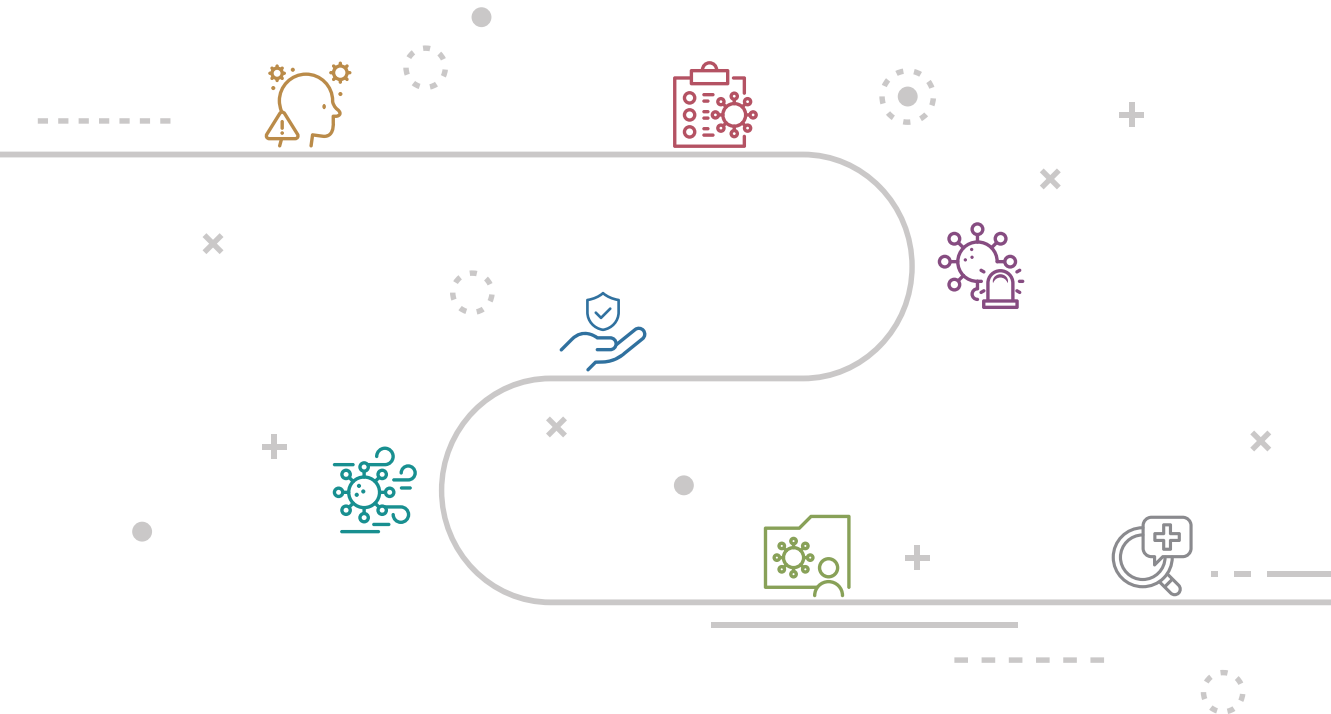


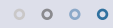
미세먼지 진료 길잡이



○ ○ ○ ○

미세먼지 진료 길잡이





미세먼지 진료 길잡이

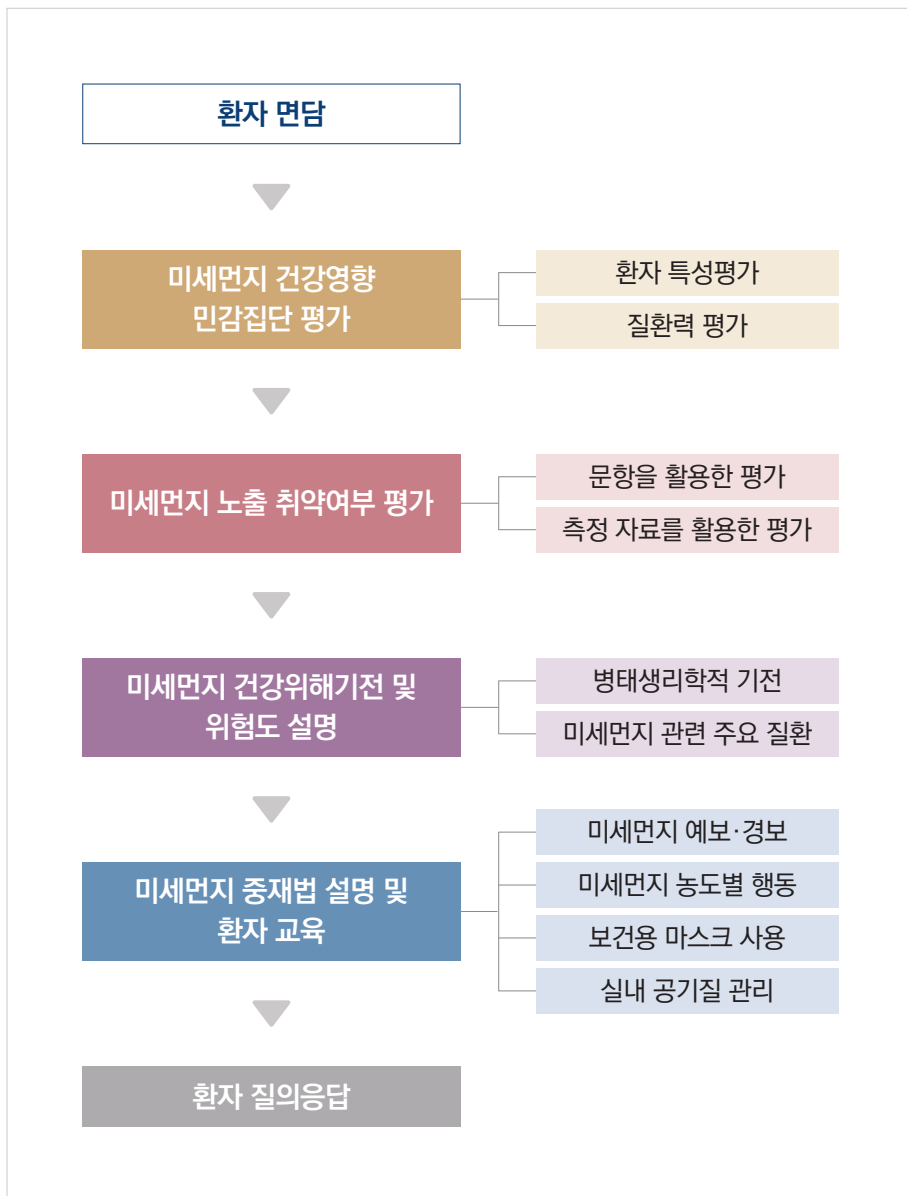
개요

미세먼지는 우리 눈에 보이지 않을 정도로 작은 크기를 갖는 먼지를 일컫는 말로, 입자 크기에 따라 지름 $10\ \mu\text{m}(=0.001\ \text{cm})$ 이하의 먼지를 미세먼지(PM_{10}), $2.5\ \mu\text{m}(=0.00025\ \text{cm})$ 이하인 것을 초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$)라고 함. 미세먼지 노출은 심장 및 폐 관련 질환으로 인한 병원 입원과 응급실 방문의 위험도를 높일 뿐만 아니라, 허혈성심장질환, 만성폐쇄성폐질환, 폐암, 뇌졸중, 급성 하기도감염으로 인한 사망의 위험도를 높이는 것으로 알려져 있음⁽¹⁾. 2013년 10월 세계보건기구(WHO, World Health Organization) 산하의 국제암연구소(IARC, International Agency for Research on Cancer)는 미세먼지를 1군 발암 물질(Group 1, 인간에게 발암성이 있는 것으로 확인된 물질)로 분류함⁽²⁾.

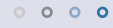
세계보건기구의 추산에 따르면, 초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$)로 2016년 한 해 700만 명이 조기 사망한 것으로 나타남^(1, 3). 세계질병부담 연구진에 따르면, 2015년 420만 명이 실외 초미세먼지 노출로 인해 조기 사망한 것으로 나타남. 우리나라에서 수행된 연구에서도 한 해 10,000명이 넘는 사람이 실외 초미세먼지 노출로 조기 사망하는 것으로 나타남^(4, 5). 현재 다양한 질환들과 미세먼지 노출 간의 관련성의 근거가 지속적으로 보고되고 있기에, 미세먼지로 인한 질병 부담의 실제 크기는 현재 추산 값보다 더 클 것으로 예상됨.

미세먼지는 개인의 의지와 무관하게 노출된다는 측면에서 음주, 흡연, 비만 등 전통적 건강 위험요인과 다른 특성을 가지고 있음. 또한 질병과의 관련성의 크기가 다른 위험요인들보다 작지만 많은 사람을 대상으로 광범위한 노출이 이루어진다는 측면에서 공중보건학적 중요성이 강조되고 있음. 이에 미세먼지 노출로 인한 질병 발생 및 건강 손실을 최소화하고 국민을 미세먼지로부터 보호하기 위하여 의사들은 환자 문진 시 미세먼지에 대한 올바른 설명을 하고, 환자의 미세먼지 건강영향 민감성 여부와 노출에 대한 취약성 여부를 평가할 필요성이 있음. 나아가 환자들에게 미세먼지 노출을 줄이기 위한 효과적인 중재 방법을 교육할 필요성이 있음.

하지만 의료인을 위한 미세먼지 건강영향 안내서나, 미세먼지로 인한 건강피해의 크기를 줄이기 위한 중재 방법을 정리한 우리말 자료는 전무한 실정임⁽⁶⁾. 이에 대한의학회와 질병관리청은 우리나라 의료인들이 환자 진료 시 참고하여 활용할 수 있도록 미세먼지 건강영향 관련 내용을 정리한 《미세먼지 진료 길잡이》를 제작하여 배포하고자 함. 본 《미세먼지 진료 길잡이》에서는 미세먼지 건강영향 민감집단 평가 방법, 미세먼지 노출 취약 여부 평가 방법, 미세먼지 건강위해기전 및 위험도 설명, 일상생활에서의 효과적인 미세먼지 중재법을 다루고자 함(Figure 1). 또한 코로나바이러스감염증-19와 대기오염의 관련성이 보고되는 바, 코로나바이러스감염증-19와 미세먼지에 관한 내용도 포함하였음. 본 《미세먼지 진료 길잡이》의 목적은 의사가 환자 대면 시, 환자의 상태에 따른 미세먼지 건강상담을 쉽고, 빠르고, 정확하게 하는 데 있음.



[Figure 1. 미세먼지 진료 길잡이 흐름도]



미세먼지 진료 길잡이

단계별 체크리스트

미세먼지 건강영향 민감집단 평가

환자가 미세먼지에 쉽게 영향을 받을 수 있는 특성 혹은 질환력을 갖고 있는지 문진을 통해 확인하는 단계

- ✓ 환자가 미세먼지에 민감한 특성(어린이, 임산부, 노인, 비만 혹은 낮은 사회경제적 수준)을 가지고 있는지 평가하였는가?
- ✓ 환자가 미세먼지에 민감한 질환력(고혈압, 당뇨, 심뇌혈관계질환, 호흡기계질환, 아토피피부염 등)을 가지고 있는지 평가하였는가?

미세먼지 노출 취약 여부 평가

환자의 실내 및 실외 미세먼지 노출 정도를 평가하고 우리나라 미세먼지 환경기준에 대해 설명하는 단계

- ✓ 환자의 실내 및 실외 미세먼지 노출 평가를 위한 질문을 수행하였는가?
- ✓ 환자의 거주지에 기반하여 미세먼지 노출 평가를 수행하고, 우리나라의 미세먼지 기준 농도에 관하여 설명하였는가?

미세먼지 건강위해기전 및 위험도 설명

환자가 미세먼지 건강영향에 대해 쉽게 이해할 수 있도록 관련 기전과 질환들을 환자의 눈높이에 맞추어 설명하는 단계

- ✓ 미세먼지-건강영향에 관한 생물학적 기전을 환자에게 쉽게 설명하였는가?
- ✓ 미세먼지 용량-반응곡선을 활용하여 미세먼지에 만성적으로 노출될 경우 허혈성심장질환, 뇌졸중, 만성폐쇄성폐질환, 폐암, 급성 하기도감염의 사망위험도가 높아진다는 것을 설명하였는가?



미세먼지 중재법 설명 및 환자 교육

미세먼지 예보·경보 확인 방법 및 미세먼지 농도별 행동권고안을 소개하고, 일상생활에서 미세먼지 노출을 줄이는 데 도움을 줄 수 있는 생활 습관(보건용 마스크 착용, 주기적인 환기, 물걸레질을 활용한 청소, 공기청정기 사용 등)을 교육하는 단계

미세먼지 예보·경보 소개 및 미세먼지 농도에 따른 행동 안내

- ✓ 미세먼지 예보·경보를 확인할 수 있는 에어코리아 홈페이지와 앱 소개하기
- ✓ 미세먼지 농도에 따른 행동 권고안 설명하기

마스크 사용 안내

- ✓ 보건용 마스크에 대해 설명하고 착용 방법을 안내하기
- ✓ 보건용 마스크 사용의 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 모두 설명하고 보건용 마스크 착용 후 두통, 호흡곤란, 어지러움 등의 증상이 있는 경우 착용을 중지해야 함을 안내하기

실내 공기질 관리 안내

- ✓ 일상생활에서의 실내 미세먼지를 줄이기 위한 다양한 생활 습관(주기적인 환기, 물걸레질을 활용한 청소, 공기청정기 사용 등) 안내하기
- ✓ 공기청정기의 올바른 사용법과 공기청정기 사용으로 얻을 수 있는 건강 효과에 대한 연구 소개하기

환자 질의응답

환자의 미세먼지 관련 궁금증에 답하고 진료를 마무리하는 단계



미세먼지 진료 길잡이

요약

일부 특성을 가지고 있는 사람들은 동일 수준의 미세먼지 농도에 노출되어도 일반 인구집단보다 더 큰 건강 영향을 받는 것으로 알려져 있는데 이러한 집단을 ‘미세먼지 건강영향 민감군’이라 하며 어린이, 임산부, 노인, 비만 혹은 사회경제적 수준이 낮은 사람 등이 포함됨. 또한 고혈압, 당뇨 등의 기저질환을 앓고 있거나 심뇌혈관계, 호흡기계 질환력을 가지고 있는 사람은 그렇지 않은 사람에 비해 미세먼지 노출에 따른 건강영향의 위험이 더 큰 것으로 보고됨. 따라서 환자 문진 시 환자의 미세먼지 민감군 여부를 파악해야 함.

일상생활에서 고농도의 미세먼지에 오랫동안 노출될 가능성이 있는 사람은 그렇지 않은 사람보다 미세먼지로 인한 건강영향을 받을 수 있는 위험도가 더 큼. 미세먼지 노출 취약 여부는 환자 진료 과정에서 개개인의 행동 및 생활 습관 관련 문항을 활용하여 파악할 수 있음. 또한 에어코리아(Air Korea, <https://www.airkorea.or.kr>)의 실시간 미세먼지 측정 자료를 활용하여 병원 혹은 환자의 거주지 정보에 기반한 환자의 미세먼지 노출 정도를 평가할 수 있음.

미세먼지는 중금속, 황산염, 질산염, 유기탄소, 원소탄소 등 다양한 물질이 혼합되어 이루어진 화합물로서 다양한 연구를 통해 미세먼지 노출이 허혈성심장질환, 뇌졸중, 만성폐쇄성폐질환, 폐암, 급성 하기도감염으로 인한 사망의 위험을 증가시킨다고 보고됨. 미세먼지는 폐포까지 깊숙이 들어가 교감 신경을 자극하며, 작은 크기로 인해 가스 교환 시 폐포를 통해 쉽게 혈류 속으로 들어가 혈장 내 미세먼지 농도, 중금속 농도, 유기물질의 농도를 높임. 또한 미세먼지는 폐의 산화 손상과 염증 반응을 유발하는 것으로 알려졌으며 이는 전신의 염증반응과 산화 손상으로 이어져 혈관 수축, 혈압의 증가, 인슐린 저항성 증가, 고지질혈증, 혈관내막기능장애, 혈소판 응집, 혈액 응고 등의 반응을 유발함. 이러한 일련의 신체 반응으로 미세먼지 노출은 뇌졸중, 심혈관계 질환, 폐암, 만성폐쇄성폐질환으로 인한 사망 뿐만 아니라 고혈압, 당뇨, 고지질혈증, 대사증후군의 발생과도 밀접한 연관성이 있음.

우리나라는 국민들에게 더욱 신속하고 정확한 미세먼지 정보를 제공하기 위해 미세먼지 예보를 시행하고 있음. 미세먼지 예보는 초미세먼지 농도($PM_{2.5}$, $\mu g/m^3$)를 기준으로 좋음(0~15), 보통(16~35), 나쁨(36~75), 매우 나쁨(76~)으로 나누어짐. 대통령령에 따라 설치된 미세먼지 문제 해결을 위한 국가기후환경회의에서는 초미세먼지($PM_{2.5}$) 농도가 $36 \mu g/m^3$ 이상일 때(나쁨 이상), 임산부, 노인, 기저질환자 등의 미세먼지 민감군은 실외 활동을 자제하고 외출 시에는 보건용 마스크의 착용을 권고하고 있음.

