

4. 실내 미세먼지 관리 방법

• 외부 미세먼지 확인

건물 내부는 일반적으로 외부와 공간적으로 분리되어 있지만, 일부 틈새로 외부의 공기가 내부로 들어오거나(침기, Infiltration), 내부의 공기가 밖으로 빠져나가기(누기, exfiltration)도 합니다. 이로 인해, 건축물 외부의 대기오염이 내부 공기에 영향을 미칠 수 있으며, 실내에서 생활하는 사람들의 건강에 영향을 미칠 수 있습니다.

건물 외부의 미세먼지에 의한 실내오염은 주로 자연환기²⁵⁾나 기계환기²⁶⁾, 건물의 틈을 통한 침기에 의해 주로 일어나며²⁷⁾, 미세먼지의 입경이 작을수록 더 쉽게 실내로 들어올 수 있습니다²⁸⁾. 따라서, 실내의 미세먼지 관리를 위해서는 외부의 미세먼지에 대해서도 충분히 고려되어야 합니다.

• 실내 온·습도 유지

환경부에서 권장하는 계절별 실내 최적온도 및 습도는 아래의 표와 같습니다. 내부 공기에 영향을 미칠 수 있으며, 실내에서 생활하는 사람들의 건강에 영향을 미칠 수 있습니다.

[표 24] 계절별 실내 최적온도 및 습도

| 온도 | | | 습도 |
|--------|--------|--------|--------|
| 겨울철 난방 | 실내온도 | 여름철 냉방 | |
| 18~20℃ | 18~28℃ | 26~28℃ | 30~80% |

자료: 학교보건법 시행규칙 별표2

온도는 여름엔 에어컨이나 선풍기, 겨울엔 히터 등의 냉·난방시설을 통해 쉽게 조절이 가능합니다. 그러나 습도는 계절 간 큰 온도 차이에 의해 적절하게 유지하기 어렵습니다. 습도를 적절하게 유지하는 것은 공기질을 쾌적하게 유지하는 것뿐만 아니라 건강에도 직접적으로 영향을 주게 됩니다. 습도가 너무 낮을 경우, 공기가 건조해지므로 안질환 및 인후염, 피부 건조증 등이 발생할 수 있으며, 습도가 너무 높을 경우, 곰팡이, 세균, 진드기 등이 쉽게 생존할 수 있는 환경이 조성되므로 호흡기에 나쁜 영향을 줄 수 있습니다.

실내 습도가 적절하게 유지되면 실내의 미세먼지는 공기 중의 물 분자와 만나 무거워지고, 바닥으로 가라앉게 됩니다. 가라앉은 미세먼지는 청소를 통해 제거할 수 있습니다. 특히, 쉽게 건조해지는 겨울철에는 가습기를 사용하거나, 실내에서 빨래 말리기 등을 통해 습도를 적절하게 유지하면 실내 미세먼지 관리에 도움이 됩니다.

25) 창문이나 문을 열어 기류, 실내·외의 기압차, 온도차 등을 이용하여 환기하는 것

26) 송풍기 또는 배풍기 등 기계를 이용하여 환기하는 것

27) Chen, C., Zhao, B. (2011). Review of relationship between indoor and outdoor particles: I/O ratio, infiltration factor and penetration factor. Atmospheric environment, 45(2), 275-288.

28) 백지민 외 5인. (2015). 겨울철 침기에 따른 실내·외 미세먼지 농도 관계에 관한 연구. 대한건축학회 논문집-계획계, 31(9), 137-144.

• 주기적인 자연환기 및 기계환기

환기는 내부의 오염된 공기를 외부로 배출하고 외부의 신선한 공기를 공급하는 행위입니다. 환기는 크게 자연환기와 기계환기로 구분할 수 있으며, 자연환기는 실내와 실외의 온도 차이 또는 압력 차이와 같은 자연적인 동력을 이용해 건물의 창이나 출입구, 틈을 통해 이루어지는 환기를 말합니다.

