본 연구에서는 각 환자가 자가측정한 피부수분도의 개별 중앙값을 기준으로, 각 환자의 일일 자가측정 피부수분도 자료에서 평

소 일일 자가측정 피부수분도 값이 본인의 개별중앙값 이상(수분도 중앙값 이상 그룹)인 그룹과 미만인 그룹(수분도 중앙값 미만 그룹)을 나누어서 증상자료와 실내 공기질 자료를 비교하였다(Table 2). 수분도 중앙값 이상인 그룹과 수분도 중앙값 미만인 그룹은 아토피피부염 일기에 자가보고한 건조함, 가려움, 따가움의 수준이 4.0 (3.0–5.0) vs. 4.0 (3.0–5.0), 4.0 (3.0–5.0) vs. 4.0 (3.0–5.0), 그리고 2.0 (0.0–3.0) vs. 1.0 (0.0–0.3)으로 매우 유사하였으며 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났다($P=0.169$, $P=0.521$, $P=0.512$). 또한 두 그룹의 가장 병변이 심한 부위와 두 번째로 심한 부위의 피부수분도의 중앙값(사분위수)은 각각 45.0% (41.0%–51.0%) vs. 32.0% (26.0%–36.0%) ($P<0.001$) 그리고 43.0% (36.0%–48.0%) vs. 39.0% (31.0%–45.0%) ($P<0.001$)로 나타났다. 그리고 두 그룹의 실내 공기질은 대체로 비슷한 수준인 것으로 나타났다. 보호자가 매일 아토피피부염 증상일기에 작성한 피부의 건조한 느낌(dryness), 가려움증(itching), 따갑거나 아픈 느낌(tightness and/or pain) 항목들은 자가보고에 따른 오류 가능성이 있어 향후 분석에서는 제외하였다.

Table 1. Demographic characteristics of 13 children with atopic dermatitis

Characteristic	Value
Sex	
Male	7 (53.8)
Female	6 (46.2)
Age (mo)	21.6 ± 14.4
Body weight at birth (kg)	3.26 ± 0.31
Introduction of weaning foods (mo)	6.11 ± 0.58
Frequency of moisturizer use (/day)	3.30 ± 1.75
SCORAD	52.6 ± 23.8
Mild (<25)	3 (23.1)
Moderate (25–50)	1 (7.7)
Severe (>50)	9 (69.2)

Values are presented as number (%) or mean $\pm$ standard deviation. SCORAD, scoring of atopic dermatitis.

4. 병변의 피부수분도와 실내 공기질 지표들과의 연관성

스피어만 상관계수를 도출한 결과, 환자의 보호자에 의해 선택된 가장 병변이 심한 곳의 피부수분도는 실내 $\text{PM}_{2.5}$ ($r=-0.298$, $P<0.0001$), 온도($r=-0.214$, $P<0.0001$), 습도($r=-0.259$, $P<0.0001$)와는 음의 연관성을 가졌고, CO_2 와는 양의 상관성을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다($P=0.1275$).

한편, 다중변수 선형모델 분석결과, 환자의 병변이 가장 심한 부위의 피부수분도는 환자 가정의 평소 실내 $\text{PM}_{2.5}$ 농도가 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때 환자의 피부수분도는 약 1.7% (95% confidence interval [CI], 0.4%–3.0%) 감소되었다($P=0.013$) (Table 3). 또한 실내온도가 증가할 때 피부수분도가 감소하고 이러한 경향은 통계적으로 유의

Table 2. Summary of distributions of daily degree of skin hydration (%) and indoor air quality according to the category of skin hydration in the lesions ($\geq$ their own median value, < their own median value)

Variable	Overall (N=580)			Daily skin hydration $\geq$ his/her overall median value (n=312)			Daily skin hydration < his/her overall median value (n=268)			P-value
	Median	Q1	Q3	Median	Q1	Q3	Median	Q1	Q3	
Dryness	4.0	3.0	5.0	4.0	3.0	5.0	4.0	3.0	5.0	0.169
Itching	4.0	3.0	5.0	4.0	3.0	5.0	4.0	3.0	5.0	0.521
Tightness and/or pain	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	3.0	1.0	0.0	3.0	0.512
Daily skin hydration (%) on the 1st severe site	39	32	47	45	41	51	32	26	36	<0.001
Daily skin hydration (%) on the 2nd severe site	41	33	47	43	36	48	39	31	45	<0.001
$\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	14	9	28	14	9	29	14	11	27	0.6740
Temperature ($^\circ\text{C}$)	25.2	24	26.2	25.4	24.25	26.5	25.1	23.775	25.9	0.0590
Humidity (%)	56	50	60	56.5	50	61	56	49.5	59	0.0300
CO_2 (ppb)	899	678	1,285	915.5	682	1,309.5	867.5	676.5	1,239.5	0.2660

