

미세먼지/황사 건강피해 예방 및 권고지침: 호흡기질환

경선영^{1,2} · 김영삼^{1,3} · 김우진^{1,4} · 박무석^{1,3} · 송진우^{1,5} · 염호기^{1,6} · 윤형규^{1,7} · 이진국^{1,8} · 정성환^{1,2} | ¹미세먼지/황사 호흡기 질환 권고지침 개발위원회, ²가천의과대학교 길병원, ³연세대학교 의과대학 세브란스병원, ⁴강원대학교 의과대학, ⁵울산대학교 의과대학 서울아산병원, ⁶인제대학교 의과대학 서울백병원, ⁷가톨릭대학교 의과대학 여의도성모병원, ⁸가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 내과

Guideline for the prevention and management of particulate matter/Asian dust particle-induced adverse health effect on the patients with pulmonary diseases

Sun Young Kyung, MD^{1,2} · Young Sam Kim, MD^{1,3} · Woo Jin Kim, MD^{1,4} · Moo Suk Park, MD^{1,3} · Jin Woo Song, MD^{1,5} · Hokee Yum, MD^{1,6} · Hyoung Kyu Yoon, MD^{1,7} · Chin Kook Rhee, MD^{1,8} · Sung Hwan Jeong, MD^{1,2}

¹Guideline Development Committee for PM/ADP Exposure, Internal Medicine, ²Gil Medical Center, Gachon University, Incheon, ³Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, ⁴Kangwon National University School of Medicine, Chuncheon, ⁵Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, ⁶Seoul Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Seoul, ⁷Yeouido St. Mary's Hospital, the Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, ⁸Seoul St Mary's Hospital, the Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, Korea

The aim of this study was to develop guidelines for the prevention and management of particulate matter (PM)/Asian dust particle (ADP)-induced adverse effects in patients with pulmonary diseases. The guideline development committee reviewed the literature on particulate matter, ADP, and pulmonary diseases. In adults, exposure to particulate matter with a diameter of 10 μm or less (PM_{10}) induces a decline in lung function. PM exposure confers an increased risk of lung cancer, and PM_{10} is associated with increased hospital admission and mortality due to chronic obstructive pulmonary disease. ADP exposure is associated with increased hospital admission and emergency room visits due to chronic obstructive pulmonary disease exacerbation. Idiopathic pulmonary fibrosis exacerbation may also be induced by pollution, although the evidence for this is very weak. There is no published study on the proper prevention or management of the exacerbation of pulmonary diseases due to PM or ADP exposure. The preventive use of a facial mask with a filter in patients with pulmonary disease should be considered carefully because there have been no clinical study of the efficacy and adverse effects of masks in pulmonary diseases. The committee created guidelines based on a discussion of the peer-reviewed literature. The proper management of PM- and ADP-induced exacerbation of pulmonary disease and the efficacy of facial mask use should be evaluated in future studies.

Key Words: Air pollution; Particulate matter; Pulmonary disease

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

Corresponding author: Sung Hwan Jeong
E-mail: jsw@gjilhospital.com

© 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.

서론

미세먼지는 다양한 크기, 구성, 그리고 발생원을 가지고 있는 대기오염물질로, 공기 중의 총 부유분진 중 보통 직경 10 μm 이하의 먼지(particulate matter less than 10 μm in diameter, PM_{10})를 의미한다. 크기에 따라 2.5 μm 이하

의 먼지를 초미세먼지(particulate matter less than 2.5 μm in diameter, $\text{PM}_{2.5}$), 0.1 μm 이하의 먼지를 극미세먼지(particulate matter less than 0.1 μm in diameter, $\text{PM}_{0.1}$)라고 한다[1]. 미세먼지의 발생원은 크게 석탄이나 석유의 배기 가스 및 화석연료의 연소과정에서 배출되는 인위적인 발생원과 황사처럼 자연환경 자체에 의한 발생원으로 나눌 수 있다. 우리나라에서 발생하는 미세먼지의 구성은 30~50%가 중국에서 날아오며 여기에 국내에서 발생하는 대기오염물질들이 섞이면서 국내 미세먼지를 구성하는 것으로 알려져 있다. 국내 미세먼지 중에는 또한 자연발생적인 황사도 있는데 중국에서 발생하여 직경이 큰 입자들은 발원지에 머물지만 PM_{10} 을 비롯하여 입자가 작은 $\text{PM}_{2.5}$ 나 $\text{PM}_{0.1}$ 은 장거리 이동을 통해 국내로 넘어올 수 있다[2]. 이와 같이 국내 미세먼지는 국내외적 발생원을 갖고 있고, 특히 중국에서 발생하는 대기오염이 점차 심각해지는 상황에서 단기간의 노력으로 미세먼지를 효과적으로 줄이기는 어려운 상황이다.

미세먼지는 흡입이 가능한 크기로 허부 기관지 및 폐 실질까지 침착하여 호흡기계에 손상을 일으킬 수 있으며 대기 중의 미세먼지 농도가 높을수록 호흡기계 및 심혈관계 질환의 증상악화를 초래하고 본 질환의 유병률 및 사망률을 증가시킬 수 있다[3]. 세계보건기구에서는 미세먼지 노출에 의한 단기 및 장기 건강영향을 발표했는데, 단기적으로 폐 염증반응 및 호흡기증상의 증가와 약 사용 증가, 심혈관계 부정적 영향, 병원 입원 및 사망률 증가를 초래할 수 있으며, 장기적으로 미세먼지 노출 시에는 하기도 증상 증가, 어린이 폐기능 감소, 만성폐쇄성폐질환(chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 환자 증가, 성인 폐기능 감소속도 증가, 폐암 발생 증가가 있을 수 있다고 보고하였다[1]. 미세먼지가 기저 호흡기 질환을 악화시키는 기전은 활성산소 생성 증가를 통한 염증반응의 유발이 가장 대표적이며, 많은 연구에서 미세먼지에 의한 염증성 사이토카인의 증가가 증명되었다[4,5]. 이러한 염증반응은 미세먼지의 크기가 작을수록, 중금속이나 내독소가 포함되어 있으면 더 심하게 나타나는 것으로 알려져 있다.

