



TOMÁS J. ARAGÓN, M.D., Dr.P.H.  
Director & State Public Health Officer

캘리포니아주—보건복지부  
California Department of Public Health



GAVIN NEWSOM  
Governor

2023년 8월 14일

**수신:**

모든 캘리포니아 주민

**제목:**

실내 환경의 환기, 여과, 공기의 질에 대한 임시 지침

**관련 자료:** [직원 및 사업장 지침 더 보기](#) | [모든 지침 보기](#) | [더 많은 언어로 보기](#)



2023년 8월 14일 현재 업데이트

- 시간당 등가 공기 변화량 (eACH) 및 1인당 등가 (청정) 공기 유량 (CFM/1인) 정의를 포함시켰습니다.
- CDC 업데이트에 따라 시간당 등가 공기 변화량과 관련된 사용 가능한 리소그를 업데이트했습니다.
- 섹션 3에서 추가 개념을 도입했습니다. 환기 목표 설정 시 건물 재실자 밀도 고려의 중요성에 대한 “일반 고려 사항”



이 지침은 실내에서 업무, 집회, 기타 점유 또는 사용이 이루어지는 건물에 사용하기 위한 것입니다.

고용주는 [Cal/OSHA 코로나-19 예방 비응급 규정](#) 의 모든 직원 보호 요건을 숙지하고 이행해야 합니다. 환기와 관련된 Cal/OSHA 코로나-19 예방 비응급 규정의 특정 조항을 확인하려면 이 문서의 섹션 9를 참조하십시오.

다음 지침은 코로나-19 및 기타 에어로졸 감염원의 확산을 줄이기 위해 건물 운영자가 실내 환경의 환기, 여과 및 공기의 질을 개선하기 위해 취할 수 있는 실질적인 조치를 권장함으로써 Cal/OSHA 규정을 보완합니다.

이 임시 지침은 과학적 지식, 경험, 지역사회 전파, 기타 조건이 변경됨에 따라 변경될 수 있습니다. 건물 환기 및 관련 문제에 대한 기타 유용한 정보는 [질병통제예방센터](#) (CDC)와 이 문서의 섹션 10, 리소스에서 확인할 수 있습니다.

아래에 설명된 권장 사항에는 다양한 초기 비용과 지속적인 운영 비용이 포함되며, 이는 어떤 중재를 시행할 것인지 결정하는 데 영향을 미칠 수 있습니다. 기계 환기 시스템을 변경하기 전에는 항상 건물 엔지니어링 또는 유지관리 직원과 상의하십시오.

다음 프로토콜은 폭넓게 적용되는 경험과 원칙에 기반합니다. 이 지침은 다른 필수 요건을 대체하지 않습니다. 사업장은 계속해서 Cal/OSHA 코로나-19 예방 비응급 규정의 요건을 준수해야 합니다.

이 지침은 다양한 유형의 비즈니스, 회사, 사무실, 식당, 학교, 종교 단체 등을 비롯한 비의료 기관에서 사용합니다. 감염 환자가 있을 것으로 예상되는 의료 시설에서는 충분한 감염 관리를 위해 더 높은 환기율과 더 높은 여과율이 필요합니다. 이 지침에서는 이러한 요건을 다루지 않습니다. 이 지침에 포함된 권장 사항은 특정 건물이나 활동에 적용되지 않을 수도 있습니다. 일부 권장 사항으로 인해 에너지 비용이 증가하거나 환기 시스템의 부품이 더 잘 소모될 수 있음을 유의하십시오.

지역 보건 관할 구역 및 기타 기관은 특정 고위험 환경 또는 마스크 착용이 필요할 수 있는 특정 상황(예: 고위험 환경에서 발병이 활발히 발생하는 동안)을 포함하여 지역 상황에 따라 특정 환경에서 요건을 계속 적용할 수 있습니다.

## 1. 코로나-19 기본 사항

코로나-19는 사람 간에 전염되며 다음과 같은 방식으로 발생할 수 있습니다(범주는 상호 배타적이지 않습니다):

- 작은 입자(에어로졸이라고도 함)가 사람이 숨을 쉬거나, 말하거나, 목소리를 내거나, 노래를 부르거나, 기침하거나, 재채기할 때 방출됩니다. 이 작은 입자는 일정 기간 공중에 떠 있을 수 있으며 기류에서 6 피트(약 1.8 미터) 이상 이동할 수 있습니다. 이 작은 입자가 6 피트 이상 떨어져 있어도 다른 사람들은 이를 흡입할 수 있습니다.
  - 공기 중에 부유하는 공기 중 입자를 흡입하는 것이 현재 COVID-19 감염의 주요 전파 경로로 간주됩니다. 자세한 지침은 [CDC의 SARS-CoV-2 전파](#) 연구 요약에서 찾아볼 수 있습니다.

- 기침과 재채기로 인한 큰 비말을 보통 6 피트 이내에 있는 주변 사람의 얼굴, 코, 눈 또는 입으로 직접 날아듭니다. 이러한 비말은 직선으로 이동하고 빠르게 공중에서 빠져나오는 경향이 있기 때문에 '탄도 비말(ballistic droplets)'이라고도 합니다.

