

Abstract Submission No. : 9132

미세먼지의 건강영향: 국제 연구동향

Jong-Hun Kim

Sungkyunkwan University School of Medicine, Korea

2016년 세계인구의 약 91%가 WHO 대기질 가이드라인 수준을 충족시키지 못하는 곳에서 살고 있다. 실외대기오염으로 인해 2016년에는 전 세계적으로 연간 약 420만 명이 조기 사망하는 것으로 추정된 바 있다. 조기 사망의 약 58%는 허혈성 심장질환과 뇌졸중으로 인한 것으로 알려져 있다. 미세먼지는 대기오염에 있어서 가장 일반적인 지표라 할 수 있다. 특히 직경이 2.5 마이크로미터 이하인 초미세먼지는 흡입하게 되면 폐 장벽을 관통하여 혈관 내로 침투할 수 있어 직경이 10 마이크로미터 이하인 미세먼지보다 훨씬 더 건강에 해로운 것으로 알려져 있다. 현재까지 연구된 결과에 따르면, 미세먼지 노출에 있어서 건강 위험이 발생하기 시작하는 역치 수준(threshold) 농도는 존재하지 않는 것으로 알려져 있다. 이는 매우 낮은 농도에서도 미세먼지는 여전히 건강에 해로운 영향을 미치는 것을 의미한다. 따라서 초미세먼지 관리의 최종적인 목표는 가능한 가장 낮은 농도를 달성하는 것이다.

미세먼지 노출로 인한 건강영향은 크게 단기 건강영향과 장기 건강영향으로 구분할 수 있다. 단기 건강영향은 고농도 미세먼지에 노출된 후 2-3일 이내에 발생하는 건강피해로 시계열 연구를 통해 영향력을 확인할 수 있다. 만성폐쇄성폐질환의 악화, 천식의 악화, 호흡기 감염의 증가 등이 단기 건강영향으로 나타난다. 장기 건강영향은 장기 노출에 의해 발생하는 건강피해로 코호트 집단에서 생존 분석방법을 사용하여 영향력을 확인할 수 있다. 대기오염이 공중보건에 미치는 영향은 장기 건강영향을 평가하여 확인하고 있다. 세계보건기구(WHO)와 같은 국제 기구들은 미세먼지로 인한 장기 건강영향을 평가하고 있다. 연간 약 800만 명의 사람이 대기오염 및 실내공기오염으로 인하여 조기 사망하고 있다는 세계보건기구(WHO)의 발표 또한 장기 건강영향을 의미한다. 한편, 동일한 농도 수준의 미세먼지에 노출된다고 하더라도 증상 발현의 강도는 서로 다르게 나타날 수 있다. 민감군(susceptible population)에서는 동일한 미세먼지 노출 수준에서도 일반군보다 심각한 증상이 나타날 수 있다. 한편, 민감군과 일반군에서는 임상 증상이 발현되었음에도 저항군에서는 아무런 반응이 발생하지 않을 수 있다. 이처럼 민감군의 경우에는 상대적으로 저농도에서 임상 증상이 나타날 수 있으며, 반면 저항군에서는 오히려 고농도에서도 증상이 나타나지 않을 수 있다.

현재까지 알려져 있고, 국제 연구그룹에서 공식적으로 인정되고 있는 건강영향은 다음과 같다.


KSN2021
FULLY VIRTUAL MEETING
September 02 (Thu) - 05 (Sun)

