

학동전기 소아 알레르기비염의 알레르겐 감작과 대기오염과의 연관성

김유진, 윤신애, 우성일

충북대학교병원 소아청소년과, 충북대학교병원 충청권역 호흡기전문질환센터

Relation of allergic rhinitis, allergen sensitization, and air pollutants in preschool children

Yoo-Jin Kim, Shin-Ae Yoon, Sung-Il Woo

Department of Pediatrics and Respiratory Disease Center, Chungbuk National University Hospital, Chungbuk National University College of Medicine, Cheongju, Korea

Purpose: We aimed to investigate the prevalence and allergen sensitization of allergic rhinitis (AR) in preschool children. We assessed the relationship of AR, allergen sensitization, and air pollutants.

Methods: Between 2012 and 2016 in Jincheon, skin prick testing and questionnaire survey were performed on 2,958 children. AR have diagnosed on the basis of current symptoms and sign of AR on the Korean International Study of Asthma and Allergies in Childhood questionnaire and 1 or more proven allergen sensitization.

Results: A total of 2,052 children completed survey and skin prick testing, and were included in the analysis. The prevalence of AR symptom within last 12 months and AR were 27.0% and 10.9%, respectively. During study, both prevalences were increased from 20.1% and 8.6%, respectively in 2012 to 29.1% and 12.8%, respectively in 2016. The total inhalant allergen sensitization rate was 32.6%. The most common inhalant allergen was *Dermatophagoides farinae* (23.1%), followed by *Dermatophagoides pteronyssinus* (22.5%), tree pollens (5.3%), weed pollens (5.2%), fungi (4.7%), dog hair (4.5%) cat fur (3.6%), grass pollens (1.1%), and cockroach (0.8%). Although there was no difference tree or weed pollen sensitization, pollen seasonal prevalence of current AR symptoms is highest in spring (80%) versus autumn (52.3%). Seasonal PM₁₀ (particulate matter with a median aerodynamic diameter less than or equal to 10 µm in diameter) and SO₂ (sulfur dioxide) levels were correlated with the prevalence of seasonal AR symptoms. Pollen seasonal current AR symptoms were significantly related to seasonal pollen sensitization, but not inhalant allergens including dust mites.

Conclusion: There was a rapid increasing prevalence of AR in preschool children in the areas of urbanization and industrialization. Pollen seasonal current AR symptoms have a close relationship with PM₁₀ and seasonal pollen sensitization. (*Allergy Asthma Respir Dis* 2018;6:197-205)

Keywords: Allergic rhinitis, Child, Allergen, Air pollutant

서론

알레르기비염은 소아 알레르기질환 중 가장 흔한 질환이다.¹ 알레르기질환은 우리 나라를 포함하여 전 세계적으로 증가하는 추세를 보이고, 특히 소아청소년기에서 높은 유병률과 꾸준히 증가하는 경향을 보인다.²⁻⁴ 우리나라도 1995년부터 International Study of

Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) 연구에 참여하였고, 2000년과 2010년 ‘최근 12개월 이내 증상 경험’ 유병률은 초등학생의 경우 29.7%와 44.5%, 중학생은 34.5%와 47.5%로 증가하였고,^{2,5} 알레르기비염의 증상 유병률도 늘고 있다.⁶ 설문조사를 통한 알레르기비염 유병률 조사는 과잉 진단이 될 수 있으므로 더 정확한 진단을 위해 증상 설문과 함께 흡입 알레르겐 감작을 확인하는

Correspondence to: Sung-Il Woo <https://orcid.org/0000-0003-1896-6279>

Department of Pediatrics and Respiratory Disease Center, Chungbuk National University Hospital, Chungbuk National University College of Medicine, 776 1(il)sunhwan-ro, Heungdeok-gu, Cheongju 28644, Korea
Tel: +82-43-269-6045, Fax: +82-43-264-6620, E-mail: holydaywoo@hanmail.net

• This work was supported by the research grant of Chungbuk National University Hospital Clinical Research Support Project in 2012-2017.

Received: September 27, 2017 Revised: November 3, 2017 Accepted: November 3, 2017

© 2018 The Korean Academy of Pediatric Allergy and Respiratory Disease
The Korean Academy of Asthma, Allergy and Clinical Immunology
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

것이 도움이 될 수 있다.^{7,8} 또한 그동안 대부분의 연구가 지역의 일부분만을 선정하거나 병원에 내원한 환자를 대상으로 했기에 실제의 정확한 유병률을 알기 위해서는 지역 일반 아동을 대상으로 한 연구가 필요하다. 흡입 알레르겐 감작과 이를 반영한 유병률 연구는 검사의 어려움으로 인해 많은 수를 대상으로 한 국내 학동전기 소아 연구는 많지 않다.⁷

대기오염 노출은 알레르기질환의 이환율을 높이고 알레르겐의 감작을 높이며 알레르기비염도 증가시키는 것으로 알려져 있다.⁹⁻¹¹ 이러한 대기오염의 증가는 어린 소아 연령에서 시작하는 알레르기비염과도 관련이 있다.

이 연구에서는 지역 전체를 반영할 수 있는 일반 학동전기 소아를 대상으로 ISAAC 설문조사와 알레르기 피부단자시험을 실시하여 지역사회에서 알레르기비염의 정확한 유병률과 알레르겐 감작률을 알아보고자 하였다. 그리고 알레르기비염의 역학의 변화에 있어서 지역의 대기오염 지표와 흡입 알레르겐 감작의 변화와 연관성에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2012년부터 2016년까지 충청북도 진천군 소재의 유치원에 다니는 학동전기 소아 2,958명을 대상으로 하였다. 대상 기관은 진천군 보건소의 협조를 통해 읍면 지역을 균등하게 안배하여 매년 15개의 유치원을 선정하였으며, 해당 기관이 역학 조사와 아동의 알레르기 검진에 참여하는 기관의 아동을 대상으로 하였다. 설문지의 모든 항목에 응답을 하였고 알레르기 피부검사를 보호자가 원하여 동의하는 경우, 모든 대상의 보호자 동의서를 받은 후 알레르기 피부단자시험을 실시하였다. 아이의 사정으로 검사를 실시하지 못하거나 검사 시 일주일 이내 항히스타민제의 복용력이 있거나 피부단자시험의 양성대조에도 반응을 보이지 않는 경우, 극소 저체중 출생아 또는 만성 또는 선천성폐질환을 가지고 있는 경우 분석에서 제외하였다.