2005년 세계보건기구에서 제시한 미세먼지의 허용농도 기준은 PM_{10} 은 연간 평균농도 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하, 24시간 평균농도 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, $\text{PM}_{2.5}$ 는 연간 평균농도 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

이하, 24시간 평균농도 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이다. 2015년 현재 국내의 대기환경기준은 PM_{10} 은 연간 평균농도 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하, 24시간 평균농도 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이고, $\text{PM}_{2.5}$ 는 연간 평균농도 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하, 24시간 평균농도 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이다. 또한 미세먼지 예보제와 경보제를 실시하고 있는데, 일평균 PM_{10} 농도가 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 또는 $\text{PM}_{2.5}$ 농도가 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하는 경우 ‘대기질 나쁨’으로 경보가 발령되고, 실외활동 자제 및 황사마스크 착용 권고 등의 일반 수칙이 홍보되고 있다. 그러나 미세먼지 단기 노출만으로도 심각한 피해를 입을 수 있는 기저 만성 심혈관 또는 호흡기계 질환자들에 대한 예방 및 치료 권고 지침은 아직 구체적으로 국내에 없는 상태이다. 이에 본 연구에서 미세먼지/황사 발생 시 호흡기질환자에서 미세먼지에 의한 유해성을 감소시켜줄 수 있는 예방 및 치료 권고지침을 개발하고자 하였다.

미세먼지/황사와 호흡기질환

본 연구는 2014년 7월부터 2014년 11월까지 질병관리본부 학술연구용역과제로 수행되었다. 대한결핵및호흡기학회 산하 COPD연구회와 간질성폐질환(intersitial lung disease, ILD)연구회에서 미세먼지/황사 시 만성호흡기질환자 권고지침개발위원회를 구성하였고, 미세먼지/황사와 호흡기질환 관련 문헌고찰을 통해 미세먼지/황사가 폐기능 및 호흡기질환에 미치는 영향, 국내외 미세먼지 기준과 예방관리수칙, 미세먼지/황사 노출 시 호흡기질환의 치료에 관하여 조사하였다. 이 후 개발위원회의 논의와 공청회를 통해 미세먼지/황사 시 건강피해 예방 및 관리 권고지침(호흡기질환)을 만들었다.

1. 미세먼지와 폐기능

폐기능은 호흡기 건강의 지표로 출생 후 성인이 될 때까지 증가, 20대 중반까지 정체기를 거쳐 나이가 들면서 감소한다[6]. 대기오염 특히 미세먼지 노출은 폐기능 감소와 관련되어 있고, 성인에서는 폐기능 감소속도 증가를 유발한다[7-10]. 성인에서 미세먼지에 의한 폐기능 영향에 대한 대규모 코호트연구는 대표적으로 Adventist Health Study on Smog

(AHSMOG), Swiss Study on Air Pollution and Lung Disease in Adults (SAPALDIA), Air Pollution on Lung Function, Inflammation and Aging (SALIA) study가 있다[7-9]. 스위스 내 8개 지역의 18-60세 성인 9,651명을 11년간 추적, 관찰한 SAPALDIA 연구에서는 PM₁₀ 연간 평균 농도가 10 µg/m³ 증가 시 노력성폐활량(forced vital capacity, FVC)는 3.4%, 1초간노력성호기량(forced expiratory volume at one second, FEV₁)은 1.6% 감소하였고, 연구 기간 동안 PM₁₀ 농도가 감소하자, 폐기능(FEV₁, FEV₁/FVC, 노력성호기중간유량[mean forced expiratory flow during the middle half of the FVC]) 감소속도도 완화되었다[8]. 즉 대기오염이 개선되면 성인의 폐기능 감소 속도가 줄 수 있음을 알 수 있었다. 또한 7개 지역의 독일인을 대상으로 한 SALIA 연구에서 PM₁₀이 10 µg 증가 시 FEV₁은 4.7%, FVC는 3.4%, FEV₁/FVC는 1.1% 감소함을 보여주었다[9]. 장기간의 대기오염 노출이 폐기능에 부정적인 영향을 미치며, 환경조절을 통해 미세먼지 노출을 줄이면 폐기능 감소 속도도 줄일 수 있음을 알 수 있었다[10]. 그러나 가장 취약한 연령이 어느 때인지, 미세먼지 외에 각각의 대기오염 물질이 어떻게 기여하는지, 개인적 감수성(유전적 요인)에 관한 것은 아직 잘 알려져 있지 않아 향후 연구가 필요한 부분이다.

2. 미세먼지와 만성폐쇄성폐질환

COPD는 폐질환 중 미세먼지와와의 관련성에 관한 연구가 가장 많이 이루어진 만성호흡기질환 중 하나이다. 문헌검색을 통하여 미세먼지의 COPD에 대한 영향을 조사하였고, 데이터베이스, 검색식, 선정 및 제외기준을 통해 선정된 연구들을 통합하여 메타분석을 시행하였다.

1) 미세먼지와 만성폐쇄성폐질환 입원과의 연관성

미세먼지와 COPD 관련 연구논문들을 선정하였고, 전반적으로 PM₁₀의 농도가 증가됨에 따라 COPD 환자의 입원이 증가됨을 알 수 있었다[11-18]. 이러한 결과는 연구 기간을 1980년대, 1990년대, 2000년대 이후로 살펴보더라도 동일한 양상을 보였고, 65세 이상을 대상으로 한 연구에서나 모든 연령대 환자를 대상으로 한 연구에서나 큰 차이를 보이지 않았다. 메타분석 결과, PM₁₀ 농도가 10 µg/m³ 증가할수록 COPD

입원이 2.7% (95% confidence interval [CI], 1.9%-3.6%) 증가되고 odds ratio 값이 1.027 (95% CI, 1.019-1.036)이었다.

2) 미세먼지와 만성폐쇄성폐질환 사망과의 연관성

PM₁₀과 COPD 사망과의 연관성을 문헌고찰로 확인 분석하였다[19-23]. 각 문헌별로 약간의 차이는 보였으나, 전반적으로 PM₁₀의 농도가 증가됨에 따라 COPD 환자의 사망이 증가됨을 알 수 있었다. 이러한 결과는 연구기간을 1980년대, 1990년대, 2000년대 이후로 살펴보더라도 동일한 양상을 보였고, 65세 이상을 대상으로 한 연구에서나 모든 연령대 환자를 대상으로 한 연구에서나 큰 차이를 보이지 않았다. 메타분석 결과, PM₁₀ 농도가 10 µg/m³ 증가할수록 COPD 사망이 1.1% (95% CI, 0.8%-1.4%) 증가되고 odds ratio 값이 1.011 (95% CI, 1.008-1.014)이었다. 대기 PM₁₀ 농도 증가는 COPD 입원과 사망을 증가시킴을 확인할 수 있었다. 그러나 국내 COPD 환자들에서 미세먼지나 황사를 포함한 대기오염이 심할 때 악화에 대한 연구가 아직 없는 상태로 향후 국내 COPD 환자들의 현황에 대한 연구가 필요하다.