미세먼지 경보는 고농도의 미세먼지가 발생하였을 때 이를 신속하게 국민에게 알려 행동요령이나 조치 사항을 실천하도록 함으로써 미세먼지로 인한 피해를 줄이기 위한 제도로 초미세먼지($PM_{2.5}$) 농도에 따라 주의보($75 \mu g/m^3$ 이상 2시간 지속) 등급과 경보($150 \mu g/m^3$ 이상 2시간 지속) 등급으로 나뉨.



미세먼지 경보 발령 시 미세먼지 민감군은 실외 활동을 금지하고 일반인은 장시간의 실외 활동이나 무리한 실외 활동을 자제하라고 당부하고 있으며, 주의보 및 경보 모두 외출 시 보건용 마스크 사용을 권장하고 있음.

미세먼지 노출을 줄이기 위한 개인 수준의 대응 방법 중 가장 효과적인 방법은 보건용 마스크 착용으로 우리나라의 보건용 마스크는 Korea Filter(KF) 값에 따라 KF80, KF94, KF99 등급으로 나뉨. KF 수치가 높을수록 분진이 많이 걸러지는 것을 의미하지만, KF 수치가 높은 보건용 마스크 사용시 흡기저항이 커져 호흡이 힘들어질 수 있음. 다양한 연구를 통해 보건용 마스크의 사용이 혈압 및 심박동 변이도에 긍정적인 영향을 미친다는 결과가 보고되었지만, 보건용 마스크 착용에 따른 호흡 불편감 호소도 관찰되었음. 이에 보건용 마스크 착용 후 갑작스럽게 두통, 호흡곤란, 어지러움 등의 증상이 발생한 경우 즉시 착용을 중지해야 하며 특히 만성 호흡기질환, 심장질환, 뇌혈관질환을 앓고 있거나 노인, 임산부 등과 같이 호흡에 어려움이 있는 사람이 보건용 마스크 착용 시 불편함을 느끼게 되면 마스크를 바로 벗고 무리해서 착용하지 않아야 함.

실내공기질 관리에 유용한 것으로 알려진 생활 습관으로 주기적인 환기, 물걸레질을 활용한 청소, 공기청정기 사용 등이 있음. 실외 미세먼지 농도가 높다고 하더라도 요리와 같이 고농도의 미세먼지가 발생할 수 있는 행위를 실내에서 하게 되면 환기가 필요하며, 최소 10분씩 하루 3번 주기적으로 환기 하는 습관이 권장됨. 또한 음식물이 조리되는 과정에서 미세먼지가 많이 발생하기 때문에 튀김이나 굽는 요리는 삶기 등의 방법으로 대체하고, 조리를 하면서 후드 사용, 자연 환기를 하는 것이 실내공기질 관리에 중요함. 물걸레질은 바닥에 가라앉은 먼지를 다시 날리게 할 가능성이 낮아 실내 미세먼지 제거에 더욱 효과적인 것으로 알려짐. 진공청소기를 활용하는 청소는 바닥의 먼지를 공기 중으로 다시 띄워 실내 미세먼지 농도를 높일 수 있기에, 고성능 공기정화필터(HEPA filter)가 장착된 진공청소기를 사용해야 미세먼지 확산을 줄일 수 있음.

대부분의 경우 자연환기로 환기 효과가 충분하지만 자연환기가 불충분하거나 곤란할 경우 보완적으로 공기정화장치를 사용할 수 있음. 예를 들어 미세먼지 농도가 높거나 주변에 큰 도로나 오염물질 배출 시설이 있는 경우 실내에서 고성능 공기정화필터가 부착된 공기청정기를 사용하는 것이 미세먼지 노출 감소에 도움이 될 수 있음. 또한 여러 연구를 통해 공기청정기의 사용이 실내 미세먼지 농도 자체의 저감뿐 아니라 사용하는 사람의 심혈관계 임상 증상 및 염증 지표의 개선에 유의미한 효과를 보임. 이에 미세먼지 건강영향 민감군이라면 실내공기질 관리를 위해 자연환기에 더하여 공기청정기 사용을 보완적으로 고려해 볼 수 있음. 하지만 공기청정기의 건강효과에 대해 명확한 인과관계를 정립하기 위해서는 추가적인 연구가 필요하며 공기청정기를 사용한다 하더라도 주기적인 환기와 필터 관리가 필요함.

○ ○ ○ ○

미세먼지

진료 길잡이

Contents



미세먼지 건강영향 민감집단 평가 _ 12



미세먼지 노출 취약 여부 평가 _ 18

1. 문항을 활용한 미세먼지 노출 취약 평가 _ 18
 - 1-1. 실내 미세먼지 노출 평가 _ 19
 - 1-2. 실외 미세먼지 노출 평가 _ 19
2. 측정 자료를 활용한 미세먼지 노출 취약 평가 _ 20



미세먼지 건강위해기전 및 위험도 설명 _ 24

1. 미세먼지 건강위해기전 _ 24
 - 1-1. 미세먼지와 허혈성심장질환 _ 27
 - 1-2. 미세먼지와 뇌졸중 _ 28
 - 1-3. 미세먼지와 만성폐쇄성폐질환 _ 29
 - 1-4. 미세먼지와 폐암 _ 30
2. 미세먼지 노출에 따른 위험도 _ 31

IV 일상생활에서의 미세먼지 중재법 및 환자 교육 _ 34

1. 미세먼지 예보·경보 및 미세먼지 농도에 따른 행동 안내 _ 34
2. 마스크 사용 안내 _ 38
3. 실내공기질 관리 안내 _ 41



V 코로나바이러스감염증-19 (코로나19)와 대기오염 _ 46

1. 코로나19(COVID-19) _ 46
2. 코로나19와 대기오염의 감소 _ 47
3. 대기오염에 의한 코로나19 감염과 사망률의 증가 _ 48



VI 환자 특성별 미세먼지 진료 길잡이 _ 52

VII 참고 문헌 _ 64



○ ○ ○ ○
미세먼지
진료 길잡이





| .

x



미세먼지 건강영향 민감집단 평가



미세먼지 진료 길잡이

미세먼지 건강영향 민감집단 평가



미세먼지 건강영향 민감집단 평가 체크리스트

- ✓ 환자가 미세먼지에 민감한 특성(어린이, 임산부, 노인, 비만 혹은 낮은 사회경제적 수준 등)을 가지고 있는지 평가하였는가?
- ✓ 환자가 미세먼지에 민감한 질환력(고혈압, 당뇨, 심뇌혈관계질환, 호흡기계질환, 아토피피부염 등)을 가지고 있는지 평가하였는가?

일부 특성을 가지고 있는 사람들은 동일 수준의 미세먼지 농도에 노출되어도 일반 인구집단보다 더 큰 건강 영향을 받는 것으로 알려져 있음(Figure 2)⁽⁷⁾. 이러한 집단을 '미세먼지 건강영향 민감군'이라 하며 어린이, 임산부, 노인, 비만 혹은 사회경제적 수준이 낮은 사람 등이 포함됨^(8, 9). 고혈압, 당뇨 등의 기저질환을 앓고 있거나 심뇌혈관계, 호흡기계 질환력을 가지고 있는 사람이 그렇지 않은 사람에 비해 미세먼지 노출에 따른 건강영향의 위험이 더 큰 것으로 보고됨⁽⁹⁾. 아토피 피부염 등의 알레르기 질환을 가지고 있는 사람은 미세먼지 노출에 따라 알레르기 질환이 악화될 수 있음⁽¹⁰⁾. 이러한 특성과 질환력을 가지고 있는 환자들에게 자신이 미세먼지 건강영향 민감군임을 인식시키고, 일상 생활에서 미세먼지 노출을 줄이기 위해 노력해야 함을 교육할 필요성이 있음.

의사들은 미세먼지에 따른 질병 부담의 크기를 줄이기 위해 모든 환자를 대상으로 미세먼지의 위해성에 대해 소개하고 그 위해성을 저감하기 위한 교육을 수행할 필요가 있음. 하지만 실제 의사들이 환자를 진찰하는 짧은 시간을 고려하면, 중재로 인해 건강 개선의 효과를 가장 많이 받을 수 있을 것이라고 예상되는 '미세먼지 건강영향 민감군'을 대상으로 미세먼지와 관련된 건강교육을 하는 것이 효과적이라 할 수 있음.

○ 미세먼지 건강영향 민감군



어린이, 임산부,
노인



비만 혹은 사회경제적
수준이 낮은 사람



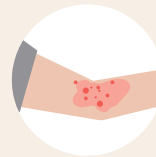
고혈압, 당뇨 등의
만성질환자



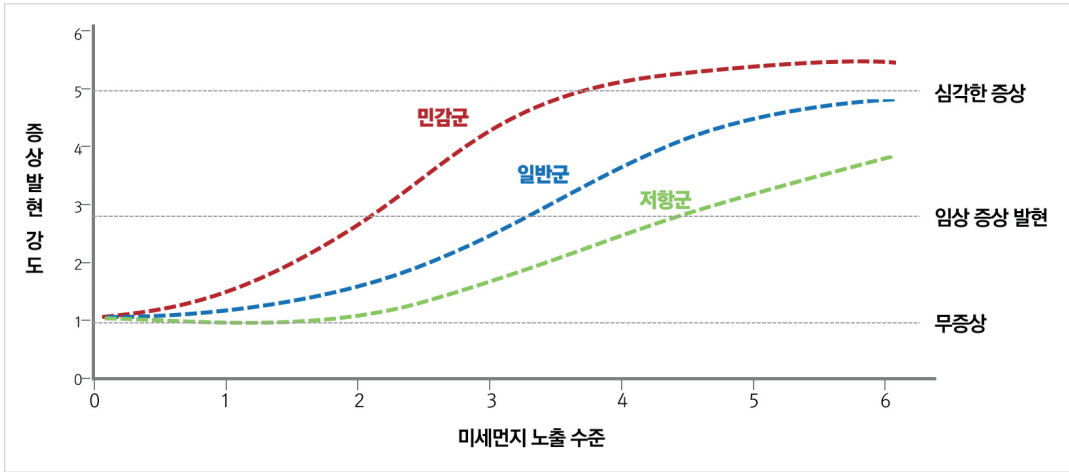
심근경색 등
심뇌혈관계질환자



천식, 만성폐쇄성폐질환 등
호흡기계질환자



아토피피부염 등의
알레르기질환자



[Figure 2. 미세먼지 민감집단에서의 임상 증상 발현]

18세 이하 어린이 및 청소년은 상대적으로 야외 활동 시간이 많고 활동량이 높으며 폐가 아직 완벽하게 성숙한 상태가 아니기에 폐의 표면적당 미세먼지 축적량이 많음. 또한 영유아는 성인에 비해 호흡 속도가 빨라 미세먼지 노출 빈도가 높기에 미세먼지에 더 취약하며, 5세 미만의 어린이의 경우 미세먼지 노출에 따라 하기도 감염 사망의 위험성이 크게 증가하는 것으로 나타남. 또한 어린이의 경우 미세먼지 노출로 인해 호흡기 성장이 영향을 받아 성인이 되어서도 폐 기능이 저하될 위험성이 존재함⁽¹¹⁾.

임산부가 미세먼지에 노출될 경우 산화스트레스의 증가, 지질 과산화, 혈액 내 염증 반응 증가 등의 기전으로 태반 혈류가 감소되게 되고 이는 혈관 내피 손상으로 이어져 태반을 통한 산소 공급량이 감소하게 됨. 태반의 산소 부족은 산화스트레스 및 염증의 증가, 혈관 생성 태반성장인자와 항혈관 생성 단백질 사이의 불균형을 야기하여 임신성 고혈압 발생에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있음⁽¹²⁾. 최근에 수행된 메타 분석 결과에 따르면, 미세먼지가 증가함에 따라 임신성 고혈압과 임신 중독증의 위험도가 증가하는 것으로 나타남⁽¹³⁾. 이 밖에도 임산부가 미세먼지에 노출될 경우 저체중아, 미숙아, 태아 성장지연의 위험성이 증가하는 것으로 보고됨⁽¹⁴⁾.

노인은 전반적인 생리 기능이 감퇴되어 체내에 흡입된 미세먼지를 체외로 배출시키고 독성을 완화하거나 제거하는 능력이 떨어지며, 이미 심혈관계 또는 호흡기계질환이 있는 경우가 많음. 이러한 생리학적 특성은 미세먼지의 생물학적 독성에 대한 저항력 감소로 이어져 미세먼지 노출 시 기저질환이 더 악화될 가능성이 있음^(8, 9). 또한 대기오염 노출은 뇌의 기능뿐 아니라 뇌의 구조 및 부피에도 영향을 미친다고 보고되었으며, 대만에서 수행된 연구에 따르면, 미세먼지 농도에 따라 알츠하이머병 발병의 위험도가 유의미하게 높아진다는 것이 보고됨^(15, 16).

천식이나 천식 증상이 있는 어린이를 대상으로 미세먼지와 천식 증상과의 관련성을 평가한 메타분석 결과 미세먼지 노출과 천식 증상 및 기침 간의 유의미한 관련성이 관찰되었음⁽¹⁷⁾. 또한 아토피 피부염과 같이 피부 방어기전이 손상된 피부에서는 대기오염 노출에 따른 오염물질의 투과가 용이하여 전신 알레르기 염증 반응이 증가하고, 인체의 알레르겐 감작이 증폭될 수 있음. 미세먼지 노출에 따른 이러한 반응들은 우리 몸의 정상적인 방어 기능을 저하시킴으로써 미세먼지 노출에 따른 알레르기 질환이 악화될 수 있음⁽¹⁰⁾. 때문에 천식과 아토피피부염을 앓고 있는 소아와 청소년은 일상생활에서 미세먼지 노출을 줄이기 위해 노력해야 하고, 의사는 미세먼지 노출에 따라 기저 질환의 증상 발생의 위험도가 증가할 수 있음을 환자 및 보호자에게 설명해야 함.



○ ○ ○ ○
미세먼지
진료 길잡이





II.

×

미세먼지 노출 취약 여부 평가

1. 문항을 활용한 미세먼지 노출 취약 평가

1-1. 실내 미세먼지 노출 평가

1-2. 실외 미세먼지 노출 평가

2. 측정 자료를 활용한 미세먼지 노출 취약 평가



미세먼지 진료 길잡이

미세먼지 노출 취약 여부 평가



미세먼지 노출 취약 여부 평가 체크리스트

- ✓ 환자의 실내 및 실외 미세먼지 노출 평가를 위한 질문을 수행하였는가?
- ✓ 환자의 거주지에 기반하여 미세먼지 노출 평가를 수행하고, 우리나라의 미세먼지 기준 농도에 관하여 설명하였는가?

고농도의 미세먼지에 오랫동안 노출될 가능성이 있는 사람들은 그렇지 않은 사람들보다 미세먼지로 인한 건강영향을 받을 수 있는 위험도가 더 큼. 이에 환자들의 실내 및 실외 미세먼지 노출 정도를 평가하고 그에 따른 건강위험성을 설명하는 것은 의사의 중요한 업무라 할 수 있음. 본 II. 미세먼지 노출 취약 여부 평가에서는 환자 진료 시 활용 가능한 문항과 측정 자료를 활용한 평가 방법을 소개하고자 함.

1. 문항을 활용한 미세먼지 노출 취약 평가

아래는 환자들의 생활 및 식이 습관을 평가하기 위해 질문하는 문항들에 자연스럽게 추가할 수 있는 문항들로, 평소 환자의 실외 및 실내 미세먼지 노출 정도를 간접적으로 평가할 수 있는 총 11개 문항으로 구성됨⁽⁶⁾.

1-1. 실내 미세먼지 노출 평가

- 음식 조리를 하거나 청소를 할 때 환기를 하십니까?
- 평소 집안 환기를 자주 하십니까?
- 집안에서 공기청정기를 사용하십니까?
- 집안에서 촛불을 켜거나 향을 피우십니까?
- 실내 분진이 많이 발생하는 작업장에서 일을 하십니까?



우리나라에서 수행된 조사에서는 실내에서 청소기를 돌리거나 구이 등의 조리를 하는 경우 실내 미세먼지가 높은 수준으로 상승하는 것으로 나타남. 환경부 보고서에 따르면, ‘삶기’와 비교하여 ‘굽기’는 초미세먼지 (PM_{2.5})가 7배 이상, ‘튀기기’는 2배 이상 높은 것으로 나타남⁽¹⁸⁾. 이에 조리 방법에 따라 미세먼지 노출 정도가 다를 수 있음을 환자들에게 설명할 필요성이 있음. 또한 조리 시 창문 개방 및 환기 팬 사용 여부 등의 생활 습관을 질문함으로써 환자의 실내 미세먼지 노출을 간접적으로 평가할 수 있음. 실내에서 촛불을 켜거나 향을 피울 경우 실내 미세먼지가 상승할 수 있음. 이러한 생활 습관들은 실내 미세먼지 농도와 밀접한 관련성을 보이기에 관련 질문을 통해 환자의 실내 미세먼지 노출 정도를 평가하고 실생활에서의 미세먼지 중재 및 환자 교육을 위한 관련 사전 정보를 습득해야 함. 또한 개개인의 직업 활동 등에 의해 높은 수준의 미세먼지에 노출될 수 있기에 의사는 환자 상담 시 환자의 직업력 또한 꼼꼼히 확인해야 함.

