

VIII 한국에서 미세먼지를 회피하는 과학적인 방법

이세원

서울아산병원 울산의대

Particulate matter (PM) is a global public health concern, and it affects entire cycle of our life. PM increases the risk of preterm death and affects lung development adversely in adolescents. After middle age, PM increases the risk of hospitalization due to COPD, morbidity, mortality, and exacerbation. Consequently, PM exposure shortens our lifespan. The improvement of air quality is the best option, but it is not possible without international collaboration. Therefore, individual strategy to avoid PM exposure should be combined with the improvement of air quality. The most current recommendations about lifestyles are based on experts' opinion without definite evidence. To overcome this limitation, we found six effective lifestyles to decrease the PM exposure, which includes air-filter operation, ventilation through windows and check the air quality forecast. Further studies to intervene lifestyles will elucidate the impact of lifestyles more clearly.

Keywords: Particulate matter, COPD, air filter, air pollution

Corresponding author: Sei Won Lee

Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine 88, Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 05505, Republic of Korea.

Tel: +82-2-3010-3990, Fax: +82-2-3010-6968, E-mail: seiwon@amc.seoul.kr

대기 오염은 세계적인 공중 보건 문제이다. 다양한 대기 오염 물질 중에서, 미세먼지는 우리 삶의 전주기에 걸쳐 영향을 미친다. 조기 사망 위험은 미세먼지 노출에 따라 크게 증가하며¹, 미세먼지 농도가 높을수록 소아 천식 발병률이 증가한다². 초미세먼지 노출은 어린이의 폐 기능을 악화시킬 수 있고³, 청소년기 폐의 발육을 늦추고⁴; 이런 미성숙한 폐의 발육은 장년기에 만성폐쇄성폐질환(COPD)과 같은 질환으로 이어질 수 있다⁵. 중년 이후에는, 미세먼지는 우리의 삶에 다양한 형태로 영향을 미치는데, COPD같은 만성호흡기 질환의 입원, 악화, 사망을 증가시킨다⁶⁻⁸. 이와 같은 호흡기 질환의 악화는 이외에도, 미세먼지는 폐암과 같은 치명적인 질환의 원인이 되어 우리의 수명을 짧게 한다⁹⁻¹¹. 이런 여러 문제에도 불구하고, 대기오염은 적절히 조절되지 않고 있으며¹², 약 92%의 세계 인구가 초미세먼지의 농도가 기준치를 초과하는 곳에서 거주하고 있다.

그러면 미세먼지에 대한 가장 적절한 대책은 무엇일까? 이를 알기 위해서는 과거 미국 서해안에서 행해진 연구를 보면 알 수 있다. 1952년 12월 영국 Great Smog에서 4000명 이상의 사망자를 낸 이후 서구 사회에서는 공기를 깨끗하게 하려는 Clean Air Act 운동이 있었다. 이로 인해 많은 곳의 대기가 개선되었으며, 미국 서해안도 역시 대기의 질이 많이 개선되었다. 초미세먼지의 농도는 도시별로 1990년대 초 20~35 ug/m³을 형성하다가 2010년경에는 10~15 ug/m³ 정도로 개선되었다. Gauderman 등은 이런 농도 변화를 이용하여 대해 청소년기에 미세먼지 농도에 따라 폐발육의 차이를 구하였고, 2120명을 대상으로 1994-1998, 1997-2001, 2007-2011의 세 시기 동안 11~15세를 보낸 3개의 그룹을 이용하여 폐기능의 발육을 비교하였다. 그 결과, 명확하게 가장 대기가 좋았던 2007~2011년에 청소년기를 보낸 코호트가 가장 폐발육이 좋았으며, 그 결과 1초 폐기능 (FEV1)

이 80% 이하인 사람의 비율도 그 집단에서 가장 적었다¹³. 이상의 결과는 결국 외부의 대기 환경이 좋아지면 그에 따라 임상 지표가 개선될 수 있으며, 대기 환경을 좋게 해주는 것이 가장 적절한 해결책임을 보여준다.