P-value by Wilcoxon Mann-Whitney test.

Q1, 25 percentile value; Q3, 75 percentile value; $\text{PM}_{2.5}$, particulate matter with a diameter of $2.5 \mu\text{m}$ or less.

Table 3. Quantitative association between indoor air quality and skin hydration

Variable	Model 1: single variable			Model 2: multiple-variables		
	Beta	95% CI	P-value	Beta	95% CI	P-value
1st severe site						
PM2.5	0.987	0.978–0.996	0.0054	0.983	0.970–0.996	0.0133
Temperature	0.877	0.815–0.943	0.0005	0.850	0.764–0.947	0.0034
Humidity	0.987	0.972–1.001	0.0760	1.009	0.988–1.031	0.4026
CO ₂	1.022	0.973–1.073	0.3898	1.000	0.999–1.000	0.8823
2nd severe site						
PM2.5	0.988	0.979–0.997	0.0086	0.993	0.979–1.008	0.3583
Temperature	0.964	0.885–1.051	0.4033	1.002	0.895–1.122	0.9708
Humidity	0.997	0.980–1.014	0.7559	0.991	0.969–1.012	0.3869
CO ₂	1.016	0.969–1.064	0.5106	1.000	1.000–1.001	0.5664

P-value from multiple linear regression.

CI, confidence interval; PM2.5, particulate matter with a diameter of 2.5 μm or less.

하였다($P=0.0034$). 가장 심한 부위의 경우 습도가 증가할 때 피부 수분도가 증가하는 경향은 볼 수 있었으나 통계적으로 유의하지는 않았다($P=0.402$). CO₂ 역시 100 ppm 증가할 때 가장 아픈 곳의 피부 수분도가 0.4% (0.0%–5.0%) 감소되는 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다($P=0.882$). 두 번째로 심한 곳의 피부 수분도 역시 PM2.5와는 음의 연관성을 보이고 있었으나 가장 아픈 곳과는 달리 통계적으로 유의하지는 않았다. 다른 실내 환경인자들의 영향도 가장 아픈 곳에 비해서는 유의성이 낮게 나타났다.

고 찰

아토피피부염은 단순 검사소견만이 아닌 임상증상을 고려하여 진단하는 질환으로, 질환의 경과에서 가려움 등의 증상을 호전시켜 주는 것이 삶의 질 향상에 중요하다. 이에 대해 일반적으로 적용되던 관리는 목욕과 피부관리, 악화인자의 회피, 보습제 등이 있으며, 국소 스테로이드제, wet wrap therapy, 국소 칼시뉴린억제제, 경구 항히스타민제 등이 약물적 치료로 시도되어 왔다. Song 등[9]에 의하면 국내 소아 아토피피부염 환자의 경우 69.7%가 외인성 아토피피부염으로 분류되며, 이러한 경우 증상의 악화를 유발하는 유발인자의 회피가 치료에 중요한 부분을 차지한다.

악화인자 중 미세먼지 같은 경우, 2013년 PM2.5가 대기환경 기준물질로 지정되었고, 같은 해에 세계보건기구(World Health Organization) 산하 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer)에서도 미세먼지를 1군(group 1) 발암물질로 분류하여 그에 대한 관심도 및 관리에 관한 노력이 시도되었으나 주의보 및 경보횟수가 증가하고 있는 추세이며, Oh 등[10]은 인천에서의 대기 오염물질(PM10, CO, nitric dioxide [NO₂] 등)과 인천지역 초등학교생들의 알레르기비염 유병률 및 증상과의 관계를 분석하여 대기오염물질 농도가 상대적으로 높은 집단에서 알레르기비염의 유병률