2. 방법

1) 설문조사 및 유병률 조사 방법

대상 소아의 보호자에게 알레르기비염에 대하여 한국형 ISAAC 설문지 및 동의서를 배포하였고, 동의한 경우에 한해서 조사를 수행하였다. 대상 소아의 보호자가 작성하도록 하였다. 한국형 ISAAC 설문지는 ‘댁의 자녀가 태어나서 지금까지 감기나 독감을 앓고 있지 않은데도 재채기, 콧물 또는 코막힘 증상을 보인 적이 있었습니까?’, ‘댁의 자녀가 지난 12개월 동안 감기나 독감을 앓고 있지 않은데도 재채기 또는 콧물 또는 코막힘 증상을 보인 적이 있었습니까?’, ‘댁의 자녀가 태어나서 지금까지 알레르기비염으로 진단

받은 적이 있었습니까?’, ‘댁의 자녀가 지난 12개월 동안 알레르기비염으로 치료 받은 적이 있었습니까?’ 등의 항목을 포함하였다.

2) 피부단자시험

피부단자시험은 13종의 주요 흡입 알레르겐(Allergopharma, Reinbek, Germany)을 이용하여 시행되었다. 포함된 알레르겐은 집먼지진드기(*Dermatophagoides farinae* [Der f], *Dermatophagoides pteronyssinus* [Der p]) 2종, 바퀴(German and American cockroach mixture) 1종, 동물 상피(cat fur, dog hair) 2종, 수목 혼합물 화분(Tree pollen mixture I & II) 2종, 잡초 화분(mugwort, ragweed, Japanese hop) 3종, 목초 혼합 화분(mixed grasses) 1종, 곰팡이(*Alternaria*, mould mixture) 2종이었다. 1% 히스타민과 생리식염수를 각각 양성과 음성 대조로 사용하였다. 환자의 등에 알레르겐을 점적하고 26 G 주사침으로 단자를 시행하였으며, 단자 시행 20분 후에 팽진의 장경과 단경을 측정하여 합한 후 평균값을 직경으로 하였다. 팽진의 직경이 3 mm 이상 또는 양성 대조액보다 큰 경우를 양성으로 판정하였다. 상기도감염과 약제 복용력 포함하여 알레르기 피부시험에 영향을 끼치는 요소가 가장 적고, 어린 소아의 특성상 알레르겐 시약 사이의 거리 확보가 용이한 6-8월에 설문을 포함한 알레르기검사를 실시하였다.

3) 알레르기비염과 기타 알레르기질환의 유병과 진단

이 연구조사에서 알레르기비염 진단은 설문조사에서 ‘지난 12개월 동안 감기나 독감을 앓고 있지 않은데도 재채기 또는 콧물 또는 코막힘 증상을 보인 적이 있었습니까?’에 경험이 있으며 피부단자시험에서 한 가지 이상의 흡입 알레르겐에 양성반응이 확인되었을 때로 알레르기비염으로 정의하였다.^{7,8} 반면 흡입 알레르겐에 감작 양성 여부와 상관 없이 설문조사에서 최근 12개월 이내에, 그리고 지금까지 이러한 알레르기비염 증상을 경험한 경우는 증상 유병(symptom within 12 months)과 증상 경험(symptom ever)으로 정의하였다.

4) 대기 오염물질의 농도

대기 오염물질 농도에 대한 자료는 한국환경공단에서 측정하고, 국립환경과학원에서 발간하는 대기환경 연월보에서 연구 대상 지역에서 가장 가까운 관측소의 값을 이용하였다.¹² 오염물질은 부유먼지(particulate matter with a median aerodynamic diameter less than or equal to 10 μm in diameter [PM₁₀], $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 아황산가스(SO₂, ppm), 이산화질소(NO₂, ppm) 오존(O₃, ppm), 일산화탄소(CO, ppm)에 측정값을 수집하였다. 사용된 측정 방법은 미세먼지(PM₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 베타선흡수법, 아황산가스(SO₂, ppm)는 자외선형광법, 이산화질소(NO₂, ppm)는 화학발광법, 오존(O₃, ppm)은 자외선광도법, 일산화탄소(CO, ppm)는 비분산적외선법이 이용되었다.

5) 통계 분석

통계 분석은 SPSS for Window 24.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 성별, 알레르겐 감작, 알레르기비염 유무 등에 따른 통계적 유의성은 카이제곱검정(chi-square test)으로 평가하였다. 알레르기비염 증상 유병률과 흡입 알레르겐 감작률 및 대기 오염 지표와의 상관관계는 스피어만 상관계수를 사용하여 검정하였다. 검사와 설문 시기를 고려하여 가을과 겨울의 알레르기비염의 증상과 미세 먼지는 해당 연도의 이전 연도의 것으로 상관성을 분석하였다. 연도별 흡입 알레르겐에 대한 감작 및 각 유병률의 비율은 일원분산분석을 사용하였다. P 값이 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

1. 대상 소아의 특성

전체 연구 대상자 아동 2,958명 중 설문지에 응답한 대상자는 2,621명(88.6%)이었고, 피부단자시험에 동의한 대상자는 2,343명(79.2%)이었다. 알레르기 피부반응검사를 할 수 없거나 분석 제외 대상의 경우를 뺀 2,052명(69.4%)을 대상으로 분석을 시행하였고, 이 중 남아가 1,031명 여아가 1,021명이었으며, 평균 연령은 5.1세이었다. 제외 이유는 검사 당일 결석(59명)과 검사 전 심하게 보채는 경우(105명), 병력청취 시 감기 등으로 항히스타민제를 복용하였거나 히스타민에도 반응을 보이지 않았던 경우(118명), 선천성폐질환 또는 기관지폐이형성증이나 극소 저체중 출생아의 과거 병력이 있는 경우(9명)였다(Fig. 1).

2. 알레르기비염 증상 유병률 및 계절적 변화

분석 대상 소아 2,052명에서 알레르기비염 증상 경험률은 35.9%이었으며, 증상 유병률은 27.0%였다. 연도별 분포는 알레르기비염의 증상 경험률과 유병률은 2012년 24.6%와 20.1%로 가장 낮았고

이후 증가하는 경향을 보였으며 다른 연도의 증상 유병률과 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Fig. 2A).