1-2. 실외 미세먼지 노출 평가

- 공업지구(공장, 산업 시설)의 인근 지역에 거주하십니까?
- 집 주위에 대기오염 물질을 배출하는 시설이 있습니까?
- 미세먼지가 나쁜 날에도 실외 운동을 자주 하십니까?
- 교통량이 많은 도로의 주위에서 주로 생활하십니까?
- 운전하실 때 창문을 열거나 실외 환기 기능을 자주 이용하십니까?
- 집 주변에 4차선 이상의 큰 도로가 있습니까?





실외 미세먼지 노출 평가의 경우 환자의 거주지에 따른 노출과 개인 활동에 따른 노출을 모두 평가해야 함. 특히 개인이 산업 시설 인근에 거주할 경우와 교통량이 많은 도로 주위에서 생활하는 시간이 길 경우에는 높은 수준의 실외 미세먼지에 노출될 위험성이 존재함. 또한 실외 미세먼지는 실내로 쉽게 들어올 수 있기에 의사들은 실외 미세먼지 농도와 실내 미세먼지 농도 간에 높은 상관성이 있음을 인식하고 환자들에게 그 관련성을 설명해야 함.

공장, 발전소, 제련소, 소각장 등의 주요 산업 시설 인근에 거주하는 사람들은 고농도의 미세먼지에 노출된다는 보고가 있음^(19, 20). 또한 산업 시설이 없는 시골에 거주하는 사람이라 하더라도 농촌 지역에서 성행하는 불법 소각이나 고체 연료 등의 사용으로 인해 고농도의 미세먼지가 노출될 수 있음. 고속도로 및 다차선 도로 인근에 거주하거나 생활하는 시간이 많은 사람의 경우 미세먼지 노출 취약 집단으로 알려져 있음^(19, 21). 특히 교통량이 많을 때 출퇴근하는 것, 운전할 때 창문을 열거나 실외 환기를 자주하는 것 등의 생활 습관에 미세먼지에 대한 노출을 증가시킬 수 있음⁽²²⁾. 이에 환자의 거주지 인근 미세먼지 발생원 및 생활 습관에 대한 질문을 통해 환자의 미세먼지 노출 정도에 대한 개략적인 정보를 습득할 수 있음. 이러한 문항에 더하여 환자의 직업 활동을 포함한 실외 활동 시간, 실외 운동 시간 등에 대한 정보를 활용하여 환자의 미세먼지 노출 정도에 대한 질적 평가를 수행할 수 있음.

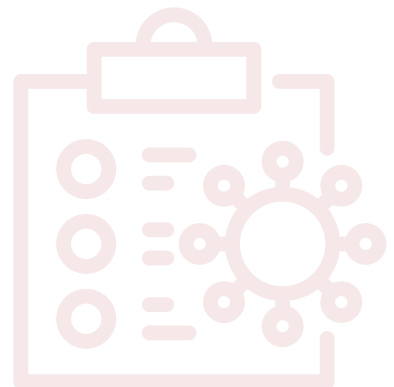
2. 측정 자료를 활용한 미세먼지 노출 취약 평가

- 미세먼지에 대한 실시간 측정 자료를 활용하여 병원 혹은 환자의 거주지에 따른 시, 군, 구 수준의 미세먼지 농도 안내
- 실외 미세먼지 농도에 관한 세계보건기구 및 우리나라 환경부 기준 안내

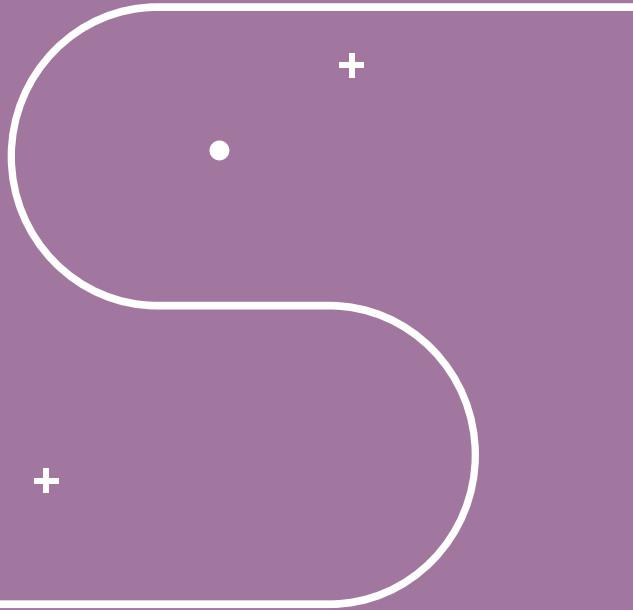
에어코리아(Air Korea, <https://www.airkorea.or.kr>)는 전국 164개 시·군에 설치된 558개의 측정망을 통해 측정된 대기오염 자료를 국민에게 실시간으로 제공하고 있음. 또한, 기상청에서 운영하는 황사경보와 지자체에서 운영하는 오존경보 등의 자료도 사이트에서 함께 제공하고 있음. 환자에게 에어코리아 사이트를 소개하고 병원 혹은 환자 거주지에 기반하여 현재의 미세먼지 노출 정도에 대한 안내를 할 수 있음. 또한 세계보건기구와 우리나라 환경부의 미세먼지 농도 기준에 대한 설명을 통해 기준과 비교하였을 때 현재 거주지의 미세먼지 농도 수준이 어느 정도인지에 대한 개략적인 정보를 줄 수 있음(Table 1).

[Table 1. 세계보건기구 및 우리나라의 실외 미세먼지 기준]

구 분		세계보건기구	우리나라
미세먼지 PM ₁₀ (μg/m ³)	연평균	20	50
	24 시간 평균	50	100
초미세먼지 PM _{2.5} (μg/m ³)	연평균	10	15
	24 시간 평균	25	35



○ ○ ○ ○
미세먼지
진료 길잡이





×

미세먼지 건강위해기전 및 위험도 설명

1. 미세먼지 건강위해기전

- 1-1. 미세먼지와 허혈성심장질환
- 1-2. 미세먼지와 뇌졸중
- 1-3. 미세먼지와 만성폐쇄성폐질환
- 1-4. 미세먼지와 폐암

2. 미세먼지 노출에 따른 위험도



미세먼지 건강위해기전 및 위험도 설명



미세먼지 건강위해기전 및 위험도 설명 관련 체크리스트

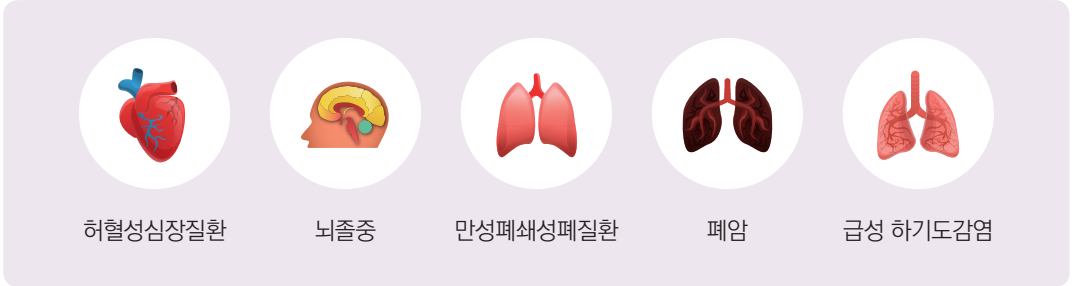
- ✓ 미세먼지-건강영향에 관한 생물학적 기전을 환자에게 쉽게 설명하였는가?
- ✓ 미세먼지 용량-반응곡선을 활용하여 미세먼지에 만성적으로 노출될 경우 허혈성 심장질환, 뇌졸중, 만성폐쇄성폐질환, 폐암, 급성 하기도감염의 사망위험도가 높아진다는 것을 설명하였는가?

1. 미세먼지 건강위해기전

미세먼지는 중금속, 황산염, 질산염, 유기탄소, 원소탄소 등 다양한 물질이 혼합되어 이루어진 화합물로서 그 크기에 따라 세분화될 수 있음(미세먼지, PM₁₀ : 직경 < 10 μm, 초미세먼지, PM_{2.5} : 직경 < 2.5 μm). 미세먼지의 주요 발생원은 석유, 석탄과 같은 화석연료의 연소 과정에서 발생하는 1차 대기오염 물질이 대기 중 다른 물질과 반응하여 생성된 2차 오염 물질임. 하지만 보일러, 자동차, 발전 시설 등의 인위적 발생원 외에도 산불, 흙먼지, 꽃가루 등의 자연적 발생원을 통해 미세먼지가 생성될 수 있음.

다양한 연구들을 통해 미세먼지 노출이 허혈성심장질환, 뇌졸중, 만성폐쇄성폐질환, 폐암, 급성 하기도 감염으로 인한 사망의 위험을 증가시킨다고 보고됨⁽¹⁾. 또한 미세먼지 노출이 기존에 알려진 호흡기계 및 심뇌혈관계질환뿐만 아니라 우울증, 알츠하이머 병 등의 정신질환, 당뇨병 등의 내분비계 질환 발생 위험을 증가시키고, 임산부가 노출될 경우 임신성 고혈압, 저체중아, 미숙아, 태아 성장 지연의 위험성이 커지는 것으로 보고됨(Figure 3)^(12, 14, 15). 현재까지 미세먼지 건강영향에 대한 연구는 대부분 미세먼지 농도 값을 기반으로 수행되고 있음⁽¹⁾. 미세먼지 입자 크기, 성분, 노출 기간에 따라 인체에 미치는 건강영향의 차이가 있을 것으로 추정되나 아직 그 근거가 부족한 실정임.

○ 미세먼지 노출과 사망과의 인과적인 관련성이 있는 것으로 널리 인정되는 질환



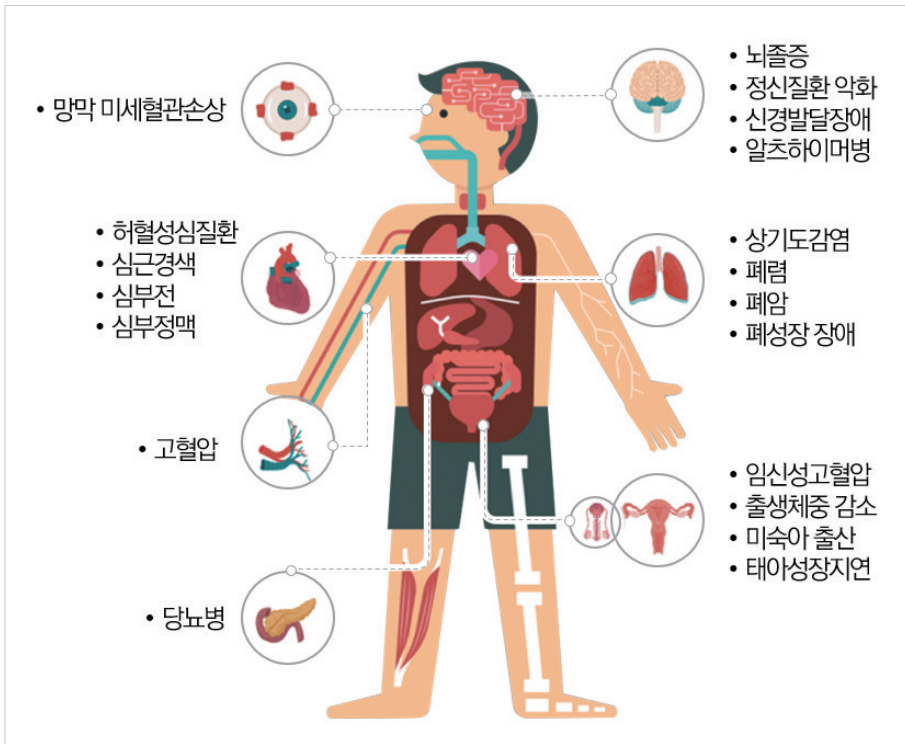
허혈성심장질환

뇌졸중

만성폐쇄성폐질환

폐암

급성 하기도감염

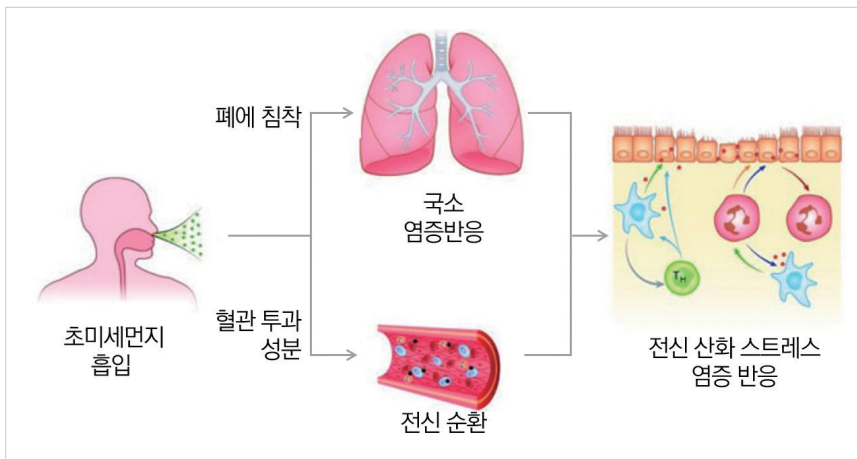


[Figure 3. 미세먼지와 관련성이 보고된 주요 질환 및 증상]



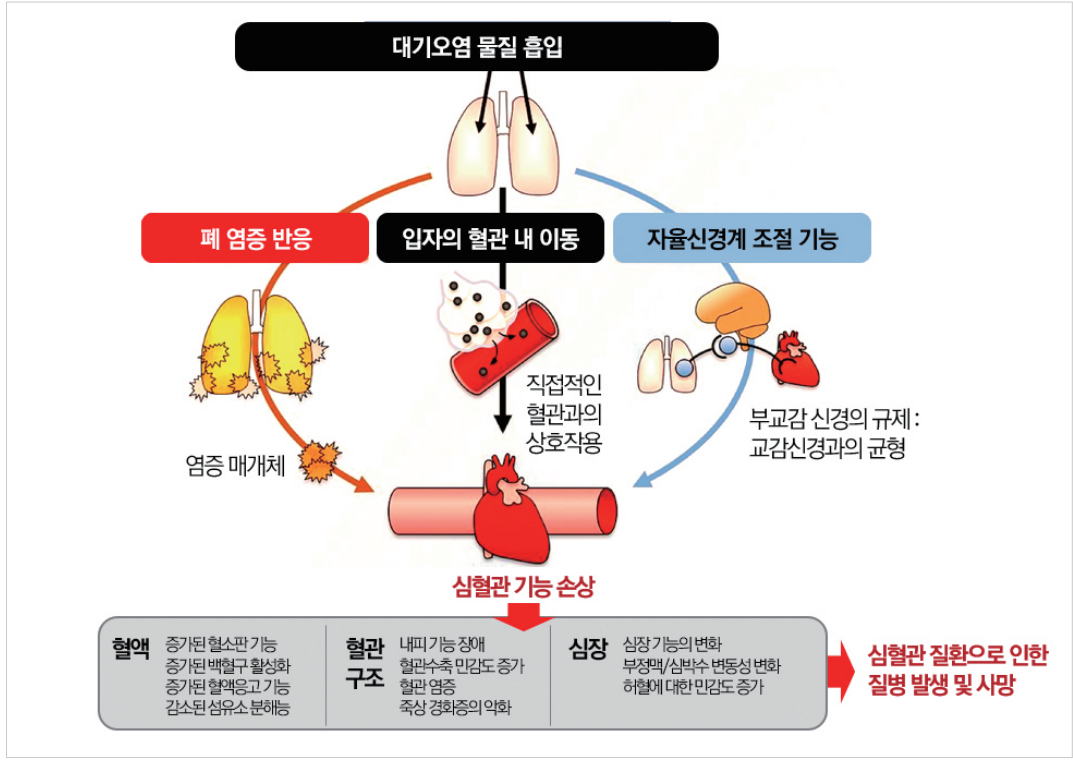
여러 독성 연구와 동물 실험 연구에 따르면, 미세먼지는 폐포까지 깊숙이 들어가 여러 생리학적 반응을 동시에 유발하는 것으로 알려짐^(22, 23). 인체가 미세먼지에 노출되게 되면 자율신경계 반응으로 인해 교감 신경이 자극되며, 미세먼지는 작은 크기로 인해 가스 교환 시 폐포를 통해 쉽게 혈류 속으로 들어가 혈장 내 미세먼지 농도, 중금속 농도, 유기물질의 농도를 높임.

