

2

Guidance for Managing Air Pollution Exposure in Patients with COPD

강지은

인제대학교 일산백병원 호흡기내과

Air pollution, particularly fine particulate matter (PM), has a significant and detrimental impact on the health of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Exposure to various sources of air pollution, including ambient air, indoor cooking, and biomass burning, exacerbates COPD symptoms and accelerates lung function decline.

Although air pollution is a difficult issue to address at the individual level, it is crucial to guide patients on strategies to reduce both indoor and outdoor PM exposure. Previous studies have shown that using air purifiers can significantly reduce indoor PM levels, improving the quality of life, alleviating respiratory symptoms, and reducing exacerbations in COPD patients. Wearing face masks, particularly N95 masks, is an effective way to minimize outdoor PM exposure. While concerns about discomfort and potential symptom exacerbation in patients with chronic respiratory conditions exist, properly using a mask for short durations during poor air quality events can be beneficial. To reduce indoor PM, it is also important to avoid biomass combustion with solid fuels, switch to cleaner fuels, and ensure proper kitchen ventilation. A recent randomized controlled trial on behavioral interventions have shown that adherence to guidelines such as using air purifiers, checking air quality forecasts, ventilating windows, avoiding outdoor activities during high PM periods, and regular inhaler use, can significantly improve quality of life and respiratory symptoms in COPD patients. Therefore, it is important to educate patients on taking proactive steps to minimize their exposure to harmful PM and protect their health.

Key words: Air pollution; chronic obstructive pulmonary disease; particulate matter; air cleaner

Corresponding author: Jieun Kang, MD, PhD

Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Internal Medicine, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Goyang-si, Gyeonggi-do, South Korea
Tel.: +82-10-5174-0907 Fax: +82-31-910-7219 E-mail: realodette@gmail.com

1. COPD 환자에 미세먼지가 미치는 영향

미세먼지는 만성폐쇄성폐질환(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)의 발생, 악화, 그리고 사망과 밀접한 관련이 있다. COPD 환자가 노출될 수 있는 공기 오염 요인으로는 일반적인 대기오염뿐 아니라 작업 환경, 실내 조리 활동, 차량 배기가스, 그리고 산불을 포함한 다양한 상황에서의 바이오매스 연소 등이 포함된다. 최근

업데이트된 Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 문서에서는 COPD 원인에 따라 이를 분류하면서, 바이오매스와 공기 오염 노출에 의해 발생한 COPD를 COPD-P로 지칭하고, 가정 내 공기 오염, 대기오염, 산불 연기, 작업 환경의 유해 요인을 COPD의 주요 발생 원인으로 제시하였다². 특히 공기 중의 미세먼지는 용량 의존적(dose-dependent)으로 세포 염증 마커를 증가시키는 것으로 알려져 있다. 기관지 상피세포는 미세먼지에 의한 반복적인 염증을 겪을 경우 세포 기능 저하로 이어질 수 있으며, 이는 감염 및 악화의 위험을 높이게 된다. COPD 환자의 경우 비가역적인 기류 제한으로 인해 미세먼지가 더욱 높은 비율로 폐에 침착될 가능성이 높아 미세먼지의 유해성에 더 취약하다¹.

기존 연구에 따르면 장기간 미세먼지에 노출될 경우 COPD 발생 위험이 증가하며³, 단기간 동안 높은 농도의 PM2.5에 노출되는 것은 COPD로 인한 입원 및 사망을 증가시키는 것으로 보고되었다⁴. 또한, 장기적으로 PM2.5에 노출되면 COPD환자에서 심혈관 사망률도 증가하는 것으로 나타났다⁵. 따라서 COPD 환자에서 미세먼지 노출을 최소화하기 위한 대책을 마련하고 환자들에게 이에 대한 교육을 시행하는 것은 매우 중요하다. 본 글에서는 미세먼지 회피를 위한 방법과 관련된 기존 연구 결과들을 종합적으로 살펴보고자 한다.