3) 미세먼지에 의한 만성폐쇄성폐질환 급성악화의 치료

문헌검색을 통하여 미세먼지에 의한 COPD 급성악화에서 약물을 중심으로 한 치료법에 대하여 근거를 조사하였다. 2014년 9월 31일까지 출판된 연구논문 중 원저, 미세먼지에 의한 COPD 급성악화 대상, 약물치료의 유효성을 본 연구는 찾을 수 없었다. 즉, 미세먼지에 의한 COPD 급성악화에서 약물치료에 대한 연구가 매우 부족하며, 근거에 따른 치료법의 권고는 할 수 없는 상태이다. 이는 앞서 언급한 국내 COPD 환자들에 대한 미세먼지와 COPD 급성악화의 현황에 대한 연구와 함께 이를 예방하거나 치료할 수 있는 약물치료에 대한 추가 연구도 필요할 것으로 생각된다. 현재로서는 미세먼지에 의한 COPD 급성악화 시 기존의 COPD 급성악화 치료기준에 준하여 치료하는 것으로 전문가 의견을 통해 결정하였다.

3. 미세먼지와 간질성폐질환

문헌검색을 통하여 미세먼지의 ILD에 대한 영향을 조사하였다. 2013년 12월 31일까지 출판된 연구결과 중 원저, ILD, 미세먼지, 악화, 입원 또는 사망으로 검색하였으나 적합한 연구를 선정할 수 없었다. 다만 최근에 국내 한 기관에서 진행

된 후향적 코호트연구를 통해 대기오염과 특발성 폐섬유화증 (idiopathic pulmonary fibrosis, IPF) 급성악화의 관련성을 연구한 결과가 있었는데, 대기오염물질 중 오존, 이산화질소의 농도가 6주 후 IPF 급성악화와 연관되어 있음을 보고하였다[24]. 그러나 본 연구에서 미세먼지 중 PM₁₀과 IPF의 급성악화는 연관성을 찾을 수 없었다. 관련 문헌을 조사한 결과 미세먼지에 의한 IPF를 포함한 ILD의 악화 또는 사망에 대한 명확한 근거는 찾을 수 없었다. 다만 IPF의 경우 미세먼지와 의 관련성은 찾지 못하였으나 전반적인 대기오염물질에 의해 악화될 수 있음이 이미 보고되었다. 이에 본 개발위원회는 호흡부전을 초래할 수 있는 중증 호흡기질환이면서, 급성악화 시 예후가 좋지 않은 IPF의 경우, 현재로서는 미세먼지에 의한 악화의 가능성이 명확치는 않으나 미세먼지에 취약한 민감한 호흡기질환자에 포함하는 것으로 결정하였다.

4. 미세먼지와 폐암

문헌검색을 통하여 미세먼지의 폐암 발생에 대한 영향을 조사하였다. 데이터베이스, 검색식, 선정 및 제외기준을 통해 선정된 연구들을 메타분석을 시행하였다[25–32]. 문헌마다 차이를 보이기는 하였으나, 전반적으로 PM_{2.5} 농도 증가와 폐암 발생과의 연관성을 관찰할 수 있었다. 지역별로 구분하여 보면 북미에서 시행된 연구에서 연관성이 더 뚜렷한 것을 볼 수 있었다. 모든 연구 결과들을 종합적으로 분석 해 보면 PM_{2.5}가 10 µg/m³ 증가 시 폐암의 발생 위험도는 1.09배 (95% CI, 1.04–1.14) 증가되었다.

전반적으로 PM₁₀ 농도 증가와 폐암 발생과의 연관성도 관찰할 수 있었으나, PM_{2.5}에 비하면 PM₁₀과 폐암 발생과의 연관성은 약간 약한 결과를 보였다. 지역별로 구분하여 보면 뉴질랜드에서 시행된 연구에서 연관성이 더 뚜렷한 것을 볼 수 있었으나, 연구 편수가 1편이어서 결론을 내리는데 주의를 기울여야 할 것이다. 모든 연구결과들을 종합적으로 분석 해 보면 PM₁₀이 10 µg/m³ 증가 시 폐암의 발생 위험도는 1.08배(95% CI, 1.00–1.17) 증가되었다.

문헌검색 및 분석결과에 의하면 미세먼지에 의해 폐암의 발생 위험도는 유의하게 증가하며, 이는 특히 초미세먼지, PM_{2.5}에서 두드러짐을 확인하였다. 이를 통해 보다 적극적으로 미세먼지

를 비롯한 대기 오염물질을 관리할 필요가 있음을 알 수 있었다.

5. 황사와 폐질환

황사는 자연발생적인 미세먼지의 한 형태로서 몽골과 중국의 사막지역에서 다량의 흙먼지가 공중으로 떠올라 바람을 타고 원거리 이동을 하면서 국내 대기에 유입된다[33]. 최근 황사가 더욱 문제가 되는 것은 황사의 이동경로가 중국을 지나면서 각종 중금속들과 질산 및 아황산가스 등 인체에 유해한 물질이 많이 포함되기 때문이다. 황사 발생 시 한 사람이 마시는 미세먼지는 보통 때의 3배를 넘고 각종 중금속농도 때에 따라 2–10배가량 많아진다. 또한 우리나라에 도달하는 황사의 구성 입자크기는 대개 2.5–10 µm이며, 이는 미세먼지에 의한 호흡기 영향을 황사를 통해서도 충분히 겪을 수 있다고 볼 수 있다[33]. 본 개발위원회는 황사 기간 중 실제로 호흡기질환자들에게 어떤 영향을 미치는지, 입원률 또는 사망위험률을 조사한 역학 연구를 중심으로 관련문헌을 검색하여 조사하였다[34–38]. 황사의 건강영향에 대한 기존의 연구결과들은 황사 시 급증하는 미세먼지의 건강 영향과 관련된 역학연구들이 보고되어 왔는데, 일반적인 미세먼지의 호흡기질환 사망률 영향과 달리 유의한 관련성을 보이지 않거나 미약한 효과를 보인다[34,36–38]. 이유는 황사현상에서 관측된 미세분진의 입자크기 분포의 차이에 기인한 것으로 추정되는데, 황사 시 관측되는 미세먼지의 크기가 주로 2.5–10 µm 사이가 많아서 상대적으로 PM_{2.5} 분율이 낮은 것이 한 요인으로 작용했을 가능성이 있다. 또한 황사발생 시 황사 경고 효과로 인하여 환자들이 황사 노출을 자제함으로써 호흡기질환 사망률에 큰 영향을 미치지 않는 결과를 초래했을 수도 있다[36,38]. 2001–2007년 서울에서 봄철 황사 발생기간에 응급실에 내원하는 환자를 분석한 결과, 황사 다음 날인 2일째에 COPD 환자의 응급실 방문 및 입원이 증가하였다[39].

