

# 미세먼지/황사 건강피해 예방 및 권고지침: 천식

양현종<sup>1\*</sup> · 김상현<sup>2\*</sup> · 장안수<sup>3</sup> · 김상훈<sup>4</sup> · 송우정<sup>5</sup> · 김태범<sup>6</sup> · 예영민<sup>7</sup> · 유영<sup>8</sup> · 유진호<sup>9</sup> · 윤종서<sup>10</sup> · 지혜미<sup>11</sup> · 서동인<sup>12</sup> · 김철우<sup>13</sup> | <sup>1</sup>순천향대학교 의과대학 소아과학교실; <sup>2</sup>한양대학교, <sup>3</sup>순천향대학교, <sup>4</sup>울지대학교, <sup>5</sup>서울대학교 의과대학 내과학교실; <sup>6</sup>울산대학교, <sup>7</sup>아주대학교 의과대학 알레르기내과학교실; <sup>8</sup>고려대학교, <sup>9</sup>울산대학교, <sup>10</sup>가톨릭대학교, <sup>11</sup>차의과대학교, <sup>12</sup>서울대학교 의과대학 소아과학교실; <sup>13</sup>인하대학교 의과대학 내과학교실

## Guideline for the prevention and management of particulate matter/yellow dust-induced adverse health effects on the patients with bronchial asthma

Hyeon-Jong Yang, MD<sup>1\*</sup> · Sang-Heon Kim, MD<sup>2\*</sup> · An-Soo Jang, MD<sup>3</sup> · Sang-Hoon Kim, MD<sup>4</sup> · Woo-Jung Song, MD<sup>5</sup> · Tae-Bum Kim, MD<sup>6</sup> · Young-Min Ye, MD<sup>7</sup> · Young Yoo, MD<sup>8</sup> · Jinho Yu, MD<sup>9</sup> · Jong-Seo Yoon, MD<sup>10</sup> · Hye Mi Jee, MD<sup>11</sup> · Dong In Suh, MD<sup>12</sup> · Cheol-Woo Kim, MD<sup>13</sup>

<sup>1</sup>Department of Pediatrics, Soonchunhyang University College of Medicine, Seoul; Department of Internal Medicine, <sup>2</sup>Hanyang University College of Medicine, Seoul, <sup>3</sup>Soonchunhyang University College of Medicine, Bucheon, <sup>4</sup>Eulji University School of Medicine, Seoul, <sup>5</sup>Seoul National University College of Medicine, Seoul; Department of Allergy and Clinical Immunology, <sup>6</sup>University of Ulsan College of Medicine, Seoul, <sup>7</sup>Ajou University School of Medicine, Suwon; Department of Pediatrics, <sup>8</sup>Korea University College of Medicine, Seoul, <sup>9</sup>University of Ulsan College of Medicine, Seoul, <sup>10</sup>the Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, <sup>11</sup>CHA University School of Medicine, Seongnam, <sup>12</sup>Seoul National University College of Medicine, Seoul; <sup>13</sup>Department of Internal Medicine, Inha University School of Medicine, Incheon, Korea

Particulate matter (PM) and specifically, Asian dust (or yellow dust), have been identified as critical causes of health problems. Recent increases in the levels of ambient PM are closely associated with adverse health effects in susceptible populations, such as the elderly, children, and patients with asthma or allergic disorders, and this is cause for recent concern in Korea. The establishment of strategies for the reduction of ambient PM by the government and industry, the development of practical guidelines and recommendations to protect susceptible individuals, and an action program for implementation in the general population, will be essential to minimize adverse health impacts of PM and yellow dust. However, guidelines for the proper prevention and management of PM/yellow dust-induced effects on asthma are unclear. In the present study, we aimed to develop evidence-based practice guidelines and recommendations for pediatric or adult patients with asthma and for general physicians who care for asthmatic patients, in order to provide protection from adverse health effects of PM exposure.

**Key Words:** Particulate matter; Yellow dust; Asthma; Guideline; Prevention & control

Received: July 28, 2015 Accepted: August 12, 2015

Corresponding author: Cheol-Woo Kim  
E-mail: cwkim1805@inha.ac.kr

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

\*These two authors contributed equally to this work.

## 서론

최근 수십 년간 국내 천식 유병률이 급격히 증가하여 사회 경제적으로 큰 문제를 야기하고 있으며, 미세먼지를 포함한 대기 오염의 증가가 중요한 원인의 하나로 알려져 있다[1,2]. 미세먼지(PM<sub>10</sub>)는 지름 10 마이크로미터 이내의 고체 또는 액체 성상의 물질들로 구성된 부유 입자성 분진으로, 발생 기원에 따라 탄

소 성분(검댕, 생물체 유기탄소), 이온 성분(염소, 질산, 암모늄, 나트륨, 칼슘 등), 금속 성분(비소, 납, 수은 등) 또는 다환방향족 탄화수소(벤조피렌 등) 등 다양한 화학적 특성과 성분을 포함한다[3]. 입자의 크기, 표면적, 화학적 조성에 따라 다양한 건강 위해 영향을 미치고, 입자의 크기가 2.5 μm 이하인 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)는 눈과 코의 자극뿐만 아니라 폐로의 직접 흡입을 통하여 천식 악화와 발생의 중요한 요인으로 알려져 있다[4-6]. 즉, 미세먼지는 기도점막을 자극하고, 염증을 유발해서 정상인에게서도 기침, 가래 등의 호흡기 증상을 유발하며, 천식과 같은 만성 알레르기질환에서는 단기간의 노출만으로도 급성 기도염증과 기관지수축을 유발하여 천식을 악화시키고, 노출량에 따라 입원 위험도가 증가한다[7]. 단기간에 다량 노출되거나 장기간 노출되었을 때에는 만성적인 기도염증 유발로 폐기능 감소와 천식 발생의 중요한 위험 요인으로 작용하며[8-10], 특히 장기 노출에 따른 천식 발생 위험도는 소아와 노인에서 더 크게 나타난다[9,11]. 이러한 결과는 미세먼지에 더 취약한 집단이 존재하며, 그들을 위한 차별화된 예방 및 관리 대책이 필요함을 시사한다. 따라서 미세먼지에 대한 노출의 최소화와 노출 이후의 적정 관리 전략의 수립이 보건학적으로 매우 중요할 것이다.