또한 알레르기비염 증상 유병을 보인 소아 중 계절적 증상 유병은 봄 80.0%로 가장 높았으며, 겨울 56.8%, 가을 52.3%, 여름 20.4%의 빈도를 보였다. 봄과 가을에 증상을 갖는 알레르기비염 증상 유병을 보인 소아가 증가하는 경향을 보였는데, 봄의 경우 2012년이 15.7%로 가장 낮았고 점차 증가하여 2015년과 2016년에 25.2%와 24.5%로 통계적으로 유의한 차이를 보였고($P < 0.01$), 가을은 2012년 10.5%로 가장 낮았으며 2015년 18.3%로 가장 높았고 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.01$) (Table 1).

3. 알레르기 피부시험 결과

분석 대상 소아 2,052명 중 흡입 알레르겐에 반응 양성인 소아는 668명(32.6%)이었다. 감작 빈도는 *Der f*, *Der p*가 473명(23.1%)과

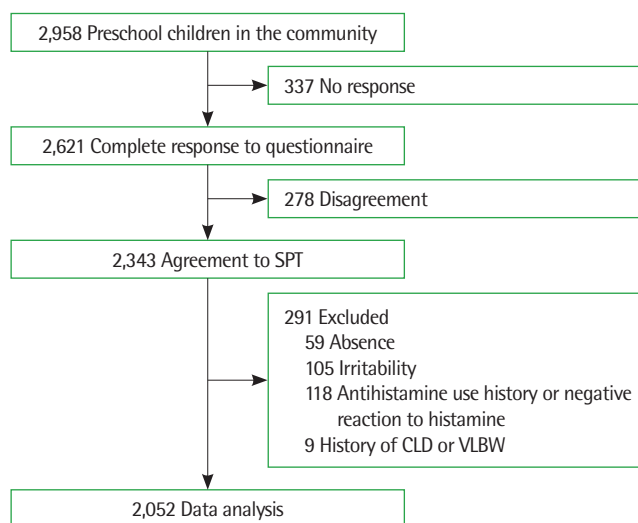


Fig. 1. Trial profile. SPT, skin prick test; CLD, chronic lung disease; VLBW, very low birth weight.

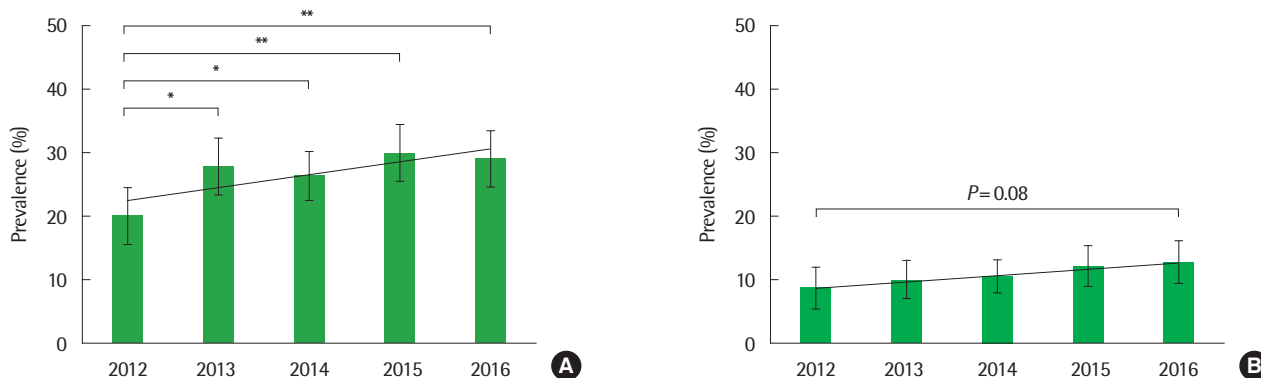


Fig. 2. Prevalence of allergic rhinitis (AR) symptom within 12 months (A) and AR with based on questionnaire and inhalant allergen sensitization (B). Error bars represent 95% confidence interval. The solid line shows trend of prevalence. * $P < 0.05$. ** $P < 0.01$.

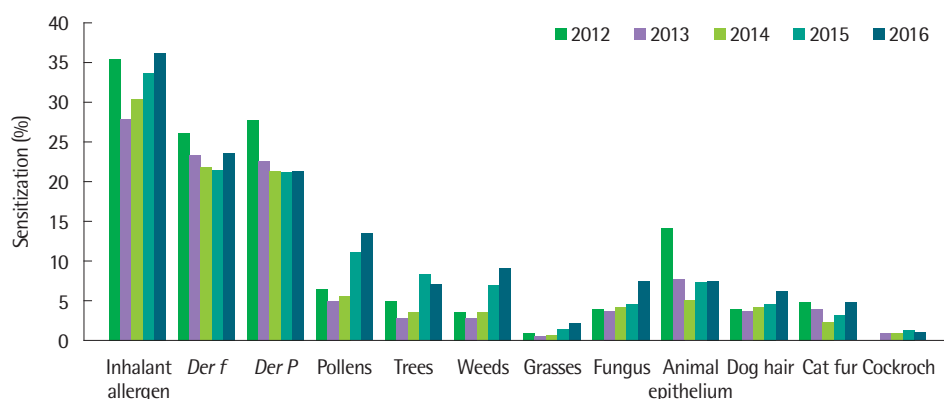
Table 1. Characteristics and allergic rhinitis symptoms of subjects

Characteristic	2012 (n=313)	2013 (n=390)	2014 (n=525)	2015 (n=416)	2016 (n=408)
Sex, male:female	160:153	201:189	270:255	196:220	204:204
Age (yr)	5.3 (5.2–5.4)	5.3 (5.2–5.4)	4.9 (4.8–5.0)	5.1 (5.0–5.2)	5.1 (5.0–5.2)
AR-symptom ever (%)	24.6 (19.8–29.4)*	39.2 (34.4–44.1)	37.5 (33.4–41.7)	37.3 (32.6–41.9)	38.0 (33.3–42.7)
AR-symptom within 12 months (%)	20.1 (15.7–24.6)*	27.9 (23.5–32.4)	26.5 (22.7–30.3)	30.0 (25.6–34.5)	29.2 (24.7–33.6)
Seasonal symptom, spring (%)	15.7 (11.6–19.7) ^{†,‡}	22.6 (18.4–26.7)	19.4 (16.0–22.8)	25.2 (21.0–29.4) [†]	24.5 (20.3–28.7) [†]
Seasonal symptom, summer (%)	2.6 (0.8–4.3)	3.1 (1.4–4.8)	10.1 (7.5–12.7)	3.6 (1.8–5.4)	6.1 (3.8–8.5)
Seasonal symptom, autumn (%)	10.5 (7.1–14.0) [§]	13.8 (10.4–17.3)	12.6 (9.7–15.4)	18.3 (14.5–22.0) [§]	15.0 (11.5–18.4)
Seasonal symptom, winter (%)	15.3 (11.3–19.3)	14.1 (10.6–17.6)	12.6 (9.7–15.4)	20.2 (16.3–24.1)	15.2 (11.7–18.7)

Values are presented as mean (95% confidence interval).

