

보건복지 ISSUE & FOCUS

KIHASA
한국보건사회연구원
Korea Institute for
Health and Social Affairs
www.kihasa.re.kr

제346호 (2018-02)
발행일 2018. 02. 12.
ISSN 2092-7117

발행인 김미곤 발행처 한국보건사회연구원 (30147) 세종시 시청대로 370 세종국책연구단지 사회정책동(1~5층) TEL 044)287-8000 FAX 044)287-8052

9.26 미세먼지 관리 종합대책 발표 후 보건 분야의 연구 및 적응 대책 방향



이수형 보건의료연구실 부연구위원

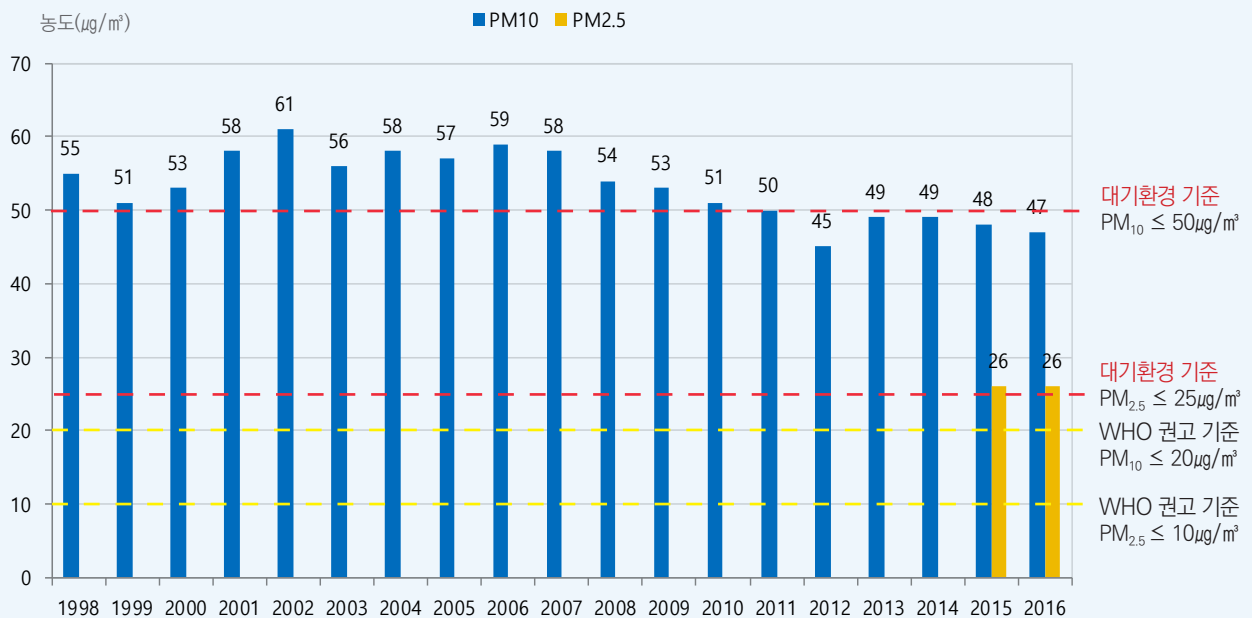
- 2017년 9월 26일 새 정부는 '2022년까지 국내 배출 30% 이상 감축'을 목표로 '미세먼지 관리 종합대책'을 발표함.
- 본고에서는 정부의 9.26 '미세먼지 관리 종합대책' 발표 후 향후 보건 분야에서의 연구 및 적응 대책 방향을 제안하고자 하며, 보건 분야에서의 연구 및 적응 대책 방향으로 ① 미세먼지로 인한 건강영향 민감계층의 정의 및 범위 확대와 더불어 다양한 민감계층을 위한 적응 대책 개발 ② 보건학적·이학적 관점에서의 건강 위해성, 건강영향평가 연구 강화 및 과학적 근거에 기반한 건강 적응 대책 개발 ③ 미세먼지 건강위험지도를 포함한 건강지표 개발 및 건강영향 모니터링 체계 구축 ④ 실내 공기 질 관리 정책과 병행한 다중(또는 공중)이용시설 이용자 미세먼지 건강 적응대책 마련 ⑤ 국민 생활 보호를 위한 건강 예방 사업 강화와 미세먼지 건강 적응 교육 및 홍보 강화를 제안함.