**효과적인 환기는 미세 에어로졸 전파를 통제하는 가장 중요한 방법 중 하나입니다.** 그러나, 환기 및 기타 실내 공기의 질 개선은 Cal/OSHA 코로나-19 예방 비응급 규정 및 관련 주 또는 지역 지침에서 요구하는 의무 보호 조치에 추가되는 것이지 이를 대체하는 것이 아닙니다. 코로나-19 중증 질환 고위험군에 속하는 개인은 자신의 집 밖 실내 환경에서 보내는 시간에 대해 더 주의를 기울이고 코로나-19가 유행할 때, 특히 전염 수준이 높을 때는 마스크를 착용해야 합니다.

## 2. 정의

**에어로졸(Aerosol)**은 기체(일반적으로 공기)에 떠다니는 고체 또는 액체 입자를 의미합니다.

**시간당 환기 횟수(ACH, 또는 환기율이라고도 함)**는 시간당 공간 내의 공기가 교체되는 횟수를 대략적으로 나타냅니다. ACH는 다양한 규모와 다양한 환기 시스템이 있는 여러 실내 공간에 대한 표준, 지침, 환기 비교를 허용하는 계산값입니다.

영국식 단위를 사용하는 ACH의 공식은 다음과 같습니다:

$$ACH = (\text{CFM의 환기율} \times 60 \text{ 분/시간}) / \text{입방 피트 단위의 실내 용적}$$

**공기 청정기(Air Cleaners)**는 필터를 통해 실내의 공기를 이동시키는 독립형 장치입니다. 일부 필터는 바이러스 입자와 연기를 비롯한 작은 입자를 제거할 수 있습니다. 이 문서에서는 공기 청정기를 공기 정화 기능을 제공하는 HVAC 시스템의 필터 및 기타 장치와 구별하기 위해 PAC(휴대용 공기 청정기)로 언급합니다.

**ASHRAE**는 미국 냉난방공조기술자협회(American Society for Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers)입니다. 시설 직원, 엔지니어, 보건 및 안전 전문가는 이 조직과 관련 문헌에 익숙합니다.

**CADR** 즉, 청정 공기 공급률(Clean Air Delivery Rate)은 실내 공간과 분당 생성되는 청정 공기의 양을 기준으로 휴대용 공기 청정기의 효율성을 측정합니다. 검사를 거친 장치에는 세 가지 CADR 등급이 있습니다. COVID-19에 대해서는 'Smoke(연기)' CADR 등급을 사용해야 합니다. 이를 비감염성 공기 전달률이라고도 합니다.

**CFM** 즉, 분당 입방 피트(cubic feet per minute)는 실내로 들어오고 나가는 공기 흐름을 측정한 것입니다.

원하는 ACH를 얻기 위해 얼마만큼의 cfm이 필요한지 계산하는 공식은 다음과 같습니다.

$$CFM = (\text{원하는 ACH}) \times (\text{입방 피트 단위의 실내 용적}) / 60 \text{ 분/시간}$$

실내 용적은 다음의 공식으로 계산할 수 있습니다.

$$\text{폭} \times \text{길이} \times \text{천장까지의 높이} (\text{모든 치수는 피트 단위})$$

**CFM/person** 즉 1 인당 분당 입방 피트(cubic feet per minute per person)는 실내에 있는 각 사람당 제공되는 공기의 흐름의 척도입니다. 이것은 실내의 총 공기 흐름(CFM 기준)을 재실자 수로 나눈 값입니다.

**Clean Air(청정 공기)** 는 이 문서의 목적상 외부에서 공급되는 깨끗한 공기와 적절한 등급의 CADR 이 있는 휴대용 공기 청정기 (PAC) 또는 최소 효율 보고 값(MERV) 13 이상의 필터가 장착된 HVAC 시스템을 통과한 재순환된 실내 공급 공기를 모두 의미합니다. 산불 연기로 오염된 여과되지 않은 외부 공기는 맑은 공기에 해당하지 않을 수 있습니다.

**시간당 등가 실외(청정) 공기 변화량(eACH, 또한 등가 (청정) 실외 공기 변화율이라고도 함)** 은 기계식 환기 시스템 또는 자연 환기를 통해 제공되는 실외 공기(OA) 환기, 여과된 후 공간으로 되돌려지는 재순환 공기(RA), HEPA 필터가 장착된 휴대용 공기 청정기(PAC)로 여과된 후 공간 내에 공급되는 공기를 조합하여 시간당 공간 내 공기를 교체하는 횟수를 대략적으로 계산한 값입니다. eACH 는 크기가 다르고 환기 시스템이 다른 실내에 대해 환기에 대한 표준, 지침 및 비교를 할 수 있는 계산된 값입니다.