대기 환경을 개선하기 위해서는 오염원을 찾고 그 오염원을 적절하게 관리하는 것이 필수적이다. 그런데 이것이 우리나라에서는 어렵다는 것을 다 짐작할 수 있다. 우리나라는 지정학적으로 북서쪽에는 중국, 남동쪽에는 태평양을 접하고 있다. 계절적으로 바람의 방향이 변하여 이에 따라 영향을 받는 지역이 달라진다. 중국 등 외국에서 미치는 미세먼지의 유입량은 대략 40% 정도로 추정하고 있으며, 따라서 미세먼지가 외부 영향에 따라 증가했다는 이야기는 절반만 맞는 이야기이다. 한편, 이런 지정학적 위치로 인해서 국제적인 협력 없이는 미세먼지 농도를 낮추기는 쉽지 않으며, 인접 국가의 미세먼지 오염원에 대한 정보를 보고 같이 노력해야 하나 단기간에 달성되기 쉽지 않다. 따라서 결국 당분간은 개인의 노력도 같이 병행되어 이루어질 수밖에 없다.

그렇다면 개인적인 생활습관으로 어떤 것들을 할 수 있을까? 마스크, 공기청정기 등 다양한 생활습관이 제시되고 있다. 마스크는 코로나 이후 사용이 더욱 증가되었으며, 미세먼지에서 가장 일반적으로 하는 대처 방법이기도 하나, 그 광범위한 사용에 비하여 근거가 많지 않다. 마스크를 착용하거나 혹은 착용하지 않고 베이징 거리를 걷게 한 15명의 피험자를 입적한 cross over design 연구에서 마스크를 하지 않을 경우 수축기혈압이 121 mmHg로서 마스크를 착용한 114 mmHg보다 통계적으로 유의하게 높았다¹⁴. 혈압을 유의하게 떨어뜨리기는 하였으나, 단기적인 결과여서 임상적 의미를 추정하기는 쉽지 않으며, 마스크 착용시 통계적으로 유의하게 호흡곤란 정도가 증가되는 것도 확인하였다. (3.87±9.23 vs. 0.40±0.91). 실제 마스크 착용에 따른 호흡곤란 증가는 모든 연구에 일관되게 나오고 있어, 이를 상쇄할 만한 분명한 임상적 이득이 있어야 하는데, 그런 연구들이 부족한 것이 사실이다. 실제 마스크 관련 연구는 마스크를 얼굴에 지속적으로 fitting 된 것을 확인해야 하고, 환자가 마스크를 일시적으로 벗었을 때, 어느 정도 벗게 되면 착용을 안 했다고 해야 할지 등 연구 디자인이 매우 어려운 면이 있다. 공기청정기는 이에 비하여는 실제 많은 연구가 이루어졌고, 실제 천식에서 공기청정기 사용에 따라 폐기능(Peak expiratory flow) 및 삶의 질(Asthma control test)가 좋아진다는 결과가 있다¹⁵.

Table 1. 미세먼지 중재에 대한 체계적 문헌고찰의 PICO

Population	Asthma, COPD, Bronchiectasis
Intervention	PM avoidance/intervention (air purifier, refraining from going out, masks, diet)
Comparator	Usual care (No intervention)
Outcome	Quality of Life (Asthma: ACT, COPD: CAT, BE: BHQ), Lung function, Bronchial hypersensitivity

이에 본 연구팀에서는 실제 현재까지 만성호흡기질환에 대해 미세먼지 중재 관련 어떤 연구들이 있는지 체계적 문헌 고찰을 시행하였다. 총 2000개가 넘는 문헌을 확인하였고, 초록과 제목을 참고하여 총 77개에 대하여는 full text 검토를 거쳐 최종 7개의 문헌에 대해 리뷰를 하였다¹⁶.

이 문헌 고찰을 통해 다음의 결과를 얻을 수 있었다.

1. 만성호흡기질환 미세먼지 연구의 대부분은 천식에 대해 수행이 되었다.
2. 공기청정기 외에는 meta 분석을 진행할 다른 연구는
3. 공기청정기는 실내 미세먼지의 농도를 낮출 수 있다.
4. 폐기능의 일부 지표 (peak expiratory flow)는 개선할 수 있다.
5. 호흡기 증상 개선효과는 분명하지 않다.

6. 연구가 대부분 미세먼지 농도가 낮은 곳에서 진행되어 미세먼지 개선 정도가 한계가 있었다.

본 연구팀은 다시 COPD 패널을 통해 특정 생활습관이 실내 미세먼지 농도 개선에 도움이 되는지 확인하였다. 기존 전문가 의견을 바탕으로 작성된 여러 지침을 통해 20개의 생활습관 실천 설문문을 만들었고, 생활습관 실천 정도에 따라 실내외 미세먼지 농도를 비교하는 형태로 생활습관의 효과를 확인하였다. 그 결과 6개의 생활습관이 통계적으로 유의하게 실내 미세먼지 농도를 낮추는 데에 의미가 있는 것으로 나왔다¹⁷.