이 통계적으로 유의하게 높은 결과를 제시하였다. 또한 Park 등[11]은 미세먼지를 포함한 대기오염물질 농도가 알레르기비염의 외래 의료이용에 영향을 준다는 연구결과를 발표하였다. 비단 알레르기비염뿐만 아니라 아토피피부염 또한 실내 오염물질의 농도와 연관이 있을 것으로 생각되어 관련 연구들이 이루어졌고, Choi 등[12]은 PM10의 농도가 아토피피부염 및 천식이 있는 환자의 가정에서 해당 질환이 없는 환자의 가정보다 높게 측정됨을 밝혔다. 또한 Lee 등[13]은 2008년부터 PM10의 농도가 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이 증가할수록 영유아의 아토피피부염 발생률이 1.06배 증가하는 등 미세먼지 증가와 아토피피부염 유발이 유의미한 상관관계가 있음을 발표하였다.

하지만 기존의 연구에서는 이미 진단받은 아토피피부염 환자의 증상 변화와 실내 공기질과의 관계를 연구한 경우보다는 발병률에 초점을 맞춘 경우가 더 많았고, 이에 본 연구에서는 기존에 진단받고 관리 중인 아토피피부염 환자 가정의 PM2.5, 온도, 습도, CO₂ 농도와 환자가 가장 불편함을 느끼는 부위의 수분도를 측정함으로써 실내 공기질이 아토피피부염의 관리에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 특히 본 연구에서는 일일 피부수분도 값을 결과 변수로 사용하여 결과의 객관성을 고취하였다. 먼저 환자의 보호자에 의해 선택된 가장 심한 부위의 피부수분도는 실내 PM2.5 및 실내온도와 음의 연관성을 가졌고 이는 통계적으로 유의하였다. 이는 실내 공기오염물질이 아토피피부염의 증상 악화에 영향을 줄 수 있고[14–16], 실내 공기질을 개선시킴으로써 아토피피부염의 증상 개선에 도움을 줄 수 있다는 이전의 연구들을 뒷받침하는 결과이며[3,17], 이에 최근 시중에 유통되는 대부분의 공기청정기는 가동 시, 비가동 시 PM2.5의 약 50% 정도 제거가 가능하고, 일부 기종의 경우 0.3 μm 크기의 먼지까지 제거할 수 있는 점을 고려할 때, 공기청정기의 사용이 PM2.5 농도를 낮춤으로써 아픈 부위의 피부 수분도를 일부 개선시켜줄 수 있다는 점의 정량적 근거로 해석되었다.

본 연구에서 실내 CO₂의 경우에는 비록 통계적으로 유의하지는 않았으나, 농도가 증가할 경우 잠재적으로 피부수분도가 낮아지는 현상이 관찰되었다. 따라서 외부의 미세먼지가 심하지 않을 경우 실내 공기를 적절히 환기시켜 실내 CO₂ 농도 및 온도를 일정 범위 내로 조절하는 것이 증상의 완화에 도움이 될 수 있을 것으로 보인다.

본 연구의 한계점은 분석에 포함된 환자 수가 13명으로 표본 수가 많지 않았고, 단일 기관에서 이루어진 연구로서 selection bias를 완전히 배제하기 어려웠다. 하지만 13명에게서 관찰된 총 일수는 580일로 통계적으로 분석하는데 충분한 데이터를 얻을 수 있었다. 또한 실내 공기질을 반영하는 지표로는 NO₂, PM2.5, PM10, volatile organic compounds 등의 다양한 물질이 있을 수 있으나 본 연구에서는 온도, 습도, CO₂, PM2.5만을 사용하여 기타 다른 물질이 피부환경에 미칠 수 있는 영향에 대해서는 연구가 이루어지지 않았

다. 마지막으로 피부의 수분도를 독립변수로 사용하였기에 객관적 수치가 아닌 환자와 보호자가 주관적으로 느껴지는 개선도는 얼마나 되었는가에 대한 점도 고려되지 못하였기에 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

본 연구는 아토피피부염 환자의 증상에 직접적으로 영향을 미치는 피부수분도가 실내 공기질에 어떠한 영향을 받는지 확인하여 실내 공기질을 개선함으로써 피부수분도를 개선할 수 있다는 점을 밝혔다는 데에 의의가 있으며, 통계적으로 유의한 것으로 나타난 PM_{2.5}, CO₂ 및 실내온도 등을 조절하는 것이 환자의 증상 개선에 도움을 줄 수 있음을 보호자에게 교육한다면 보다 좋은 성과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 환경부의 재원으로 생활공감 환경보건기술 개발사업(2016001360003)의 연구비를 지원받아 수행되었다.