AR, allergic rhinitis.

* $P < 0.05$ than other year. ^{†,‡,§} $P < 0.01$.

**Fig. 3.** Sensitization rate of allergen types in preschool children according to year. *Der f*, *Dermatophagoides farinae*; *Der p*, *Dermatophagoides pteronyssinus*.

462명(22.5%)으로 집먼지진드기가 가장 높았으며, 그 다음은 수목 화분이 108명(5.3%), 잡초 화분 106명(5.2%), 곰팡이 97명(4.7%), 개 상피항원 92명(4.5%), 고양이 상피항원 73명(3.6%), 목초 화분 23명(1.1%), 바퀴 16명(0.8%)의 순이었다.

알레르기비염 증상 경험군과 증상 유병군 737명과 555명 중 확인된 흡입 알레르겐 감작률은 296명(40.2%)과 224명(40.4%)으로 비슷하였으며, 알레르기비염 증상 비경험군과 증상 비유병군의 28.3%와 29.7%에 비해 모두 유의하게 높은 감작률을 보였다($P < 0.001$).

알레르기 비염의 증상 유병을 보인 소아는 증가하는데 반하여, 전체 흡입 알레르겐과 집먼지진드기에 대한 감작 양성반응은 해마다 증가하는 추세를 보이지 않았다. 그러나 화분은 학동전기 소아임에도 불구하고 169명(8.2%)으로 상대적으로 높은 감작률을 보였으며 2012년 6.4%, 2013년 4.9%, 2014년 5.6%에서 2015년 11.1%, 2016년 13.5%로 증가하는 경향을 보였다. 2015년과 2016년의 감작 양성률은 2012년에서 2014년의 각 해의 감작 양성률과 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$). 화분 종류별 감작률도 해마다 증가하는 추세를 보였다(Fig. 3).

4. 대기오염 농도

대기오염 지표의 연평균 농도는 PM_{10} $50 \mu g/m^3$ 이하, SO_2 0.02 ppm 이하, NO_2 는 0.03 ppm 이하이고, 연구 기간 동안 해당 지역에서 PM_{10} 만이 연평균 농도가 대기 환경 기준을 넘는 값을 보였다. PM_{10} 은 2012년에는 $46.8 \mu g/m^3$ 로 가장 낮아 대기환경기준인 연평균 $50 \mu g/m^3$ 미만의 농도를 보였고, 2012년의 알레르기비염의 증상 유병률이 가장 낮았다. PM_{10} 은 이후 증가는 경향을 보였다가 2016년에는 감소하였다. PM_{10} 의 일 최대값의 평균은 2016년을 제외하고 2012년도부터 2015년도까지 증가하는 추세를 보였다(Table 2). SO_2 , NO_2 , O_3 , CO 의 연 평균값은 크게 변화를 보이지 않았으나 PM_{10} 의 평균은 2012년부터 전국 평균보다 높았고, 2014년에 가장 높았으며 이후 감소하는 경향을 보였다. PM_{10} 의 계절적 변화는 겨울과 봄철이 높고 가을과 여름철은 낮은 농도를 보였다(Fig. 4).

5. 알레르기비염 유병률 및 흡입 알레르겐 감작과의 관계

전체 대상 소아에서 증상 유병과 흡입 알레르겐 감작 양성을 모두 가진 알레르기비염 유병률은 10.9%였으며, 2012년이 8.6%로 가장 낮았고 이후 증가하는 경향을 보여 2016년은 12.8%로 가장 높았

Table 2. Annual changes in air pollution of study area

Variable	2011	2012	2013	2014	2015	2016
PM ₁₀ (annual average) (μg/m ³)	50.3	46.8	56.1	59.3	56.3	48.8
PM ₁₀ (maximum average) (μg/m ³)	100.1	98.8	122.5	135.4	142.7	95.3
PM ₁₀ (maximum value) (μg/m ³)	153	142	200	217	424	160
SO ₂ (annual average) (ppm)	0.0028	0.0037	0.0038	0.0038	0.0041	0.0040
NO ₂ (annual average) (ppm)	0.0173	0.0176	0.0218	0.0218	0.0165	0.0162
O ₃ (annual average) (ppm)	0.0269	0.0268	0.0284	0.0298	0.0286	0.0273
CO (annual average) (ppm)	0.39	0.39	0.45	0.43	0.45	0.43

PM₁₀, particulate matter with a median aerodynamic diameter less than or equal to 10 μm in diameter; SO₂, sulfur dioxide; NO₂, nitrogen dioxide; O₃, ozone; CO, carbon monoxide.

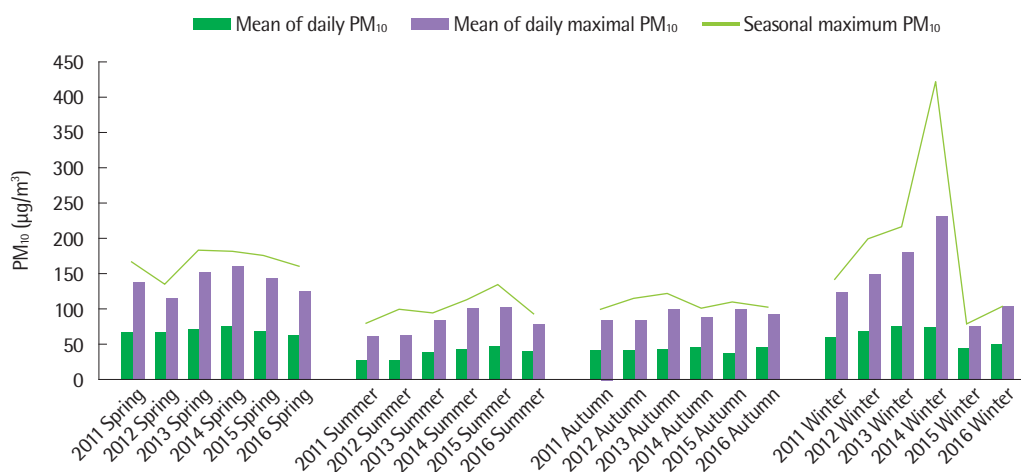
Table 3. Prevalence of allergic rhinitis (AR, defined as AR symptom within 12 months and aeroallergen sensitization)