1. 들어가며

- 최근 연일 미세먼지 경보가 발령돼 국민의 불편이 가중되고 있음.
 - 2018년 1월 한 달 동안 미세먼지(PM₁₀) 농도에 대한 주의보 및 경보는 전국적으로 36회, 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도에 대한 주의보 및 경보는 무려 81회 발령되었으며, PM_{2.5}의 경우 전년도 같은 달에 비해 주의보 및 경보 발령 횟수가 무려 68.8%나 증가하였음.
- 우리나라의 PM₁₀ 농도는 2012년까지 개선되는 추세였으나 2013년부터 악화 또는 정체되고 있는 상태임. 그러나 세계보건기구(WHO) 기준을 적용할 경우 우리나라의 미세먼지 농도는 현저히 높은 수준이며, 일평균 대기환경 기준을 넘는 고농도 사례도 빈발하고 있는 실정임.

- 1995년 환경 기준($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) 도입 및 일련의 대기환경 정책[대기환경개선 특별법(2003), 제1차 수도권 대기환경 관리 기본계획(2003), 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획(2013)] 수립과 이해 과정을 통해 PM_{10} 농도는 지속적으로 개선되는 추세를 보였으나 2013년부터 다시 악화 또는 정체되다 최근 감소하는 경향을 보임.
- 그러나 우리나라의 PM_{10} 농도는 WHO 권고 기준인 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높으며, 초미세먼지인 $\text{PM}_{2.5}$ 는 국내 대기환경 기준인 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높고 WHO 권고 기준인 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다는 무려 2.6배나 높음.

[그림 1] 연도별 연평균 PM_{10} 및 $\text{PM}_{2.5}$ 농도 추이

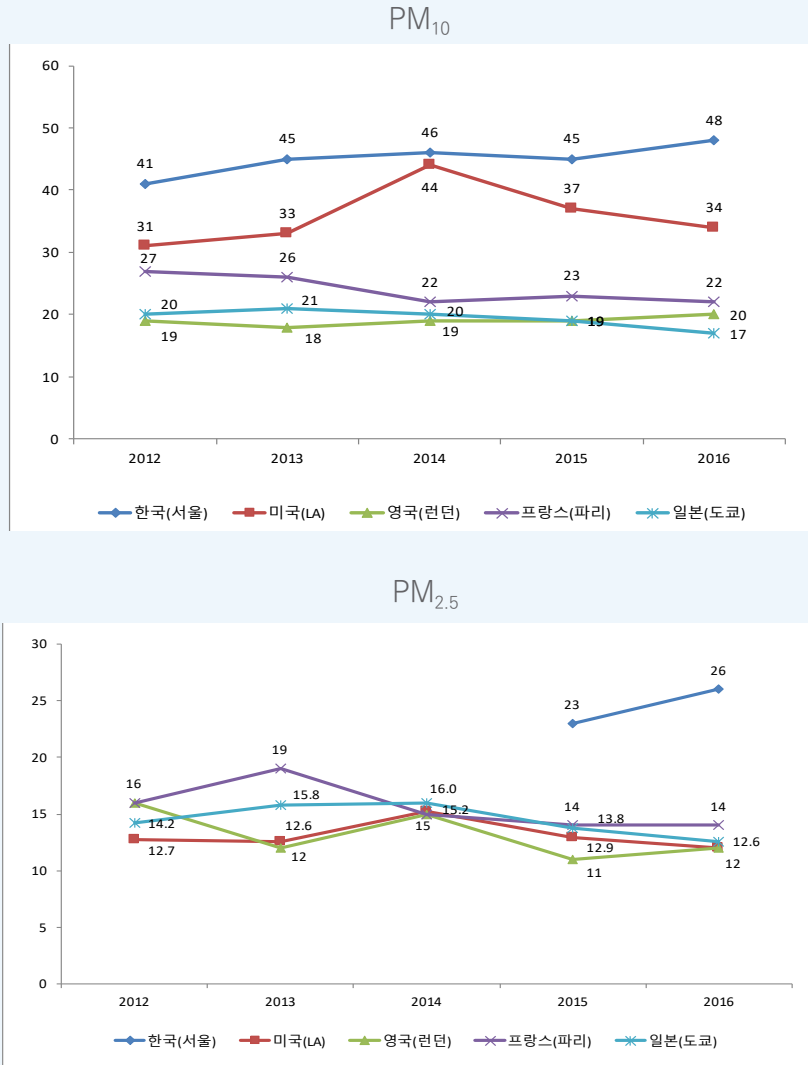


자료: 국립환경과학원(2017), 대기환경연보 2016(p. 18) 내 연도별 PM_{10} $\text{PM}_{2.5}$ 자료를 바탕으로 저자 작성.