영국식 단위를 사용하면, eACH 의 공식은 다음과 같습니다:

$$eACH = ((OA \text{ (CFM 단위)}) + (RA(CFM \text{ 단위}) \times \text{여과 효율 } *)) + (PAC \text{ 에서의 CADR } **)) / \\ (\text{실내 용적 (ft}^3\text{)} \times 60 \text{ 분/시간})$$

\*정해진 입자 크기 범위에 대해 지정됨

\*\*다른 CADR 이 제시된 경우 "연기"에 CADR 값 사용

**1 인당 등가 실외(청정) 공기 유량 (CFM/person)** 즉, 1 인당 분당 입방피트)는 실내 공간 재실자 1 인당 병원균이 없는 공기의 등가 유량을 측정한 것입니다.

원하는 eACH 를 얻기 위해 필요한 cfm/person 수를 계산하는 공식은 다음과 같습니다:

$$CFM/person = (\text{원하는 eACH}) \times (\text{실내 용적}(ft^3)) / (\text{재실자 수}) \times 60 \text{ 분/시간}$$

**팬(Fan)** 은 공기를 한 방향으로 당기거나 밀어내는 장치입니다. 팬은 창이나 출입구에 설치할 수 있도록 직사각형 모양으로 만들거나, 실내 어디에나 놓을 수 있도록 '받침대형'으로 만들거나, 천장 고정 장치에 부착할 수 있습니다. 일부 팬에는 사용자가 팬의 공기 흐름 방향을 변경할 수 있는 스위치가 있으며, 이러한 스위치가 없는 팬은 공기 흐름 방향을 변경하기 위해 물리적으로 돌려야 합니다.

**해파 필터(HEPA Filter)** 는 고효율 미립자 공기 필터(High-Efficiency Particulate Air Filter)를 의미합니다. 이 유형의 공기 필터는 먼지, 꽃가루, 곰팡이, 박테리아, 0.3 미크론( $\mu\text{m}$ ) 크기의 공기 중 입자를 99.97% 이상 제거하는 기준을 충족하도록 설계되었습니다. 0.3 마이크론 크기의 입자가 필터를 가장 쉽게 통과하기 때문에 '최악의 경우' 시나리오로 이 크기의 입자를 사용하여 테스트합니다. 더 크거나 더 작은 입자는 더 높은 효율로 포집됩니다.

**HVAC**는 난방(Heating), 환기(Ventilation), 공조(Air Conditioning) 시스템을 의미합니다. 이 시스템에서는 팬을 사용할 때 일반적으로 도관과 플레넘을 통해 실내 안팎으로 공기를 이동시키기 때문에 '기계식 환기'라고도 합니다.

**기계식 환기(Mechanical Ventilation)**는 모터로 구동되는 팬 및 송풍기와 같은 동력 장치로 실내 공간에 공기를 공급하거나 제거하는 능동적 프로세스입니다. 단, 풍력 구동 터빈 환풍기와 기계식으로 작동되는 창문 등의 장치는 해당되지 않습니다.

**외부 공기(Outside Air)(실외 공기(outdoor air))**는 자연 환기 또는 기계 환기를 통해 건물 외부에서 유입되는 깨끗한 공기를 말합니다. "신선한 공기(Fresh Air)" 또는 일부 응용 프로그램의 경우 "보급 공기(Make-up Air)"라고도 합니다. 산불 연기가 자욱할 때와 같이 외부/실외 공기가 항상 깨끗한 것으로 간주되지 않을 수 있다는 점에 유의하십시오.

**PAC**는 휴대용 공기 청정기(Portable Air Cleaner)로 건물이나 실내에서 이동하면서 공기를 정화할 수 있는 장치입니다. 일반적으로 PAC는 HEPA 필터와 같은 일종의 고효율 필터와 함께 판매됩니다. PAC는 휴대성이 뛰어나 실내 거주자에게 공기 청정 효과가 가장 큰 곳에 배치할 수 있습니다.

**재순환 공기(Recirculated Air)**는 건물 내부에서 끌어와 필터를 통과시키고 처리한 후 건물로 다시 들여보내는 공기를 말합니다. 재순환 공기는 MERV-13 이상의 효율 필터를 통과하지 않는 한 코로나-19 목적의 건물 환기를 평가할 때는 고려되지 않습니다.

### 3. 일반적인 고려 사항

코로나-19 전파에서 건축 환경의 역할에 대한 우리의 이해가 발전하고 있습니다. 에어로졸을 포함하는 작은 바이러스는 물리적 반경 6 피트를 훨씬 넘어 실내 공기 중에 떠나니며 흡입될 수 있다는 사실이 연구 결과 명확히 입증되었습니다. 배기 후드를 사용하는 병원, 의료 시설 및 연구 시설을 제외하고, 캘리포니아 건축법 및 타이틀 24에 규정된 환기 요건과 같은 기존 환기 요건은 코로나-19 유발 바이러스인 SARS-CoV-2와 같은 유해 감염원의 작은 에어로졸 노출을 통제하기 위한 것이 아니었습니다.

따라서 규정 준수는 더 나은 보호 환경을 구축하기 위한 기준 또는 출발점으로 고려되어야 합니다. 환기(즉, 실외 공기, 적절히 여과된 재순환 공기, PAC로 여겨진 공기를 조합하여 달성하는 등)가 수준의 환기)는 특히 마스크 착용 여부와 관계없이 사람들이 마스크를 벗는 경우 (예: 식당에서 식사하는 동안) 또는 여러 가구의 사람들이 섞여 있는 공간에서 가능한 한 법적 요건보다 훨씬 높은 수준으로 최대화되어야 합니다.

실내 공간의 재실자 밀도는 환기 목표를 설정할 때 고려해야 할 중요한 요소로, 용적은 같지만 재실자 수가 다른 공간은 각 재실자에 대해 동일한 수준의 보호를 제공하기 위해 서로 다른 총 환기율이 필요하기 때문입니다. 점유 밀도를 고려하는 한 가지 목표 메트릭은 1 인당 등가 실외 공기 유량(CFM/1 인 단위)입니다.