미세먼지에 의한 급성 및 만성 노출은 폐의 산화 손상과 염증 반응을 유발하는 것으로 알려져 있음. 이러한 반응들은 폐에 국한된 반응이 아닌 전신의 염증 반응과 산화 손상으로 이어져 혈관 수축, 혈압의 증가, 인슐린 저항성 증가, 고지질혈증, 혈관내막기능장애, 혈소판 응집, 혈액 응고 등의 반응을 유발함(Figure 4). 이러한 일련의 신체 반응으로 미세먼지 노출은 뇌졸중, 심혈관계 질환, 폐암, 만성폐쇄성폐질환으로 인한 사망뿐만 아니라 고혈압, 당뇨, 고지질혈증, 대사증후군의 발생과도 밀접한 연관성이 있음.



[Figure 4. 미세먼지 건강영향기전]

1-1. 미세먼지와 허혈성심장질환

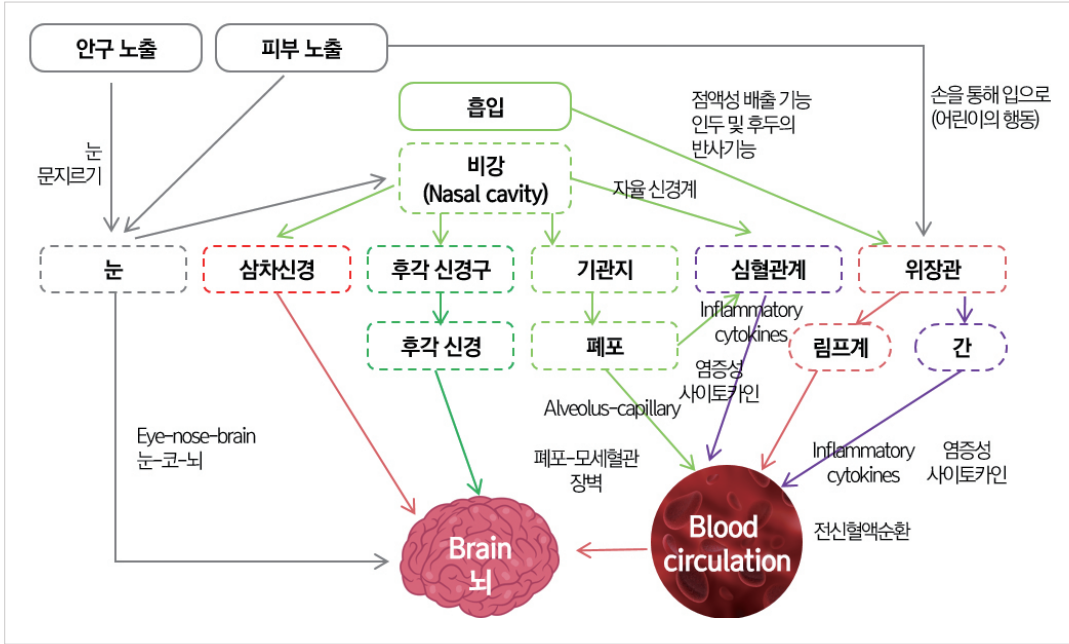


[Figure 5. 미세먼지와 심혈관계질환 관련 기전]

여러 역학 연구를 통해 허혈성심장질환, 말초혈관질환, 심부전, 뇌혈관질환, 부정맥, 정맥혈전증 등의 심혈관계질환과 대기오염과의 관련성이 제시됨⁽²⁴⁾. 이러한 관련성은 다음의 병태생리학적 기전으로 설명되고 있음(Figure 5). 흡입된 대기오염 물질은 폐의 염증세포를 활성화시켜 염증매개체를 생성하고, 생성된 염증매개체는 전신순환을 통해 심혈관기능에 손상을 줄 수 있음⁽²⁵⁾. 또한 흡입된 대기오염 물질은 폐포의 수용체를 활성화시키고 자율신경계와 내분비계에 영향을 주어 심혈관기능에 손상을 줄 수 있음⁽²⁶⁾. 마지막으로 대기오염 물질 자체가 폐포벽을 통과하여 폐순환으로 들어가 심혈관계에 직접적인 영향을 줄 수 있음⁽²⁷⁾. 이러한 반응들은 각각이 독립적으로 일어나는 것이 아니라 동시에 일어나는 것으로 알려져 있으며, 미세먼지 또한 이러한 기전들로 인해 여러 심혈관계질환으로 인한 질병 발생 및 사망을 유발하는 것으로 추정됨.



1-2. 미세먼지와 뇌졸중

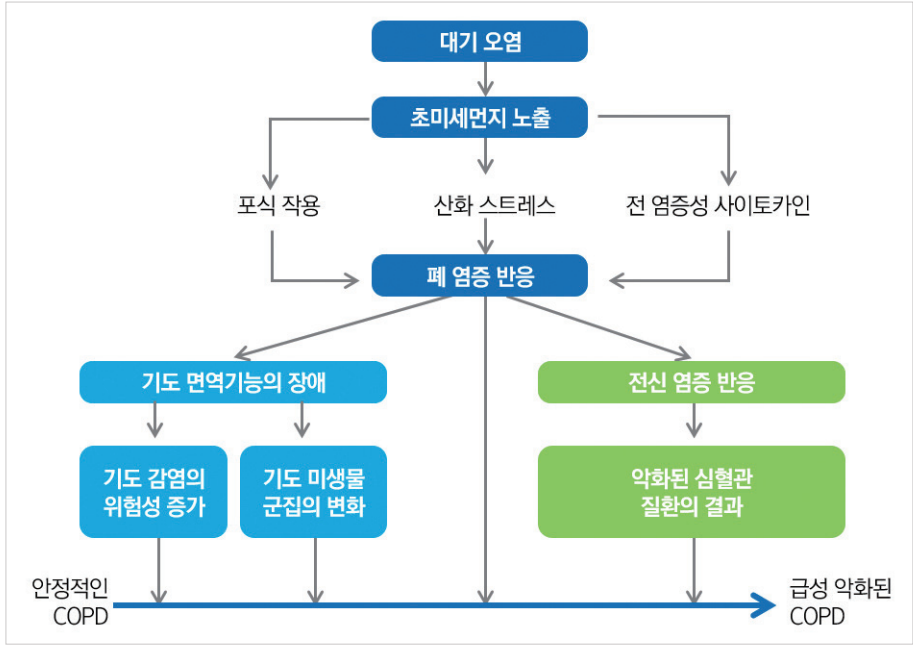


[Figure 6. 미세먼지와 뇌 질환 관련 기전]

미세먼지를 포함한 대기오염물질은 폐의 염증 반응을 유발하고, 혈액순환을 통해 전신으로 이동가능하며, 자율신경계의 조절기능에 장애를 일으킬 수 있음⁽²⁴⁾. 이러한 기전으로 혈액과 뇌에 분포하는 미세혈관들의 기능 장애가 발생하고 뇌졸중이 발생할 수 있음(Figure 6).

미세먼지는 다양한 경로를 통해 뇌에 영향을 줄 수 있음. 미세먼지는 눈과 비강을 통해 뇌로 이동하여 축적될 수 있고 산화손상, 염증반응, 단백질 합성장애 등의 반응을 통해 신경세포를 파괴하고 중추신경계에 영향을 주는 것으로 알려짐⁽²⁸⁾. 이러한 반응을 통해 미세먼지가 여러 신경성질환을 유발하는 것으로 추정됨.

1-3. 미세먼지와 만성폐쇄성폐질환



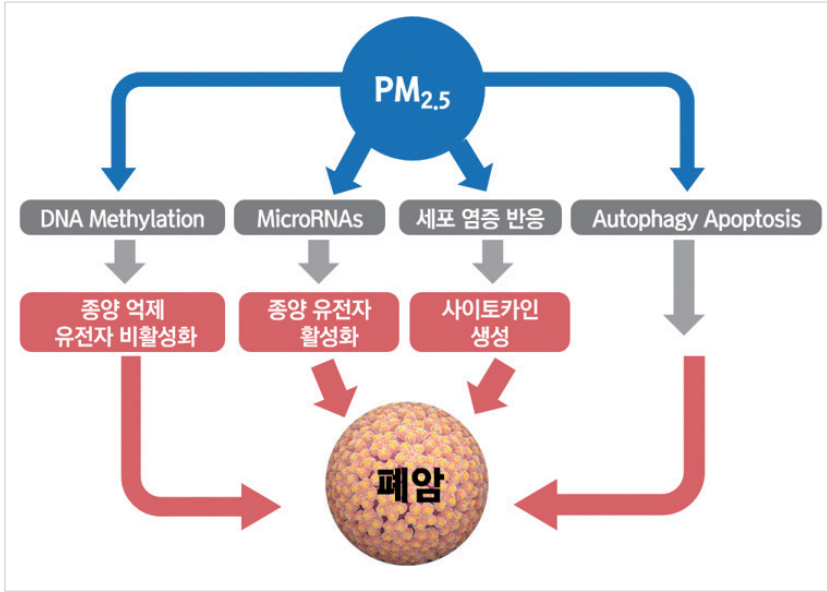
[Figure 7. 미세먼지와 호흡기계질환 관련 기전]

미세먼지 노출은 다양한 호흡기계 질환과 관련이 있는 것으로 알려짐. 미세먼지를 포함한 대기오염 물질은 기관지 상피세포와 폐실질에 염증반응과 산화손상을 일으켜 소기도를 폐쇄시키고 폐포벽을 파괴하여 만성폐쇄성폐질환(COPD)을 일으킬 수 있음⁽²⁹⁾. 또한 미세먼지 노출로 인한 호흡기계의 염증반응, 산화손상, 면역기능의 장애, 기도 미생물 군집의 변화, 호흡기계 상피세포의 변화는 만성폐쇄성폐질환을 급성 악화시키는 것으로 알려짐⁽³⁰⁾(Figure 7).

미세먼지에 노출된 기도 내 상피세포는 염증반응에 의해 손상되게 되며, 이로 인해 미세먼지에 노출된 사람은 외부 감염에 취약할 수 있음. 때문에 미세먼지 노출로 인해 급성 하기도감염, 폐렴 등의 호흡기계 질환이 발생할 수 있으며, 동일한 질환에 이환되더라도 증상이 더 오래 지속되거나 심하게 나타날 수 있음⁽³¹⁾. 미세먼지 농도가 높아지면 실내 활동시간이 증가하기에 다른 사람에게 호흡기계 감염을 전파할 가능성 또한 높아질 수 있음.



1-4. 미세먼지와 폐암

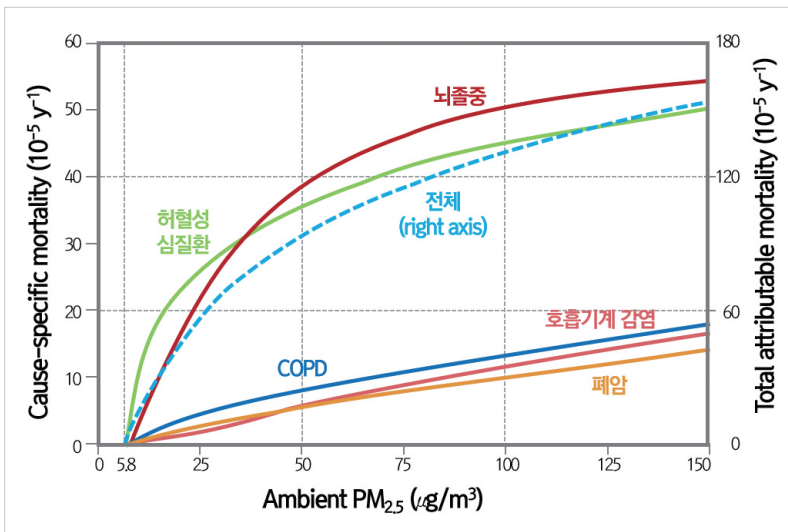


[Figure 8. 미세먼지와 폐암 관련 기전]

미세먼지에 포함된 유기물 성분과 중금속 성분은 DNA 를 손상시키고 돌연변이를 일으켜 암을 유발할 수 있음. 흡입된 미세먼지는 microRNA의 조절과 DNA methylation에 영향을 주어 종양유전자를 활성화시키고 종양억제 유전자를 비활성화 시킴(Figure 8). 이러한 반응들이 미세먼지로부터 유발된 세포의 염증반응, 세포사멸반응과 함께 폐암을 포함한 다양한 암을 유발하는 것으로 추정됨⁽³²⁾.

2. 미세먼지 노출에 따른 위험도

여러 코호트 연구를 통해 미세먼지에 대한 만성노출과 뇌졸중, 허혈성심장질환, 만성폐쇄성폐질환(COPD), 폐암, 급성 하기도감염으로 인한 사망과의 관련성을 그림으로 도식화하는 용량-반응곡선이 개발됨⁽³³⁾. 기존에 수행된 실외 미세먼지 노출과 사망과의 코호트 연구는 상대적으로 미세먼지 농도가 낮은 미국 및 유럽에서 수행되었기에 아시아 지역에서처럼 미세먼지 농도가 높은 곳의 용량-반응곡선은 그 형태에 대한 불확실성이 존재함. 이러한 한계점을 극복하기 위해 흡연, 간접흡연, 실내 대기오염으로부터 발생하는 미세먼지 노출과 건강영향에 관한 기존 연구들의 결과를 종합하여 미세먼지의 노출 농도에 따른 질환별 위험도를 용량-반응곡선으로 나타냄(Figure 9)⁽¹⁾. 용량-반응곡선을 통해 미세먼지 노출이 높아질수록 뇌졸중, 허혈성심장질환, 만성폐쇄성폐질환, 폐암, 급성 하기도감염으로 인한 사망의 위험도가 높아짐을 알 수 있으며, 이에 미세먼지 노출을 줄이기 위한 정부차원의 다양한 정책과 보건용 마스크 착용 및 실내공기질 관리 등 개인 수준의 지속적인 노력이 미세먼지의 건강영향을 줄이기 위해 필요함을 환자에게 강조하여야 함.



[Figure 9. 미세먼지 만성노출과 특정 질환으로 인한 사망과의 관계]

○ ○ ○ ○
미세먼지
진료 길잡이





IV.

×

● 일상생활에서의 미세먼지 증재법 및 환자 교육

1. 미세먼지 예보·경보 및 미세먼지 농도에 따른 행동 안내
2. 마스크 사용 안내
3. 실내공기질 관리 안내



미세먼지 진료 길잡이

일상생활에서의 미세먼지 중재법 및 환자 교육

IV.

1. 미세먼지 예보·경보 및 미세먼지 농도에 따른 행동 안내



미세먼지 예보·경보 소개 및 미세먼지 농도에 따른 행동 안내 체크리스트

- ✓ 미세먼지 예보·경보를 확인할 수 있는 에어코리아 홈페이지와 앱 소개하기
- ✓ 미세먼지 농도에 따른 행동 권고안 설명하기

환자들은 미세먼지에 적절히 대응하기 위해 현재 자신이 생활하는 지역의 미세먼지 농도를 인지하는 것이 중요함. 우리나라는 국민들에게 더욱 신속하고 정확한 미세먼지 정보를 제공하기 위해 미세먼지 예보를 시행하고 있음(Figure 10, 11). 일반시민들은 방송 및 인터넷 기사를 통해 대기질 정보를 얻을 수 있으며, 한국환경공단에서 운영하는 “에어코리아” 웹사이트 또는 모바일 앱 “우리동네 대기정보”를 통해 직접 미세먼지 예보와 현재 농도를 확인하고 이에 따른 행동을 안내받을 수 있음. 또한 우리나라는 고농도의 미세먼지에 대응하기 위한 미세먼지 경보 및 주의보를 측정소별 실시간 농도 값에 기반하여 발령하고 있음(Figure 10).