봄철에 나타나는 황사와 함께 매년 겨울마다 반복되는 대기 중 미세먼지 농도 증가에 따른 건강피해에 대한 사회적 관심이 최근 증가하고 있으나, 건강 피해 예방과 관리 지침이 부족하여 우려와 혼란 역시 증가하고 있어 국가적 차원의 대응과 정책 수립이 필요하다. 또한 미세먼지나 황사에 의한 천식 및 알레르기질환의 발생 및 악화를 예방하고 노출 이후 관리를 위한 한국형 권고지침 개발의 필요성이 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 천식 환자를 대상으로 하는 미세먼지/황사에 의한 건강피해를 예방하고 관리를 위한 근거중심의 권고지침을 개발하고자 하였고, 권고지침에는 성인 및 소아 환자들이 쉽게 이해할 수 있도록 행동 요령을 담았다.

## 천식 대상 미세먼지/황사 건강피해 예방 및 관리지침 개발을 위한 문헌고찰

미세먼지의 노출 예방 및 관리방안을 위한 문헌수집을

위해 [(asthma) OR WHEEZ\*] OR [(BHR) OR bronchial hyper-responsiveness] AND [(AIR) OR POLLUT\*] OR [(particular matter) OR PM OR particulates]의 검색트리를 Medline과 Google Scholar에 적용해 최근 5년간의 의학 논문과 해외지침, 그리고 KoreaMed를 이용하여 국내논문을 검색하였다. 문헌검색의 목적은 미세먼지 노출 예방법과 대기 및 실내 미세먼지 저감법, 장단기 노출에 의한 건강피해 예방의 최신 근거 수집이었으며, 2명의 알레르기 전문의의 초록 심사를 통해 총 136편의 의학논문과 10편의 해외지침을 수집하였으며, 13명의 알레르기 전문가의 논문 고찰과 협의를 통해 적절한 문헌을 선택하였다. 또한 같은 방법으로 황사에 의한 건강영향, 노출 예방 및 관리방안을 수집하였다.

## 미세먼지 건강피해 예방 및 권고지침 개발

총 136편의 의학논문과 10편의 해외지침 고찰 결과, 기관지천식 환자를 대상으로 미세먼지 저감을 위해 마스크, 공기청정기 등과 같은 적극적인 중재를 통한 구체적인 대응 방안 및 그 효과를 살펴본 연구보고는 없었으며, 미세먼지 노출로 인한 천식의 악화를 예방하기 위한 천식약제 임상중재 연구도 없었다. 문헌고찰을 통한 권고지침의 근거를 찾을 수 없어서 차선책으로 미세먼지와 대기오염이 심할 때 권고하는 10편의 해외지침 및 행동요령(Table 1) [4-6,12-19]을 고찰하여 13명의 알레르기 전문가 합의를 통해 예방 및 권고지침을 개발하였다(Appendices 1,2).

세계 여러 나라에서 미세먼지/대기오염이 천식에 미치는 영향으로부터 보호하기 위하여 일반인이나 천식 환자를 대상으로 다양한 형태의 예방 및 권고지침을 개발하여 운영하고 있다. 먼저 각 국가의 정부 주도로 현재 공기의 질이 어느 정도로 오염되어 있는지, 또는 향후 대기 오염 정도가 어떨지지에 대하여 공기질 지수(air quality index, AQI)를 개발하여 정보를 공개하고 있으며(Table 2), 일반적으로 AQI가 높아지면 대기오염 정도가 심각하고 건강영향이 크므로 주의가 필요함을 의미한다. 또한 AQI 수치에 따라 위험등급을 나누어 이 때 일반인과 천식과 같은 고위험군이 각각 어떠한

**Table 1.** Medications affected to lower urinary tract function

Organization	Country	Title of guideline	Uniform resource locator	Reference
WHO	Germany	WHO air quality guideline WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Review of evidence on health aspects of air pollution	<a href="http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/">http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/</a> <a href="http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf">http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf</a> <a href="http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/182432/e96762-final.pdf">http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/182432/e96762-final.pdf</a>	[5,6]
EPA	United States	Air quality index: a guide to air quality and your health	<a href="http://www.epa.gov/airnow/airnow_brochure_02_14.pdf">http://www.epa.gov/airnow/airnow_brochure_02_14.pdf</a>	[12,17-19]
CDC	United States	NIOSH pocket guide to chemical hazards	<a href="http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0480.html">http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0480.html</a>	
Ministry of the Environment	Japan	Environmental quality standards in Japan: air quality	<a href="http://www.env.go.jp/en/air/air/air.html">http://www.env.go.jp/en/air/air/air.html</a>	
EEA	European Union	Air quality in Europe: 2013 report	<a href="http://www.eea.europa.eu/">http://www.eea.europa.eu/</a>	[4]
AQEG	United Kingdom	Fine particulate matter (PM2.5) in the United Kingdom	<a href="http://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat11/1212141150_AQEG_Fine_Partuculate_Matter_in_the_UK.pdf">http://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat11/1212141150_AQEG_Fine_Partuculate_Matter_in_the_UK.pdf</a>	[16]
COMEAP	United Kingdom	Particulate air pollution: health effects of exposure	<a href="https://www.gov.uk/government/groups/committee-on-the-medical-effects-of-air-pollutants-comeap">https://www.gov.uk/government/groups/committee-on-the-medical-effects-of-air-pollutants-comeap</a>	[13]
Ministry of Environment	New Zealand	National environmental standards for air quality	<a href="https://www.mfe.govt.nz/laws/standards/air-quality/index.html">https://www.mfe.govt.nz/laws/standards/air-quality/index.html</a>	
NEPM	Australia	Public statement on the development of the national plan for clean air	<a href="http://www.scew.gov.au/nepms/ambient-air-quality">http://www.scew.gov.au/nepms/ambient-air-quality</a>	[14]
Environmental Canada	Canada	Air quality health index	<a href="http://www.ec.gc.ca/cas-aqhi/default.asp?Lang=En">http://www.ec.gc.ca/cas-aqhi/default.asp?Lang=En</a>	[15]

WHO, World Health Organization; EPA, Environmental Protection Agency; CDC, Centers for Disease Control and Prevention; NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health; EEA, European Environment Agency; AQEG, Air Quality Expert Group; COMEAP, Committee on the Medical Effects of Air Pollutants; NEPM, National Environment Protection Council.