■ 선진국의 주요 도시와 비교해도 우리나라의 미세먼지 농도는 높은 수준임.

- 서울의 PM_{10} 농도는 2016년 기준 미국 로스앤젤레스보다 1.4배 높고, 프랑스 파리와 영국 런던보다 각각 2.2배, 2.4배 높으며, 일본 도쿄보다는 무려 2.8배 높아 주요 선진국의 도시와 비교해 여전히 높은 수준임.
- $\text{PM}_{2.5}$ 농도 또한 파리보다 1.9배 높고 도쿄, 런던보다 2.1배, 미국보다 2.2배 높은 수준임.

[그림 2] 최근 5년간(2012~2016년) 세계 주요 도시의 미세먼지 농도



주: PM_{2.5}는 2015년 1월 1일부터 대기환경 기준이 시행됨에 따라 측정. 자료: 국립환경과학원(2017), 대기환경연보 2016, p. 367 표 일부를 그림으로 작성.

■ 미세먼지 농도 증가와 함께 주의보·경보 발령 횟수 또한 증가함.

- 특히 미세먼지 중 초미세먼지인 PM_{2.5} 농도 및 주의보·경보 발령 횟수는 PM_{2.5} 측정 이후 지속적으로 증가하는 추세임.
 - 봄, 겨울철(1월부터 5월까지) PM_{2.5} 농도는 2015년 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2016년 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2017년 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 증가 추세임. PM_{2.5} 주의보·경보 발령 횟수 또한 2015년 72회, 2016년 66회, 2017년 92회로 증가했으며 2018년 1월에는 무려 한 달 만에 81회가 발령되었음.
 - 발령 횟수뿐만 아니라 발령 시간까지 증가함. 대기환경 최종확정자료 분석 결과에 따르면 24시간 초과 주의보·경보 발령 횟수는 2015년 14회에서 2017년 27회로 증가했으며 PM_{2.5} 최고 발령 시간은 2015년 65시간에서 2017년 72시간으로 증가하여 국민들이 체감하는 오염도는 큼.

〈표 1〉 최근 3년간 미세먼지(PM₁₀, PM_{2.5}) 주의보·경보 발령 횟수 및 발령 시간

구분		2015년	2016년	2017년
PM _{2.5}	농도(1~5월)	28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	주의보·경보 발령 횟수(1~5월)	72회	66회	92회
	24시간 초과 주의보·경보 발령 횟수(1~5월)	14회	8회	27회
	최고 발령 시간(1~5월)	65시간	50시간	72시간
PM ₁₀	주의보·경보 발령 횟수(1~5월)	190회	195회	183회
	24시간 초과 주의보·경보 발령 횟수(1~5월)	47회	36회	25회
	최고 발령 시간(1~5월)	73시간	59시간	74시간

자료: 에어코리아(airkorea) '대기질 예·경보 자료' 및 '대기환경 연월보, 최종확정자료'를 바탕으로 저자 작성.

■ 미세먼지는 WHO가 지정(2013년 10월)한 제1군 발암물질로, 체내에 들어오면 알레르기성 비염, 결막염, 각막염과 기관지염, 폐기종, 천식 등의 기관지 질환, 그리고 폐포 손상을 유발하며,¹⁾ 이 외에도 조기 사망 및 심근경색, 뇌졸중, 심박동수 이상 등과 같은 심혈관계질환을 유발함.²⁾

○ 질병관리본부에 따르면, PM₁₀ 농도가 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할수록 만성폐쇄성폐질환(COPD)으로 인한 입원율은 2.7%, 사망률은 1.1% 증가하고, PM_{2.5} 농도가 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때마다 폐암 발생률은 9% 증가, PM₁₀ 농도는 8% 증가한다고 함.³⁾

○ 이 외에도 PM_{2.5}에 장기 노출될 경우 심근경색과 같은 허혈성질환의 사망률은 30~80% 증가하며,⁴⁾ PM₁₀ 농도가 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할수록 심혈관계질환 사망률은 0.69% 증가, PM_{2.5} 농도는 6% 증가한다고 함.⁵⁾