반면, eACH의 목표 메트릭(/시간 단위)은 실내 환경의 재실자 수를 고려하지 않으므로 더 근사치입니다. 즉, eACH 환기 목표 수준은 재실자 수를 알지 못한 채 광범위하게 적용하는 것이 더 간단하지만, 증거 기반 환기 요건에 비해 개인을 보호하거나 과잉 보호할 수 있습니다.

예를 들어, 유럽 환기 엔지니어 단체인 REHVA는 관련 수학적 모델과 최선의 가정을 바탕으로 실내 공기 감염 위험을 통제하는 데 필요한 최소 환기 흐름을 결정하는 [전략](#) (PDF)을 개발했습니다. 이에 상응하는 미국 환기 엔지니어 조직인 ASHRAE도 공기 중 감염 위험을 통제하기 위해 권장되는 공기 흐름을 설정하기 위해 [접근 방식](#)을 개발했습니다.

공기 중 감염 관리에 대한 이용 가능한 과학적 증거를 바탕으로 한 [랜싯 위원회\(Lancet Commission\)](#) (PDF)의 최근 보고서에 따르면 1 인당 21 cfm을 "양호(good)," 30 cfm을 "우수(better)," 30 cfm 이상을 "최선(best)"으로 권장했습니다. 비감염성 공기 전달률에 대한 이러한 권장 사항은 해당 문서에 제공된 사용 가능한 증거에 대한 광범위한 검토를 기반으로 합니다. 또한 Lancet Commission은 일부 건물의 점유 비율과 규모에 대해 "양호(good)" 및 "우수(better)" 목표 유량을 4-6 eACH로 보고했습니다. (재실자 밀도는 건물마다 다를 수 있으므로 이러한 eACH 목표는 가정된 재실자 밀도를 기준으로 한 근사치입니다.)

이러한 eACH 권장 사항은 코로나-19 전파 위험을 줄이기 위해 실내 공간에서 5 eACH의 최근 [CDC](#)의 권장 목표와 유사합니다. CDC에 따르면, 이 목표 값은 감염성 입자 농도를 감소시키고 감염 위험을 알 수 없는 양만큼 감소시킬 가능성이 있지만 감염 위험이 제거된다는 보장은 없습니다. CDC 문서에서는 1 인당 목표 환기 공기 흐름을 제공하지 않았으며 사용 가능한 과학적 증거에 근거한 Lancet Commission 보고서에서 1 인당 4-6 eACH를 제안했다는 점과 미국 EPA 지침에 따라 적절한 크기의 공기 청정기를 사용할 경우 5 eACH를 제공한다는 두 가지 주요 사항을 특정 eACH 목표에 대한 근거로 제시했습니다.

환기 수준을 높이더라도 바이러스 함유 입자를 통해 감염자와 매우 가까이에 있는 취약한 사람에게 전파되는 것을 줄이는 데는 한계가 있으며, 재실자 간 거리를 넓히거나 마스크를 착용하면 단거리 전파를 줄이 가능성이 더 높습니다.

또한 의료 기관과 같이 이 문서의 범위를 벗어난 고위험 환경의 경우 규정에 따라 더 높은 환기율이 필요하거나 요구될 수 있습니다. 기타 환경의 격리 구역 환기에 관한 추가 지침은 캘리포니아 공중보건국(CDPH) [전문 요양시설, 장기 요양 시설, 호스피스, 약물 치료시설 및 노숙자 보호소에서 코로나-19 전염 위험을 줄이기 위한 격리 구역 환기 지침](#)을 참조하십시오. 모든 공간과 상황에 맞는 최적의 환기 및 점유 전략을 파악하기 위해서는 추가 연구가 필요합니다.

일반적으로 실내 환경에 사람이 많을수록 실내 공기의 여과와 함께 실외 공기를 통한 환기의 필요성이 더 커집니다. 재실자 밀집도가 가장 높은 공간과 재실자가 마스크를 벗을 수 있는 공간에 신선한 공기를 환기하고 여과하는 데 집중해야 합니다.

실외 환기를 늘릴 수 없고 호흡보호구 또는 마스크를 착용하지 않는 공간에 사람이 많이 모이는 것을 피해야 합니다. 감염자 근처에서 전염 위험을 줄이려면 신체적 거리두기를 강화해야 하며, 이는

재실자 수를 줄이면 도움이 될 수 있습니다. 특정 환기 기능이 있는 건물에서 고려할 수 있는 다른 변경 사항은 다음과 같습니다:

- 기계식 환기 시스템이 있는 건물의 경우 섹션 5 기계식 환기 개선을 참조하십시오.
- 세탁실이나 주방과 같은 지원 구역의 배기 환기를 점검하고 유지하십시오.
- 화장실 및 기타 구역의 배기 팬이 제대로 작동하고 지속적으로 또는 필요에 따라 작동하는지 확인하십시오. 바이러스가 대변에 존재할 수 있으므로 물을 내리는 동안 변기 뚜껑(가능한 경우)을 내려 두는 것이 좋습니다.
- 창문과 기타 자연 환기원을 최대한 열어 두십시오.
- 기타 통제 조치를 보완하기 위해 구역에 휴대용 공기 청정기(PAC)를 추가하는 것을 고려하십시오.