전반적으로 황사 기간 동안 호흡기질환자가 약 20% 정도 증가하여 기관지천식 및 COPD, 기관지확장증 등 만성적인 호흡기질환 환자나 면역력이 약한 영유아와 노인은 각별한 주의가 요구된다. 또한 황사의 건강위해를 중재하는 방법의 하나로 알려진 예방행동을 보다 적극적으로 실시할 근거

를 제시하며 적극적인 홍보와 교육이 필요하고, 국가적인 차원의 정확한 황사에측 및 황사분진 감소 대책이 필요하다.

6. 미세먼지로부터 호흡기 보호에서 마스크의 효과

대기 미세먼지로부터 개인을 보호할 수 있는 가장 보편적이고 간단한 방법은 미세먼지 또는 가스 등을 여과해주는 마스크를 착용하는 것이다. 미세먼지로부터 호흡기를 보호할 수 있는 마스크는 방역용 마스크(N95 FFRs², KF94, KF99)가 보편적으로 알려져 있고, 국내의 특수한 자연적 대기오염의 한 형태인 황사시기에 그 필요성이 극대화되어 국내에서는 미세먼지 차단용 방진마스크의 변형 형태로 '황사용 마스크(KF80)'가 개발되어 보급되어 있다[40]. N95마스크(N95 FFRs²)는 산업 현장에서 미세먼지로부터 호흡기를 보호하는 기능이 있는 filtering facepiece respirators 중 가장 보편적으로 많이 사용되는 마스크이고, 호흡기 바이러스로부터 인체를 보호할 용도로 사용되어 병원 내 또는 일반인에게도 많이 알려져 있는 마스크이다[41]. 다양한 용도로 널리 사용되고 있는 N95 마스크는 이를 착용하고 장시간 일하는 산업현장 근로자들에게 호흡의 불편감과 같은 주관적 호소를 비롯하여 마스크 내에 밀폐된 공간으로 인하여 이산화탄소의 체내 축적, 흡입 산소농도 감소, 호흡 사강의 증가 등을 초래할 수 있다고 알려져 있다. 위와 같은 이유로 호흡곤란이 있을 수 있는 호흡기질환자들에게 마스크의 사용을 일반화하여 권고하는 것은 어려우며, 본 개발위원회는 호흡기질환자들에서 마스크의 효용성과 부작용을 연구한 관련 문헌을 조사하였다. 문헌고찰 결과 호흡기질환자에서 미세먼지에 대한 마스크의 효과를 연구한 내용은 찾아볼 수 없었다. 유일하게 중국 베이징의 한 기관에서 연속적으로 마스크 착용이 심혈관계질환에 미치는 영향을 조사하여 보고하였는데, 심혈관계질환자에서 filter기능이 있는 마스크는 미세먼지로 인한 심혈관계질환 위험도를 감소시킬 수 있음을 알 수 있었다[42].

결론적으로 미세먼지 농도가 높은 지역에서 여과기능을 갖춘 마스크(국내 시판되는 황사마스크 및 방역마스크)들은 미세먼지의 체내 유입을 막아 미세먼지로 인한 인체 유해성을 예방할 수 있을 것으로 생각된다. 특히 일반인뿐 아니라 심혈관계질환자들에게 권고할 수 있을 것으로 보인다. 그러나

폐기능이 약하여 호흡부전을 동반하고 있는 만성 호흡기질환자들(예, COPD stage 3-4)에게 안면부에 밀착되는 마스크의 사용은 환자의 호흡을 방해할 가능성이 있어 적극적 권고는 할 수 없으며 그 사용에 매우 신중할 필요가 있어, 추후 만성 호흡기질환자들을 대상으로 마스크의 효용성에 대한 연구가 필요하다.

7. 미세먼지에 의한 폐질환 악화 시 치료법

본 연구에서 미세먼지와 황사에 의해 COPD를 비롯한 호흡기질환이 악화될 수 있음을 확인하였다. 이어 본 개발위원회는 미세먼지에 의해 발생한 만성 호흡기질환의 급성악화에서 치료법에 대한 연구결과를 조사하고 권고안을 제시하고자 하였다. 그러나 COPD와 IPF를 비롯한 만성 호흡기질환이 미세먼지에 의해 악화된 경우 적절한 약물치료법에 대한 연구결과는 찾을 수 없었다. 추가 연구가 필요한 상황이며, 본 연구에서는 전문가 의견으로 기존의 COPD 또는 IPF 급성악화 치료지침에 준하는 것으로 결정하였다. 또한 일반적으로 미세먼지 및 황사로부터 호흡기를 보호하기 위해 권고되는 황사마스크 또는 방역용 마스크는 만성 호흡기질환자에서 유효성이 아직 규명된 바가 없고, 일부 폐기능이 약한 환자에서는 오히려 호흡곤란을 악화시킬 위험성이 있어 권고에 매우 신중할 필요가 있다.

결론

미세먼지 및 황사는 COPD 급성악화를 일으킬 수 있으며, 이는 응급실 방문, 입원 및 사망률 증가를 초래한다. 미세먼지는 아직 증명되지 않았으나 오존이나 이산화질소 같은 대기오염물질은 IPF 급성악화를 일으킬 수 있다. 또한 미세먼지는 폐암 발생 위험도를 높이며, 성인에서 폐기능 저하나 폐기능 감소 속도를 증가시킨다. 호흡기질환자는 미세먼지 및 황사에 취약한 민감한 사람들이며, 이에 대한 급성악화의 예방 또는 치료에 대하여 조사하였으나, 본 연구에서는 특별한 약물치료 연구결과는 찾을 수 없어 기존의 급성악화 시 치료 권고안에 따르기로 하였다.

본 연구에서 근거 중심의 완전한 권고안을 도출하지 못하였으나, 의료인과 환자를 대상으로 호흡기질환의 미세먼지/황사 건강피해 예방 및 치료에 대한 권고지침을 기존 연구 결과에 대한 분석과 개발위원회 전문가 논의를 통하여 도출하였다(Appendices 1,2).

또한 일반적으로 미세먼지 및 황사로부터 호흡기를 보호하기 위해 권고되는 황사마스크 또는 방역용 마스크는 일반인이나 심혈관질환자들에게 권고할 수 있겠으나 만성 호흡기질환자에서는 정확한 유효성이 아직 규명된 바가 없고, 일부 폐기능이 매우 감소한 환자에서는 오히려 호흡곤란을 악화시킬 위험성이 있어 권고에 신중할 필요가 있다. 본 개발위원회는 만성 호흡기질환자들의 미세먼지 영향에 대한 국내 현황에 대한 조사, 이에 따른 취약한 환자군을 규명하는 것, 마스크의 효과에 대한 추가 연구, 적절한 예방 또는 약물치료법에 대한 추가 연구 필요성을 함께 제시하는 바이다.