○ 이러한 미세먼지의 건강영향은 PM₁₀보다는 초미세먼지인 PM_{2.5}에서, 일반인보다는 노인, 유아, 임산부, 심장질환, 순환기 질환자 등 민감계층에서 더 크게 나타남.⁶⁾

■ 이용진(2007)의 연구에 의하면 총 사망으로 인한 미세먼지의 경제적 손실은 PM₁₀의 경우 연간 약 1,731억, PM_{2.5}의 경우 약 8,408억이며, 호흡기계 사망으로 인한 경제적 손실비용은 PM₁₀의 경우 연간 약 517억, PM_{2.5}의 경우 약 823억임⁷⁾. 미세먼지 농도가 적절히 관리되지 않을 경우 이로 인한 건강피해는 더욱 커질것으로 예상됨.

1) 환경부. (2016). 바로알면 보인다. 미세먼지, 도대체 뭘까? 환경부. pp. 22-23.

2) Rückerl, R., Schneider, A., Breitner, S., Cyrus, J., & Peters, A. (2011). Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence. *Inhalation Toxicology*, 2011, 23(10), 555-592.

3) 환경부. (2016). 앞의 책. pp. 23-24.

4) 환경부. (2016). 앞의 책. p. 25.

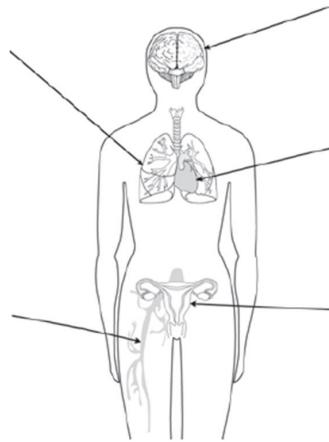
5) 명준표. (2016). 미세먼지와 건강 장애. *대한내과학회지*, 91(2), p. 110.6) 환경부. (2016). 앞의 책. p. 23.

6) 환경부. (2016). 앞의 책. p. 23.

7) 이용진. (2007). 미세먼지 입자크기에 따른 급성사망 영향과 경제적 손실 비용. 연세대학교 대학원 박사학위 논문. p. 57.

[그림 3] 미세먼지의 건강영향

- 호흡기질환 사망률
- 호흡기질환 이환률
- 비염/폐렴
- 기도 염증
- 폐기능 저하
- 폐성장 감소
- 폐암
- 고혈압
- 내피세포 기능저하
- 혈액응고 증가
- 전신 염증



- 뇌졸중
- 중추신경계 질환
- 심혈관질환 사망률
- 심혈관질환 이환률
- 심박수의 변화
- ST절 하강
- 조산
- 저체중
- 태아성장 감소
- 자궁내 발육지연
- 정자 질 저하

자료: Rückerl, R., Schneider, A., Breitner, S., Cyrys, J., & Peters, A. (2011). Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence. *Inhalation Toxicology*, 2011, 23(10), p. 575.

■ 이에 정부는 미세먼지 농도를 줄이기 위한 각종 정책을 추진함.

- 미세먼지 농도를 감소하기 위해 정부는 1980년 자동차 배출 가스 규제 시행을 시작으로 1993년 PM₁₀ 환경 기준신설, 2001년, 2007년 PM₁₀ 환경기준 강화, 2003년 수도권 대기환경 개선에 관한 특별법 제정, 2005년 수도권 대기환경관리 기본계획 수립('05-'14), 2011년 PM_{2.5} 환경기준신설, 2013년 제2차 수도권 대기환경 관리 기본계획 수립('15-'24), 2014년 PM₁₀, PM_{2.5} 대기오염경보제 신설, 2015년 제2차 대기환경개선 종합 계획('16-'25) 수립, 2016년 미세먼지 관리 특별대책 등을 수립, 시행함.

■ 그러나 여러 정책에도 불구하고 국민들이 체감할 정도로 미세먼지 농도는 개선되지 않음. 이에 새 정부는 출범(2017년 5월)과 동시에 미세먼지 문제 해결을 최우선 과제로 설정한 후 2017년 9월 26일 '미세먼지 관리 종합대책'을 발표함.

■ 본고에서는 미세먼지에 대한 최근 정부의 정책을 살펴보고 이를 바탕으로 향후 보건 분야에서의 미세먼지 연구 및 적응 대책 방향을 논의하고자 함.