건물의 환기 개선을 위해 다음 전문가 중 한 명 이상의 도움을 받을 수 있습니다:

- 시설 ("고정") 엔지니어
- 건물 유지보수 및 수리 직원
- 기계 엔지니어
- 기계 (HVAC) 계약업체
- 일반 계약업체
- 건축가
- 실내 공기 질 또는 산업위생 컨설턴트

#### 4. 자연 환기 개선 및 팬의 적절한 사용

공기 질이 좋지 않은 날에는 주의를 기울여 공간 내 외부 공기 공급을 개선하기 위해 다음 중 하나를 시행하는 것을 고려하십시오.

- 날씨와 공기의 질 조건이 허락하는 경우, 창문과 문을 열어 신선한 실외 공기를 끌리십시오. 창문과 문을 열면 시설 이용자에게 안전 또는 건강상의 위험이 발생할 수 있는 경우 열지 마세요.
- 팬을 사용하면 창문을 열어 두는 효과를 높일 수 있습니다.
  - 팬을 창문 안 또는 창문 근처에 안전하고 조심스럽게 배치하십시오.
  - 전기 코드를 조심하십시오. 전기 코드가 감전 걸려 넘어질 수 있거나 젖어 있어 감전 위험을 초래할 수 있는 상태인지 확인하십시오.
  - 한 사람으로부터 다른 사람으로 바람이 불지 않도록 팬을 배치하십시오.
  - 배기 모드로 설정된 창문 팬은 강한 실내 기류를 생성하지 않고도 열려 있는 다른 창과 문을 통해 실내로 신선한 공기를 유입하는 데 도움이 됩니다.

참고: 작동 가능한 창문과 기계식 환기 시스템이 모두 있는 건물의 경우, 두 시스템 간의 상호 작용을 신중하게 고려해야 합니다.

- 예방 조치로 실내 공기의 질 개선의 한 형태로 천장 팬 사용을 생략하십시오. 오염 가능성이 있는 공기를 실내 높은 부분의 깨끗한 공기로 희석하는 효과를 뒷받침하는 과학적 증거는 충분하지 않습니다. 천장 팬은 실내 공간에 신선한 공기를 추가로 유입시키지 않으며 신선한 공기 환기와 동등한 것으로 간주되지 않습니다. 천장 팬의 효과에 대한 불확실성을 고려할 때, 건물 재실자의 열 쾌적성을 위해 필요한 경우가 아니라면 천정 팬을 꺼야 합니다. 실외 공기가 공간으로 유입되는 경우 천장 팬을 사용하면 공기 혼합이 개선될 수 있습니다.
- 휴대용 공기 청정기 사용에 대한 정보는 섹션 7, 휴대용 공기 청정기('HEPA 공기 필터')를 참조하십시오.

## 5. 기계식 환기 개선

1) 청정 공기 공급을 늘리고, 2) 건물 공기 중 코로나-19 또는 기타 오염 물질 농도를 제거하거나 희석시키기 위해 기계식 환기 시스템을 업그레이드하거나 개선 및 기타 조치를 고려하십시오. 기계 시스템으로 유입되는 실외 공기의 양을 최대화해야 합니다.

MERV 13 이상의 여과는 공기 중 바이러스를 포착하는 데 효율적이며, 최소 여과 수준을 목표로 삼아야 합니다. 공기 처리 시스템이 이러한 높은 수준의 여과로 작동할 수 없는 경우, 장치의 여과를 시스템에 허용되는 최대치까지 높이십시오.

(코로나-19 와 관계없이) [캘리포니아 규정\(CCR\) 타이틀 8, 섹션 5142](#), 에 따라 기계식 환기 시스템은 건축 허가 발급 시점에 유효한 캘리포니아 주 건축 표준법, 타이틀 24, 파트 2, 캘리포니아 행정법에서 요구하는 최소 실외 공기량을 공급하도록 유지 및 운영되어야 합니다.

HVAC 시스템과 장치를 변경하고자 할 때 숙련된 HVAC 전문가의 자문을 구하십시오. 다양한 유형의 건물에 대한 환기 권장 사항과 건물 입주 준비 상태에 대한 자세한 정보는 이 문서 말미에 있는 추가 리소스를 참조하십시오. 모든 시나리오에 모든 단계를 적용할 수 있는 것은 아닙니다.

- 실외 공기 댐퍼를 완전히 열고 재순환 댐퍼를 닫아 공기 재순환을 줄이거나 제거하십시오. 절약 장치(economizer)를 100% 실외 공기로 설정하십시오. 이렇게 하면 온화한 날씨에는 열 쾌적성이나 습도에 영향을 미치지 않지만, 춥거나 덥거나 습한 날씨에는 실내 공기에 변화가 생길 수 있으므로 의복 및/또는 공간 난방기에 대한 조정이 필요할 수 있습니다.
- 설계 공기 흐름을 크게 줄이지 않고도 중안 공기 여과를 최대한 늘릴 수 있습니다. 목표 공기 여과는 MERV 13 이상이어야 합니다.
  - 필터 하우징과 랙을 검사하여 필터가 올바르게 장착되었는지 확인하고 공기가 필터를 우회할 수 있는 경로가 있는지 확인하십시오.
  - 필터를 청소하거나 교체하고 필터가 적절하게 설치되어 있고 제대로 작동하는지, 찢어지지 않았는지 확인하십시오. 예를 들어 산불 연기로 인해 공기 질이 좋지 않은 경우, 고효율 필터는 더 빨리 부하되므로 더 면밀한 모니터링이 필요합니다. 필터는

바이러스 입자로 오염될 수 있으므로 필터를 교체하는 사람은 최소한 CCR 타이틀 8, 섹션 5144 또는 섹션 5199의 요건에 따라 적합성 테스트를 거친 N95 호흡기 보호구와 함께 눈 보호구(안면 보호구 또는 고글), 일회용 장갑을 착용해야 합니다.