2. 미세먼지를 회피하는 방법

(1) 공기청정기

공기청정기 사용은 미세먼지 노출 감소를 위한 방법 중 가장 많이 사용되는 방법 중 하나이다. 특히, 중증 COPD 환자는 활동이 제한되어 실내에서 많은 시간을 보내기 때문에 실내 미세먼지의 영향 관리가 중요하다. 공기청정기는 실내 공기질 개선에 매우 효과적인 것으로 알려져 있으며, 기존 연구를 참고하면 COPD 환자들에게 공기청정기 사용을 권장할 수 있다. Hansel 등이 수행한 CLEAN AIR study는 중등도-중증 COPD를 가진 과거 흡연자를 대상으로 활성 필터를 장착한 공기청정기(active purifier)와 가짜 공기청정기(sham purifier)를 비교하였다⁶. 이 연구에서 공기청정기를 사용하는 것은 SGRQ 증상 도메인 점수 감소, 호흡기 증상 개선, 중등도 급성악화 감소, rescue medication 사용 감소와 유의한 연관이 있음을 확인하였다. 또한 공기청정기를 80% 이상 잘 사용한 참여자에게 효과가 더 두드러지게 나타났다. 다른 연구에서는 공기청정기가 실내 미세먼지 농도를 낮춤으로써 COPD 환자의 심장 자율신경기능(cardiac autonomic function)을 개선할 수 있다고 하였다. 이는 미세먼지 노출과 연관된 심박수 변동성(heart rate variability)을 완화함으로써 호흡기 증상뿐 아니라 심혈관 건강에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사한다⁷. 미국 알레르기 천식 면역학회(American College of Allergy, Asthma & Immunology)도 HEPA 필터 공기청정기가 실내 미세먼지 농도를 감소시키는 데 효과적이며, 이는 호흡기 건강에 유익하다고 언급하고 있어 공기청정기를 사용하는 것이 실내 미세먼지 노출을 줄이고, 호흡기 건강 증진에 도움이 될 수 있겠다⁸.

(2) Face mask 착용

마스크 착용은 실내 및 실외에서의 미세먼지 노출을 효과적으로 차단할 수 있는 방법이다. 마스크가 미세먼지 차단에 미치는 효과는 마스크의 종류, 필터링 능력, 밀착도, 착용 편의성에 따라 달라진다⁹. 마스크의 종류에는 천연 및 합성소재 마스크, 수술용 마스크, N95 마스크가 있다. 천연 및 합성소재로 만들어진 마스크는 기계적 필터링을 통해 0.5-0.6 μm 크기의 입자에 대해 최소한의 필터 효율을 제공한다¹⁰. 반면, 수술용 마스크와 N95 마스크는 기계적 필터링과 정전기 필터링을 결합하여 작동하며, 0.04-0.05 μm 크기의 입자에 대해 최소 필터 효율을 가진다¹⁰. 마스크의 종류와 성능에 따라 미세먼지 차단 효과가 다를 수 있으므로, 상황에 맞는 마스크를 선택하고 올바르게 착용

용하는 것이 중요하다. N95 마스크는 미세먼지 차단에 있어 효과적이지만, 호흡 저항 증가, 사강(dead space) 확대, 생리적 부담으로 인해 만성 호흡기 질환 환자들에게 호흡곤란을 악화시킬 수 있다는 우려가 있다⁹. 그러나 현재까지의 연구에서 N95 마스크를 단기간 착용했을 때 혈압, 심박수, 대동맥 혈역학과 같은 지표에 부정적인 영향을 미친다는 근거는 없다¹¹. 따라서 공기질이 나쁜 상황에서 N95마스크를 올바르게 단기간 동안 착용하는 것은 유익할 수 있다.

(3) 청정 연료 사용 및 적절한 실내 환기

실내 미세먼지를 줄이기 위해서는 청정 연료 사용과 충분한 실내 환기를 시행하는 것이 중요하다. 중국에서 9년간 전향적으로 진행된 코호트 연구에서는 주방 환기 시스템을 개선하고 고체 연료 스토브를 친환경 연료 조리기구로 교체하는 중재가 폐기물 감소와 COPD 발생 위험을 줄이는 데 효과적임을 보고하였다¹². 또한, 미국흉부학회(American Thoracic Society) 역시 청정 조리기구와 개선된 가정 환기가 실내 오염을 줄이고, 이는 COPD 환자의 임상적 결과를 개선하는 데 중요한 역할을 할 수 있음을 강조하고 있다¹³.

(4) 미세먼지 회피 생활수칙

기존 연구에 따르면, COPD 환자 104명을 대상으로 여러 생활 습관을 분석한 결과, 미세먼지 예보를 확인하고, 공기청정기를 사용하며 필터를 주기적으로 교체하는 것, 창문 환기를 통해 실내 공기질을 관리하는 것, 미세먼지 농도가 높은 날 외출을 자제하고 외출 시 마스크를 착용하는 등의 생활 습관을 매일 실천하면 미세먼지 노출을 효과적으로 줄일 수 있다는 보고가 있다¹⁴. 또한, 최근 국내에서 시행된 무작위 임상시험에서는 COPD 환자들에게 공기청정기 사용, 미세먼지 예보 확인, 주기적인 실내 환기, 미세먼지 농도가 높을 경우 외출 자제, 흡입제 치료 유지의 다섯 가지 항목을 매일 실천하도록 교육하고 이를 모니터링한 행동 중재군과 별도의 행동 중재를 시행하지 않은 대조군을 비교하였다¹⁵. 연구 결과, 행동 중재군은 대조군에 비해 연구 종료 시점에서 SGRQ 점수와 CAT 점수의 변화량이 더 크게 나타나 삶의 질이 유의하게 개선된 것으로 나타났다. 특히, 행동 중재를 잘 이행한 그룹에서는 그렇지 않은 그룹에 비해 더욱 큰 효과가 관찰되어, 이러한 생활수칙을 꾸준히 실천하는 것이 COPD 환자의 증상 관리와 삶의 질 개선에 매우 중요함을 보여준다.