Year	2012	2013	2014	2015	2016
AR-symptom ever (%)	24.6 (19.8–29.4)*	39.2 (34.4–44.1)	37.5 (33.4–41.7)	37.3 (32.6–41.9)	38.0 (33.3–42.7)
AR-symptom ever with AAS (%)	10.9 (7.4–14.3)*	13.9 (10.4–17.3)	14.3 (11.3–17.3)	14.4 (11.0–17.8)	17.9 (14.1–21.6)
AR-symptom within 12 months (%)	20.1 (15.6–24.6)*	27.9 (23.5–32.4)	26.5 (22.7–30.2)	30.0 (25.6–34.5)	29.1 (24.7–33.6)
AR diagnosis (%)	8.6 (5.5–11.8)	10.0 (7.0–13.0)	10.7 (8.0–13.3)	12.3 (9.0–15.4)	12.8 (9.5–16.0)
With seasonal symptom in spring (%)	6.4 (3.7–9.1)	8.7 (5.9–11.5)	9.3 (6.8–11.8)	10.6 (7.6–13.5)	10.8 (7.8–13.8)
With seasonal symptom in autumn (%)	5.1 (2.6–7.6)	5.1 (2.9–7.3)	5.3 (3.4–7.3)	7.9 (5.3–10.5)	7.1 (4.6–9.8)

Values are presented as mean (95% confidence interval).

AR, allergic rhinitis; AAS, Aeroallergen Sensitization.

* $P < 0.05$ than other year.

**Fig. 4.** Seasonal trend of coarse particulate matter (PM₁₀) in study area. PM₁₀, particulate matter with a median aerodynamic diameter less than or equal to 10 μm in diameter.

으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다($P = 0.08$) (Table 3, Fig. 2B).

봄과 가을에 증가하는 계절성알레르기비염의 증상 유형의 증가에 대한 알레르겐의 상관성을 분석하였을 때, 각 봄과 가을의 계절성알레르기비염 증상 유형률은 집먼지진드기를 포함한 전체 흡입 알레르겐에 대한 감작률과 유의한 상관관계를 보이지 않았으나 봄 수목 화분과 가을 잡초 화분의 감작률과는 유의한 양의 상관관계를 보였다($r = 0.669$, $P = 0.035$) (Fig. 5A, B).

6. 알레르기비염과 대기오염과의 관계

연구 기간이 5개 연도에 불과해 유병률과 대기오염 관계의 통계적 유의성을 신뢰하긴 어려우나 연구 기간 동안 연도별 알레르기비염 증상 유병률은 PM₁₀ 포함한 대부분의 대기오염 농도와 비례하는 경향을 보였으며 SO₂는 통계적으로 유의한 값을 보였다($r = 0.705$, $P = 0.023$, other data not shown). 또한 계절별 알레르기비염의 증상 유형과 대기오염 농도는 PM₁₀의 평균과 최댓값, SO₂, NO₃, CO의 평균 농도와 유의한 양의 상관관계를 보였다(Fig. 6).