2. 정부의 미세먼지 관리 정책 추진 현황

■ 새 정부는 출범과 동시에 미세먼지 문제 해결을 최우선 과제로 설정하고, 관계 부처 합동 대책반(TF)을 구성해 2017년 9월 26일 '미세먼지 관리 종합대책'을 발표하였음.

■ 이번 미세먼지 종합대책은 종전 6.3 대책과 달리 '2022년까지 국내 배출 30% 이상 감축'을 목표로 사회 전 부문에서 감축 조치를 취하고, 미세먼지 저감을 위한 실질적 한·중 협력을 강화하며, 민감계층을 우선 고려한 미세먼지 안전 환경을 조성하는 것을 강조하고 있음.

- 종전의 미세먼지 관리 대책은 수도권 및 대도시를 중심으로 개별적 오염물질을 관리하는 방식이었다면, 금번 미세먼지 정책은 우심(尤甚)지역을 중심으로 산업, 발전, 수송 부문 등 사회 전분야에 대한 전방위적인 감축 대책을 추진하고 있음.

- 국내 배출량 감소를 위해 기존에 수도권을 중심으로 한 대기오염 총량관리를 전국(수도권 + 충청·동남·광양 만권)으로 확대하고 먼지 총량제를 실시하며, 미세먼지 2차 오염물질인 질소산화물에 대한 배출부과금을 신설하여 2차 생성 미세먼지 발생을 사전에 억제하고 있음. 또한 노후 경유차 임기 내 77% 조기 폐차 등 저공해화, 친환경차 보급 확대를 통한 에너지 정책과의 정합성을 꾀하며 운영중인 석탄화력 발전소 관리를 강화하고,궁극적으로 석탄발전 비중 축소 등 지속가능한 에너지 믹스로의 전환을 추진함.

○ 국민의 건강증진 부분에 있어서도 종전과 달리 보다 적극적인 대책을 추진함.

- 건강보호를 위해 미세먼지 환경 기준을 선진국 수준으로 강화하고, 미세먼지로 인한 건강영향이 큰 어린이, 노인 등의 민감계층을 위해서는 민감계층 실내 미세먼지 기준을 신설하고, 교육시설 인근 미세먼지 측정망을 확충하며, 실내 체육시설을 설치함. 또한 어린이 통학 차량을 친환경차로 전환하고, 찾아가는 케어 서비스를 제공하며, 미세먼지 청정관리구역 지정제도를 도입할 예정임.

〈표 2〉 2016. 6. 3. 미세먼지 관리 특별대책과 2017. 9. 26. 미세먼지 관리 종합대책 비교

구분		종전 6.3 대책	금번 9.26 대책
감축 목표		2021년 국내 배출 14% ↓	2022년 국내 배출 30% ↓
발전	석탄발전	신규 석탄발전 설치 원칙적 금지 신규 석탄발전 배출 기준 강화	신규 발전소(9기) 원점 재검토(강) 노후 발전소 봄철 가동 중단 및 임기 내 조기 폐지(新)
	재생에너지	2025년 11%로 확대	2030년 20%로 확대(강)
산업	먼지 관리	-	먼지총량제 시행(新)
	배출 부과금	질소산화물(NOx) 배출부과금 신설 검토	질소산화물(NOx) 배출부과금 신설(강)
	총량 관리	수도권 총량 관리	수도권 외 총량 관리 지역 확대 (충청·동남·광양만권)(강)
수송	친환경차	전기차 등 보급	전기차, LPG차 등 친환경차 보급 확대(강) 친환경차 협력금제(新)
	선박·건설기계·이륜차	건설기계 배출 저감	선박·항만 관리 강화(新) 건설기계 저공해화 확대(강) 이륜차 관리 강화 및 전기 이륜차 보급(新)
	노후 경유차	수도권 운행 제한	운행 제한 지역 확대(강)
민감계층	환경 기준	-	미세먼지 환경 기준 선진화(新) 민감계층 실내 미세먼지 기준 신설(新)
	인프라 확충	미세먼지 측정망 확대	교육시설 인근 측정망 확충(강) 실내 체육시설 설치(新)
	교육·환경 서비스	매뉴얼 마련 및 교육·홍보	어린이 통학 차량 친환경차 전환(新) 민감계층 찾아가는 케어서비스(新) 미세먼지 청정관리구역 지정 제도 도입(新)
국제협력	의제 격상	한·중·일 환경장관	한·중 정상회담(강)
	협약체결	-	미세먼지 저감 국제협약 체결 적극 검토(新)

자료: 환경부. (2017. 9. 26.). 2022년까지 국내 배출량 30% 이상 감축, 나뭇잎수 70% 줄인다 - 9.26일, 새정부 「미세먼지 관리 종합대책」 발표 -. 보도자료.