[미세먼지 예보 등급] 미래의 농도를 사전에 예측하여 제공 (단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

구분	예보 등급			
	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
미세먼지(PM_{10})	0-30	31-80	81-150	≥ 151
초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$)	0-15	16-35	36-75	≥ 76

[미세먼지 경보 등급] 시간평균 농도를 기준으로 광역 시·도에서 발령

구분	경보 등급	
	주의보	경보
미세먼지(PM_{10})	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 지속	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 지속
초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$)	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 지속	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 지속

[Figure 10. 미세먼지 농도별 예보 및 경보 등급(환경부)]

<p>좋음 PM_{10} 0~30($\mu\text{g}/\text{m}^3$) $\text{PM}_{2.5}$ 0~15($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</p> <p>대기오염 관련 질환자군에서도 영향이 유발되지 않을 수준</p>		<p>보통 PM_{10} 31~80($\mu\text{g}/\text{m}^3$) $\text{PM}_{2.5}$ 16~35($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</p> <p>환자군에게 만성 노출시 경미한 영향이 유발될 수 있는 수준</p>	
<p>나쁨 PM_{10} 81~150($\mu\text{g}/\text{m}^3$) $\text{PM}_{2.5}$ 36~75($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</p> <p>환자군 및 민감군(어린이, 노약자 등)에게 유해한 영향 유발, 일반인도 건강상 불편감을 경험할 수 있는 수준</p>		<p>매우나쁨 PM_{10} 151($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이상 $\text{PM}_{2.5}$ 76($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이상</p> <p>환자군 및 민감군에게 급성 노출시 심각한 영향 유발, 일반인도 약한 영향이 유발될 수 있는 수준</p>	

[Figure 11. 미세먼지 예보 등급별 의미(환경부)]

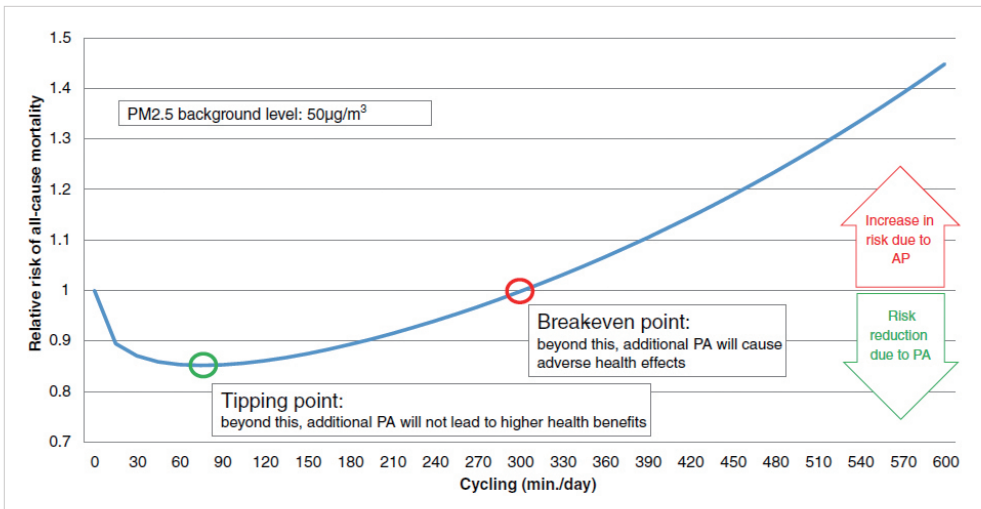
○ 미세먼지 농도에 따른 행동

- 임산부, 노인, 기저질환자 등의 미세먼지 민감군은 초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$) 농도 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상일 경우 실외 활동 자제, 외출 시 보건용 마스크 착용
- 일반인, 건강한 어린이는 초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$) 농도 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상일 경우 실외 활동 자제, 외출 시 보건용 마스크 착용



대통령령에 따라 설치된 미세먼지 문제 해결을 위한 국가기후환경회의에서는 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도가 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상일 때(나쁨 이상), 임산부, 노인, 기저질환자 등의 미세먼지 민감군은 실외 활동을 자제하고 외출 시에는 보건용 마스크의 착용을 권고하고 있음⁽³⁴⁾. 일반 성인과 건강한 어린이의 경우 초미세먼지(PM_{2.5}) 기준 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지는 마스크 미착용 외출 등 신체 활동을 평상시처럼 하도록 권고하고 있음⁽³⁴⁾. 초미세먼지(PM_{2.5}) 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 은 '나쁨' 범위로 미세먼지 노출에 따른 건강영향이 나타날 수 있지만, 마스크 착용이나 신체 활동을 제한하는 방법은 건강에 또 다른 문제를 초래할 수 있기에 일반 성인과 건강한 어린이는 해당 농도 범위에서 마스크 착용을 권고하지 않음. 하지만 천식, 호흡기 질환 등이 있거나 미세먼지 관련 증상이 나타나는 어린이의 경우 미세먼지 건강영향 민감군에 해당하므로 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 일 때 장시간 또는 격렬한 신체활동을 자제하고 보건용 마스크를 착용하는 것이 권장됨.

미세먼지 농도가 높은 날에는 바깥 활동을 제한함으로써 미세먼지에 대한 노출을 피할 수 있지만, 이는 역으로 신체 활동 부족으로 인한 질환 및 사망의 위험성을 증가시킬 수 있음. 외부 미세먼지 노출에 따른 위해와 신체 활동으로 인한 건강편익을 수치화한 연구에 따르면, 외부 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도가 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 일 경우 5시간 자전거 타기를 한 이후에야 미세먼지 노출에 의한 위해도가 신체 활동으로 인한 건강편익을 초과하는 것으로 나타남(Figure 12)⁽³⁵⁾. 때문에 무작정 모든 사람에게 미세먼지 예보에 따라 실외 활동 제한을 일률적으로 적용하는 것은 바람직하지 않음. 이에 국가기후환경회의에서는 일반인의 경우 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지는 지나치게 신체활동을 줄일 필요는 없다고 제시하였으며, 일률적인 권고 대신 연령과 건강상태를 고려한 자율적인 신체활동을 권고하고 있음⁽³⁴⁾.



[Figure 12. 운동(자전거)의 긍정적인 효과와 실외 활동으로 인한 초미세먼지(PM_{2.5}) 노출의 부정적 효과]

미세먼지 경보는 고농도의 미세먼지가 발생하였을 때 이를 신속하게 국민에게 알려 행동요령이나 조치 사항을 실천하도록 함으로써 미세먼지로 인한 피해를 줄이기 위한 제도임. 미세먼지 예보가 미래의 대기질을 예측하여 발표하는 것인 반면, 미세먼지 경보는 현재의 대기질이 건강에 유해한 수준일 때 발령하는 제도임. 우리나라는 2014년까지는 지자체별로 경보의 기준이 달랐으나 2015년부터 통일된 기준에 따라 발령하고 있음(Table 2). 미세먼지 경보 발령 시 미세먼지 민감군은 실외 활동을 금지하고 일반인은 장시간 또는 무리한 실외 활동을 자제하라고 안내되고 있으며 주의보, 경보가 발령되었을 때에는 외출 시 보건용 마스크 사용이 모든 사람에게 권장되고 있음.

[Table 2. 우리나라 미세먼지 경보 등급과 등급별 조치 사항⁽³⁶⁾]

구 분	경보 등급	
	주의보	경보
미세먼지 (PM ₁₀ , $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 지속	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 지속
초미세먼지 (PM _{2.5} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 지속	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 2시간 지속
조치 사항	<ul style="list-style-type: none"> 민감군 실외 활동 제한 일반인 실외 활동 줄이기 외출 시 보건용 마스크 착용 교통량 많은 지역 이동 자제 어린이집, 유치원, 초등학교 실외수업 금지 중·고등학교 실외수업 자제 공공기관의 야외 체육 시설 운영 제한 공원, 체육 시설, 고궁, 터미널, 철도 및 지하철 이용 시민에게 과격한 실외 활동 자제 당부 	<ul style="list-style-type: none"> 민감군 실외 활동 금지 일반인 실외 활동 자제 외출 시 보건용 마스크 착용 교통량 많은 지역에서는 가급적 이동 금지 어린이집, 유치원, 초등학교 등학교 시간 조정, 수업 단축 또는 휴교 중·고등학교 실외수업 금지 공공기관의 야외 체육 시설 운영 중단 공원, 체육 시설, 고궁, 터미널, 철도 및 지하철 이용 시민에게 과격한 실외 활동 금지 안내



2. 마스크 사용 안내



마스크 사용 안내 체크리스트

- ✓ 보건용 마스크에 대해 설명하고 착용 방법을 안내하기
- ✓ 보건용 마스크 사용의 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 모두 설명하고 보건용 마스크 착용 후 두통, 호흡곤란, 어지러움 등의 증상이 있는 경우 착용을 중지해야 함을 안내하기

미세먼지 노출을 줄이기 위한 개인 수준의 대응 방법 중 가장 효과적인 방법은 보건용 마스크 착용임. 마스크는 목적과 성능에 따라 보건용 마스크, 방진마스크, 방한대 등으로 구분할 수 있는데 미세먼지가 많은 날에는 보건용 마스크의 착용이 권장되며, 방한대는 미세먼지 차단 효과를 기대하기 어려움. 중국에서 시중에 판매되는 여러 종류의 마스크의 미세먼지 투과율을 비교한 결과, 보건용 마스크는 투과율이 4% 미만이었지만, 다른 종류의 마스크(자전거 마스크 : 15% 이상, 수술용 마스크 : 20%; 면 손수건 : 72%)는 미세먼지 차단 효과가 크지 않은 것으로 나타남⁽³⁷⁾.

우리나라의 보건용 마스크는 Korea Filter(KF) 값에 따라 KF80, KF94, KF99 등급으로 나누어지는데 이는 포집 효율이 각각 80%, 94%, 99%인 것을 의미함. KF94와 KF99 등급은 미세먼지와 감염원을 모두 차단할 수 있으며, KF80 등급은 미세먼지 차단 효과만 있음. 초미세먼지(PM_{2.5}) 예보가 매우 나쁨(일평균 76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상)일 때, KF80 보건용 마스크를 올바르게 착용하면 미세먼지 입자를 80% 이상 차단할 수 있음. 이를 산술적으로 계산하면 KF80 보건용 마스크를 올바르게 착용할 경우 개인의 미세먼지 노출은 예보 기준 보통(PM_{2.5}, 16-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 이하 수준으로 떨어지게 됨. KF 수치가 높을수록 분진이 많이 걸러지는 것을 의미하지만, KF 수치가 높을수록 안면부 흡기저항이 커져 착용자의 호흡이 힘들 수 있음.

보건용 마스크의 착용에 따른 건강 효과를 다룬 연구의 대부분은 중국에서 수행됨. 15명의 건강한 참여자를 대상으로 수행한 실험연구에서는 보건용 마스크의 착용이 수축기 혈압을 낮추고 심박변이도를 상승시키는 긍정적인 효과가 있음이 확인되었음⁽³⁷⁾. 98명의 관상동맥질환자를 대상으로 수행한 실험연구에서는 보건용 마스크의 착용이 관상동맥질환 증상의 개선, ST 하강의 감소, 평균 동맥압의 감소와 연관되어 있는 것으로 나타남⁽³⁸⁾. 24명의 건강한 참여자를 대상으로 수행한 실험연구에서도 마스크의 착용이 수축기 혈압을 감소시키고 심박동 변이를 증가시키는 등의 긍정적인 효과가 관찰됨⁽³⁹⁾. 우리나라 서울시 성북구에 거주하는 여성 노인 21명을 대상으로 수행한 연구에서는 KF80 마스크의 착용이 연구 대상자의 혈압을 유의미하게 감소시키고 폐 기능을 개선하는 것으로 나타남⁽⁴⁰⁾. 이렇듯 보건용 마스크 착용은 인체의 미세먼지 노출에 따른 혈압 및 심박동 변이의 변화를 상쇄함으로써 심혈관계질환의 발생을 예방할 수 있을 것으로 추정됨. 하지만 명확한 인과관계를 규명하기 위해 다양한 인구집단 및 미세먼지 농도에서 추가 연구가 수행될 필요성이 있음.

미세먼지 차단율이 높은 보건용 마스크의 착용은 착용자로 하여금 어지러움증, 호흡곤란, 불안감을 유발하는 등 건강위해 반응을 유발할 수 있음^(41, 42). 15명의 대학생으로 이루어진 중국 연구의 참여자들은 KF95 이상의 효과를 가진 보건용 마스크 착용 이후 호흡의 불편함을 호소하였음⁽⁴³⁾. 21명의 여성 노인 대상으로 수행된 우리나라 연구에서도 KF80 보건용 마스크를 1주일간 착용한 이후 체내 산화 손상지표가 증가한 것으로 나타남⁽⁴⁴⁾.

이에 보건용 마스크의 사용은 미세먼지 노출을 줄이는 긍정적 효과와 상대적으로 호흡이 힘들어져 인체에 악영향을 줄 수 있는 부정적 효과도 동시에 존재하는 것으로 추정됨. 따라서 보건용 마스크를 착용한 후 갑작스럽게 두통, 호흡곤란, 어지러움 등의 증상이 발생한 경우 즉시 마스크 착용을 중지해야 한다는 것을 환자들에게 안내해야 함. 특히 만성 호흡기질환, 심장질환, 뇌혈관질환을 앓고 있거나 노인, 임산부 등과 같이 호흡에 어려움이 있는 사람이 보건용 마스크 착용 시 불편함을 느끼게 되면 마스크를 바로 벗고 무리해서 착용하지 않도록 안내해야 함.

보건용 마스크는 코 주변을 비롯한 주변부를 꼭 눌러서 얼굴에 밀착되도록 착용하여야 하며 (Figure 13), 얼굴과 마스크 사이에 틈이 생겨 공기가 드나들면 미세먼지 차단 효과가 감소하게 됨. 또한 세탁 또는 재사용하거나 수건이나 휴지를 덧대어 변형하여 착용하면 필터의 성능이 떨어지고 공기가 틈새로 새 수 있으므로 사용법에 따라 올바르게 착용해야 한다는 것을 환자들에게 안내해야 함.



<p>01</p>  <p>마스크 날개를 펼친 후 양쪽 날개 끝을 오므려주세요</p>	<p>02</p>  <p>고정심 부분을 위로 하여 코와 입을 완전히 가려주세요</p>	<p>03</p>  <p>머리끈을 귀에 걸쳐 위치를 고정해 주세요</p>
<p>04</p>  <p>양 손가락으로 코편이 코에 밀착되도록 눌러주세요</p>	<p>05</p>  <p>공기누설을 체크하며 안면에 마스크를 밀착시켜 주세요</p>	<p>참고하세요</p> <ul style="list-style-type: none">• 제품 포장에 기재된 사용법과 주의사항을 꼼꼼히 읽고 착용하세요• 필터교체형, 배기밸브형, 필터교체·배기밸브형의 기본적인 착용법은 일반형 (접이형 또는 겹형)과 동일합니다
<p>01</p>  <p>머리끈을 아래로 늘어뜨리고 가볍게 잡아주세요</p>	<p>02</p>  <p>코와 턱을 감싸도록 얼굴에 맞춰주세요</p>	<p>03</p>  <p>한 손으로 마스크를 잡고 위 끈을 뒷머리에 고정합니다</p>
<p>04</p>  <p>아래 끈을 뒷목에 고정하고 고리에 걸쳐 고정합니다</p>	<p>05</p>  <p>양 손가락으로 코편이 코에 밀착되도록 눌러주세요</p>	<p>06</p>  <p>공기누설을 체크하며 안면에 마스크를 밀착시켜 주세요</p>

[Figure 13. 접이형 및 컵형 보건용 마스크 착용법(식품의약품안전처)]

3. 실내공기질 관리 안내



실내공기질 관리 안내 체크리스트

- ✓ 일상생활에서의 실내 미세먼지를 줄이기 위한 다양한 생활 습관(주기적인 환기, 물걸레질을 활용한 청소, 공기청정기 사용 등)을 안내하기
- ✓ 공기청정기의 올바른 사용법과 공기청정기 사용으로 얻을 수 있는 건강 효과에 대한 연구 소개하기

실내는 일상의 대부분을 보내는 공간으로 실내공기질 관리를 통해 미세먼지 노출을 최소화할 수 있음. 실내공기질 관리에 유용한 것으로 알려진 생활 습관으로는 주기적인 환기, 물걸레질을 활용한 청소, 공기청정기 사용 등이 있음.

환경부는 실내공기질 관리를 위해, ① 실내 오염도가 높을 때는 자연환기 또는 기계환기를 실시하기, ② 하루 3번 30분 이상(오전 10시~오후 9시) 환기하기, ③ 대기오염도가 높은 도로변 창문 외의 창문을 통한 환기, ④ 미세먼지가 많이 배출되는 요리, 조리 작업을 할 때 주방후드 환기와 자연환기를 실시하고 조리 후 30분 이상 환기하기 등 일상생활에서의 환기의 중요성을 강조하고 있음. 실외 미세먼지 농도가 높다고 하더라도 요리와 같이 고농도의 미세먼지가 발생할 수 있는 행위를 실내에서 하게 되면 환기가 필요하며, 최소 10분씩 하루 3번 주기적으로 환기하는 습관이 권장됨. 또한 음식물이 조리되는 과정에서 미세먼지가 많이 발생하기 때문에 튀김이나 굽는 요리는 삶기 등의 방법으로 대체하고, 조리를 하면서 후드 사용, 자연 환기를 하는 것이 실내공기질 관리에 중요함.

청소를 통해 실내에 존재하는 먼지의 절대량이 줄어들 수 있기에 주기적으로 청소를 하는 것은 실내 미세먼지 노출을 줄일 수 있음⁽⁴⁵⁾. 특히, 물걸레질은 바닥에 가라앉은 먼지를 다시 날리게 할 가능성이 낮아 실내 미세먼지 제거에 더욱 효과적인 것으로 알려짐^(46, 47). 진공청소기를 활용하는 청소는 바닥의 먼지를 공기중으로 다시 띄워 실내 미세먼지 농도를 높일 수 있기에, 고성능 공기정화필터(HEPA filter)가 장착된 진공청소기를 사용해야 미세먼지 확산을 줄일 수 있음.