Acknowledgement

This study was funded by Centers for Disease Control and Prevention Research (2014-ER2702-00).

찾아보기말: 대기오염; 미세먼지; 호흡기질환

ORCID

Sun Young Kyung, <http://orcid.org/0000-0001-6822-1027>
 Young Sam Kim, <http://orcid.org/0000-0001-9656-8482>
 Woo Jin Kim, <http://orcid.org/0000-0003-2927-370X>
 Moo Suk Park, <http://orcid.org/0000-0003-0820-7615>
 Jin Woo Song, <http://orcid.org/0000-0001-5121-3522>
 Hokee Yum, <http://orcid.org/0000-0002-7929-0906>
 Hyoung Kyu Yoon, <http://orcid.org/0000-0003-4783-2077>
 Chin Kook Rhee, <http://orcid.org/0000-0003-4533-7937>
 Sung Hwan Jeong, <http://orcid.org/0000-0002-2182-8523>

REFERENCES

- World Health Organization. Air pollution including WHO's 1999 guidelines for air pollution control. Geneva: World Health Organization; 2000.
- Kwon HJ. Toxicity and health effects of Asian dust: a literature review. *J Korean Med Assoc* 2012;55:234-242.
- Pope CA 3rd, Ezzati M, Dockery DW. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. *N Engl J Med* 2009;360:376-386.
- Donaldson K, Stone V, Borm PJ, Jimenez LA, Gilmour PS, Schins RP, Knaapen AM, Rahman I, Faux SP, Brown DM, MacNee W. Oxidative stress and calcium signaling in the adverse effects of environmental particles (PM10). *Free Radic Biol Med* 2003;34:1369-1382.
- Lei YC, Chan CC, Wang PY, Lee CT, Cheng TJ. Effects of Asian dust event particles on inflammation markers in peripheral blood and bronchoalveolar lavage in pulmonary hypertensive rats. *Environ Res* 2004;95:71-76.
- Sin DD, Wu L, Man SF. The relationship between reduced lung function and cardiovascular mortality: a population-based study and a systematic review of the literature. *Chest* 2005;127:1952-1959.
- Abbey DE, Burchette RJ, Knutsen SF, McDonnell WF, Lebowitz MD, Enright PL. Long-term particulate and other air pollutants and lung function in nonsmokers. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:289-298.
- Downs SH, Schindler C, Liu LJ, Keidel D, Bayer-Oglesby L, Brutsche MH, Gerbase MW, Keller R, Künzli N, Leuenberger P, Probst-Hensch NM, Tschopp JM, Zellweger JP, Rochat T, Schwartz J, Ackermann-Liebrich U; SAPALDIA Team. Reduced exposure to PM10 and attenuated age-related decline in lung function. *N Engl J Med* 2007;357:2338-2347.
- Schikowski T, Sugiri D, Ranft U, Gehring U, Heinrich J, Wichmann HE, Kramer U. Long-term air pollution exposure and living close to busy roads are associated with COPD in women. *Respir Res* 2005;6:152.
- Avol EL, Gauderman WJ, Tan SM, London SJ, Peters JM. Respiratory effects of relocating to areas of differing air pollution levels. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:2067-2072.
- Chen L, Yang W, Jennison BL, Omaye ST. Air particulate pollution and hospital admissions for chronic obstructive pulmonary disease in Reno, Nevada. *Inhal Toxicol* 2000;12:281-298.
- Anderson HR, Bremner SA, Atkinson RW, Harrison RM, Walters S. Particulate matter and daily mortality and hospital admissions in the west midlands conurbation of the United Kingdom: associations with fine and coarse particles, black smoke and sulphate. *Occup Environ Med* 2001;58:504-510.
- Chen Y, Yang Q, Krewski D, Shi Y, Burnett RT, McGrail K. Influence of relatively low level of particulate air pollution on hospitalization for COPD in elderly people. *Inhal Toxicol* 2004;16:21-25.
- Medina-Ramon M, Zanobetti A, Schwartz J. The effect of ozone and PM10 on hospital admissions for pneumonia and chronic obstructive pulmonary disease: a national multicity study. *Am J Epidemiol* 2006;163:579-588.
- Lee IM, Tsai SS, Chang CC, Ho CK, Yang CY. Air pollution and hospital admissions for chronic obstructive pulmonary disease in a tropical city: Kaohsiung, Taiwan. *Inhal Toxicol* 2007;19:393-398.
- Yang CY, Chen CJ. Air pollution and hospital admissions for chronic obstructive pulmonary disease in a subtropical city: Taipei, Taiwan. *J Toxicol Environ Health A* 2007;70:1214-1219.

1. World Health Organization. Air pollution including WHO's 1999 guidelines for air pollution control. Geneva: World Health