3. 향후 보건 분야 미세먼지 연구 및 적응 대책 방향

- 보건분야에 있어 현 정부의 미세먼지 관리 종합대책이 성공을 거두기 위해서는 다음과 같은 연구 및 적응 대책을 고려해 볼 필요 있음
- 미세먼지로 인한 건강영향 민감계층의 정의 및 범위 확대와 더불어 다양한 민감계층을 위한 적응대책 개발.
 - 현재 정부 정책에서 언급하고 있는 미세먼지 민감계층은 크게 노인/홀몸노인과 학생/어린이로 구분됨. 미세먼지 민감계층의 정의 및 범위가 매우 제한적임.
 - 미세먼지의 건강영향에 민감한 계층은 노인, 학생/어린이 외에도 임산부, 기저질환자, 사회취약계층, 미세먼지 취약 직업군(운수업 종사자, 차량 정비공 등), 산업지대 및 고속도로 인근 거주자 등 오염 배출원 인근 거주자 등으로 다양함.
 - 장재연 등의 연구에 의하면 PM_{2.5}에 노출된 임산부의 조산 위험은 일반인에 비해 6.8% 높고, 고속도로 인근 거주민은 디젤로부터 배출된 미세먼지로 인해 심혈관질환, 호흡질환 발생 가능성과 이로 인한 입원 및 조기 사망률이 높다고 함.⁸⁾
 - 정부의 민감계층 우선 정책 수행을 위해서는 미세먼지 민감계층의 정의 및 범위 확대와 더불어 다양한 민감계층을 위한 적응 대책 개발이 필요함.
- 보건학적·이학적 관점에서의 건강 위해성, 건강영향평가 연구 강화 및 보건학적·의학적 근거에 기반한 미세먼지 건강 적응 대책 마련.
 - 그간의 미세먼지 관리 대책은 주로 환경부 주도하에 진행되다 보니 보건학적, 의학적 관점에서의 다양한 건강영향을 규명하는 연구가 부족함.
 - 기존 미세먼지 건강영향 연구는 미세먼지와 건강영향의 상관성 및 미세먼지로 인한 초과 사망에 대한 연구에 초점이 맞춰져 있음. 미세먼지 노출량에 따른 인체 위해성에 대한 연구 및 미세먼지의 장기 영향에 대한 연구는 부족한 상태이며, 다양한 민감계층에 대한 건강영향 연구 또한 미흡함.
 - 미세먼지 노출에 따른 인체 위해성에 대한 연구가 선행되어야만 과학적 근거에 기반한 미세먼지 건강 적응 대책을 마련할 수 있음.
 - 정부의 9.26 대책과 더불어 미세먼지 농도를 저감하기 위해서는 다양한 민감계층의 건강영향과 더불어 주택(가정), 다중이용시설, 공중이용시설 등 실내 미세먼지로 인한 건강영향, 초미세먼지 및 질소산화물(NOx)과 황산화물(SOx) 등의 2차 생성 미세먼지에 대한 건강영향 등 다양한 관점에서의 인체 위해성 연구가 필요함.
- 미세먼지 건강위험지도를 포함한 건강지표 개발 및 건강영향 모니터링 체계 구축.
 - 정확한 건강 피해 규모를 예측하고 미세먼지 농도 수준에 따른 건강영향을 파악하기 위해서는 미세먼지 건강위험지도를 포함한 건강지표 개발 및 건강영향 모니터링 체계 구축이 필요.
 - 이번 9.26 대책에서는 제한적으로나마 미세먼지 우심지역 중 어린이집·유치원·요양시설 등이 밀집된 지역을 '미세먼지 프리존'으로 지정하여 노후 경유차 출입 제한, 사업장 조업 단축 조치를 취할 수 있도록 특별 관리(미세먼지 청정관리구역 지정 제도)를 함.
 - 그러나 보다 효과적인 미세먼지 저감 대책 수립을 위해서는 어린이집·유치원·요양시설 등이 밀집된 지역 이외에도 미세먼지 건강 위험 지역을 확대할 필요가 있음.