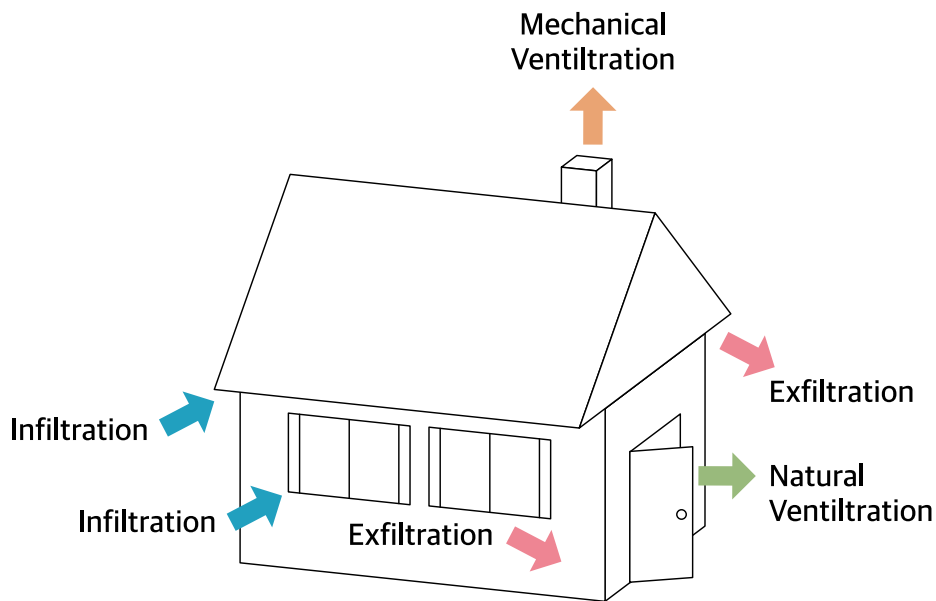


자연환기는 하루에 최소 3번, 30분 이상 충분히 하는 것이 좋습니다. 늦은 저녁이나 새벽에는 대기가 안정화되어 공기중의 오염물질이 쌓여있을 수 있으므로, 대기 흐름이 활발한 오후 12~6시에 하는 것이 좋습니다. 또한, 맞은편의 창문을 함께 열어 실내로 들어온 공기가 외부로 나갈 수 있는 **맞통풍 환기**를 하는 것이 적절합니다.

외부의 미세먼지 농도가 높은 날에도 가볍게 환기를 해주는 것이 좋습니다. 환기가 되지 않으면 미세먼지뿐만 아니라 실내에서 발생할 수 있는 이산화탄소, 폼알데하이드, 휘발성유기화합물, 라돈 등이 축적되어 실내공기질이 나빠지고, 건강에 영향을 줄 수 있기 때문입니다. 따라서, 실외의 미세먼지 농도가 높더라도 짧게나마 자연환기를 시키고, 이후에는 공기청정기 등을 이용하여 실내공기질을 관리하는 것이 효과적입니다.

다만 자연환기는 바람 등 환경의 외기조건에 의존하는 특성에 따라 적용에 한계가 발생할 수 있습니다. 이처럼 자연 환기를 적용함에 한계가 있는 경우에는 기계 환기(기계 환기설비, 국소배기장치 등)를 적용하여 내부 공기를 인위적으로 교환할 필요가 있습니다.

공조시스템을 이용하여 교사(校舍) 내의 전반적인 공기 상태를 쾌적하게 유지하거나, 일정 교실의 공기 중 미세먼지 농도가 높은 경우 등 오염원의 위치가 정해져 있는 경우에는 국소배기장치 설치를 통해 해당 교실의 미세먼지 농도를 제어하는 등 쾌적한 공기 상태 유지를 위한 학교별/조건별 환기 전략이 필요합니다.



<그림 44> 건물의 환기 경로

환기설비를 단순히 켜고 끄는 것 뿐만 아니라, 유지관리도 매우 중요합니다. 깨끗한 공기가 들어와야 하므로 주기적인 필터 교체와 공기 유입구 주변을 깨끗하게 유지해야 합니다.

• 공기정화장치 사용

실외의 미세먼지 농도가 높거나, 건물 주변에 큰 도로, 산업단지 등 대규모의 오염물질 배출 시설이 있는 경우, 자연 환기가 충분하지 않거나 어려울 수 있습니다. 이런 경우, 보조적으로 공기정화장치를 사용한다면 실내 미세먼지 관리에 도움이 됩니다. '공기정화장치'란 실내공간의 오염물질을 없애거나 줄이는 장치를 말하며, 공기정화설비와 공기청정기로 구분할 수 있습니다²⁹⁾. 공기정화설비와 공기청정기 모두 기계장치의 동력을 이용하는 기계환기로, 내부에 먼지 제거부와 송풍기가 내장되어 있습니다.