점을 주의하여야 하는지에 대한 행동지침을 알려주고 있다.

미국은 1968년부터 환경보호국(Environmental Protection Agency)에서 개발한 AQI를 운영하고 있으며, 4가지 대기 오염물질(오존, 미세먼지, 일산화탄소, 이산화황) 농도로부터 산출한 해당 지역의 공기질을 수치화한 지역별 AQI를 웹사이트를 통해 공지하고, AQI가 100 이상인 경우에는 이메일, 스마트폰 앱, 또는 방송매체를 통해 경고하고 있다 [12]. 또한, AQI를 6단계로 구분하여 색깔 별로 건강피해 위험등급을 제시하고 있으며, 특히 미세먼지의 오염정도에 따라 어떤 사람이 주의가 필요한지, 어떠한 행동을 취하여야 하는지에 대한 AQI에 따른 행동지침(Air quality guide for particle pollution)을 제작하여 온라인과 리플렛을 만들어 보급하고 있다[12]. 영국은 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub> 대기 농도에 따라 행동 지침을 권고하고 있으며, 대기 중 PM<sub>2.5</sub> 54 µg/m<sup>3</sup>/day 또는 PM<sub>10</sub> 76 µg/m<sup>3</sup>/day 이상인 경우 야외활동을 삼가 할 것을 권고하고 있다[13]. 호주, 캐나다, 홍콩의 경우에도 자체적으로 개발한 공기 질 지수에 따른 행동 지침을 권고하고

있다[14,15,20]. 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서는 “WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide”을 제작하여 미세먼지에 대한 공기질 관리 표준목표로 PM<sub>2.5</sub>는 연평균 10 µg/m<sup>3</sup>, 일평균 25 µg/m<sup>3</sup>미만, PM<sub>10</sub>은 연평균 20 µg/m<sup>3</sup>, 일평균 50 µg/m<sup>3</sup> 미만을 제시하고 있다[5]. 국내에서도 미세먼지에 대한 공기질 관리 표준목표로 PM<sub>2.5</sub>는 연평균 25 µg/m<sup>3</sup>, 일평균 50 µg/m<sup>3</sup> 미만으로 관리하기 위해 노력하고 있으며, 환경부에서는 전국의 대기오염 측정망에서 측정되는 아황산가스, 일산화탄소, 이산화질소, 오존, 미세먼지 등 대기오염도 자료를 수집·관리하는 국가대기오염정보관리시스템을 구축하여 정보를 제공하며, 전국 97개 시, 군에 설치된 311개의 도시대기 측정망, 도로변대기 측정망, 국가배경 측정망, 교외대기 측정망에서 측정된 5개 대기환경기준물질의 측정 자료를 다양한 형태로 표출하여 국민들에게 실시간으로 제공하는 “에어코리아(www.airkorea.or.kr)”를 운영하고 있다. 이와 별도로 “한국 대기질 예보시

**Table 2.** The national and international air quality index and website

	Components of air quality	Level of air quality	Websites
United States	O <sub>3</sub> , PM, CO, SO <sub>2</sub>	Green: 0-50 Yellow: 51-100 Orange: 101-150 Red: 151-200 Purple: 201-300 Maroon: 301-500	<a href="http://www.airnow.gov/">http://www.airnow.gov/</a>
United Kingdom	O <sub>3</sub> , PM, CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>	Low: 1-3 Moderate: 4-6 High: 7-9 Very high: 10	<a href="http://uk-air.defra.gov.uk/">http://uk-air.defra.gov.uk/</a>
Canada	O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>	Very low: 0/25 Low: 25/50 Medium: 50/75 High: 75/100 Very high: above 100	<a href="http://www.ec.gc.ca/cas-aqhi/">http://www.ec.gc.ca/cas-aqhi/</a>
Europe	O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub>	Low: 1-3 Moderate: 4-6 High: 7-9 Very high: above 10	<a href="http://www.citeair.eu">http://www.citeair.eu</a>
Hong Kong	O <sub>3</sub> , PM, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>	Low: 1-3 Medium: 4-6 High: 7 Very high: 8-10 Serious: above 10	<a href="http://www.epd-asg.gov.hk/tc.html">http://www.epd-asg.gov.hk/tc.html</a>
South Korea	Sulphur dioxide, CO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM	Good: 0-50 Moderate: 51-100 Unhealthy: 101-250 Very unhealthy: above 251	<a href="http://www.airkorea.or.kr">http://www.airkorea.or.kr</a>

스텝(www.kaq.or.kr)”도 운영되고 있다. 따라서 천식 환자를 포함하여 미세먼지에 민감한 고위험군은 미세먼지 또는 공기질에 대한 정보에 친숙하여야 하고, 이를 규칙적으로 확인하는 게 필요하다.