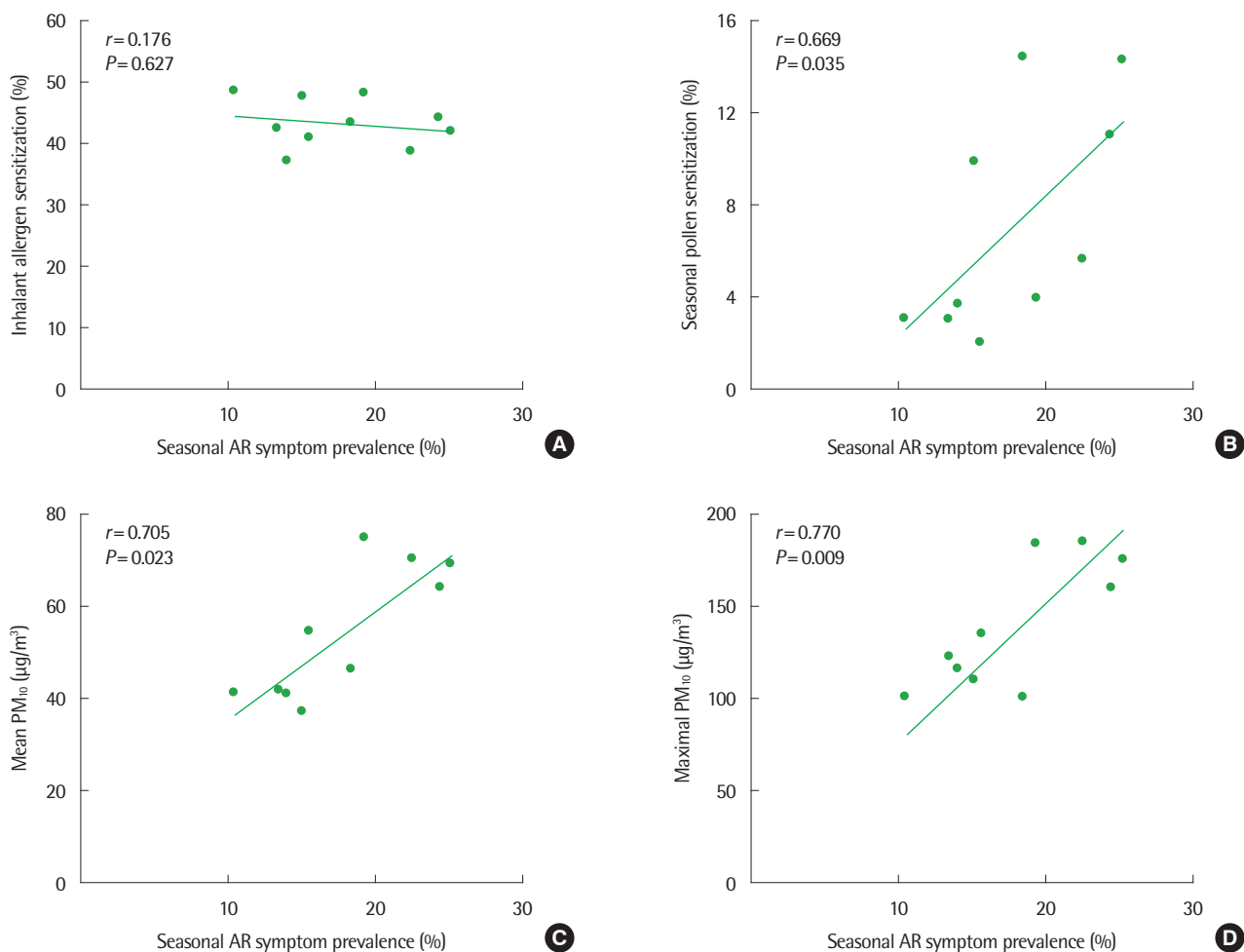


Fig. 5. The correlation between prevalence of current spring and autumn seasonal symptoms of allergic rhinitis (AR) with aeroallergen sensitization (A), seasonal pollen sensitization (B), seasonal mean of daily PM_{10} (C), seasonal maximum PM_{10} (D). PM_{10} , particulate matter with a median aerodynamic diameter less than or equal to $10\ \mu m$ in diameter.

통계적으로 유의하게 증가한 봄과 가을의 알레르기비염의 증상 유병률에 대한 대기오염의 관계를 살펴보았을 때, 봄과 가을의 계절성 알레르기비염 증상 유병률은 해당 계절의 PM_{10} 의 일중 평균 농도 및 최고 농도와 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 관찰되었고($r=0.705$, $P=0.023$; $r=0.770$, $P=0.009$) (Fig. 5C, D) SO_2 , O_3 , CO 의 평균 농도도 유의한 양의 상관관계가 관찰되었다($r=0.835$, $P=0.003$; $r=0.736$, $P=0.015$; $r=0.822$, $P=0.004$).

고 찰

소아 청소년기의 알레르기비염은 연령이 증가할수록 유병률이 증가하며,^{13,14} 증상 유병률은 12%–26% 정도로 알려져 있다.^{9,15,16} 또한 어린 연령에서부터 알레르기비염 증상이 시작되어 학동전기 소아와 학동기 초기 연령의 알레르기비염 유병률이 비슷한 것으로 알려져 있다.^{17,18} 국내의 경우엔 이보다 높은 증상 유병률을 보이고 있

으며 대도시인 광주 지역에서 시행한 연구는 5–6세의 학동전기 소아의 알레르기비염 증상 유병률은 45.4%, 흡입 알레르겐 감작 양상을 보이는 알레르기비염의 유병률이 14.9%로 외국의 연구와 이번 연구보다 높은 유병률을 보였다.⁷ 이는 우리나라의 높은 미세먼지 농도¹⁹와 도시 간의 대기오염을 포함한 환경적인 인자와 사회경제적인 차이의 영향이 반영된 것으로 생각한다.

이 연구의 대상 소아들은 적령 취학 아동이 700명 정도의 지방 기초지자체 지역으로 최근 공단과 혁신 도시가 들어서면서 산업화와 도시화가 진행되고 있는 지역에 거주하는 아동이다. 이 연구의 알레르기비염의 증상 유병률은 27.0%, 흡입 알레르겐 감작을 포함한 알레르기비염의 유병률은 10.9%였다. 이 유병률은 최근 증가하고 있으며 2016년에는 12.8%의 알레르기비염 유병률을 보였는데, 이는 대도시가 주로 포함된 전국 단위의 소아청소년을 대상으로 한 연구의 학동전기 소아에서의 전체 유병률과 비슷한 유병률을 보였다.⁸ 이 연구에서 대상 아동들은 32.6%의 높은 흡입 알레르겐 양성

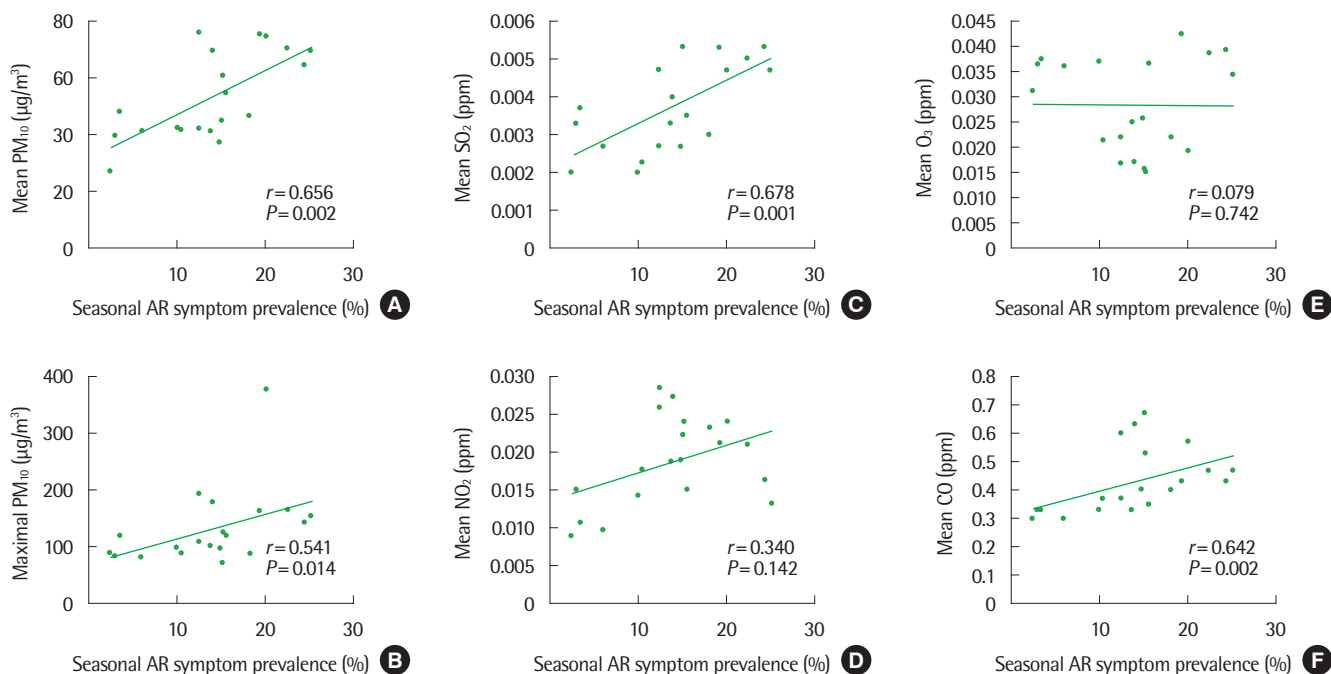


Fig. 6. (A-F) The correlation between seasonal air pollutant levels and prevalence of each seasonal symptoms of children with allergic rhinitis (AR) symptoms within 12 months.