17. Sauerzapf V, Jones AP, Cross J. Environmental factors and hospitalisation for chronic obstructive pulmonary disease in a rural county of England. *J Epidemiol Community Health* 2009;63:324-328.
18. Belleudi V, Faustini A, Stafoggia M, Cattani G, Marconi A, Perucci CA, Forastiere F. Impact of fine and ultrafine particles on emergency hospital admissions for cardiac and respiratory diseases. *Epidemiology* 2010;21:414-423.
19. Tellez-Rojo MM, Romieu I, Ruiz-Velasco S, Lezana MA, Hernandez-Avila MM. Daily respiratory mortality and PM10 pollution in Mexico City: importance of considering place of death. *Eur Respir J* 2000;16:391-396.
20. Sunyer J, Basagana X. Particles, and not gases, are associated with the risk of death in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Epidemiol* 2001;30:1138-1140.
21. Fischer P, Hoek G, Brunekreef B, Verhoeff A, van Wijnen J. Air pollution and mortality in The Netherlands: are the elderly more at risk? *Eur Respir J Suppl* 2003;40:34s-38s.
22. Bateson TF, Schwartz J. Who is sensitive to the effects of particulate air pollution on mortality? A case-crossover analysis of effect modifiers. *Epidemiology* 2004;15:143-149.
23. Fischer PH, Marra M, Ameling CB, Janssen N, Cassee FR. Trends in relative risk estimates for the association between air pollution and mortality in The Netherlands, 1992-2006. *Environ Res* 2011;111:94-100.
24. Johannson KA, Vittinghoff E, Lee K, Balmes JR, Ji W, Kaplan GG, Kim DS, Collard HR. Acute exacerbation of idiopathic pulmonary fibrosis associated with air pollution exposure. *Eur Respir J* 2014;43:1124-1131.
25. Beeson WL, Abbey DE, Knutsen SF. Long-term concentrations of ambient air pollutants and incident lung cancer in California adults: results from the AHSMOG study: adventist health study on smog. *Environ Health Perspect* 1998;106:813-822.
26. Pope CA 3rd, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002;287:1132-1141.
27. Jerrett M, Burnett RT, Beckerman BS, Turner MC, Krewski D, Thurston G, Martin RV, van Donkelaar A, Hughes E, Shi Y, Gapstur SM, Thun MJ, Pope CA 3rd. Spatial analysis of air pollution and mortality in California. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;188:593-599.
28. Hart JE, Garshick E, Dockery DW, Smith TJ, Ryan L, Laden F. Long-term ambient multipollutant exposures and mortality. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;183:73-78.
29. Hystad P, Demers PA, Johnson KC, Carpiano RM, Brauer M. Long-term residential exposure to air pollution and lung cancer risk. *Epidemiology* 2013;24:762-772.
30. Puett RC, Hart JE, Yanosky JD, Spiegelman D, Wang M, Fisher JA, Hong B, Laden F. Particulate matter air pollution exposure, distance to road, and incident lung cancer in the nurses' health study cohort. *Environ Health Perspect* 2014;122:926-932.
31. Carey IM, Atkinson RW, Kent AJ, van Staa T, Cook DG, Anderson HR. Mortality associations with long-term exposure to outdoor air pollution in a national English cohort. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;187:1226-1233.
32. Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Beelen R, Samoli E, Stafoggia M, Weinmayr G, Hoffmann B, Fischer P, Nieuwenhuijsen MJ, Brunekreef B, Xun WW, Katsouyanni K, Dimakopoulou K, Sommar J, Forsberg B, Modig L, Oudin A, Oftedal B, Schwarze PE, Nafstad P, De Faire U, Pedersen NL, Ostenson CG, Fratiglioni L, Penell J, Korek M, Pershagen G, Eriksen KT, Sørensen M, Tjønneland A, Ellermann T, Eeftens M, Peeters PH, Meliefste K, Wang M, Bueno-de-Mesquita B, Key TJ, de Hoogh K, Concin H, Nagel G, Vilier A, Grioni S, Krogh V, Tsai MY, Ricceri F, Sacerdote C, Galassi C, Migliore E, Ranzi A, Cesaroni G, Badaloni C, Forastiere F, Tamayo I, Amiano P, Dorronsoro M, Trichopoulou A, Bamia C, Vineis P, Hoek G. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). *Lancet Oncol* 2013;14:813-822.
33. Kwon HJ, Cho SH. The health effects of Asian dust event. *J Korean Med Assoc* 2004;47:465-470.
34. Kwon HJ, Cho SH, Chun Y, Lagarde F, Pershagen G. Effects of the Asian dust events on daily mortality in Seoul, Korea. *Environ Res* 2002;90:1-5.
35. Hwang SS, Cho SH, Kwon HJ. Effects of the severe Asian dust events on daily mortality during the spring of 2002, in Seoul, Korea. *J Prev Med Public Health* 2005;38:197-202.
36. Lee JT, Son JY, Cho YS. A comparison of mortality related to urban air particles between periods with Asian dust days and without Asian dust days in Seoul, Korea, 2000-2004. *Environ Res* 2007;105:409-413.
37. Kim HS, Kim DS, Kim H, Yi SM. Relationship between mortality and fine particles during Asian dust, smog-Asian dust, and smog days in Korea. *Int J Environ Health Res* 2012;22:518-530.
38. Lee H, Kim H, Honda Y, Lim YH, Yi S. Effect of Asian dust storms on daily mortality in seven metropolitan cities of Korea. *Atmos Environ* 2013;79:510-517.
39. Kim JY, Baek KJ, Lee KR, Lee YJ, Hong DY. Effect of the Asian dust events on respiratory disease during the spring. *J Korean Soc Emerg Med* 2007;18:326-332.
40. Jung H, Kim J, Lee S, Lee J, Kim J, Tsai P, Yoon C. Comparison of filtration efficiency and pressure drop in anti-yellow sand masks, quarantine masks, medical masks, general masks, and handkerchiefs. *Aerosol Air Qual Res* 2014;14:991-1002.
41. Roberge RJ, Coca A, Williams WJ, Powell JB, Palmiero AJ. Physiological impact of the N95 filtering facepiece respirator on healthcare workers. *Respir Care* 2010;55:569-577.
42. Langrish JP, Mills NL, Chan JK, Leseman DL, Aitken RJ, Fokkens PH, Cassee FR, Li J, Donaldson K, Newby DE, Jiang L. Beneficial cardiovascular effects of reducing exposure to particulate air pollution with a simple facemask. *Part Fibre Toxicol* 2009;6:8.

Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 최근 우리나라를 비롯한 아시아 지역에서 심각한 문제로 대두되고 있는 미세먼지가 폐기능을 악화시키고, 만성 폐질환, 폐암 발생율을 증가시키는 것으로 보고하여 미세먼지 발생 예방과 대처가 매우 중요함을 강조하였다. 미세먼지에 의해 호흡기 질환 악화에 아직 특별한 치료법은 없으나 앞으로는 더 많은 연구가 이 분야에 대해 이루어지게 되면 고위험군에서 대처법 및 치료 방법이 이룩될 것 기대하게 된다. 특히 예방 및 치료에 대한 권고지침 개발위원회 논의를 통한 권고안 도출과 공표는 공공 보건으로 향상에도 큰 의미가 있다고 하겠다.

[정리: 편집위원회]

Appendix 1. Guideline for the prevention and management of particulate matter/Asian dust particles-induced adverse health effect (pulmonary diseases): the patient

1. 미세먼지 · 황사는 이래서 위험합니다.

- 1) 미세먼지는 입자의 크기가 매우 작은 대기오염물질로 호흡기를 통해 사람에게 흡입되면 다양한 건강피해가 나타날 수 있습니다.
- 2) 미세먼지는 만성호흡기질환자의 증상을 더욱 악화시킬 수 있습니다.
- 3) 미세먼지에 장기간 노출되면 폐기능을 저하시키고 폐암 발생의 위험도를 증가시킵니다(9.0%).
- 4) 미세먼지는 만성폐쇄성폐질환의 급성악화를 유발하여 입원 (2.7%), 사망 (1.1%)을 증가시킵니다.
- 5) 미세먼지 특히 오존은 특발성 폐섬유화증환자의 급성악화를 유발할 수 있습니다.

2. 호흡기질환자는 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 주의하여야 합니다.
- 3) 만성호흡기질환에 대한 적절한 치료를 잘 유지해야 합니다.