해외 미세먼지 예방 및 권고지침의 공통적인 내용은 1) 온라인이나 미디어를 통해 AQI를 항상 확인하고, 공기질 정도에 따라 야외활동을 피하고 및 육체활동을 관리할 것을 강조하고 있으며, 특히 교통량이 많은 지역을 피할 것을 권고하고 있고, 2) 대기 중 미세먼지가 높을 때 실내공기의 미세먼지 농도도 높아질 수 있으므로 실내에서는 반드시 금연하고, 나무 스토브나 벽난로 사용을 피하고 실내에서 양초 등을 피우지 말 것, 3) 미세먼지 저감기능이 있는 공기청정기 또는 high efficiency particulate air (HEPA) 필터 사용을 권고하고 있다[12-17,20]. 특히 천식환자에 대해서는 대기오염이 심각할 경우 개인별 행동지침을 따를 것을 강조하고 있다

[17]. 개인별 행동지침에 따라 천식환자는 일반인보다 미세먼지 또는 대기오염에 취약하므로 AQI에 따라 야외활동을 피하고, 특히 교통량이 많은 지역을 피할 것을 권고하고 있다. 만약 숨참, 기침, 호흡곤란 등의 천식 증상이 나타나면 속효성 증상완화제를 사용하고 안정을 취해야 하며, 증상이 지속된다면 반드시 병원을 방문하여 의사의 지시를 따를 것을 강조하고 있다 [14,15,20].

소아의 경우 학교에서 많은 시간을 보내는 소아 천식환자를 위해 학교생활 권고지침을 제정하여 특별히 관리하고 있었다. 미국의 환경보호국에서는 천식환자의 학교생활지침을 개발하여, 특히 실내 미세먼지의 관리가 중요함을 강조하고 있으며[17], “school flag” 프로그램을 통해 천식환자뿐만 아니라 선생님과 보호자들의 교육에 힘쓰고 있다. 대기 중 미세먼지 농도가

높을 경우 실외활동을 자제하고, 실내놀이활동으로 대체할 것을 권고하고 있으며, 호흡기 증상 발생 여부를 신중하게 관찰할 것을 강조하고 있다[18]. 아이들을 대상으로는 녹색, 노랑색, 오렌지색, 붉은색, 보라색 5가지 색 깃발 단계에 따라 오렌지색부터는 소아 천식환자의 실외활동에 주의를 요하며, 속효성 증상완화제를 소지하고, 호흡기 증상이 생기면 즉시 선생님에게 말할 것을 교육하고 있다[19].

### 미세먼지 노출 저감 방안과 효과(마스크와 공기 청정기)

마스크 사용 시 분진을 걸러주는 능력의 기준을 분진포집 효율이라고 한다. 미국에서는 분진을 차단하는 능력을 확인하기 위해서 유분을 걸러내는 능력여부를 평가하고, 염화나

**Table 3.** Recommendation for using N95 mask

Recommendations for using N95 mask
N95 masks are recommended for individuals who undertake prolonged and strenuous work outdoors when air quality is in the very unhealthy range. N95 masks are also recommended for individuals who are outdoors when air quality is in the hazardous range
N95 masks are not needed for short exposure
N95 masks are also not needed in an indoor environment
Elderly people and people with lung or heart problems should stop using a N95 mask if they feel uncomfortable. Those with severe lung or heart problems who have difficulty breathing at rest or on exertion should not wear N95 masks. They should consult their doctor as to whether they should use the N95 mask.
Women in the 2nd and 3rd trimesters of pregnancy should not use the N95 mask for more than a short duration each time.
N95 masks are not certified for use in children, so children should try to stay indoors when air quality is poor.
N95 masks need to be fitted properly for each user. To check for proper fit, please check that the available mask is appropriately sized and covers the nose and mouth comfortably without leak.

트륨 또는 dioctylphthlate를 이용한 검사에서 필터의 효율이 95, 99, 100%를 넘을 때, N95, N99, N100 등의 분진마스크 등급판정을 받는다. 한국은 염화나트륨, 파라핀 오일 등의 입자로 평가하여, KF80(황사방지용 마스크), KF94(방역용 마스크) 및 KF99로 등급을 나누며, KF80과 KF94를 최근에는 보건용 마스크로 통칭한다. 마스크가 등급이 높을수록 필터의 섬유간격 등이 더 촘촘하고, 분진 제거효율이 높지만, 반면에, 호흡시에 외부공기를 필터를 통해 빨아들이는 힘(흡기저항)이 크게 되어, 호흡곤란을 느끼기도 한다. 따라서 폐기능이 약한 노약자나, 천식 또는 만성폐질환 환자 등의 경우 사용에 주의를 요한다[21]. 필터의 분진제거 기능이 좋다고, 반드시 분진노출을 다 막을 수 있는 것은 아니다. 일반적으로 적합한 마스크를 선택하였다 하더라도 마스크를 제대로 착용하지 못하면 분진이 호흡기로 흡입될 수 있다. 가장 흔한 분진누출 상황은 얼굴 밀착이 되지 않은 경우이다. 주로, 마스크와 코 부위, 턱 부위, 입 옆 부위 등에서 가장 많이 분진누출이 발생하며, 시판되고 있는 귀걸이형 분진 마스크는 입 주변이 얼굴에 밀착되지 않는 경우 대부분의 분진이 양측 입 옆 부위로 마스크 내부 공간으로 들어온다. 또한 장시간 마스크 사용 시 얼굴과 밀착시켜주는 탄력밴드의 인장도가 떨어질 경우 얼굴과 마스크간의 밀착력이 떨어져, 분진의 누출이 발생되어 마스크의 착용효과를 저해시킨다.

따라서 제대로 된 마스크 착용법을 교육하는 것이 중요하다. 보건용 마스크 착용에 대한 해외 권고의 예는 Table 3과 같다[22]. 중증 천식환자 또는 증상이 있는 천식환자의 많은 경우에서 폐기능이 감소해 있는 경우가 많다. 따라서 마스크를 착용하지 않더라도 호흡저항이 있는 상황에서는 심한 호흡곤란을 겪을 수 있다. 따라서 마스크 사용은 마스크를 쓰고도 호흡에 지장이 없는 환자에 국한하여야 한다.