- 환기 시스템에서 '수요 제어'와 재실 감지기를 비활성화하여 난방 또는 냉방 필요와 관계없이 팬이 지속적으로 작동하도록 하십시오. 이는 시스템 온도 조절기의 팬을 '자동' 대신 '켜기' 위치로 설정하면 됩니다.
  - HVAC 시스템이 주간/야간 또는 기타 사전 프로그래밍 된 주기로 작동하는 경우, 건물의 문을 열기 전 1-2 시간 전과 건물의 문을 닫은 후 2-3 시간 동안 최대 외부 공기 흐름으로 HVAC 시스템을 가동하는 것을 고려하십시오.
  - 연중 무료 24 시간 HVAC 팬을 가동하는 것을 고려하십시오.
  - CCR 타이틀 8, [섹션 5142](#)에 따라 직원이 있는 경우 COVID-19 와 상관없이 HVAC 시스템을 지속적으로 작동해야 합니다.
- 고위험 구역의 급배기 디퓨저 및/또는 댐퍼의 설정을 조정하여 오염 가능성 있는 공기가 재실자로부터 멀리 이동하여 깨끗한 공기에서 덜 깨끗한 공기로의 이동을 생성합니다.
- 일반적으로 실내에 설치된 벽걸이형 팬 코일 시스템은 바이러스 입자를 제거하지 않으므로, 바이러스 입자가 공간에 축적될 수 있습니다. 이러한 시스템은 팬 코일에 최소한 MERV 13 필터가 장착된 경우가 아니면 사람이 있는 실내에서 작동해서는 안 됩니다.
- 기계 시스템으로 유입되는 실외 공기의 양은 공기 여과와 관계없이 항상 최대화해야 합니다.

## 6. 기계식 시스템의 기능 파악

- 환기 공급 조절 장치에 작은 리본이나 휴지 조각을 부착하여 시스템이 작동하는지 확인할 수 있습니다.
- 막대기나 다웰(dowel) 끝에 달린 가벼운 깃털(솜털)을 사용하면 팬이나 PAC 등에서 나오는 기류를 추적하여 공기가 사람과 사람 사이에 날아가지 않는지 확인할 수 있습니다.
- 기계식 환기 시스템이 공간의 사용량을 따라가지 못하면 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 수치가 증가할 수 있습니다. 따라서 공간의 CO<sub>2</sub> 수치를 측정하면 밀집도가 높은 실내 공간에서 환기 시스템의 효과를 판단하는 데 사용할 수 있습니다. 그러나 CO<sub>2</sub> 수준은 공간이 점유된 후 증가하기까지 시간이 걸리기 때문에 후행 지표입니다. 시설에서 CO<sub>2</sub> 모니터링 기술을 사용하는 최선의 방법에 대해서는 지식이 풍부한 전문 기계 엔지니어 또는 산업 위생사와 상담하도록 권장합니다.
- 시스템 평가에 도움이 필요한 경우 섹션 3 일반적인 고려 사항에 나와 있는 전문가를 참조하십시오.

## 7. 휴대용 공기 청정기('HEPA 공기 필터')

기계식 및 수동식 환기로 목표를 달성할 수 없을 정도로 개선할 수 없는 실내 및 구역에서는 휴대용 공기 청정기(PAC) 사용을 고려해야 합니다. PAC는 다양한 크기, 기능, 가격으로 제공되며, 가격이 더 비싸다고 해서 반드시 공기 질을 더 크게 개선되는 것은 아닙니다. 기존 환기의 양, 질 및 상태에

따라 PAC는 2-5 eACH를 추가로 제공하는 데 유용할 수 있습니다. PAC의 효과적인 사용에 대한 핵심 사항을 검토하십시오:

- [캘리포니아 대기자원위원회\(CARB\)에서 오존 배출 및 전기 안전 인증을 받은](#) PAC를 구매하십시오.
- PAC가 배치되는 공간이나 구역에 적합한 크기인지 확인하십시오. 적절한 크기의 장치를 선택하는 한 가지 방법은 미국 가전제품 제조사협회(AHAM)의 [청정공기 공급률 \(CADR\)](#)입니다. CADR 표준의 작성자는 방의 천장 높이가 8 피트 이상인 경우 조정을 통해 장치가 방 바닥 면적(평방 피트 단위)의 최소 2/3 CADR을 갖도록 해야 한다고 제안합니다. 이 방법을 사용하는 경우 장치의 CADR을 연기(Smoke)로 사용해야 합니다. CADR 등급(등급 값 포함)을 받은 모든 장치의 목록은 [AHAM의 "Verifide"](#) 웹사이트에서 확인할 수 있습니다. 실내에 둘 이상의 PAC가 필요할 수 있습니다.
- PAC는 코로나바이러스 크기의 입자를 포착하는 데 매우 효율적이지만, 입자는 먼저 물리적으로 필터로 이동해야 합니다. PAC가 필터를 통해 공기를 더 빨리 순환시킬수록 바이러스 입자를 포획할 가능성이 높아집니다. CADR은 PAC가 최고 속도 설정에서 생성하는 청정 공기의 양을 분당 입방 피트 단위로 반영합니다(PAC의 공기 정화 효율은 속도가 낮을수록 감소합니다). 교실과 같이 저소음이 중요한 공간에서는 소음이 심한 PAC에서 견딜 수 있는 소음 수준을 유지하려면 공기 청정 효율이 낮은 저속으로 작동해야 할 수 있으므로 저소음 장치를 식별하고 사용하는 것이 특히 중요합니다.
- PAC에는 각각 작은 입자, 중간 입자, 큰 입자를 나타내는 연기, 먼지 및 꽃가루의 세 가지 CADR 등급이 있습니다. 코로나-19에 대한 여과 목적으로는 연기 CADR 등급을 사용해야 합니다. 가장 작은 바이러스 비말은 연기 입자와 크기가 비슷하지만 더 큰 바이러스 비말은 꽃가루 크기 범위에 더 가깝습니다. 연기에 대한 CADR이 250인 PAC는 연기 입자 수준을 분당 250 입방 피트의 청정 공기를 추가하여 얻을 수 있는 것과 동일한 농도로 감소시킵니다.
- 하버드대학교와 볼더 소재 콜로라도 대학교는 코로나-19에 대한 올바른 PAC 크기를 결정하는 데 보다 심층적인 도움을 주기 위해 CADR을 사용하여 올바른 PAC를 식별하기 위한 [스프레드시트](#)를 공동 개발했습니다. 이 스프레드시트를 사용하는 경우 세 번째 탭에 나열된 PAC는 검증된 제조업체와 모델의 예시일 뿐이며, 스프레드시트의 두 번째 탭에 있는 모든 장치에 대한 CADR(연기 값 사용)을 입력할 수 있다는 점에 유의하시기 바랍니다.
- 제조업체의 사양, CADR 값, 하버드/CU 스프레드시트는 모두 최대 팬 속도에서 작동하는 PAC를 기준으로 추정치를 산출했습니다. 팬 속도를 줄이면 장치에서 발생하는 소음을 줄일 수 있지만 장치에서 제공하는 공기 여과량도 감소합니다.
- 효과적인 공기 정화를 위해서는 사람들이 앉거나 모이는 곳의 중앙에 PAC를 배치하고 배기 방향이 사람 사이로 공기가 날아가지 않도록 해야 합니다.
  - 한 사람에서 다른 사람으로 공기가 날아가지 않도록 똑바로 배출되는 PAC를 사용해야 합니다.

- 사용하지 않는 방의 구석이나 테이블 아래에 공기 여과 장치를 배치하면 공기가 효과적으로 정화되지 않습니다.
- PAC 또는 관련 전기 코드에 걸려 넘어지는 위험이 발생하지 않도록 하십시오.
- PAC는 청소, 점검 및 필터 교체가 필요합니다. 작동 매개변수(예: 권장 팬 속도), 배치 및 장치가 제공하는 이점을 최적화하는 유지관리 방법을 숙지하십시오.
- 고효율 미립자 공기(HEPA) 여과를 사용하는 산업용 공기 청정기를 사용할 수 있으며, 이는 특히 다음과 같은 넓은 실내와 면적에 적합합니다.
  - 때때로 '음압 기계(Negative Air Machines: NAM)' 또는 'hogs'라고도 하는 상업용/산업용 장치는 이미 더 큰 시설에서 사용할 수 있습니다. 장비 공급업체를 통해 이러한 유형의 장치를 주문할 수도 있는 시설/유지관리 담당자에게 확인하십시오. 이러한 모든 장치는 배기가스가 적절하게 배출되는지 점검해야 합니다.
  - 산업용 공기 청정기에는 일반적으로 CADR 등급이 없습니다. 대신, 제조업체의 정격 공기 흐름 (CFM 단위)이 섹션 2에 제공된 시간당 환기 및 동등한 시간당 환기 계산에 통합됩니다.

## 8. 산불 연기 발생 시 환기

- 환기 및 여과는 실내 공기에 있는 바이러스 입자와 다른 유형의 입자(예: 산불 연기, 꽃가루, 포자, 알레르겐)의 농도를 줄이는 데 매우 효과적일 수 있지만, 사용되는 전략은 적절하게 조정되어야 합니다(예: 산불 연기 발생 시 유입되는 신선한 공기의 양을 감소시킴).
- MERV 13 필터가 있는 HVAC 시스템은 창문과 문을 닫은 상태에서 사용하고 적절하게 설치, 유지관리, 작동할 때 산불 연기와 바이러스 입자 모두에 대한 실내 노출을 효과적으로 줄여 줍니다.
- 건물에 HVAC 시스템이 설치되어 있지 않은 경우 PAC가 실내 공기에서 연기와 코로나바이러스 크기 입자의 농도를 효과적으로 줄일 수 있습니다. 위에서 언급한 바와 같이, AHAM에서 권장하는 공기 여과율을 충족하려면 휴대용 공기 필터가 두 개 이상 필요할 수 있습니다.
- 산불 연기와 코로나바이러스 크기의 입자를 걸러내려면 담배 연기( $0.9-1.0 \mu\text{m}$ )에 대한 CADR을 사용하여 PAC를 작동해야 합니다.