실외에서는

- 미세먼지 예보등급이 '나쁨' 또는 '매우 나쁨'이면 외출이나 실외 운동을 삼가 하세요.
- 도로나 공장 등 미세먼지 농도가 높은 장소나 출퇴근 시간 등 농도가 높은 시간에는 가급적 외부활동을 줄이세요.
- 외부활동을 피할 수 없다면 덜 힘든 방법을 선택하세요(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.

실내에서는

- 외출 후 실내에 들어오면 손, 발, 얼굴 등을 깨끗이 씻으세요.
- 미세먼지 농도가 높지 않을 때는 가급적 자주 환기를 하세요.
- 미세먼지를 증가시키는 흡연을 삼가하고 간접흡연도 피하세요.
- 음식을 조리할 때에는 초미세먼지가 급증하므로, 환풍기를 작동시키거나 환기를 더 자주 하세요.

3. 미세먼지가 증가하면 특히 이런 방법으로 주의하세요.

호흡기질환

- 호흡기질환자는 미세먼지에 노출되지 않는 것이 중요합니다.
- 실외활동을 제한하며, 창문을 닫고 주로 실내에서 지내세요.
- 부득이 외출을 해야 할 경우 만성폐쇄성폐질환 환자는 구제약물(속효성 기관지 확장제)을 반드시 소지하고 필요한 경우 사용하세요.
- 외출 시 미세먼지용 마스크의 착용은 반드시 의사와 상의 후 결정하세요. 만성호흡기질환자는 마스크의 사용이 오히려 위험할 수 있습니다.
 - 마스크를 착용할 경우 올바른 사용법을 익히고 사용하세요.
 - 마스크 착용 후 호흡곤란, 두통 등 불편감이 느껴지면 바로 벗으세요.
- 기존의 호흡기질환 치료제를 성실히 복용하세요.
- 미세먼지의 영향은 6주까지도 지속될 수 있으므로 꾸준히 관리하여야 합니다.
- 미세먼지 노출 후 호흡곤란, 가래, 기침, 발열 등 호흡기 증상이 악화되는 급성 악화의 경우는 바로 병원으로 가세요.

Appendix 2. Guideline for the prevention and management of particulate matter/Asian dust particles-induced adverse health effect (pulmonary diseases): the medical personnel

1. 미세먼지 · 황사는 이래서 위험합니다.

- 1) 미세먼지는 입자의 크기가 매우 작은 대기오염물질로 사람이 들이마시면 다양한 건강피해가 나타날 수 있습니다.
 - 미세먼지는 지름이 10 마이크로미터 이하의 작은 입자로 구성된 공기 중의 부유분진입니다. 자동차 배기가스, 공장, 연료의 연소 과정에서 발생하며 날씨, 지역, 시간에 따라 차이가 있습니다.
 - 공기 중의 먼지는 입자의 크기에 의해 10 마이크로미터 이하를 미세먼지(PM₁₀), 2.5 마이크로미터 이하를 초미세먼지(PM_{2.5}), 0.1 마이크로미터 이하를 극미세먼지(PM_{0.1})로 정의합니다.
 - 미세먼지 내에는 탄소성분(검댕, 생물체 유기탄소), 이온성분(염소, 질산, 암모늄, 나트륨, 칼슘 등), 금속성분(비소, 납, 수은 등), 다환 방향족 탄화수소(벤조피렌 등) 등 다양한 성분을 포함하고 있습니다.
 - 미세먼지는 흡입이 가능한 입자의 크기로 하루 기관지 및 폐 실질까지 침착하여 호흡기계에 손상을 일으킬 수 있으며 대기 중의 미세먼지 농도가 높을수록 호흡기계 및 심혈관계 질환의 증상 악화를 초래하고 본 질환의 유병률 및 사망률을 증가시킬 수 있습니다.
 - 세계보건기구에서는 미세먼지 노출에 의한 단기 및 장기 건강영향을 발표했는데, 단기적으로 폐 염증반응, 호흡기 증상, 약 사용 증가, 심혈관계 부정적 영향, 병원 입원 및 사망률 증가를 초래할 수 있으며, 장기적으로 미세먼지 노출 시에는 하기도 증상 증가, 어린이 폐기능 감소, 만성폐쇄성폐질환 증가, 성인 폐기능 감소, 폐암 발생 증가가 있을 수 있다고 보고하였습니다.
- 2) 대기오염 특히 미세먼지 노출은 폐기능 감소와 관련되어 있고, 성인에서는 폐기능 감소속도 증가를 유발합니다. 또한 환경 조절을 통해 미세먼지 노출을 줄이면 폐기능 감소 속도도 줄일 수 있습니다.
- 3) 미세먼지에 장기간 노출되면 폐암 발생률이 증가할 수 있습니다. 메타분석 결과 PM_{2.5}가 10 µg/m³ 증가 시 폐암 발생 위험도는 1.09(9.0% 증가)이었습니다.
- 4) 미세먼지는 만성폐쇄성폐질환의 급성악화를 유발하여 입원 및 사망률을 증가시킵니다. 메타분석 결과, PM₁₀ 농도가 10 µg/m³ 증가할수록 만성폐쇄성폐질환 입원이 2.7% 증가되고, 만성폐쇄성폐질환 사망은 1.1% 증가되었습니다.
- 5) 미세먼지와 간질성폐질환과의 관련성에 관한 연구 결과는 많지 않습니다. 최근 시행된 국내 후향적 코호트 연구에서 6주 전 대기 중 오존과 이산화질소 농도가 높을수록 특발성 폐섬유화증 급성 악화가 잦음을 보고하였습니다. 미세먼지에 의한 특발성 폐섬유화증의 급성 악화는 근거는 많지 않으나 가능성이 있으며 또한 주의를 요한다고 하였습니다.
- 6) 만성 호흡기질환(만성폐쇄성폐질환, 특발성 폐섬유화증, 결핵성 파괴폐, 기관지확장증)은 미세먼지에 취약한 민감한 환자군입니다.

2. 만성 호흡기질환자는 평상시 이렇게 관리하세요.

- 1) 대기환경정보 홈페이지(www.airkorea.or.kr)를 통해 미세먼지 현황을 확인하세요.
 - 우리나라에서는 미세먼지(PM₁₀, PM_{2.5})를 포함한 주요 대기오염물질에 대한 실시간 대기오염 정도를 대도시를 포함한 전국 지역별로 제공하고 있습니다. 또한 다음 날의 미세먼지의 농도에 대해 4단계(좋음-보통-나쁨-매우나쁨)로 등급을 나누어 정보를 제공하고 있습니다. 이러한 정보는 에어코리아 홈페이지(www.airkorea.or.kr)나 스마트폰앱(우리동네 대기질 등)을 통하여 확인할 수 있어 환자들에게 소개할 만합니다.
 - 황사는 전국 주요 관측지점의 관측정도를 바탕으로 기상청에서 황사예보와 특보를 발령하므로 기상청홈페이지나 날씨정보 등을 주의 깊게 확인하는 것도 필요합니다.
- 2) 미세먼지 예보등급이 '나쁨' 또는 '매우 나쁨'일 경우는 물론이며, '보통' 일지라도 몸의 상태가 좋지 않은 경우는 주의하여야 합니다.
 - 환경부는 대기 질의 예보에 따라 인체 위해성을 고려하여 예보구간을 4단계로 설정하여 제시하고 있습니다.