대부분의 경우 자연환기로 환기 효과가 충분하지만 자연환기가 불충분하거나 곤란할 경우 보완적으로 공기정화장치(환기설비와 공기청정기)를 사용할 수 있음. 예를 들어 미세먼지 농도가 높거나 주변에 큰 도로나 오염물질 배출 시설이 있는 경우 실내에서 공기청정기를 사용하는 것이 미세먼지의 노출 감소에 도움이 될 수 있음. 표준사용면적에 따라 H13 이상의 고성능 공기정화필터(HEPA filter) 필터를 사용하는 적정 용량의 공기청정기를 사용했을 때 미세먼지 저감 효과가 있음. 또한 여러 연구를 통해 공기청정기의 사용이 실내 미세먼지 농도 자체의 저감뿐 아니라 사용하는 사람의 심혈관계 임상 증상 및 염증 지표의 개선에 유의미한 효과를 보임. 이에, 미세먼지 건강영향 민감군이라면 실내공기질 관리를 위해 자연환기에 더하여 공기청정기 사용을 보완적으로 고려해 볼 수 있음.

중국에서 35명의 대학생을 대상으로 수행된 실험연구에서는 공기청정기의 사용이 실내 미세먼지 농도를 줄임과 동시에 학생들의 염증 지표, 혈액 응고 지표, 혈압을 유의미하게 감소시키는 것으로 나타남⁽⁴⁸⁾. 42명의 덴마크 노인을 대상으로 수행된 실험연구에서는 48시간 동안 청정화된 공기에 노출된 경우 그렇지 않은 경우에 비해 미세혈관 기능(microvascular function)이 개선된다는 것이 관찰됨⁽⁴⁹⁾. 목재 연소 연기에 자주 노출되는 지역에 거주하는 48명의 건강한 성인의 집에 7일간 공기청정기를 설치하였더니 내피세포 기능이 개선되고 염증 지표가 감소되는 것이 관찰됨⁽⁵⁰⁾. 또한 실내흡연이 흔한 캐나다 원주민의 가정에 공기청정기를 7일간 설치한 결과 37명의 건강한 연구 참여자에게서 폐 기능의 개선이 관찰됨⁽⁵¹⁾. 하지만 덴마크인 노인 48명을 대상으로 수행된 연구에서는 공기청정기 사용에 따른 폐 기능 및 미세혈관 기능 개선 효과는 관찰되지 않았음⁽⁴⁹⁾. 이러한 연구 결과로 미루어 보았을 때, 공기청정기 사용을 통한 실내 미세먼지 감소가 혈관의 내피세포 기능 개선 및 인체의 염증 지표 감소와 관련성이 있는 것으로 추정되지만, 인과관계를 명확하게 정립하기 위해서 추가 연구가 필요할 것으로 생각됨.

실내에서 공기청정기를 사용할 때 환기를 전혀 하지 않으면 미세먼지 외에 다른 오염물질(이산화탄소, 포름알데히드, 라돈, 휘발성유기화합물 등)이 축적되어 실내 공기가 더욱 나빠질 수 있으므로 주기적으로 짧은 시간 동안 환기를 해야 함. 필터를 교체하지 않고 공기청정기를 계속 사용하게 되면 포집된 먼지가 필터를 막아 공기 정화 능력이 떨어지므로 반드시 필터를 주기적으로 교체하는 관리가 필요함.



○ ○ ○ ○
미세먼지
진료 길잡이





V.

×

• 코로나바이러스감염증-19 (코로나19)와 대기오염

1. 코로나19(COVID-19)
2. 코로나19와 대기오염의 감소
3. 대기오염에 의한 코로나19 감염과 사망률의 증가

코로나바이러스감염증-19 (코로나19)와 대기오염



코로나바이러스감염증-19(코로나19)와 대기오염 체크리스트

- ✓ 각 나라의 코로나19 전파 방지 정책이 미세먼지를 포함한 대기오염의 농도를 감소시킨 것으로 나타남.
- ✓ 미세먼지에 만성적으로 노출된 사람은 코로나19에 걸릴 위험이 더 높고, 또 합병증으로 사망할 위험성도 큰 것으로 나타남. 하지만 관련 연구의 수가 아직은 부족하기에 추가적인 연구가 필요함.

1. 코로나19(COVID-19)

2019년 12월 중국 우한에서 최초로 상세불명의 폐렴 환자가 발생한 후 과학자들은 코로나바이러스 감염증-19(coronavirus disease 2019, 코로나19)를 일으키는 코로나바이러스 SARS-COV-2를 발견함^(52, 53). 코로나19는 건강하고 어린 대부분의 사람에게서는 상대적으로 가벼운 증상을 일으키는 것으로 알려져 있지만, 노인과 만성질환자에게서는 심각한 호흡기계 질환을 유발하여 사망에 이르게 할 수 있음⁽⁵⁴⁾. 중국 질병관리본부의 보고에 의하면 코로나19의 치명률은 2.3%로 다른 코로나바이러스 감염증인 중증급성호흡기증후군(SARS)과 중동호흡기증후군(MERS)보다는 상대적으로 낮지만, 높은 감염성으로 (감염재생산지수 3 이상으로 추정) 과거 어느 코로나바이러스보다 많은 사람을 감염시키고 있는 상황임⁽⁵⁵⁻⁵⁸⁾. 코로나19의 높은 전염성과 그에 따른 국제적인 우려로 인해 2020년 4월 세계보건기구는 코로나19 유행을 '대유행'으로 지정함. 2020년 11월 말 기준 코로나19로 인해 전 세계적으로 139만 명이 넘는 사람이 사망

하였고 5,850만 명이 감염된 것으로 추산됨. 우리나라의 경우 현재까지 3만 명이 넘는 사람이 감염되었으며 500명 이상이 사망한 것으로 발표됨.

2. 코로나19와 대기오염의 감소

다양한 뉴스와 논문을 통해 코로나19의 전파를 막기 위해 전 세계적으로 실시되고 있는 강력한 봉쇄 및 이동 제한 명령이 바이러스의 전파뿐 아니라 이산화질소, 초미세먼지(PM_{2.5}) 등의 대기오염을 줄이는 효과가 있다고 있다고 보고됨^(59, 60). 중국에서 코로나19의 전파를 막기 위해 약 35일간 시행된 강력한 봉쇄 정책으로 우한과 베이징의 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도가 각각 30.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 9.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 감소한 것으로 나타남⁽⁶¹⁾. 이중차 분석을 활용한 연구에서는 중국의 봉쇄 정책으로 이산화질소와 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도가 각각 12.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 18.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 감소한 것으로 나타남⁽⁶²⁾. 중국 북부 44개 도시의 대기오염 측정 자료를 분석한 결과, 대기오염지표(Air Quality Index)가 봉쇄 이후 개선되었으며, NASA와 European Space Agency의 보고에 따르면, 중국 동부 및 중앙의 이산화질소 농도가 코로나19 관련 봉쇄 이후 10~20% 가량 감소한 것으로 나타남^(62, 63).

코로나19 대유행 이후 대기오염의 개선은 중국 이외의 다른 국가들에서도 나타나고 있음. 재택근무 장려와 산업 활동의 감소 등을 포함한 말레이시아 정부의 이동 금지 명령 시행 이후 말레이시아의 미세먼지 농도가 감소하였으며, 인도의 강력한 봉쇄 정책 후 대기오염으로 악명 높은 수도 델리를 비롯하여, 인도 주요 22개 도시에서 대기오염 농도가 감소하였음⁽⁶⁴⁻⁶⁶⁾. 학교의 폐쇄, 재택근무 장려, 모임 금지, 대중교통의 제한 등의 정책으로 인해 브라질 리우데자네이루와 상파울루의 대기오염이 감소한 것으로 나타남^(67, 68). 또 다른 보고에 따르면, 전 세계적으로 초미세먼지(PM_{2.5}), 이산화질소, 오존의 농도가 코로나19 대응으로 인해 각각 9%, 29%, 11% 감소한 것으로 추정됨⁽⁶⁹⁾.

우리나라의 경우 강력한 봉쇄 정책이나 시민들에 대한 이동 제한이 없었는데도 코로나19 이후 대기오염 농도가 감소한 것으로 나타남⁽⁷⁰⁾. 이는 2020년 2월 대구에서 확진자의 급격한 증가가 관찰된 직후 정부의 재택근무 장려, 실외 활동 자제 등의 '사회적 거리 두기' 운동과 이에 따른 주요 도시의 교통량과 산업 시설 가동량이 예년보다 크게 감소한 결과로 추정됨⁽⁷⁰⁾. 이러한 사회적 변화는 우리나라 대기오염 농도 감소로 이어졌으며, 한 연구에서는 2020년 1월부터 4월 서울의 미세먼지 감소가 시민들의 보건용 마스크 착용 효과와 어울려 100명의 미세먼지 관련 사망을 예방했을 것으로 추정함⁽⁷¹⁾.

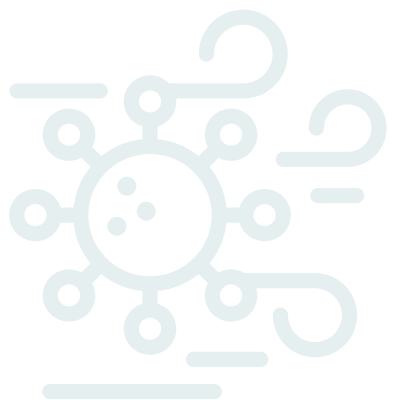
3. 대기오염에 의한 코로나19 감염과 사망률의 증가

미세먼지는 공기중의 바이러스를 멀리 이동시킬 수 있으며, 미세먼지에 만성적으로 노출된 사람은 인체의 정상 방어기제가 저해되어 호흡기바이러스 감염증에 더 취약할 수 있음. 공기 중 바이러스는 미세먼지와 결합함으로써 오랫동안 감염력을 유지하거나 더 멀리 전파될 수 있으며, 폐 실질 깊숙이 침투할 수 있음⁽⁷²⁾. 미세먼지에 대한 만성 노출은 호흡기의 점액 물질 생성을 증가시키고, 섬모세포의 기능을 마비시켜 염증을 유발함. 때문에 대기오염에 만성적으로 노출된 사람은 호흡기계 바이러스 감염에 더 취약하거나, 감염된 후 심각한 후유증을 겪을 위험성이 증가할 수 있음.

중국 120개 도시의 일별 대기오염과 코로나 신규 확진자 수를 비교·분석한 결과 2주간의 대기오염 물질 노출과 코로나19간의 유의미한 양의 관련성이 나타남⁽⁷³⁾. 중국 219개 도시 자료를 활용한 추가분석에서도 대기오염 지표와 코로나19간의 양의 관련성이 나타남⁽⁷⁴⁾. 이탈리아 71개 주를 대상으로 수행된 생태학적 연구에서도 만성 대기오염 노출과 코로나19 간의 양의 관련성이 나타남⁽⁷⁴⁾.

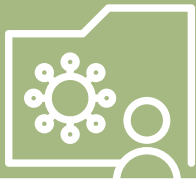
미국 3,000여 개의 군의 대기오염과 코로나19로 인한 사망자 수와의 관련성을 분석한 결과 대기오염이 심한 군에 거주하는 사람들에게서 코로나19로 인한 사망의 위험성이 증가하는 것으로 나타남⁽⁷⁵⁾. 중국 우한시의 미세먼지 농도와 코로나19 치명률 간의 관련성을 살펴본 연구에서도 미세먼지 농도가 증가할수록 치명률이 증가하는 것으로 나타남⁽⁷⁶⁾.

이렇듯 대기오염에 대한 급성 및 만성 노출이 코로나19 감염과 사망률을 높인다는 보고가 이어지고 있으나 해당 내용을 다루고 있는 연구의 수가 제한적이며 내용의 중요성 때문에 리뷰가 속성으로 이루어지거나, 공식적으로 학술지에 등재되지 않은 논문도 있음. 더욱이 코로나19 감염부터 사망까지 이르는 긴 시간, 개인 수준의 자료의 부재, 불안정한 모집단의 수 등의 요인들이 여러 오류를 야기했을 가능성도 존재함⁽⁷⁷⁾. 이에 해당 내용에 관해서 추가 연구가 필요할 것으로 사료됨.



○ ○ ○ ○
미세먼지
진료 길잡이





VI.

x



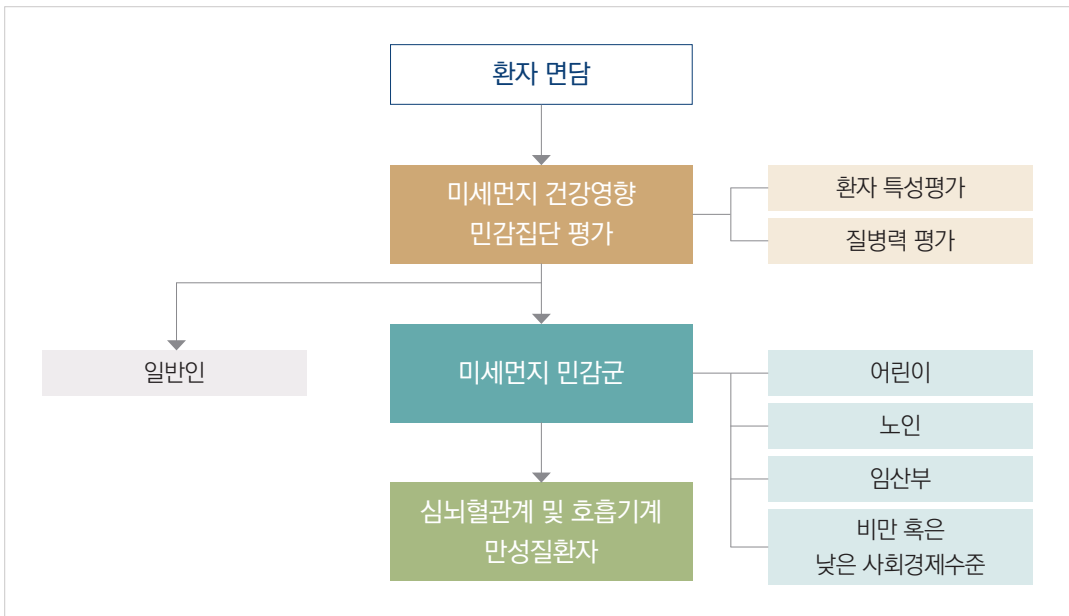
환자 특성별 미세먼지 진료 길잡이



미세먼지 진료 길잡이

환자 특성별 미세먼지 진료 길잡이

VI.

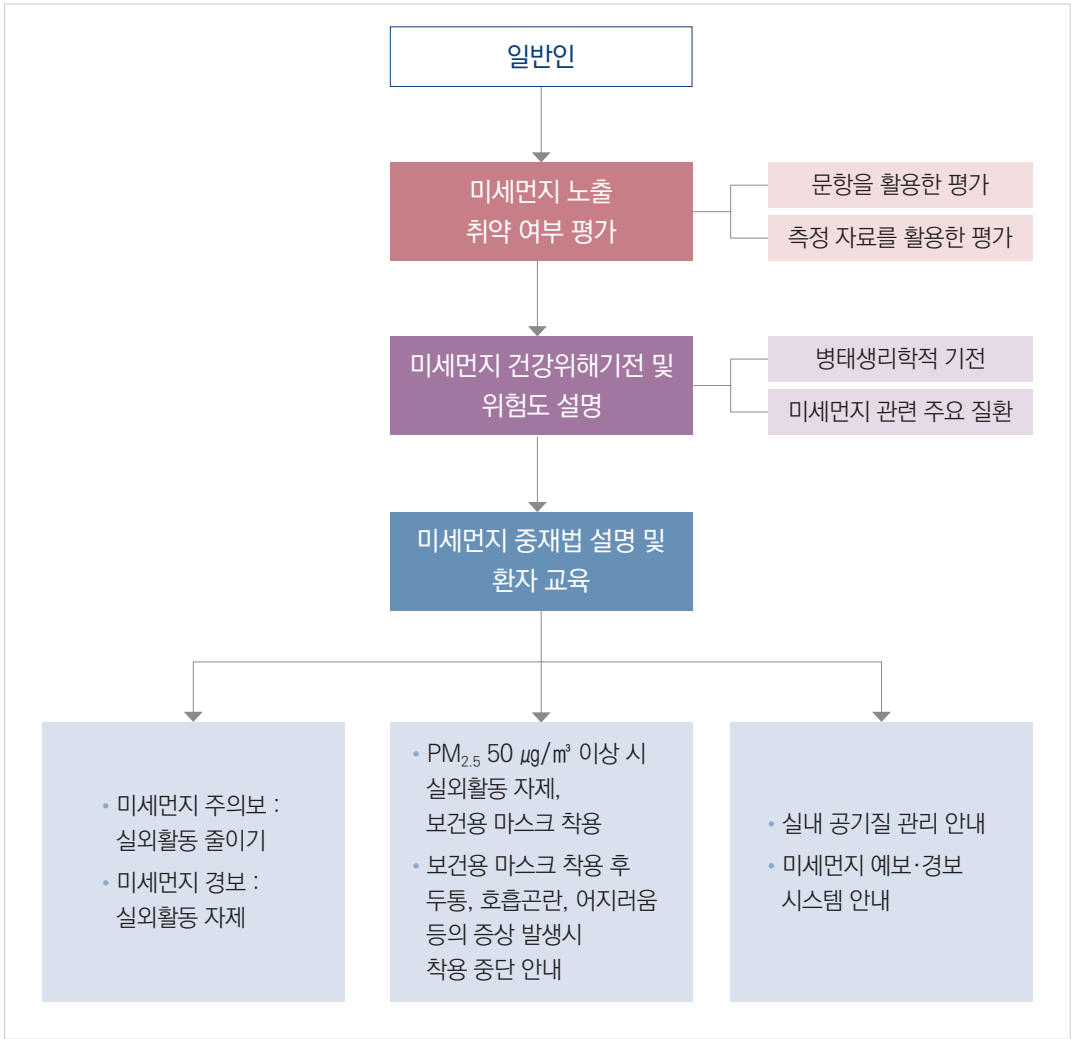


[Figure 14. 미세먼지 건강영향 민감집단 평가 흐름도]



미세먼지 건강영향 민감집단 평가 체크리스트

- ✓ 환자가 미세먼지에 민감한 인구학적 특성(어린이, 임산부, 노인, 비만 혹은 낮은 사회경제적 수준 등)을 가지고 있는지 평가하였는가?
- ✓ 환자가 미세먼지에 민감한 질환력(고혈압, 당뇨, 심뇌혈관계질환, 호흡기계질환, 아토피피부염 등)을 가지고 있는지 평가하였는가?