## 9. Cal/OSHA 코로나-19 예방 요건의 환기에 관한 요건

Cal/OSHA 코로나-19 예방 비응급 규정은 CCR 타이틀 8에 명시되어 있으며 적용 대상 고용주는 환기 및 여과와 관련된 요소를 구체적으로 포함하는 효과적인 서면 코로나-19 예방 프로그램을 수립, 시행 및 유지해야 합니다. 적용 대상 고용주는 이 하위 섹션에 포함된 특정 환기 및 여과 요건에 대해 Cal/OSHA 코로나-19 예방 비응급 규정 및 Cal/OSHA 자주 묻는 질문을 참조해야 합니다:

- 섹션 3205 코로나-19 예방
  - 하위섹션 3205 (h)(1)
  - 하위섹션 3205 (h)(1)(A)

- 하위섹션 3205 (h)(1)(B)
- 하위섹션 3205 (h)(1)(C)
- 하위섹션 3205 (h)(2)
- 하위섹션 3205 (h)(3)
- 하위섹션 3205 (h)(4)
- 3205.1 코로나-19 다중 감염 및 코로나-19 발병
  - 하위섹션 3205.1 (e)(1)
  - 하위섹션 3205.1(e)(3)
  - 하위섹션 3205.1(f)
- 3205.2 고용주 제공 주택에서의 코로나-19 예방
  - 하위섹션 3205.2 (c)

주요 발병 사례에 대한 정보는 3205.1에서 확인할 수 있습니다.

## 10. 리소스

캘리포니아주

- [www.covid19.ca.gov](http://www.covid19.ca.gov)

Cal/OSHA(산업안전보건국, 산업관계부) 작업장 안전 규정

- [Cal/OSHA 예방 비응급 규정](#) – 팩트 시트, 모델 프로그램 및 기타 리소스
- CCR 타이틀 8, 섹션 3205 [코로나-19 예방](#); [3205.1 코로나-19 다중 감염 및 코로나-19 발병](#); [3205.2 고용주 제공 주택에서의 코로나-19 예방](#)
- CCR 타이틀 8, 섹션 5142 [Mecha 최소한의 건물 환기를 제공하기 위한 기계식 난방, 환기 및 냉방 \(HVAC\) 시스템](#).
- CCR 타이틀 8, 섹션 5143 [기계식 환기 시스템의 일반 요건](#).
- CCR 타이틀 8, 섹션 5144 [호흡기 보호](#)

질병통제예방센터

- [건물 환기](#)
- [코로나-19 기간 중 학교 운영: CDC의 고려 사항](#)
- [산불 연기와 코로나-19: 대기환경 고문 및 기타 환경 보건 전문가용 자주 묻는 질문 및 리소스](#)

AIHA(구 미국산업위생학회)

- [공학적 통제를 사용하여 코로나-19 위험 줄이기](#) (PDF)

## 미국 정부 산업위생사협회

- [코로나-19 팬데믹 기간 중 산업 환경 백서 \(PDF\)](#)

## 미국 냉난방공조기술자협회(ASHRAE)

- [코로나-19 문제를 해결하는 데 사용할 수 있는 ASHRAE 리소스](#)
- [ASHRAE, 실내 공간에서 질병 전파 위험을 줄이기 위한 획기적 기준 승인](#)
- [ASHRAE 학교 및 대학 재개 C19 지침 \(PDF\)](#)
- [표준 62.1-2019 허용 가능한 실내 공기의 질에 대한 환기 \(참고: 이 문서는 유료 문서입니다. ASHRAE는 링크된 웹페이지에서 읽기 전용 버전에 대한 무료 웹 액세스를 제공합니다. 표준 62.1-2019 참조\)](#)

## 미국 가전제품제조협회

- [인증된 휴대용 공기청정기 목록](#)
- [휴대용 공기청정기 검사 관련 정보](#)

## 캘리포니아 대기자원위원회(CARB)

- [공기 청정기 및 오존 생성 제품](#)

## 미국환경보호청(EPA)

- [환기 및 코로나-19](#)
- [가정의 실내 공기와 코로나-19](#)

## 하버드대학교 공중보건대학 및 볼더 소재 콜로라도 대학교 공과대학

- [학교용 하버드-CU 볼더 휴대용 공기 청정기 계산기](#)

## 존스홉킨스 블룸버그 공중보건대학원 건강 보장 센터

- [학교 환기: 코로나-19 확산을 줄이기 위한 필수 수단 \(PDF\)](#)

## 세계보건기구

- [코로나-19 상황에서의 실내 환기 개선 및 보장 로드맵](#)

## 예일대학교 공중보건대학

- [학교 재개 - 위험 감소를 위한 환기 비결](#)

실내 환경의 환기, 여과 및 공기의 질에 대한 본 지침은 샌프란시스코 공중보건국(SFDPH)에서 준비한 유사한 문서의 허가를 받아 수정되었습니다. [SFDPH 코로나-19 정보 및 지침](#)

2021년 2월 26일에 최초 게시