미세먼지 예보 등급				
물질	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
PM ₁₀ (µg/m ³)	0-30	31-80	81-150	151 이상
PM _{2.5} (µg/m ³)	0-15	16-50	51-100	101 이상
O ³ (ppb)	0-30	31-90	91-150	151 이상

- 또한 예보등급에 따라 행동요령을 제시하고 있는데 민감군의 경우는 보통 등급에서도 실외활동 시 특별히 행동에 제약을 받을 필요는 없지만 몸 상태에 따라 유의하여 활동할 것을 행동요령으로 제시하고 있습니다.

구분	예보등급	新 행동요령안	
		민감군	일반인
미세먼지 (PM ₁₀ · PM _{2.5})	0-30	-	-
	0-15	• 실외활동 시 특별히 행동에 제약을 받을 필요는 없지만 몸상태에 따라 유의하여 활동	-
	0-30	• 장시간 또는 무리한 실외활동 제한. 특히 천식을 앓고 있는 사람이 실외에 있는 경우 흡입기를 더 자주 사용할 필요가 있음	• 장시간 또는 무리한 실외활동 제한. 특히 눈이 아픈 증상이 있거나, 기침이나 목의 통증으로 불편한 사람은 실외활동을 피해야 함
	0-30	• 가급적 실내활동; 실외활동 시 의사와 상의	• 장시간 또는 무리한 실외활동제한. 목의 통증과 기침 등의 증상이 있는 사람은 실외활동을 피해야 함

- 미세먼지 농도가 낮을 경우에도 대기가 안정되어 순환이 되지 않을 경우에는 환자에게 위험할 수 있습니다.

(Continue)

Appendix 2. (Continued)

3) 미세먼지에 의한 만성 호흡기질환의 악화를 예방할 수 있는 약물 치료법은 아직 연구된 바 없습니다. 기저 질환에 대한 적절한 치료를 잘 유지할 수 있도록 하는 것이 중요합니다.

4) <실외 및 실내에서의 행동요령>을 환자들에게 교육하여 유의하도록 해주십시오.

실외에서의 행동요령

- 미세먼지 예보등급이 '나쁨' 또는 '매우 나쁨'이면 외출이나 실외 운동을 삼가 하세요.
- 도로나 공장 등 미세먼지 농도가 높은 장소나 출퇴근 시간 등 농도가 높은 시간에는 가급적 외부활동을 줄이세요.
- 외부활동을 피할 수 없다면 덜 힘든 방법을 선택하세요(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.

실내에서의 행동요령

- 외출 후 실내에 들어오면 손, 발, 얼굴 등을 깨끗이 씻으세요.
- 미세먼지 농도가 높지 않을 때는 가급적 자주 환기를 하세요.
- 미세먼지를 증가시키는 흡연을 삼가하고 간접흡연도 피하세요.
- 음식을 조리할 때에는 초미세먼지가 급증하므로, 환풍기를 작동시키거나 환기를 더 자주 하세요.

3. 미세먼지가 증가하면 특히 이런 방법으로 주의하세요(호흡기질환).

1) 미세먼지에 의한 호흡기질환(만성폐쇄성폐질환, 특발성 폐섬유화증)의 악화 시 적절한 약물치료에 대한 연구는 없습니다. 그러므로 미세먼지에 노출되지 않는 것이 중요합니다. 미세먼지가 증가하면 실외활동을 제한하며, 창문을 닫고 주로 실내에서 지내도록 해주십시오.

2) 부득이 외출을 해야 할 경우 만성폐쇄성폐질환 환자는 구제약물(속효성 기관지 확장제)을 반드시 소지하고 필요한 경우 사용하도록 권고 해주십시오.

3) 외출 시 미세먼지 방지용 마스크의 착용은 호흡기질환자는 매우 신중해야 합니다. 미세먼지로부터 호흡기를 보호하는 목적으로 사용할 수 있는 마스크는 미세먼지 여과 기능이 있는 방역용마스크(KF94)와 황사용마스크(KF80)가 있습니다. 그러나 만성폐쇄성폐질환을 비롯한 만성 호흡기질환자들에게 마스크를 착용했을 때 효과나 부작용에 대한 연구 결과가 아직 없습니다. 만성 호흡부전(저산소증 또는 고이산화탄소혈증)이 있는 호흡기질환자의 경우, 안면부에 밀착되는 마스크는 환자의 호흡을 방해하여 저산소증이나 고이산화탄소혈증을 악화시킬 위험성이 있으므로 마스크 착용을 권고하지 마십시오. 그 외 마스크 착용을 권고할 시에는 첫째, 올바른 사용법을 교육하시고, 둘째, 두통이나 호흡의 불편감이 느껴진다면 바로 벗으시도록 교육하고 유의해 주십시오.

4) 미세먼지에 의한 호흡기질환의 급성 악화를 억제하는 약물치료는 명확하지 않습니다. 그러나 기존의 호흡기질환 치료제를 성실히 복용하도록 하고, 미세먼지 노출 후 호흡기에 미치는 영향은 6주까지 갈 수 있으므로 유의해야 합니다. 미세먼지 노출 후 호흡곤란, 가래, 기침, 발열 등 호흡기증상이 악화되는 경우는 바로 병원에 방문하도록 권고하십시오. 미세먼지에 의한 급성악화가 발생한 환자는 일반적인 기존의 호흡기질환의 급성악화 치료법에 준하여 치료하시길 권고합니다.

- 외출 시 미세먼지용 마스크의 착용은 반드시 의사와 상의 후 결정하세요. 만성호흡기질환자는 마스크의 사용이 오히려 위험할 수 있습니다.
- 마스크를 착용할 경우 올바른 사용법을 익히고 사용하세요.
- 마스크 착용 후 호흡곤란, 두통 등 불편감이 느껴지면 바로 벗으세요.
- 기존의 호흡기질환 치료제를 성실히 복용하세요.
- 미세먼지의 영향은 6주까지도 지속될 수 있으므로 꾸준히 관리하여야 합니다.
- 미세먼지 노출 후 호흡곤란, 가래, 기침, 발열 등 호흡기 증상이 악화되는 급성 악화의 경우는 바로 병원으로 가세요.