[Figure 15. 일반인의 미세먼지 체크리스트 흐름도]

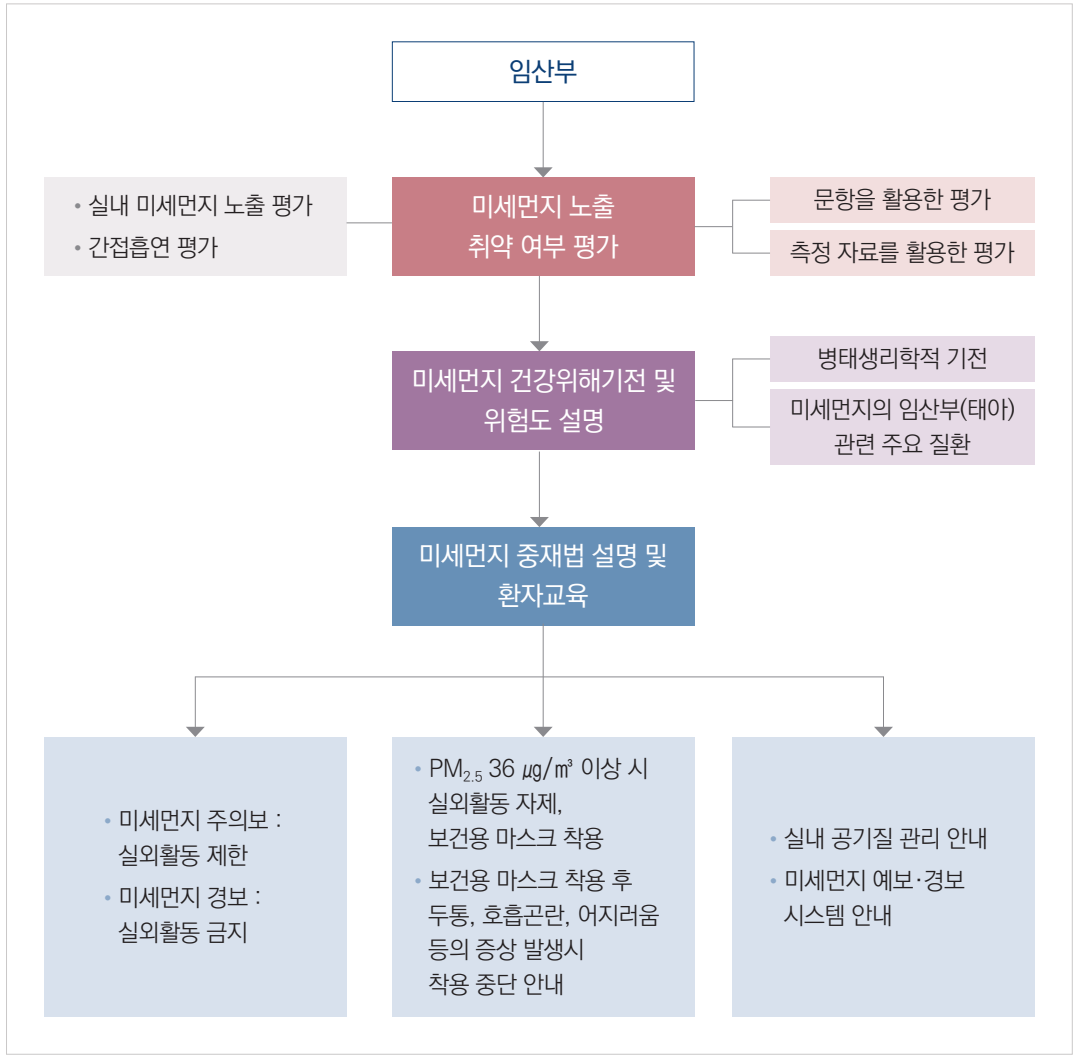


일반인의 미세먼지 상담 관련 체크리스트

- ✓ 환자의 실내 및 실외 미세먼지 노출 평가를 위한 질문을 수행하였는가?
- ✓ 미세먼지의 위해성에 대한 교육을 시행하였는가?
- ✓ 미세먼지 농도에 따른 행동권고안과 실내 공기질 관리의 필요성을 설명하였는가?
- ✓ 보건용 마스크의 사용에 대해 안내하였는가?

○ 일반인의 미세먼지 건강수칙

- 외출 전 미세먼지 예보를 확인하기
- 본인이 미세먼지 민감군인지 확인하기
- 미세먼지 노출 후 나타날 수 있는 증상을 확인하기
- 미세먼지가 나쁠 때는 외출 시 보건용 마스크를 준비하기
- 손 씻기와 위생관리를 철저히 하기
- 미세먼지가 나쁠 때는 야외 활동을 줄이기
- 주기적으로 환기하기
- 주기적으로 물걸레질을 하고 실내 습도를 적절하게 조절하기
- 공기청정기가 있으면 사용하고 필터는 주기적으로 점검하기



[Figure 16. 임산부의 미세먼지 체크리스트 흐름도]

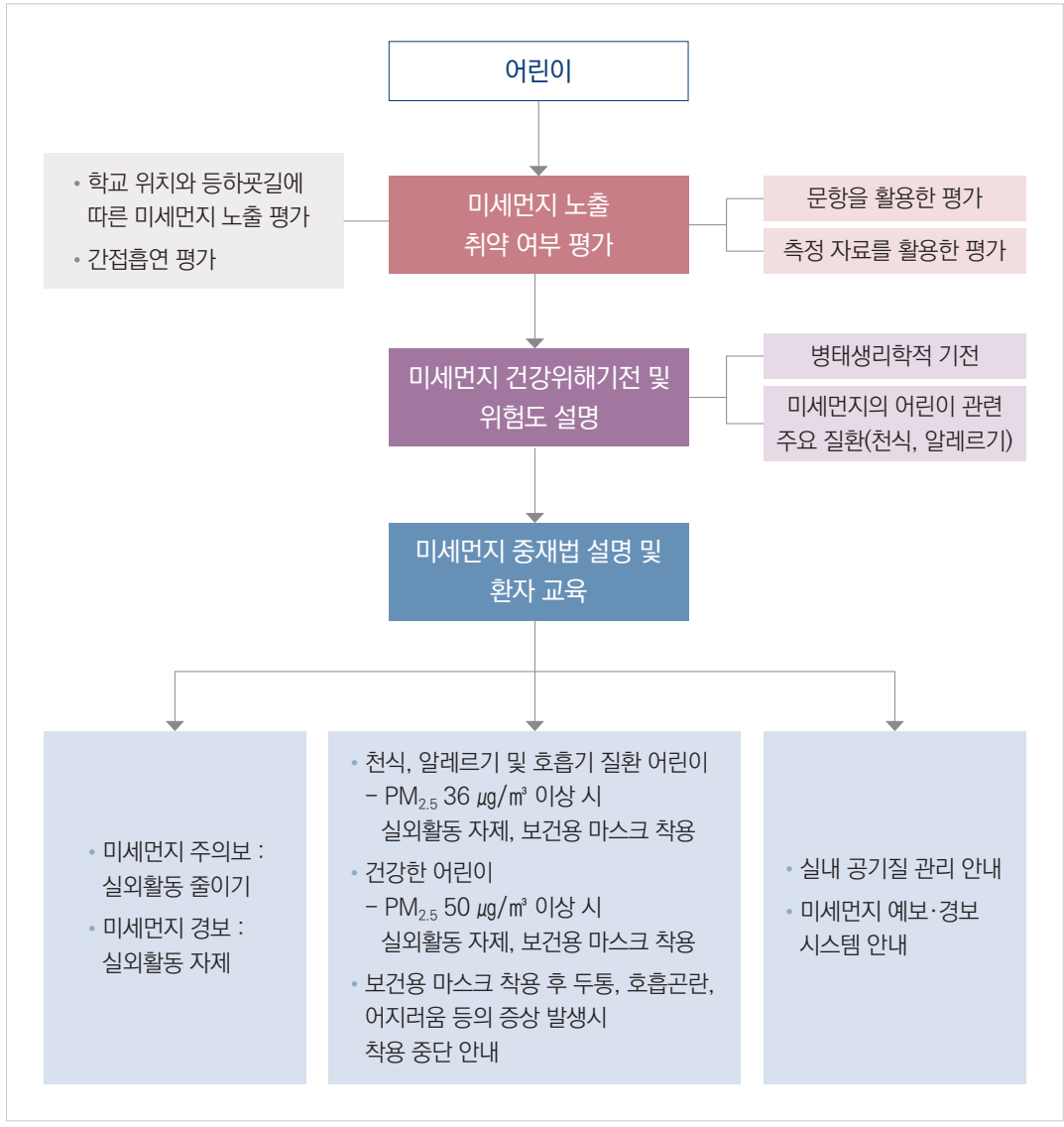


임산부 미세먼지 상담 관련 체크리스트

- ✓ 환자의 실내 및 실외 미세먼지 노출 평가를 위한 질문을 수행하였는가?
- ✓ 긴 실내 활동 시간으로 인한 실내 미세먼지 노출에 따른 위험성을 설명하였는가?
- ✓ 미세먼지의 위해성에 대한 교육을 시행하였는가?
- ✓ 미세먼지-태아의 건강영향 관련 기전을 설명하였는가?
- ✓ 미세먼지 노출에 따른 임산부, 태아의 주요 건강영향을 설명하였는가?
- ✓ 미세먼지 농도에 따른 행동권고안과 실내 공기질 관리의 필요성을 설명하였는가?
- ✓ 보건용 마스크의 사용에 대해 안내하였는가?

○ 임산부의 미세먼지 건강수칙

- 외출 전 미세먼지 예보를 확인하기
- 임신성 고혈압, 임신 중독증 등이 있는 미세먼지 고위험군인지 확인하기
- 미세먼지 노출 후 나타날 수 있는 증상을 확인하기
- 미세먼지가 나쁠 때는 외출 시 보건용 마스크를 준비하기
- 손 씻기와 위생관리를 철저히 하기
- 미세먼지가 나쁠 때는 실외 운동을 자제하고 실내에서 강도를 낮추어 운동하기
- 주기적으로 환기하기
- 주기적으로 물걸레질을 하고 실내 습도를 적절하게 조절하기
- 공기청정기가 있으면 사용하고 필터는 주기적으로 점검하기
- 외출 시 도로변, 공사장 등 대기오염이 심한 곳은 피하기



[Figure 17. 어린이의 미세먼지 체크리스트 흐름도]

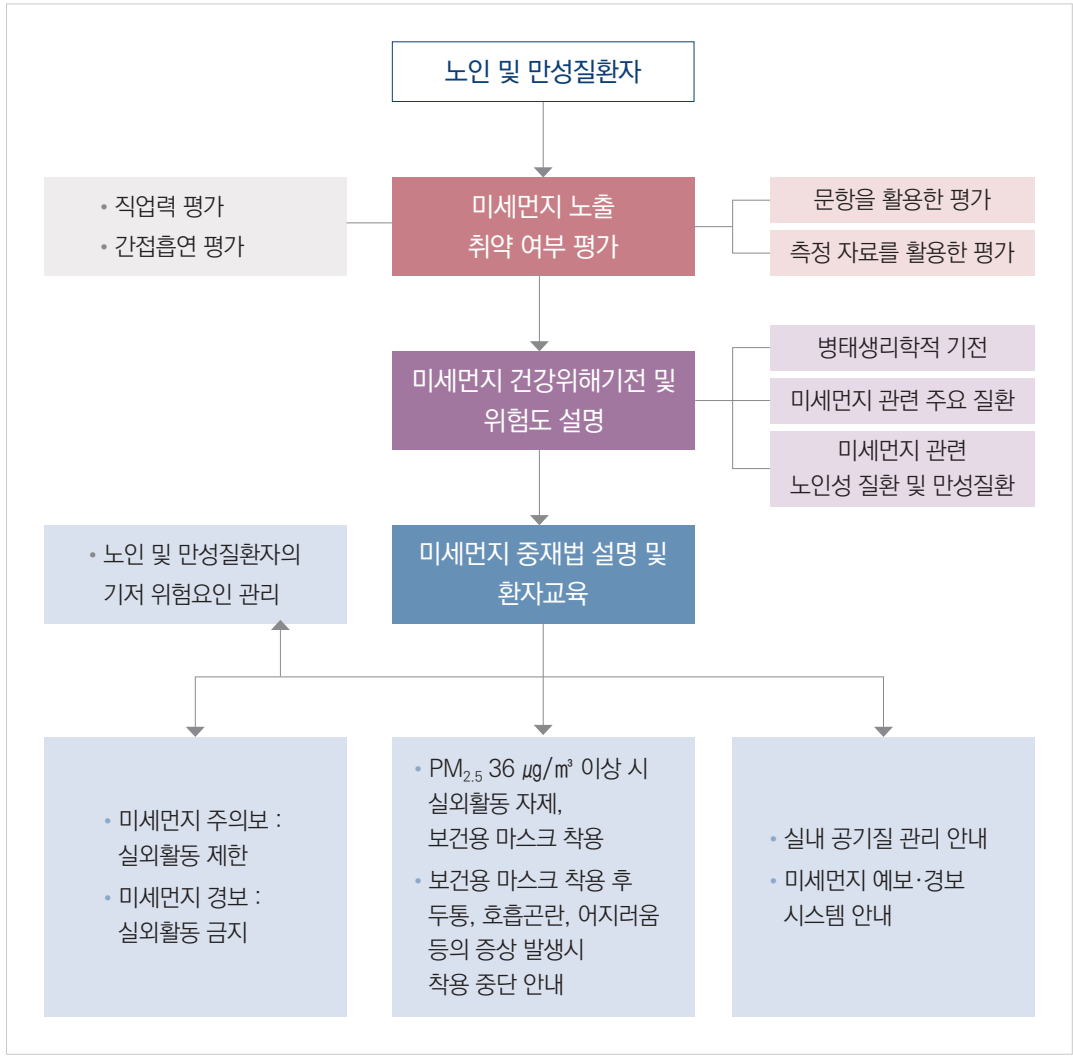


어린이 및 보호자 미세먼지 상담 관련 체크리스트

- ✓ 환자의 실내 및 실외 미세먼지 노출 평가를 위한 질문을 수행하였는가?
- ✓ 미세먼지의 위해성에 대한 교육을 시행하였는가?
- ✓ 어린이가 미세먼지에 취약한 이유와 미세먼지와 관련된 천식, 알레르기질환에 대해 설명하였는가?
- ✓ 미세먼지 농도에 따른 행동권고안과 실내 공기질 관리의 필요성을 설명하였는가?
- ✓ 보건용 마스크의 사용에 대해 안내하였는가?

○ 어린이의 미세먼지 건강수칙

- 미세먼지 예보와 관련된 가정통신문 확인하기
- 미세먼지 노출 후 호흡곤란, 가슴 답답함, 눈이나 피부 가려움증 등의 증상이 나타나면 병·의원을 방문하여 진료 받기
- 미세먼지가 나쁠 때는 등하교시 보건용 마스크를 준비하기
- 운동이나 야외놀이 후 손 씻기와 위생관리를 철저히 하기
- 미세먼지가 나쁠 때는 격렬한 운동을 피하기
- 외출 시 도로변, 공사장 등 대기오염이 심한 곳은 피하기



[Figure 18. 노인 및 만성질환자의 체크리스트 흐름도]

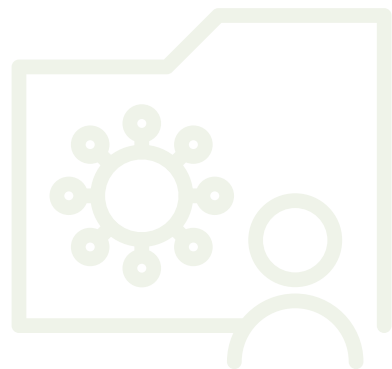


노인 및 만성질환자의 미세먼지 상담 관련 체크리스트

- ✓ 환자의 실내 및 실외 미세먼지 노출 평가를 위한 질문을 수행하였는가?
- ✓ 직업력, 흡연력 등에 의한 미세먼지 노출을 평가하였는가?
- ✓ 긴 실내 활동 시간으로 인한 실내 미세먼지 노출에 따른 위험성을 설명하였는가?
- ✓ 미세먼지 노출에 따라 기저 질환에 의한 증상이 악화될 수 있음을 설명하였는가?
- ✓ 미세먼지 노출에 따른 노인성 질환, 만성질환 발생에 관하여 설명하였는가?
- ✓ 미세먼지 농도에 따른 행동권고안과 실내 공기질 관리의 필요성을 설명하였는가?
- ✓ 보건용 마스크의 사용에 대해 안내하였는가?