3. 결론

공기오염, 특히 미세먼지는 COPD 환자의 건강에 심각한 영향을 미친다. 대기오염을 줄이기 위해 공공 정책이 중요한 역할을 하지만, 개인 차원에서 실천할 수 있는 다양한 노력이 함께 이루어져야 한다. 공기청정기 사용, 마스크 착용, 청정 연료 사용, 적절한 실내 환기를 통한 가정 내 미세먼지 감소, 그리고 생활 습관의 변화와 같은 적극적인 대처 행동은 COPD 환자의 건강을 보호하고 삶의 질을 향상시키는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

References

- 1 Ryu MH, Murphy S, Hinkley M, Carlsten C. COPD Exposed to Air Pollution: A Path to Understand and Protect a Susceptible Population. *Chest*. 2024; 165: 836-46.

- 2 Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. 2024. GLOBAL STRATEGY FOR PREVENTION, DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF COPD: 2024 Report. <https://goldcopd.org/2024-gold-report/>.
- 3 Park J, Kim HJ, Lee CH, Lee CH, Lee HW. Impact of long-term exposure to ambient air pollution on the incidence of chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis. *Environ Res.* 2021; 194: 110703.
- 4 Li MH, Fan LC, Mao B, Yang JW, Choi AMK, Cao WJ, Xu JF. Short-term Exposure to Ambient Fine Particulate Matter Increases Hospitalizations and Mortality in COPD: A Systematic Review and Meta-analysis. *Chest.* 2016; 149: 447-58.
- 5 Alexeeff SE, Deosaransingh K, Liao NS, Van Den Eeden SK, Schwartz J, Sidney S. Particulate Matter and Cardiovascular Risk in Adults with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2021; 204: 159-67.
- 6 Hansel NN, Putcha N, Woo H, Peng R, Diette GB, Fawzy A, Wise RA, Romero K, Davis MF, Rule AM, Eakin MN, Breyse PN, McCormack MC, Koehler K. Randomized Clinical Trial of Air Cleaners to Improve Indoor Air Quality and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Health: Results of the CLEAN AIR Study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2022; 205: 421-30.
- 7 Raju S, Woo H, Koehler K, Fawzy A, Liu C, Putcha N, Balasubramanian A, Peng RD, Lin CT, Lemoine C, Wineke J, Berger RD, Hansel NN, McCormack MC. Indoor Air Pollution and Impaired Cardiac Autonomic Function in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2023; 207: 721-30.
- 8 Matsui EC, Abramson SL, Sandel MT. Indoor Environmental Control Practices and Asthma Management. *Pediatrics.* 2016; 138.
- 9 Carlsten C, Salvi S, Wong GWK, Chung KF. Personal strategies to minimise effects of air pollution on respiratory health: advice for providers, patients and the public. *Eur Respir J.* 2020; 55.
- 10 Kodros JK, O'Dell K, Samet JM, L'Orange C, Pierce JR, Volckens J. Quantifying the Health Benefits of Face Masks and Respirators to Mitigate Exposure to Severe Air Pollution. *Geohealth.* 2021; 5: e2021GH000482.
- 11 Rajagopalan S, Brauer M, Bhatnagar A, Bhatt DL, Brook JR, Huang W, Münzel T, Newby D, Siegel J, Brook RD. Personal-Level Protective Actions Against Particulate Matter Air Pollution Exposure: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2020; 142: e411-e31.
- 12 Zhou Y, Zou Y, Li X, Chen S, Zhao Z, He F, Zou W, Luo Q, Li W, Pan Y, Deng X, Wang X, Qiu R, Liu S, Zheng J, Zhong N, Ran P. Lung function and incidence of chronic obstructive pulmonary disease after improved cooking fuels and kitchen ventilation: a 9-year prospective cohort study. *PLoS Med.* 2014; 11: e1001621.
- 13 Hurst JR, Buist AS, Gaga M, Gianella GE, Kirenga B, Khoo EM, Mendes RG, Mohan A, Mortimer K, Rylance S, Siddharthan T, Singh SJ, van Boven JFM, Williams S, Zhang J, Checkley W. Challenges in the Implementation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Guidelines in Low- and Middle-Income Countries: An Official American Thoracic Society Workshop Report. *Ann Am Thorac Soc.* 2021; 18: 1269-77.
- 14 Kim H, Na G, Park S, Ra SW, Kang SY, Kim HC, Kim HC, Lee SW. The impact of life behavior and environment on particulate matter in chronic obstructive pulmonary disease. *Environ Res.* 2021; 198: 111265.
- 15 Kang J, Kim HC, Jang Y, Lee JB, Lee JS, Oh YM, Ji HW, Jung JY, Lee SW. Randomised controlled trial of a behavioural intervention to reduce exposure to PM(2.5) in patients with COPD. *Environ Int.* 2023; 181: 108286.