를 보였다. 소아청소년기에 있어서 상당수가 이미 학동전기에 흡입 알레르겐에 감작 양성반응을 보이며, 일부에서는 25% 이상의 감작률을 보고하는 연구도 있다.^{20,21} 검사 방법에 따른 차이로 어린 소아에서 피부단자시험과 혈액에서 특이적인 IgE를 확인하는 검사보다 높은 양성률을 보이는데,²² 이 연구에서는 피부단자시험으로 검사를 했기에 더 높은 양성률이 나왔을 것이다.

대기오염이나 고농도 미세먼지 노출은 화분과 같은 실외 알레르겐 감작을 높이고 알레르기비염의 증상을 증가시킨다.^{9-10,23} 이 연구 지역에서는 미세먼지만이 대기환경 기준을 초과하고 있었으며, 해당 계절의 알레르기비염 증상 유병률과 PM₁₀의 농도의 유의한 양의 상관관계를 확인하였는데, 이는 학동전기 소아청소년에서의 알레르기비염의 증상 유병률에 대기 오염과의 밀접한 상관관계를 보여준다. 봄과 가을의 화분 감작률은 비슷하나 봄이 더 높은 알레르기비염의 계절적 증상 유병률의 차이는 부유먼지를 포함한 대기오염의 영향이 있음을 잘 보여준다. 또한 PM₁₀이 증가하여도 집먼지진드기의 감작률은 증가하지 않은 반면 봄과 가을의 화분 감작률이 증가한 것은 부유 먼지와 같은 대기오염 증가가 실내 흡입 알레르겐인 집먼지진드기의 감작보다는 주요 실외 흡입 알레르겐인 화분의 감작에 더 영향을 주고 관련이 있음을 알 수 있다. 또한 겨울철이 부유 먼지의 농도가 더 높음에도 불구하고 겨울철보다 봄철의 알레르기비염 증상 유병률이 높은 것은 화분 같은 해당 계절 흡입 알레르겐과 미세먼지의 상승 효과가 봄철에 더 크기 때문으로 생각한다. 어린 연령의 소아는 상대적으로 연장아나 성인에 비하여

화분의 감작률이 적고 따라서 알레르겐보다는 대기오염 등의 환경요인의 영향이 상대적으로 더 클 것으로 생각한다. 이 연구처럼 지역의 일반 학동전기 소아에서도 일찍 시작하는 상당한 흡입 알레르겐 감작률과 알레르기비염의 유병률을 보이고 있다. 다른 알레르기질환에 비하여 알레르기비염이 증가하고 있는 것^{24,25}의 원인을 밝히는 것에 있어서 최근 증가하는 대기오염의 영향을 밝힐 필요가 있다. 또한 이 연구 지역에서 PM₁₀을 제외한 다른 대기오염 농도는 대기환경기준을 초과하지 않았으나 이들의 농도도 알레르기비염의 증상 유병률과 연관성을 보였고, 특히 SO₂는 보다 더 밀접한 상관관계를 보였다. 이는 다른 외국의 연구와 비슷한 결과를 보인다.²⁶ 최근 미세먼지와 SO₂를 비롯한 대기오염 저감을 위한 국가적인 대책이 강구되고 있고, 전국적으로 PM₁₀과 같은 부유 먼지의 감소를 보이고 있으며 이 연구에서도 2016년부터 감소하는 경향을 보이고 있다. 그러나 PM_{2.5} 미세먼지와 같은 더 작은 먼지는 감소하지 않고 Organization for Economic Co-operation and Development 국가 중 가장 높은 농도를 보이고 있어⁹ 이들을 포함한 대기오염의 변화와 알레르기질환의 변화를 알아볼 필요가 있다. 이를 위해서는 향후 이들 미세먼지와 더불어 화분 농도 모니터링을 포함한 전향적인 연구를 통해 다른 영향 인자들과의 상관관계가 보다 명확히 밝혀질 수 있을 것이다.

이 연구는 해당 유치원 아동의 지역적 특성에 의해 해마다 선정하는 대상군에 대한 선택 치우침이 가능할 수 있는 제한점이 있다. 그러나 군 단위의 지역을 대상으로 각 읍면 단위별로 기관을 배분

선정하여 그에 대한 가능성은 적을 것으로 생각한다. 또한 이 연구는 5개 연도의 결과에 불과해 알레르기비염의 유병률의 변화와 각각의 대기오염, 흡입 알레르겐에 따른 변화를 통계적으로 분석하기엔 제한점이 있다. 따라서 이러한 인자를 포함한 장기간의 전향적 연구를 지속함으로써 환경 정책의 도입에 따른 미세먼지의 변화와 연관된 알레르기질환의 변화에 대해 알 수 있을 것으로 생각한다.

이 연구의 장점은 지역의 대부분의 일반 아동을 대상으로 하였기에 실제 일반 학동전기 소아의 흡입 알레르겐 감작률과 알레르기비염의 유병률을 보여 주었고, 상대적으로 장기간의 전향적인 연구를 통해 이러한 역학과 대기오염의 상관관계를 보여준 것이다. 기존의 역학적 연구에서 병원에 방문한 환자를 바탕으로 국한되었거나 설문지만으로 평가하여 과대 평가될 수 있었던 학동전기 소아의 알레르기비염의 유병률을 지역 대다수의 학동전기 소아를 대상으로 하였고, 객관적인 알레르겐 피부단자시험을 이용한 알레르기비염의 정의를 이용해 평가했다는 것에 그 신뢰성과 의의가 있다.

이 연구는 PM_{2.5}, PM_{1.0} 같은 미세먼지와 화분 농도 측정을 하지 못해서 이들 인자의 알레르기비염에 대한 영향과 인과성을 포함한 상호관계를 자세히 알 수 없는 제한점이 있다. 향후 화분 측정 및 지역 내 대기측정소의 보다 작은 미세먼지 항목 증설을 통해 명확한 연관성과 상호작용을 밝힐 수 있을 것으로 예상된다. 또한 이 연구는 한 지역만을 대상으로 한 연구로 전체 권역의 학동전기 소아청소년의 알레르기비염 실태를 다 반영하지는 못하나 최근 정부 정책과 관련되어 최근 도시 건설과 산업화가 급속히 진행되고 있는 지역의 알레르기질환의 변화를 잘 보여주고 있다.