공기청정기는 세균, 바이러스, 곰팡이 등의 생물학적인 유해요인 제거, 입자 형태 또는 섬유형태의 분진 제거, 유기용제 및 화학물질의 독성 중화 목적으로 사용하며, 각각의 목적에 따라 사용하는 필터가 다르므로 해당 목적에 적합한 공기청정기를 사용하는 것이 가장 중요하다[23]. 특히, 미세먼지 저감을 위해서라면 분진 제거용 공기청정기의 사용을 추천하며, 미세먼지 농도가 높은 날에는 밀폐된 실내에도 외부에서 공기가 들어와 실내 미세먼지 농도가 높아질 수 있다. 따라서 미세먼지 농도가 높은 날에는 HEPA 필터 등이 장착된 공기청정기 사용이 필요하며, 공기청정기에 부착된 필터의 주기적 교체 등 적절한 관리가 필요하다[24]. 단, 외부와의 공기가 순환되는 상황 즉, 창문이 열려 있거나, 문이 열려 있을 경우에는 공기청정기의 효과가 떨어진다. 마스크와 공기청정기는 미세먼지 저감효과가 기대되며 실제로 많이 사용되고 있으나, 저감을 통한 예방효과 및 개선에 대해서는 아직 임상 근거가 부족한 실정이다.

### 황사 건강피해 예방 및 권고지침 개발

황사에 단기간 노출 시 상기도와 하기도 호흡기 증상, 눈 증상 및 피부 증상 등이 유발되고, 천식환자에서는 천식 증상과 폐기능의 악화를 일으키고 입원이 증가한다[25,26]. 그러나 미세먼지와 달리 황사는 장기간 나타나는 현상이 아니라서, 황사가 천식환자의 건강에 미치는 영향에 대한 연구는 제한적이며, 지역적으로 발생 현상이 다르기 때문에 국외에 황사 또는 먼지 발생과 관련한 대응방안 또는 먼지 발생 저감대책 이외의 개별 환자별 권고안은 없는 상태이다. 따라서 미세먼지와 별도로 황사 관련한 천식환자 대상 권고지침을

마련하기에는 근거와 자료가 부족하기 때문에 미세먼지에 의한 권고지침을 준용하여 적용하도록 하였다.

## 요약 및 권고지침 작성 과정 중 나타난 문제점

미세먼지의 건강 위해 영향은 이미 널리 알려진 사실로, 본 연구에서는 미세먼지로 인한 건강 피해를 예방하고 감소시키기 위하여 실제적으로 환자에게 도움이 되는 근거중심의 대응방안 또는 권고지침을 개발하고자 하였다. 그러나 문헌고찰 결과 천식환자에서 미세먼지 증가 시 과학적으로 증명된 대응 방안은 거의 없음을 확인하였다. 즉, 기관지 천식환자를 대상으로 미세먼지나 대기오염 증가 시 적극적인 중재를 통한 구체적인 대응 방안 및 그 효과를 살펴본 연구보고는 없었으며, 공기청정기 사용으로 실내먼지가 감소할 수는 있으나, 환자가 공기청정기를 실제 사용하는 것이 임상적으로 도움이 되는 지에 대한 연구보고는 없었다. 또한 심한 천식환자에서는 마스크 사용이 오히려 호흡곤란 악화를 일으킬 수도 있어 환자들에게 어느 정도 수준에서 마스크를 사용하도록 권고하는 게 도움이 될지 과학적인 근거가 부족하였다. 해외지침을 분석한 결과 대부분의 지침 또는 권고는 미세먼지 농도뿐만 아니라 오존, 이산화질소 농도 등 공기질 전체적인 관점에서 관리하고 있었다. 현재 우리나라 환경부에서도 미세먼지 농도에 따른 예보제를 시행하고 있으나, 향후에는 미세먼지뿐만 아니라 공기질 전체적인 관점에서 관리를 하고 예보제를 시행해야 할 것으로 판단된다.

천식환자에서 미세먼지에 의한 건강영향을 줄이려면 미세먼지 노출을 줄이는 것이 가장 중요하여, 미세먼지가 언제 높을지 미리 확인하여 필요한 경우 외출이나 실외활동을 자제하도록 하였으며, 실내 미세먼지를 줄이기 위하여 외출 후 실내로 들어온 후 세면을 하고 손발을 씻도록 명시하였다. 또한 미세먼지 저감 기능이 있는 공기청정기 등의 사용도 고려하도록 하였으나, 공기청정기나 환풍기 등을 효과적으로 사용하기 위해서는 주기적인 필터 교환 등 관리가 중요함을 함께 설명하였다. 마스크 사용 여부를 권고지침에 포함시

킬 지에 대한 검토가 많았으며, 적절한 마스크 사용으로 미세먼지의 노출은 감소시킬 수 있고, 미세먼지가 높아지는 겨울철이 호흡기 감염으로 인하여 천식 악화가 우려되는 시기이므로 마스크를 적절히 사용하도록 하였다. 단, 환자의 상태에 따라 중증환자에서는 오히려 마스크 사용이 도움이 되지 않을 수 있으므로 마스크 사용 여부는 담당 의사와 상의 후 결정하도록 하였으며, 마스크 사용이 도움이 되기 위해서는 적절하게 마스크를 사용하도록 교육하는 것이 가장 중요할 것이다.

권고지침 개발과 관련하여 고위험군 집단인 천식환자들이 미세먼지가 증가하는 경우 선제적으로 치료약물을 올림으로써 천식악화를 예방할 수 있을 지가 중요한 검토사항이었다. 그러나 현재까지의 문헌고찰 결과, 미세먼지 또는 대기오염이 심해지는 경우 미리 약물치료 단계를 바꿈으로써 임상적인 효과를 보인다는 보고는 없었다. 이러한 상황에서 약물치료 단계의 변화를 권고지침에 포함하는 경우 환자들이 증상악화의 경우에도 의료기관을 방문하지 않고 자가 조절에 치중함으로써 오히려 천식악화를 일으킬 가능성이 커 지침에는 이러한 내용을 포함하지 않았다. 이상의 사항을 고려하여 성인 및 소아 환자들이 쉽게 이해할 수 있도록 행동요령을 담은 권고지침을 개발하였다. 그러나 앞에서 설명한 바와 같이 현재까지 이루어진 연구로는 지침에 포함된 사항의 임상적 효과가 증명된 것이 아니기 때문에 향후 전향적 연구를 통하여 근거를 확립한 상태에서 보다 구체적이고 객관적인 대응 방안을 마련할 필요가 있다.