8) 장재연 등.(2014). 미세먼지/황사로 인한 건강피해 최소화 중재연구 개발. 질병관리본부.

- 이를 위해서는 미세먼지 노출 정도, 노출 기간, 노출 대상의 취약 정도와 노출 지역의 지정학적 특성, 기상 특성 등 외부 환경 요인을 고려한 건강위험지도 개발이 필요함.
- 미세먼지 건강 위험 지역을 파악하여 건강 위험 지역 집중 모니터링 체계를 구축하고 이를 기반으로 한 모니터링 지역 내 민감계층을 위한 건강관리 서비스를 제공함.
- 이와 더불어 미세먼지 저감 정책 및 영향을 장·단기적으로 모니터링할 수 있는 미세먼지 건강지표 개발이 필요함.

■ 실내 공기 질 관리 정책과 병행한 다중(또는 공중)이용시설 이용자 미세먼지 건강 적응 대책 마련.

- 미세먼지로부터 건강 피해를 막기 위한 방법은 미세먼지에 노출되지 않는 것임. 따라서 고농도 미세먼지 예보 시 건강생활수칙은 보통 장시간의 실외 활동 자제나 창문 닫기, 외출 시 황사마스크 착용 등임. 이러한 일련의 건강생활수칙은 실내 공기 질이 실외보다 좋다는 전제에 따른 것임.
- Long 등은 실내 미세먼지는 실외 미세먼지보다 더 강한 염증 반응을 일으킨다고 함. 이는 같은 양의 세포에 미세먼지를 노출시켰을 때 실내 공기의 독성이 더 강함을 의미함.⁹⁾ 따라서 미세먼지 건강생활수칙 수립 시 실내 공기 질 관리 대응 정책이 전제되어야 함.
- 다행히 9.26 대책에서는 어린이, 학생 등이 주로 이용하는 공간을 중심으로 민감계층 실내 미세먼지 기준을 신설하는 대안을 제시함.
 - 그러나 이를 위해서는 실내 미세먼지에 대한 건강 위해도 연구가 선행되어야 함.
 - 아울러 어린이, 학생 등이 이용하는 시설을 넘어 주택(가정)을 비롯한 다중이용시설(지하역사 및 상가, 학원, 의료기관, 보육시설), 공중이용시설(이미용시설, 숙박시설 등)에서의 실내공기 질 향상을 위한 미세먼지 기준 연구와 공간별 건강생활수칙 개발이 필요함.

■ 국민 생활 보호를 위한 건강 예방 사업 강화 및 미세먼지 건강 대응 교육과 홍보 강화.

- 현 정부는 미세먼지 농도별 예보 등급에 따른 건강생활수칙을 기반으로 학교, 어린이집, 노인요양시설용 고농도 미세먼지 대응 매뉴얼을 제작해 배포함.
 - 9.26 대책에서도 특정 민감계층을 대상으로 정책 시행. 일반인, 주택 및 실내 거주자, 미세먼지 민감군 등 해당 대상의 특성을 고려한 맞춤형 국민 생활 보호 수칙 전무.
- 미세먼지는 도처에 존재하고 야외 활동을 하는 사람들은 자신의 의지와 상관없이 미세먼지에 노출될 수밖에 없음. 주택, 대중교통, 지하 공간, 상업시설 등 일상생활 환경에서 국민들의 미세먼지 노출에 대응할 수 있는 국민생활수칙, 건강 예방 사업 개발이 필요함. 아울러 지속적이며 적극적인 예방 교육과 홍보가 필요함.
 - 일반인, 민감계층, 주택 및 다중이용시설, 공중위생시설 이용자 및 관리 특성별 교육 자료 개발, 대상별 툴킷(Toolkit) 및 교육 자료 인벤토리(Inventory) 구축, 맞춤형 미세먼지 건강 대응 서비스 제공, 미세먼지 담당자 순회 교육 및 설명회 개최 등을 고려해 볼 수 있음.

9) Long, C. M., Suh, H. H., Kobzik, L., Catalano, P. J., Ning, Y. Y., & Koutarakis, P. (2001). A pilot investigation of the relative toxicity of indoor and outdoor fine particles: in vitro effects of endotoxin and other particulate properties. *Environ Health Perspect*, 109(10), 1019-1026.