[표 25] 기계환기장치 및 공기청정기의 유형

| 구분 | 천장 설치형 | 창문 설치형 | 바닥 설치형 |
|----------------|--|---|--|
| 기계 환기 장치 |  |  |  |
| 공기 청정기 |  |  |  |

자료: 한국교육환경보호원, (2019). 학교 공기정화장치 설치 및 운영을 위한 컨설팅 방안 및 업무 가이드라인 개발 연구

많은 연구에서, 공기정화장치를 사용하면 실내 미세먼지를 줄이고, 나쁜 실내공기질을 개선할 수 있으며, 이를 통해 심혈관계 질환의 증상을 줄이고 염증 지표를 개선할 수 있다고 보고하였습니다.

공기정화장치 사용 시에는 외부와 실내의 미세먼지 상황, 실내 이산화탄소 농도를 고려하고, 사용기준에 따라서 **가동해야 합니다**. 이를 고려하지 않고 공기정화장치를 계속해서 사용하는 것은 인체에 미치는 건강영향뿐 아니라 필터의 성능 유지 및 에너지 소비량 등 공기정화장치에 직접적인 영향을 줄 수도 있기 때문입니다.

공기정화장치를 주기적으로 관리하는 것도 중요합니다. 공기정화장치의 필터를 주기적으로 교체하지 않고 계속 사용하게 되면 포집된 먼지가 필터를 막아 공기정화장치의 능력이 떨어지기 때문에 반드시 필터를 주기적으로 교체하고 공기정화장치의 표면의 먼지를 제거하는 관리가 필요합니다.

29) 교육부(2021). 학교 공기정화장치 설치 및 유지관리 업무 안내서(5차 개정)

실내에서 공기정화장치를 사용할 때도 주기적으로 창문을 열어 환기해야 합니다. 그 이유는 앞의 자연환기 부분에서 설명한 것과 동일하게 유해물질이 축적되어 실내공기를 더욱 나쁘게 만들 수 있기 때문입니다.

[표 26] '학교 공기정화장치 설치 및 사용기준'의 유지관리 항목에 따른 세부 작업내용 및 관리주기

| 유지관리 항목 | 세부 작업내용 | 관리 주기(안) | |
|---------------------------------|---|--|----------------------|
| 점검 및 청소 | 평상시 공기정화장치의 운전에 지장이 없을 정도의 점검 및 청소 | 1개월 (프리필터의 청소 또는 교체 및 미디움 필터 점검) | |
| 세부 성능점검 | 필터의 성능저하를 방지하기 위한 세부 점검 후에 필요시 필터교환 | 일반 교실 | 3개월 (미디움 필터 이상) |
| | | 특수 교실 (1일 4시간 미만 사용) | 3~6개월 (미디움 필터 이상) |
| 주요 부품 (송풍기, 열교환소자 등) 성능점검 | 풍량 및 내구성 저하 등의 점검후 부품 교환여부 판단 | 2년 | |
| 유로 또는 덕트 등의 관리상태 점검 | 누기 점검 및 유로 또는 덕트내부의 청소여부 판단 | 3~5년 | |

※ 공기정화장치의 종류 및 학교 주변 환경의 여건에 따라 관리 주기를 단축 또는 연장 하여 관리

• 실내 미세먼지 발생원 관리

실내 미세먼지는 주로 주방(학교의 경우 급식 조리실) 내에서 음식을 조리하는 경우, 흡연, 내부에 있는 사람들의 활동, 교실 외부 공기의 내부 유입 등에 의해 발생합니다.

미세먼지 농도가 높은 날에는 삼겹살 같은 기름진 음식을 먹어서 씻어내야 한다는 말이 있지만 이는 과학적인 근거가 없는 속설입니다. 오히려 조리 과정에서 미세먼지가 발생할 수 있습니다. 특히 굽거나 튀기는 조리 방식에서 많이 발생하는데, 조리 시 불 위에서 팬을 다루는 작업을 할 때 불에 의한 연소 부산물로 미세먼지, 미세한 기름 입자, 조리 흡, 검댕 등 입자상 또는 가스상 물질이 많이 발생할 수 있습니다. 이렇게 발생한 오염물질이 실내로 퍼지는 것을 방지하기 위해서는 조리 시에 레인지 후드나 환기 팬을 켜는 것이 중요합니다. 또한 조리가 끝난 후에 창문을 열어 충분히 환기합니다.