## 결론

본 연구에서는 문헌고찰과 국내외 지침을 검토 분석하여 성인과 소아 천식환자용 권고지침을 개발하였다. 그러나 본 연구에서 작성한 지침의 세부 내용도 과학적 근거가 명확한 내용만 포함된 것은 아니며, 향후 우리나라 환자에서 실제로 어떤 중재적인 노력이 도움이 되는 지에 대한 전향적인 연구를 바탕으로 보다 구체적이고 실제적인 지침 작성이 필요하다.

## Acknowledgement

This research was supported by funds (2014ER270100) from the Research of Korea Centers for Disease Control and Prevention.

**찾아보기말:** 미세먼지; 황사; 천식; 권고지침; 예방

## ORCID

Hyeon-Jong Yang, <http://orcid.org/0000-0002-7287-4300>

Sang-Heon Kim, <http://orcid.org/0000-0001-8398-4444>

An-Soo Jang, <http://orcid.org/0000-0001-5343-023X>

Sang-Hoon Kim, <http://orcid.org/0000-0002-4105-0552>

Woo-Jung Song, <http://orcid.org/0000-0002-4630-9922>

Tae-Bum Kim, <http://orcid.org/0000-0001-5663-0640>

Young-Min Ye, <http://orcid.org/0000-0002-7517-1715>

Young Yoo, <http://orcid.org/0000-0002-6809-6737>

Jinho Yu, <http://orcid.org/0000-0002-1226-8077>

Jong-Seo Yoon, <http://orcid.org/0000-0002-5782-6175>

Hye Mi Jee, <http://orcid.org/0000-0003-0128-065X>

Dong In Suh, <http://orcid.org/0000-0002-7817-8728>

Cheol-Woo Kim, <http://orcid.org/0000-0003-4306-1367>

## REFERENCES

1. Oh IH, Yoon SJ, Kim EJ. The burden of disease in Korea. *J Korean Med Assoc* 2011;54:646-652.
2. Son JY, Lee JT, Park YH, Bell ML. Short-term effects of air pollution on hospital admissions in Korea. *Epidemiology* 2013; 24:545-554.
3. Pagan I, Costa DL, McGee JK, Richards JH, Dye JA. Metals mimic airway epithelial injury induced by in vitro exposure to Utah Valley ambient particulate matter extracts. *J Toxicol Environ Health A* 2003;66:1087-1112.
4. Karakatsani A, Analitis A, Perifanou D, Ayres JG, Harrison RM, Kotronarou A, Kavouras IG, Pekkanen J, Hameri K, Kos GP, de Hartog JJ, Hoek G, Katsouyanni K. Particulate matter air pollution and respiratory symptoms in individuals having either asthma or chronic obstructive pulmonary disease: a European multicentre panel study. *Environ Health* 2012;11:75.
5. World Health Organization. WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2005 [cited 2014 Aug 18]. Available from: [http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf).
6. World Health Organization Regional Office for Europe. Review of evidence on health aspects of air pollution: REVIHAAP [Internet]. Bonn: World Health Organization Regional Office for Europe; 2013 [cited 2014 Aug 18]. Available from: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0020/182432/e96762-final.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/182432/e96762-final.pdf).
7. Tecer LH, Alagha O, Karaca F, Tuncel G, Eldes N. Particulate matter (PM(2.5), PM(10-2.5), and PM(10)) and children's hospital admissions for asthma and respiratory diseases: a bidirectional case-crossover study. *J Toxicol Environ Health A* 2008;71:512-520.
8. Wisnivesky JP, Teitelbaum SL, Todd AC, Boffetta P, Crane M, Crowley L, de la Hoz RE, Dellenbaugh C, Harrison D, Herbert R, Kim H, Jeon Y, Kaplan J, Katz C, Levin S, Luft B, Markowitz S, Moline JM, Ozbay F, Pietrzak RH, Shapiro M, Sharma V, Skloot G, Southwick S, Stevenson LA, Udasin I, Wallenstein S, Landrigan PJ. Persistence of multiple illnesses in World Trade Center rescue and recovery workers: a cohort study. *Lancet* 2011;378:888-897.
9. Merrifield A, Schindeler S, Jalaludin B, Smith W. Health effects of the September 2009 dust storm in Sydney, Australia: did emergency department visits and hospital admissions increase? *Environ Health* 2013;12:32.
10. Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, Vora H, Thomas D, Berhane K, McConnell R, Kuenzli N, Lurmann F, Rappaport E, Margolis H, Bates D, Peters J. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *N Engl J Med* 2004;351: 1057-1067.
11. Brauer M, Hoek G, Smit HA, de Jongste JC, Gerritsen J, Postma DS, Kerkhof M, Brunekreef B. Air pollution and development of asthma, allergy and infections in a birth cohort. *Eur Respir J* 2007;29:879-888.
12. United States Environmental Protection Agency. Air quality index: a guide to air quality and your health [Internet]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency; 2014 [cited 2014 Aug 18]. Available from: [http://www.epa.gov/airnow/aqi\\_brochure\\_02\\_14.pdf](http://www.epa.gov/airnow/aqi_brochure_02_14.pdf).
13. Committee on the Medical Effects of Air Pollutants. Review of the UK air quality index: a report by the Committee on the Medical Effects of Air Pollutants [Internet]. [place unknown]: Health Protection Agency; 2011 [cited 2014 Aug 18]. Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/comeap-review-of-the-uk-air-quality-index>.
14. National Environment Protection Council. National environment protection (ambient air quality) measure review [Internet]. Canberra: National Environment Protection Council; 2011 [cited 2014 Aug 18]. Available from: <http://www.scew.gov.au/system/files/resources/3405e986-afe9-bdb4-5d2c-383f3ea1e911/files/aaq-review-report-2011.pdf>.
15. Environment Canada. Air quality health index [Internet]. Ottawa: Environment Canada; 2005 [cited 2014 Aug 18]. Available from: <http://www.ec.gc.ca/cas-aqhi/default.asp?Lang=En>.
16. Air Quality Expert Group. Fine particulate matter (PM2.5) in the United Kingdom [Internet]. [place unknown]: Air Quality Expert Group; 2012 [cited 2014 Aug 18]. Available from: [http://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat11/1212141150\\_AQEG\\_Fine\\_Particulate\\_Matter\\_in\\_the\\_UK.pdf](http://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat11/1212141150_AQEG_Fine_Particulate_Matter_in_the_UK.pdf).