○ 노인 및 만성질환자의 미세먼지 건강수칙

- 외출 전 미세먼지 예보를 확인하기
- 평소 혈압과 혈당을 철저히 관리하기
- 미세먼지 노출 후 나타날 수 있는 증상을 확인하기
- 심뇌혈관계 질환이 있는 경우 평소 위험요인을 관리하기
- 만성질환이 있는 경우 잊지 말고 약을 먹고 진료 일정을 지키기
- 주기적으로 환기하고 공기청정기가 있으면 사용하기
- 미세먼지가 나쁠 때는 외출 시 보건용 마스크를 사용하기
- 미세먼지가 나쁠 때는 실외 운동을 자제하고 실내에서 강도를 낮추어 운동하기
- 주기적으로 물걸레질을 하고 실내 습도를 적절하게 조절하기
- 규칙적으로 운동하기
- 손 씻기와 위생관리를 철저히 하기
- 외출 시 도로변, 공사장 등 대기오염이 심한 곳은 피하기



○ ○ ○ ○
미세먼지
진료 길잡이





VII.

x



참고 문헌



참고 문헌

VII.

1. Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad J, Estep K, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*. 2017;389(10082):1907-18.
2. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Outdoor Air Pollution: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2016.
3. World Health Organization. Burden of disease from joint effects of household and ambient air pollution for 2016. Version 2. May 2018(http://www.who.int/airpollution/data/AP_joint_effect_BoD_results_May2018.pdf, assessed 2 June 2018).
4. Han C, Kim S, Lim Y-H, Bae H-J, Hong Y-C. Spatial and temporal trends of number of deaths attributable to ambient PM_{2.5} in the Korea. *Journal of Korean medical science*. 2018;33(30).
5. Kim J-H, Oh I-H, Park J-H, Cheong H-K. Premature deaths attributable to long-term exposure to ambient fine particulate matter in the Republic of Korea. *Journal of Korean medical science*. 2018;33(37).
6. Hadley MB, Baumgartner J, Vedanthan R. Developing a clinical approach to air pollution and cardiovascular health. *Circulation*. 2018;137(7):725-42.
7. Phalen RF, Phalen RN. Introduction to air pollution science: a public health perspective: Jones & Bartlett Publishers; 2011.

8. Bell ML, Zanobetti A, Dominici F. Evidence on vulnerability and susceptibility to health risks associated with short-term exposure to particulate matter: a systematic review and meta-analysis. *American journal of epidemiology*. 2013;178(6):865-76.
9. Sacks JD, Stanek LW, Luben TJ, Johns DO, Buckley BJ, Brown JS, et al. Particulate matter-induced health effects: who is susceptible? *Environmental health perspectives*. 2011;119(4):446-54.
10. 유명. 대기오염과 소아 알레르기 질환. *Allergy asthma & respiratory disease*. 2016;4(4):248-56.
11. Nhung NTT, Amini H, Schindler C, Joss MK, Dien TM, Probst-Hensch N, et al. Short-term association between ambient air pollution and pneumonia in children: A systematic review and meta-analysis of time-series and case-crossover studies. *Environmental Pollution*. 2017;230:1000-8.
12. van den Hooven EH, Pierik FH, de Kluzenaar Y, Hofman A, van Ratingen SW, Zandveld PY, et al. Air pollution exposure and markers of placental growth and function: the generation R study. *Environmental health perspectives*. 2012;120(12):1753-9.
13. Pedersen M, Stayner L, Slama R, Sørensen M, Figueras F, Nieuwenhuijsen MJ, et al. Ambient air pollution and pregnancy-induced hypertensive disorders: a systematic review and meta-analysis. *Hypertension*. 2014;64(3):494-500.
14. Li X, Huang S, Jiao A, Yang X, Yun J, Wang Y, et al. Association between ambient fine particulate matter and preterm birth or term low birth weight: an updated systematic review and meta-analysis. *Environmental Pollution*. 2017;227:596-605.
15. 한설희. 미세먼지와 치매: 대기 오염이 인지 건강과 관계 있을까?, *J Korean Neurol Assoc*. 2019;37(2):135-43.
16. Jung C-R, Lin Y-T, Hwang B-F. Ozone, particulate matter, and newly diagnosed Alzheimer's disease: a population-based cohort study in Taiwan. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2015;44(2):573-84.
17. Weinmayr G, Romeo E, De Sario M, Weiland SK, Forastiere F. Short-term effects of PM₁₀ and NO₂ on respiratory health among children with asthma or asthma-like symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Environmental health perspectives*. 2010;118(4):449-57.



18. 환경부. 바로 알면 보인다. 미세먼지, 도대체 뭘까?. 2016.
19. Hoek G, Beelen R, De Hoogh K, Vienneau D, Gulliver J, Fischer P, et al. A review of land-use regression models to assess spatial variation of outdoor air pollution. *Atmospheric environment*. 2008;42(33):7561-78.
20. Ryan PH, LeMasters GK. A review of land-use regression models for characterizing intraurban air pollution exposure. *Inhalation toxicology*. 2007;19(sup1):127-33.
21. Adar SD, Kaufman J. Cardiovascular disease and air pollutants: evaluating and improving epidemiological data implicating traffic exposure. *Inhalation Toxicology*. 2007;19(sup1):135-49.
22. Brook RD, Rajagopalan S, Pope III CA, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010;121(21):2331-78.
23. Newby DE, Mannucci PM, Tell GS, Baccarelli AA, Brook RD, Donaldson K, et al. Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *European heart journal*. 2015;36(2):83-93.
24. Niemann B, Rohrbach S, Miller MR, Newby DE, Fuster V, Kovacic JC. Oxidative stress and cardiovascular risk: obesity, diabetes, smoking, and pollution: part 3 of a 3-part series. *Journal of the American college of cardiology*. 2017;70(2):230-51.
25. Seaton A, Godden D, MacNee W, Donaldson K. Particulate air pollution and acute health effects. *The lancet*. 1995;345(8943):176-8.
26. Perez CM, Hazari MS, Farraj AK. Role of autonomic reflex arcs in cardiovascular responses to air pollution exposure. *Cardiovascular toxicology*. 2015;15(1):69-78.
27. Oberdörster G, Sharp Z, Atudorei V, Elder A, Gelein R, Lunts A, et al. Extrapulmonary translocation of ultrafine carbon particles following whole-body inhalation exposure of rats. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*. 2002;65(20):1531-43.
28. Wang Y, Xiong L, Tang M. Toxicity of inhaled particulate matter on the central nervous system: neuroinflammation, neuropsychological effects and neurodegenerative disease. *Journal of Applied Toxicology*. 2017;37(6):644-67.

29. Silva R, Oyarzún M, Olloquequi J. Pathogenic mechanisms in chronic obstructive pulmonary disease due to biomass smoke exposure. *Archivos de Bronconeumología (English Edition)*. 2015;51(6):285–92.
30. Ni L, Chuang C-C, Zuo L. Fine particulate matter in acute exacerbation of COPD. *Frontiers in physiology*. 2015;6:294.
31. Gordon SB, Bruce NG, Grigg J, Hibberd PL, Kurmi OP, Lam K-bH, et al. Respiratory risks from household air pollution in low and middle income countries. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2014;2(10):823–60.
32. Li R, Zhou R, Zhang J. Function of PM_{2.5} in the pathogenesis of lung cancer and chronic airway inflammatory diseases. *Oncology letters*. 2018;15(5):7506–14.
33. Burnett RT, Pope III CA, Ezzati M, Olives C, Lim SS, Mehta S, et al. An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure. *Environmental health perspectives*. 2014;122(4):397–403.
34. 미세먼지 문제 해결을 위한 국가기후환경회의. 국민이 만든 미세먼지 대책: 국가기후환경회의 국민 정책제안. 2019.
35. Tainio M, de Nazelle AJ, Götschi T, Kahlmeier S, Rojas-Rueda D, Nieuwenhuijsen MJ, et al. Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking? *Preventive medicine*. 2016;87:233–6.
36. 환경부. 미세먼지 경보단계별 행동요령 및 조치사항(표준조례안). 2014.
37. Langrish JP, Mills NL, Chan JK, Leseman DL, Aitken RJ, Fokkens PH, et al. Beneficial cardiovascular effects of reducing exposure to particulate air pollution with a simple facemask. *Particle and fibre toxicology*. 2009;6(1):8.
38. Langrish JP, Li X, Wang S, Lee MM, Barnes GD, Miller MR, et al. Reducing personal exposure to particulate air pollution improves cardiovascular health in patients with coronary heart disease. *Environmental health perspectives*. 2012;120(3):367–72.
39. Shi J, Lin Z, Chen R, Wang C, Yang C, Cai J, et al. Cardiovascular benefits of wearing particulate-filtering respirators: a randomized crossover trial. *Environmental health perspectives*. 2017;125(2):175–80.



40. Lim Y-H, Kim W, Choi Y, Kim H-C, Na G, Kim H-R, et al. Effects of Particulate Respirator Use on Cardiopulmonary Function in Elderly Women: a Quasi-Experimental Study. *Journal of Korean medical science*. 2020;35(10).
41. Lim E, Seet R, Lee KH, Wilder - Smith E, Chuah B, Ong B. Headaches and the N95 face - mask amongst healthcare providers. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2006;113(3):199-202.
42. Johnson AT, Dooly CR, Blanchard CA, Brown EY. Influence of anxiety level on work performance with and without a respirator mask. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1995;56(9):858-65.
43. Langrish JP, Mills NL, Chan JK, Leseman DL, Aitken RJ, Fokkens PH, et al. Beneficial cardiovascular effects of reducing exposure to particulate air pollution with a simple facemask. *Part Fibre Toxicol*. 2009;6:8.
44. Lim YH, Kim W, Choi Y, Kim HC, Na G, Kim HR, et al. Effects of Particulate Respirator Use on Cardiopulmonary Function in Elderly Women: a Quasi-Experimental Study. *J Korean Med Sci*. 2020;35(10):e64.
45. 박성룡. 실내공간에서 청소도구에 의한 미세먼지 농도 변화 및 실내외의 미세먼지 특성 분석, 국내석사학위논문 건국대학교 대학원. 2015.
46. Schneider T, Nilsen SK, Dahl I. Cleaning methods, their effectiveness and airborne dust generation. *Building and Environment*. 1994;29(3):369-72.
47. Nastov J, Tan R, Dingle P. The study of hard floor surface cleaning practices and the effects on dust particulate levels in eight Perth homes. *Indoor Air*. 2002;1:120-5.
48. Chen R, Zhao A, Chen H, Zhao Z, Cai J, Wang C, et al. Cardiopulmonary benefits of reducing indoor particles of outdoor origin: a randomized, double-blind crossover trial of air purifiers. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015;65(21):2279-87.
49. Karottki DG, Spilak M, Frederiksen M, Gunnarsen L, Brauner EV, Kolarik B, et al. An indoor air filtration study in homes of elderly: cardiovascular and respiratory effects of exposure to particulate matter. *Environmental Health*. 2013;12(1):116.

50. Allen RW, Carlsten C, Karlen B, Leckie S, Eeden Sv, Vedal S, et al. An air filter intervention study of endothelial function among healthy adults in a woodsmoke-impacted community. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2011;183(9):1222-30.
51. Weichenthal S, Mallach G, Kulka R, Black A, Wheeler A, You H, et al. A randomized double-blind crossover study of indoor air filtration and acute changes in cardiorespiratory health in a First Nations community. *Indoor Air*. 2013;23(3):175-84.
52. Guan W-j, Ni Z-y, Hu Y, Liang W-h, Ou C-q, He J-x, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *New England Journal of Medicine*. 2020.
53. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*. 2020;395(10223):497-506.
54. Gandhi RT, Lynch JB, del Rio C. Mild or Moderate Covid-19. *New England Journal of Medicine*. 2020.
55. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *Jama*. 2020;323(13):1239-42.
56. Xie M, Chen Q. Insight into 2019 novel coronavirus—an updated intrim review and lessons from SARS-CoV and MERS-CoV. *International Journal of Infectious Diseases*. 2020.
57. Alimohamadi Y, Taghdir M, Sepandi M. The Estimate of the Basic Reproduction Number for Novel Coronavirus disease (COVID-19): A Systematic Review and Meta-Analysis. *Korean J Prev Med*. 2020;0(0).
58. Liu Y, Gayle AA, Wilder-Smith A, Rocklöv J. The reproductive number of COVID-19 is higher compared to SARS coronavirus. *Journal of travel medicine*. 2020.
59. Saadat S, Rawtani D, Hussain CM. Environmental perspective of COVID-19. *Science of The Total Environment*. 2020:138870.
60. Muhammad S, Long X, Salman M. COVID-19 pandemic and environmental pollution: A blessing in disguise? *Science of The Total Environment*. 2020:138820.



61. Wang P, Chen K, Zhu S, Wang P, Zhang H. Severe air pollution events not avoided by reduced anthropogenic activities during COVID-19 outbreak. *Resources, Conservation and Recycling*. 2020;158:104814.
62. Chen K, Wang M, Huang C, Kinney PL, Anastas PT. Air pollution reduction and mortality benefit during the COVID-19 outbreak in China. *The Lancet Planetary Health*. 2020;4(6):e210–e2.
63. Dutheil F, Baker JS, Navel V. COVID-19 as a factor influencing air pollution? *Environmental Pollution(Barking, Essex: 1987)*. 2020.
64. Abdullah S, Mansor AA, Napi NNLM, Mansor WNW, Ahmed AN, Ismail M, et al. Air quality status during 2020 Malaysia Movement Control Order(MCO) due to 2019 novel coronavirus(2019-nCoV) pandemic. *Science of The Total Environment*. 2020;729:139022.
65. Mahato S, Pal S, Ghosh KG. Effect of lockdown amid COVID-19 pandemic on air quality of the megacity Delhi, India. *Science of the Total Environment*. 2020:139086.
66. Kerimray A, Baimatova N, Ibragimova OP, Bukenov B, Kenessov B, Plotitsyn P, et al. Assessing air quality changes in large cities during COVID-19 lockdowns: The impacts of traffic-free urban conditions in Almaty, Kazakhstan. *Science of the Total Environment*. 2020:139179.
67. Dantas G, Siciliano B, França BB, da Silva CM, Arbilla G. The impact of COVID-19 partial lockdown on the air quality of the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Science of The Total Environment*. 2020;729:139085.
68. Nakada LYK, Urban RC. COVID-19 pandemic: Impacts on the air quality during the partial lockdown in São Paulo state, Brazil. *Science of The Total Environment*. 2020:139087.
69. Venter ZS, Aunan K, Chowdhury S, Lelieveld J. COVID-19 lockdowns cause global air pollution declines with implications for public health risk. *medRxiv*. 2020.
70. Ju MJ, Oh J, Choi Y-H. Changes in air pollution levels after COVID-19 outbreak in Korea. *Science of The Total Environment*. 2020:141521.

71. Han C, Hong YC. Decrease in Ambient Fine Particulate Matter during COVID-19 Crisis and Corresponding Health Benefits in Seoul, Korea. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(15).
72. Andree BPJ. Incidence of COVID-19 and Connections with Air Pollution Exposure: Evidence from the Netherlands. The World Bank; 2020.
73. Zhu Y, Xie J, Huang F, Cao L. Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China. *Science of The Total Environment*. 2020;727:138704.
74. Zhang Z, Xue T, Jin X. Effects of meteorological conditions and air pollution on COVID-19 transmission: Evidence from 219 Chinese cities. *Science of The Total Environment*. 2020:140244.
75. Wu X, Nethery RC, Sabath BM, Braun D, Dominici F. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States. *medRxiv*. 2020.
76. Yao Y, Pan J, Liu Z, Meng X, Wang W, Kan H, et al. Temporal association between particulate matter pollution and case fatality rate of COVID-19 in Wuhan. *Environmental Research*. 2020;189:109941.
77. Villeneuve PJ, Goldberg MS. Methodological considerations for epidemiological studies of air pollution and the sars and COVID-19 coronavirus outbreaks. *Environmental Health Perspectives*. 2020;128(9):095001.





○ ○ ○ ○ 미세먼지 진료 길잡이

인쇄일 | 2021년 3월

발행일 | 2021년 3월

발행처 | 대한의학회·질병관리청

인쇄처 | 프린컴 (02-597-3646)

(비매품)

© 2020 Korean Academy of Medical Sciences, KDCA All rights reserved.
무단으로 전재하거나 복제할 경우 저작권법에 따라 처벌을 받게 됩니다.



미세먼지 진료 길잡이