흡연 시 발생하는 담배 연기에는 미세먼지를 포함하여 다양한 유해 물질이 포함되어 있습니다. 환경부에서 진행한 실험에서 담배 2개비를 태웠을 때 발생하는 PM_{2.5} 농도는 다중이용시설 권고기준인 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 10~20배 수준으로 나타났습니다³⁰⁾. 실내에서 흡연하면 담배에서 발생하는 미세먼지와 같은 유해물질이 인체에 직접적으로 영향을 미치고, 벽이나 가구 등에 흡착되었다가 재방출(3차 흡연)되어 지속적인 피해가 발생하게 됩니다. 또한, 아파트와 같은 건물의 실내 화장실에서 흡연 시 담배 연기가 5분 이내에 윗층과 아래층 세대로 퍼지게 되어 피해를 끼치게 됩니다³¹⁾. 따라서 실내에서는 반드시 금연하고, 미세먼지 노출을 줄이기 위해 흡연 공간을 피하는 것이 좋습니다.

실내에서 초나 향, 방향제 등을 사용할 경우에도 미세먼지 농도가 높아지기 때문에 충분한 환기가 필요합니다. 초를 켜거나 향을 피우면 연소 부산물로 미세먼지가 발생하는 것으로 나타났으며³²⁾, 방향제 사용 시 휘발성유기화합물의 농도가 높아져³³⁾ 미세먼지와 더불어 실내공기질을 악화시키고 건강에 악영향을 미칠 수 있습니다. 따라서 실내에서는 촛불 켜기, 향 피우기, 방향제 등의 사용을 가능한 줄이고, 사용한 다음에는 충분한 환기가 필요합니다.

외부에서 실내로 들어올 때 옷이나 신발을 털어주는 것도 미세먼지의 실내 유입을 막는 좋은 방법이며, 실내에서는 가능한 실내화로 갈아 신고 활동하는 것이 좋습니다. 학교 교실의 실내환경을 파악하기 위해 진행된 연구결과에 따르면 실내화를 착용하고 교실에 출입하는 학교에서 미세먼지 농도가 가장 낮은 것으로 확인되었습니다. 따라서 실내 미세먼지의 주된 발생원 중 하나인 외부 미세먼지의 유입을 방지하는 것은 실내 대기환경 유지에 매우 중요합니다.

30) 환경부(2019). 실내공기 제대로 알기 100문 100답.

31) 국립환경과학원(2013). 실내 흡연과 미세입자 거동 특성 연구.

32) Huang J et al. PM_{2.5} and ash residue from combustion of moxa floss. Acupunct Med. 2016;34:101-6.

33) Steinemann J. Fragranced consumer products: effects on asthmatics. Air Qual Atmos Health. 2018;11(1):3-9.

• 실내 위생 관리

청소는 실내 미세먼지를 줄일 수 있는 매우 효과적인 방법입니다. 빗자루 등을 이용하여 실내 바닥과 벽, 가구 등에 쌓이는 먼지를 직접적으로 제거합니다. 발생한 오염물질을 직접 제거하는 것이 중요하지만 **빗자루질에 의해 바닥에 가라앉은 먼지가 공중으로 다시 날릴 가능성도 있기 때문에 주의해야 합니다.** 진공청소기가 있다면, 청소기를 이용하는 것도 효과적이지만 미세한 크기의 먼지는 일반적인 필터에 걸러지지 않을 수 있어 고성능 공기정화필터 (High-Efficiency Particulate Air filter, HEPA)가 설치된 진공청소기를 사용하는 것이 좋습니다.

물걸레질을 통해 실내를 청소한다면 바닥에 가라앉은 먼지를 제거하면서 다시 공기 중으로 날리게 할 가능성이 낮아 **실내 미세먼지 제거에 가장 효과적입니다.** 바닥은 물론, 천장, 장식품, 가구, 전자제품에 쌓이는 먼지도 물걸레로 닦아주는 것이 좋습니다.



참고로, EU 가이드라인은 **하루에 1번 이상 교실을 매일 청소하고, 복도 및 계단은 일주일에 3번, 교실과 탁자 등은 매일 물걸레 등으로 닦도록 권고**하고 있습니다. 교실 청소는 학생들이 수업을 끝내고 돌아가는 시간에 실시하는 것이 적절하며, 청소 후에는 가능한 학생들의 출입을 제한하는 것이 좋습니다. 또한 등교 전에 교실 책상 및 바닥에 가라앉은 미세먼지를 물걸레로 청소하면 미세먼지의 영향을 더욱 줄일 수 있습니다.