17. United States Environmental Protection Agency. Managing asthma in the school environment [Internet]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency; 2010 [cited 2014 Aug 18]. Available from: <http://www2.epa.gov/asthma/mana-ging-asthma-school-environment>.
18. AirNow. Air Quality Index for kids teacher's reference page [Internet]. Bennington: AirNow; 2014 [cited 2015 Feb 16]. Available from: <http://cfpub.epa.gov/airnow/index.cfm?action=aqikids.teachers>.
19. United States Environmental Protection Agency. Why is coco orange? [Internet]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency; 2010 [cited 2014 Aug 18]. Available from: <http://www.epa.gov/airnow/picturebook/cocos-orange-day.pdf>.
20. Environmental Protection Department. Air quality health index [Internet]. Hong Kong: GovHK; 2013 [cited 2014 Aug 18]. Available from: <http://www.gov.hk/en/residents/environment/air/aqhi.htm>.
21. Sinkule EJ, Powell JB, Goss FL. Evaluation of N95 respirator use with a surgical mask cover: effects on breathing resistance and inhaled carbon dioxide. *Ann Occup Hyg* 2013;57:384-398.
22. Singapore Ministry Of Health. Frequently asked questions (FAQs) on haze [Internet]. Singapore: Singapore Ministry Of Health; 2013 [cited 2014 Aug 18]. Available from: [https://www.moh.gov.sg/content/moh\\_web/home/pressRoom/Current\\_Issues/2014/haze/frequently-asked-questions--faqs--on-haze-and-your-health.html](https://www.moh.gov.sg/content/moh_web/home/pressRoom/Current_Issues/2014/haze/frequently-asked-questions--faqs--on-haze-and-your-health.html).
23. Paulin LM, Diette GB, Scott M, McCormack MC, Matsui EC, Curtin-Brosnan J, Williams DL, Kidd-Taylor A, Shea M, Breyse PN, Hansel NN. Home interventions are effective at decreasing indoor nitrogen dioxide concentrations. *Indoor Air* 2014;24:416-424.
24. Levy JI, Clougherty JE, Baxter LK, Houseman EA, Paciorek CJ; HEI Health Review Committee. Evaluating heterogeneity in indoor and outdoor air pollution using land-use regression and constrained factor analysis. *Res Rep Health Eff Inst* 2010; (152):5-80.
25. Park JW, Lim YH, Kyung SY, An CH, Lee SP, Jeong SH, Ju YS. Effects of ambient particulate matter on peak expiratory flow rates and respiratory symptoms of asthmatics during Asian dust periods in Korea. *Respirology* 2005;10:470-476.
26. Kanatani KT, Ito I, Al-Delaimy WK, Adachi Y, Mathews WC, Ramsdell JW; Toyama Asian Desert Dust and Asthma Study Team. Desert dust exposure is associated with increased risk of asthma hospitalization in children. *Am J Respir Crit Care Med* 2010;182:1475-1481.

### Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 국민건강의 유해요인으로 사회적 관심이 높은 미세먼지/황사에 의한 소아와 성인의 천식발생 과 증상악화 예방에 대한 권고지침을 근거중심으로 개발하여 기술하였다. 권고지침은 평상시 소아와 성인 천식 환자의 오염된 대기노출에의 노출 예방에 대한 상세하고 실제적인 행동지침 뿐만이 아니라 미세먼지 증가에 대한 대처방법을 소아와 성인 각각에서 구체적으로 설명하고 있다. 본 논문에서 제시한 권고지침은 진료일선에서 알레르기과 천식환자를 진료하는 임상 의사에게 정확한 근거를 기반으로 한 교육자료로 활용할 수 있는 지침을 제공하였는데 큰 의의가 있으며 아울러 정부의 대책 및 정책 수립에 방향을 제시할 수 있는 자료로 활용할 수 있다는 점에서 또한 의의가 있는 논문이라 생각한다.

[정리: 편집위원회]



**Appendix 1.** Guideline for the prevention and management of particulate matter/yellow dust-induced adverse health effects on the adult with bronchial asthma

**1. 미세먼지 이래서 위험합니다.**

- 1) 미세먼지는 입자의 크기가 매우 작은 대기오염물질로 사람이 들이마시면 다양한 건강피해가 나타날 수 있습니다.
- 2) 미세먼지는 천식환자에게 기침, 쌕쌕거림, 호흡곤란 등과 같은 천식 증상을 유발하며, 폐기능을 저하시킬 수 있습니다.
- 3) 심한 경우에는 천식 발작을 일으켜 응급실 방문이나 입원 치료를 증가 시킵니다 (천식 악화 20-30% 증가).