REFERENCES

- Schneider L, Tilles S, Lio P, Boguniewicz M, Beck L, LeBovidge J, et al. Atopic dermatitis: a practice parameter update 2012. *J Allergy Clin Immunol* 2013;131:295-9.
- Eichenfield LF, Tom WL, Chamlin SL, Feldman SR, Hanifin JM, Simpson EL, et al. Guidelines of care for the management of atopic dermatitis: section 1. Diagnosis and assessment of atopic dermatitis. *J Am Acad Dermatol* 2014;70:338-51.
- Park HC, Kim YH, Kim JE, Ko JY, Nam Goung, Lee CM, et al. Effect of air purifier on indoor air quality and atopic dermatitis. *Allergy Asthma Respir Dis* 2013;1:248-56.
- Jeong KY, Park JW, Hong CS. House dust mite allergy in Korea: the most important inhalant allergen in current and future. *Allergy Asthma Immunol Res* 2012;4:313-25.
- Kim HO, Kim JH, Cho SI, Chung BY, Ahn IS, Lee CH, et al. Improvement of atopic dermatitis severity after reducing indoor air pollutants. *Ann Dermatol* 2013;25:292-7.
- Hanifin JM, Rajka G. Diagnostic features of atopic dermatitis. *Acta Derm Venereol Suppl (Stockh)* 1980;92:44-7.
- Kunz B, Oranje AP, Labreze L, Stalder JF, Ring J, Taieb A. Clinical validation and guidelines for the SCORAD index: consensus report of the European Task Force on Atopic Dermatitis. *Dermatology* 1997;195:10-9.
- Kim S, Park S, Lee J. Evaluation of performance of inexpensive laser based PM_{2.5} sensor monitors for typical indoor and outdoor hotspots of South Korea. *Appl Sci* 2019;9:1947.
- Song A, Lee JY, Yang HK, Kim M, Ahn K, Lee SI, et al. Sensitization in children with atopic dermatitis: a single center study. *Allergy Asthma Respir Dis* 2016;4:290-5.
- Oh SK, Seong HU, Lim DH, Kim JH, Son BK, Kim HC, et al. Relationship between air pollutants and prevalence of allergic disease/pulmonary function in students in Incheon. *Pediatr Allergy Respir Dis* 2010;20:264-76.
- Park JH, Park YY, Lee E, Lee KS. Analysis on the effects of particular matter distribution on the number of outpatient visits for allergic rhinitis. *Health Policy Manag* 2020;30:50-61.
- Choi KY, Cho K, Seo SC. Environmentally hazardous substances and associated environmental factors in homes of atopic dermatitis children: a case-control study. *J Odor Indoor Environ* 2017;16:235-41.
- Lee J, Lee M, Kwon JH, Kim KN, Ye S, Ha EH. Particulate matter effect on children's atopic dermatitis. *Proceedings of the Korean Society of Environmental Health and Toxicology*; 2016 Jun 16-17; Seoul, Korea. Seoul: Korean Society of Environmental Health and Toxicology; 2016.
- Kim EH, Kim S, Lee JH, Kim J, Han Y, Kim YM, et al. Indoor air pollution aggravates symptoms of atopic dermatitis in children. *PLoS One* 2015;10:e0119501.
- Lee JH, Lee HS, Park MR, Lee SW, Kim EH, Cho JB, et al. Relationship between indoor air pollutant levels and residential environment in children with atopic dermatitis. *Allergy Asthma Immunol Res* 2014;6:517-24.
- Seo SC, Kang IS, Lim SG, Choung JT, Yoo Y. Indoor air pollutants and atopic dermatitis in socioeconomically disadvantaged children. *Allergy Asthma Respir Dis* 2015;3:206-12.
- Yoo Y. Air pollution and childhood allergic disease. *Allergy Asthma Respir Dis* 2016;4:248-56.