이 연구는 학동전기 소아에서 증가하는 알레르기비염의 유병률의 변화와 대기오염 지표 사이의 관계를 제시하여 향후 호흡기 알레르기질환과 대기오염과의 연관성을 규명하는 기초 자료로 이용될 수 있을 것으로 생각한다.

REFERENCES

- Nimmagadda SR, Evans R 3rd. Allergy: etiology and epidemiology. *Pediatr Rev* 1999;20:111-5.
- Lee SI, Shin MH, Lee HB, Lee JS, Son BK, Koh YY, et al. Prevalences of symptoms of asthma and other allergic diseases in Korean children: a nationwide questionnaire survey. *J Korean Med Sci* 2001;16:155-64.
- Beasley R, Crane J, Lai CK, Pearce N. Prevalence and etiology of asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2000;105(2 Pt 2):S466-72.
- Lee HB, Shin SA, Oh JW. New patterns of childhood asthma prevalence in six Asian countries: comparison of ISAAC phases I and III. *Pediatr Allergy Respir Dis* 2008;18:70-7.
- Prevalence of allergic diseases in Korean children, 2010 [Internet]. Osong (Korea): Korean Center for Disease Control and Prevention; c2017 [cited 2017 Aug 18]. Available from: http://cdc.go.kr/CDC/cms/content/mobile/33/12633_view.html.
- Ahn K, Kim J, Kwon HJ, Chae Y, Hahm MI, Lee KJ, et al. The prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and eczema in Korean children: nationwide cross-sectional survey using complex sampling design. *J Korean Med Assoc* 2011;54:769-78.
- Kwon SE, Lim DH, Kim JH, Son BK, Park YS, Jang HJ, et al. Prevalence and allergens of allergic rhinitis in children and adolescents in Gwangju. *Allergy Asthma Respir Dis* 2015;3:54-61.
- Lim DH. Epidemiology of allergic rhinitis in Korean children. *World Allergy Organ J* 2015;8(Suppl 1):A41.
- Morgenstern V, Zutavern A, Cyrys J, Brockow I, Koletzko S, Krämer U, et al. Atopic diseases, allergic sensitization, and exposure to traffic-related air pollution in children. *Am J Respir Crit Care Med* 2008;177:1331-7.
- Jung DY, Leem JH, Kim HC, Kim JH, Hwang SS, Lee JY, et al. Effect of traffic-related air pollution on allergic disease: results of the children's health and environmental research. *Allergy Asthma Immunol Res* 2015;7:359-66.
- Gehring U, Wijga AH, Brauer M, Fischer P, de Jongste JC, Kerkhof M, et al. Traffic-related air pollution and the development of asthma and allergies during the first 8 years of life. *Am J Respir Crit Care Med* 2010;181:596-603.
- Korean Ministry of Environment, Air Korea [Internet]. Incheon (Korea): AirKorea; c2017 [cited 2017 Aug 18]. Available from: <http://www.airkorea.or.kr/pastSearch>.
- Keil T, Bockelbrink A, Reich A, Hoffmann U, Kamin W, Forster J, et al. The natural history of allergic rhinitis in childhood. *Pediatr Allergy Immunol* 2010;21:962-9.
- Kurukulaaratchy RJ, Karmaus W, Raza A, Matthews S, Roberts G, Arshad SH. The influence of gender and atopy on the natural history of rhinitis in the first 18 years of life. *Clin Exp Allergy* 2011;41:851-9.
- Marinho S, Simpson A, Lowe L, Kissen P, Murray C, Custovic A. Rhinoconjunctivitis in 5-year-old children: a population-based birth cohort study. *Allergy* 2007;62:385-93.
- Mai XM, Almqvist C, Nilsson L, Wickman M. Birth anthropometric measures, body mass index and allergic diseases in a birth cohort study (BAMSE). *Arch Dis Child* 2007;92:881-6.
- Tan TN, Shek LP, Goh DY, Chew FT, Lee BW. Prevalence of asthma and comorbid allergy symptoms in Singaporean preschoolers. *Asian Pac J Allergy Immunol* 2006;24:175-82.
- Wang XS, Tan TN, Shek LP, Chng SY, Hia CP, Ong NB, et al. The prevalence of asthma and allergies in Singapore; data from two ISAAC surveys seven years apart. *Arch Dis Child* 2004;89:423-6.
- OECD Environmental Performance Reviews: Korea 2017 [Internet]. Paris: OECD iLibrary; c2017 [cited 2017 Sep 17]. Available from: http://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-environmental-performance-reviews-korea-2017_9789264268265-en.
- Chiu CY, Huang YL, Tsai MH, Tu YL, Hua MC, Yao TC, et al. Sensitization to food and inhalant allergens in relation to atopic diseases in early childhood: a birth cohort study. *PLoS One* 2014;9:e102809.
- Schoos AM, Chawes BL, Følsgaard NV, Samandari N, Bønnelykke K, Bisgaard H. Disagreement between skin prick test and specific IgE in young children. *Allergy* 2015;70:41-8.
- Rhodes HL, Thomas P, Sporik R, Holgate ST, Cogswell JJ. A birth cohort study of subjects at risk of atopy: twenty-two-year follow-up of wheeze and atopic status. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;165:176-80.
- Lee YL, Shaw CK, Su HJ, Lai JS, Ko YC, Huang SL, et al. Climate, traffic-related air pollutants and allergic rhinitis prevalence in middle-school children in Taiwan. *Eur Respir J* 2003;21:964-70.
- Kim BK, Kim JY, Kang MK, Yang MS, Park HW, Min KU, et al. Allergies are still on the rise? A 6-year nationwide population-based study in Korea. *Allergol Int* 2016;65:186-91.
- Hwang SH, Jung SY, Lim DH, Son BK, Kim JH, Yang JM, et al. Epidemi-

- ology of allergic rhinitis in Korean children. Allergy Asthma Respir Dis 2013;1:321-32.
26. Hajat S, Haines A, Atkinson RW, Bremner SA, Anderson HR, Emberlin J.

Association between air pollution and daily consultations with general practitioners for allergic rhinitis in London, United Kingdom. Am J Epidemiol 2001;153:704-14.