호흡기를 통해 체내에 들어온 미세먼지는 활성산소를 증가시키고, 산화 스트레스로 인한 염증반응을 일으켜 심혈관과 호흡기 건강에 많은 영향을 주고 있다. 흡입된 미세먼지는 폐의 염증 반응을 유발하고, 입자가 혈관 내로 이동하여 전신 순환을 할 수 있으며, 자율신경계의 조절 기능에 장애를 일으킬 수 있다. 이러한 기전으로 혈액 및 혈관 구조, 심장 기능에 장애가 발생하여 심혈관 기능에 전반적인 손상이 발생할 수 있다. 이러한 심혈관계 기능의 손상은 최종적으로 심혈관 질환으로 인한 질병의 발생과 사망에 기여하는 것으로 알려져 있다. 또한 침착된 미세먼지는 신경말단과 상호작용하여, 기도가 좁아지게 하여 천식증상을 악화시키고, 심장 리듬의 변화를 일으켜 부정맥을 유발할 수 있다. 이러한 작용은 심혈관계나 호흡기계 뿐만 아니라 혈류를 따라 전신에서 작용하므로 미세먼지의 영향은 신체의 다양한 장기에 서 나타날 수 있다. 미세먼지에 포함된 화합물은 유기체 내에서 발암물질이 될 수 있다. 이들은 인체 내 DNA 를 손상시키고 기능 장애를 야기하여 돌연변이를 생성하여 암을 발생시킬 수도 있는 것으로 알려져 있다. 2013 년 세계보건기구산하 국제암연구소에서는 미세먼지를 1 군 발암물질 (Group1)로 지정하였고, 국제암연구소는 미세먼지와 대기오염에 대한 노출 수준이 높아질수록 폐암의 발병 위험이 커진다고 평가한 바 있다. 피부 및 안구에 노출된 미세먼지와 비강으로 흡입된 미세먼지는 신경을 통하여 직접적으로 뇌에 작용하거나, 전신 혈액 순환과정을 거쳐 뇌에 영향을 미칠 수 있다. 뇌에 분포한 혈관 기능에 장애를 유발하는 작용 기전은 심혈관계에서 혈관에 작용하는 손상 기전과 유사한데, 이로 인한 질환이 뇌에서 발생하면 뇌졸중의 형태로 건강영향이 나타날 수 있다. 미세먼지는 혈액-뇌 장벽(blood-brain barrier)을 손상시켜서 신경 염증 반응을 유발할 수 있다. 혈액-뇌 장벽의 손상과 알츠하이머병, 파킨슨병은 밀접하게 연관되어 있다. 또한, 비강으로 흡입된 공기 중의 미세먼지가 후각 신경을 통하여 뇌로 이동한 후 신경퇴행성질환을 유발할 수 있는 것으로 알려져 있다. 미세먼지는 이미 피부장벽 기능 장애를 동반하고 있던 피부 장벽에 산화 손상을 일으키고 염증 반응의 활성화를 유도하여 더 크게 파괴하기도 한다. 따라서 미세먼지 노출이 증가함에 따라 외인성 노화와 아토피 습진의 상대적 위험도는 증가하는 것으로 보고된 바 있다. 미세먼지는 시상하부 뇌하수체-부신 축(hypothalamic-pituitary-adrenal, HPA axis)을 활성화하고, Glucocorticoid stress hormone 을 방출할 수 있다. 우리의 뇌는 스트레스에 매우 민감하며, 스트레스 호르몬은 인지와 정신건강에 영향을 미치며, 만성적으로 노출되면 생화학 및 구조적 변화를 일으킬 수 있다. 이러한 영향은 인지 기능 저하, 치매, 우울증 등의 증상으로 나타날 수 있다. 최근 미세먼지 노출이 당뇨와 관련된 내분비계의 건강영향과 관련이 있다는 연구 결과들이 지속적으로 제시되고 있으며, 대기오염으로 인한 건강영향을 주도적으로 연구하고 있는 국제그룹에서는 제 2형 당뇨로 인한 조기사망자의 약 20%가 대기오염에 기인한 것이라고 발표한 바 있다. 특히 미세먼지는 인슐린 저항성을 증가시켜 혈당 수치를 상승시킬 수 있는 것으로 보고되고 있으며, 이러한 과정은 면역체계, 지방 조직, 간, 근육,



KSN2021
FULLY VIRTUAL MEETING
September 02 (Thu) - 05 (Sun)

뇌에 이르기까지 다양하게 작용한 결과로 나타나고 있다. 이처럼 미세먼지 노출로 인한 건강영향은 전신에 걸쳐 나타나고 있으며, 위에 열거한 건강영향 외에도 다양한 근거들이 새롭게 제시되고 있다.