**2. 천식환자는 평상시 이렇게 하세요.**

- 1) 대기환경정보 홈페이지(www.airkorea.or.kr)를 통해 미세먼지 현황을 확인하세요.
- 2) 미세먼지 예보등급이 '나쁨' 또는 '매우 나쁨'일 경우는 물론이며, '보통'일지라도 몸의 상태가 좋지 않은 경우는 주의하셔야 합니다.
- 3) 천식에 대한 적절한 치료를 잘 유지해야 합니다.
- 4) 실외에서는
  - 미세먼지 예보등급이 '나쁨' 또는 '매우 나쁨'이면 외출이나 실외 운동을 삼가 하세요.
  - 도로나 공장 등 미세먼지 농도가 높은 장소나 출퇴근 시간 등 미세먼지 농도가 높은 시간에는 가급적 외부활동을 줄이세요.
  - 외부활동을 꼭 해야 하면 가급적 짧게 하고 덜 힘든 방법을 선택하세요. (예, 달리기→걷기)
  - 교통량이 많은 지역에서의 이동을 자제하세요.
  - 불필요한 차량이동을 자제하세요. 꼭 해야 하는 경우에는 최적의 차량 여과시스템을 유지하고 창문을 닫고 차량 내 공기를 환기시켜 줍니다.
- 5) 실내에서는
  - 외출 후 실내에 들어오면 손, 발, 얼굴 등을 깨끗이 씻으세요.
  - 미세먼지 농도가 높지 않을 때는 가급적 자주 환기를 하세요.
  - 미세먼지를 증가시키는 흡연을 삼가시고 간접흡연도 피하세요.
  - 음식을 조리할 때에는 초미세먼지가 급증하므로, 환풍기를 작동시키거나 환기를 더 자주 하세요.
  - 미세먼지 저감효과가 있는 것으로 알려진 공기청정기 사용이 도움이 될 수 있습니다.
  - 환풍기와 공기청정기는 주기적으로 청소 또는 필터교체 등의 관리를 해주세요.

**3. 미세먼지가 증가하면 특히 이런 방법으로 주의하세요.**

- 1) 실외활동을 제한하며, 창문을 닫고 주로 실내에서 지내세요.
- 2) 부득이 외출을 해야 할 경우에는 얼굴에 맞는 보건용 마스크를 착용하세요. 보건용 마스크의 사용은 의사와 상의한 후 착용하여야 하며, 올바른 사용법을 익히고 사용하되, 마스크 착용 후 호흡곤란, 두통 등과 같은 불편감이 느껴지면 바로 벗으세요.
- 3) 기침·호흡곤란·쌕쌕거림 등의 천식증상과 최대호기유속을 측정하여 천식수첩에 기록하세요.
- 4) 천식이 악화 되었을 때의 행동요령을 숙지하시고 필요시 의사와 상담하세요.
- 5) 평소와 하던 천식 유지 치료는 더욱 더 철저히 하세요.
- 6) 외출시에는 천식 증상완화제를 항상 가지고 다니세요.
- 7) 비염과 같은 동반질환이 있는 경우에는 미세먼지의 영향이 더 클 수 있으므로 의사와 상담하세요.
- 8) 미세먼지 농도가 높은 날 이후, 수일까지도 그 영향이 지속된다는 점을 알아 두세요.
- 9) 공기의 질이 좋은 장소와 시간대를 찾아서 꾸준히 운동하세요.
- 10) 독감예방접종을 매년 하세요. 천식관리에 도움이 됩니다.

**Appendix 2.** Guideline for the prevention and management of particulate matter/yellow dust-induced adverse health effects on the children with bronchial asthma

**1. 미세먼지 이래서 위험합니다.**

- 1) 미세먼지는 입자의 크기가 매우 작은 대기오염물질로 사람이 들이마시면 다양한 건강피해가 나타날 수 있습니다.
- 2) 미세먼지는 천식환자에게 기침, 쌉쌉거림, 호흡곤란 등과 같은 천식 증상을 유발하며, 폐기능을 저하시킬 수 있습니다.
- 3) 심한 경우에는 천식 발작을 일으켜 응급실 방문이나 입원 치료를 증가 시킵니다 (천식 악화 20~30% 증가).

**2. 천식환자는 평상시 이렇게 하세요.**

- 1) 미세먼지는 입자의 크기가 매우 작은 대기오염물질로 사람이 들이마시면 다양한 건강피해가 나타날 수 있습니다.
- 2) 미세먼지는 천식환자에게 기침, 쌉쌉거림, 호흡곤란 등과 같은 천식 증상을 유발하며, 폐기능을 저하시킬 수 있습니다.
- 3) 심한 경우에는 천식 발작을 일으켜 응급실 방문이나 입원 치료를 증가 시킵니다 (천식 악화 20~30% 증가).
- 4) 실내에서는
  - 외출 후 실내에 들어오면 손, 발, 얼굴 등을 깨끗이 씻으세요.
  - 미세먼지 농도가 높지 않을 때는 가급적 자주 환기를 하세요.
  - 미세먼지를 증가시키는 흡연을 삼가시고 간접흡연도 피하세요.
  - 음식을 조리할 때에는 초미세먼지가 급증하므로, 환풍기를 작동시키거나 환기를 더 자주 하세요.
  - 미세먼지 저감효과가 있는 것으로 알려진 공기청정기 사용이 도움이 될 수 있습니다.
  - 환풍기와 공기청정기는 주기적으로 청소 또는 필터교체 등의 관리를 하주세요.

**3. 미세먼지가 증가하면 특히 이런 방법으로 주의하세요.**

- 1) 실외활동을 제한하며, 창문을 닫고 주로 실내에서 지내세요.
- 2) 부득이 외출을 해야 할 경우에는 얼굴에 맞는 보건용 마스크를 착용하세요. 보건용 마스크의 사용은 의사와 상의한 후 착용하여야 하며, 올바른 사용법을 익히고 사용하되, 마스크 착용 후 호흡곤란, 두통 등과 같은 불편감이 느껴지면 바로 벗으세요.
- 3) 기침·호흡곤란·쌉쌉거림 등의 천식증상과 최대호기유속을 측정하여 천식수첩에 기록하세요.
- 4) 천식이 악화 되었을 때의 행동요령을 숙지하시고 필요시 의사와 상담하세요.
- 5) 평소와 하던 천식 유지 치료는 더욱 더 철저히 하세요.
- 6) 외출시에는 천식 증상완화제를 항상 가지고 다니세요.
- 7) 비염과 같은 동반질환이 있는 경우에는 미세먼지의 영향이 더 클 수 있으므로 의사와 상담하세요.
- 8) 미세먼지 농도가 높은 날 이후, 수일까지도 그 영향이 지속된다는 점을 알아 두세요.
- 9) 공기의 질이 좋은 장소와 시간대를 찾아서 꾸준히 운동하세요.
- 10) 독감예방접종을 매년 하세요. 천식관리에 도움이 됩니다..