1. 공기 질 관련 예보 확인
2. 공기청정기 가동
3. 공기청정기 필터 확인
4. 창문 환기
5. 미세먼지 농도 높은 날 외출 자제
6. 마스크 착용

이상의 6가지 습관 중 5, 6은 실내 미세먼지 농도와 관계가 없을 수도 있으나 실제 여러 습관의 실천이 서로 연관되어 있어, 6가지 습관 모두 잘 실천하는 집단이 존재하는 것으로 나타났다. 그리고 해당 6가지 습관은 매일 잘 실천해야 통계적으로 유의한 차이가 남을 알 수 있었다.

결론적으로, 미세먼지 노출을 줄일 수 있는 생활습관은 존재하며, 기존의 전문가적 추천에서 벗어나 과학적인 연구에 근거한 추천을 할 필요가 있다. 이 습관은 공기청정기, 환기, 공기질 예보 확인 등을 포함한다. 미세먼지는 호흡기질환에서 다양한 임상 지표를 악화시키며 대기질 개선이 가장 좋은 대책이나 시간이 소요되는 만큼, 개인적으로 회피를 위해서도 노력해야 한다.

References

1. Leem JH, Kaplan BM, Shim YK, et al. Exposures to air pollutants during pregnancy and preterm delivery. *Environ Health Perspect*. 2006;114(6):905-910.
2. Gehring U, Wijga AH, Brauer 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(6):596-603.
3. Hashemzadeh B, Idani E, Goudarzi G, et al. Effects of PM2.5 and NO2 on the 8-isoprostane and lung function indices of FVC and FEV1 in students of Ahvaz city, Iran. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2019;26(3):473-480.
4. Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, et al. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *N Engl J Med*. 2004;351(11):1057-1067.
5. Lange P, Celli B, Agustí A, et al. Lung-Function Trajectories Leading to Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *N Engl J Med*. 2015;373(2):111-122.
6. Li T, Hu R, Chen Z, et al. Fine particulate matter (PM2.5): The culprit for chronic lung diseases in China. *Chronic Dis Transl Med*. 2018;4(3):176-186.
7. Liu S, Zhou Y, Liu S, et al. Association between exposure to ambient particulate matter and chronic obstructive pulmonary disease: results from a cross-sectional study in China. *Thorax*. 2017;72(9):788-795.
8. Khaefi M, Goudarzi G, Yari A, et al. An association between ambient pollutants and hospital admitted

- respiratory cases in Ahvaz, Iran. *Fresenius Environmental Bulletin*. 2016;25:3955-3961.
9. Atkinson RW, Kang S, Anderson HR, Mills IC, Walton HA. Epidemiological time series studies of PM_{2.5} and daily mortality and hospital admissions: a systematic review and meta-analysis. *Thorax*. 2014;69(7):660-665.
 10. Marzouni MB, Moradi M, Zarasvandi A, et al. Health benefits of PM₁₀ reduction in Iran. *International Journal of Biometeorology*. 2017;61(8):1389-1401.
 11. Idani E, Geravandi S, Akhzari M, et al. Characteristics, sources, and health risks of atmospheric PM₁₀-bound heavy metals in a populated middle eastern city. *Toxin Reviews*. 2018;39:1-9.
 12. Khaniabadi Yusef O, Daryanoosh SM, Hopke PK, et al. Acute myocardial infarction and COPD attributed to ambient SO₂ in Iran. *Environmental Research*. 2017;156:683-687.
 13. Gauderman WJ, Urman R, Avol E, et al. Association of improved air quality with lung development in children. *N Engl J Med*. 2015;372(10):905-913.
 14. Langrish JP, Mills NL, Chan JK, et al. Beneficial cardiovascular effects of reducing exposure to particulate air pollution with a simple facemask. *Part Fibre Toxicol*. 2009;6:8.
 15. Park HK, Cheng KC, Tetteh AO, Hildemann LM, Nadeau KC. Effectiveness of air purifier on health outcomes and indoor particles in homes of children with allergic diseases in Fresno, California: A pilot study. *J Asthma*. 2017;54(4):341-346.
 16. Park HJ, Lee HY, Suh CH, et al. The Effect of Particulate Matter Reduction by Indoor Air Filter Use on Respiratory Symptoms and Lung Function: A Systematic Review and Meta-analysis. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2021;13(5):719-732.
 17. Kim H, Na G, Park S, et al. The impact of life behavior and environment on particulate matter in chronic obstructive pulmonary disease. *Environ Res*. 2021;198:111265.