

## 조리 중 발생하는 초미세먼지, 뇌 건강 영향 가능성 확인

- 알츠하이머병 동물모델에서 기억력 저하 등 변화 관찰
- 조리 시 환기, 환풍기 사용 등으로 실내 공기질 관리 필요

질병관리청(청장 임승관) 국립보건연구원(원장 남재환)은 실내 조리 과정에서 발생하는 초미세먼지\*가 인지기능 저하를 유도할 수 있음을 확인했다고 밝혔다.

\* 초미세먼지: 직경 2.5  $\mu\text{m}$  이하의 매우 작은 입자로 호흡기를 통해 체내 깊숙이 침투하여 다양한 건강 영향을 유발하는 주요 환경 위험 요인

이번 연구에서는 조리 과정에서 발생하는 초미세먼지가 뇌 건강에 어떤 영향을 미치는지 확인하기 위해 알츠하이머병 동물모델 \*을 활용한 연구를 수행했다.

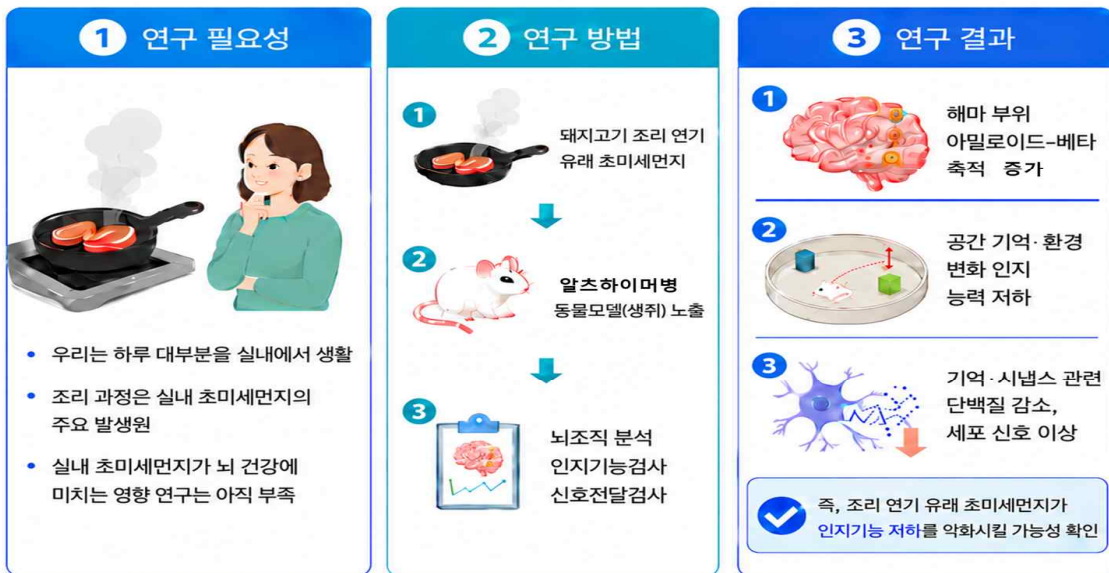
\* 알츠하이머병 동물모델: 인간 알츠하이머병의 주요 병리 기전인 아밀로이드-베타 기반의 뇌 병리와 치매 증상을 빠르게 모사하여 알츠하이머병 치료제 개발 및 초기 신경염증 연구에 널리 사용되는 형질전환 마우스

연구 결과, 초미세먼지에 노출된 동물모델의 기억을 담당하는 뇌(해마)부위에 변화가 관찰되었고, ‘공간 기억 및 환경 변화 인지 능력’이 저하되어 있음을 확인하였다. 또한, 기억 형성과 신경세포 간 연결을 담당하는 단백질의 발현이 감소되어 세포 신호 전달체계가 정상적으로 작동하지 않는 양상을 확인하였다.

※ 본 연구 결과는 실내환경·건강 분야(Indoor Air Quality & Health) 국제 학술지인 ‘Indoor Air(IF:4.3)’에 2026년 5월 온라인 게재되었다.

Pork combustion particulate matter exacerbates cognitive impairment by accelerating amyloid- $\beta$  accumulation in 5 $\times$  FAD mice. Indoor Air, DOI: 10.1155/ina/8312425

[1저자; 방지혜, 교신저자; 김영열]



< 실내 초미세먼지 뇌 건강 영향 연구 모식도 >

이번 연구는 조리과정에서 발생하는 초미세먼지가 뇌 건강에 영향을 줄 가능성을 동물실험을 통해 확인한 것으로, 실내 공기질 관리의 중요성을 보여준다.



< 조리 시 실내 공기질 관리 요령 >

연구책임자 김영열 호흡기알레르기질환연구과 과장은 “실내 환경요인이 신경퇴행성 질환의 발생과 진행을 유발할 가능성을 실험적으로 제시한 결과로, 향후 관련 연구의 기초자료로 활용될 것으로 기대한다”고 밝혔다. “다만, 동물 모델 연구인 만큼 인체에 대한 영향은 추가적인 역학연구를 통해 검증이 필요하다고” 말했다.

김원호 만성질환융복합연구부장은 “조리 과정에서 발생하는 실내 초미세 먼지가 일상에서 흔한 노출 원인인 점을 고려할 때, 실내 공기질 개선과 조리 시 환기 강화 등 실내 초미세먼지 저감이 치매와 같은 퇴행성 뇌질환 위험을 낮추는 잠재적 예방 전략이 될 수 있다”고 밝혔다.

<붙임> 연구 성과 및 주요 내용

담당 부서	국립보건연구원 호흡기·알레르기질환연구과	책임자	과 장	김영열	043-719-8450
		담당자	보건연구관	조철만	043-719-8451
		담당자	책임연구원	방지혜	043-719-7631



□ 논문 정보

논문명	Pork combustion particulate matter exacerbates cognitive impairment by accelerating amyloid-β accumulation in 5× FAD mice
저널명	Indoor Air (IF 4.3)
저자	방지혜, 한두희, 박기홍, 한희수, 장한별, 임현정, 김영열
공개시점	2026.05. 온라인 게재

□ 연구배경 및 필요성

- 현대인은 하루 90% 이상을 실내에서 체류하며, 특히 조리 시 발생하는 초미세먼지(PM2.5) 농도는 대기 농도의 수십 배에 달함
- 기존 연구는 대기 미세먼지에 집중되어 있어, 실내 조리 연기 유래 미세먼지의 퇴행성 뇌질환 병리에 대한 생물학적 기전 연구가 시급함

□ 연구방법

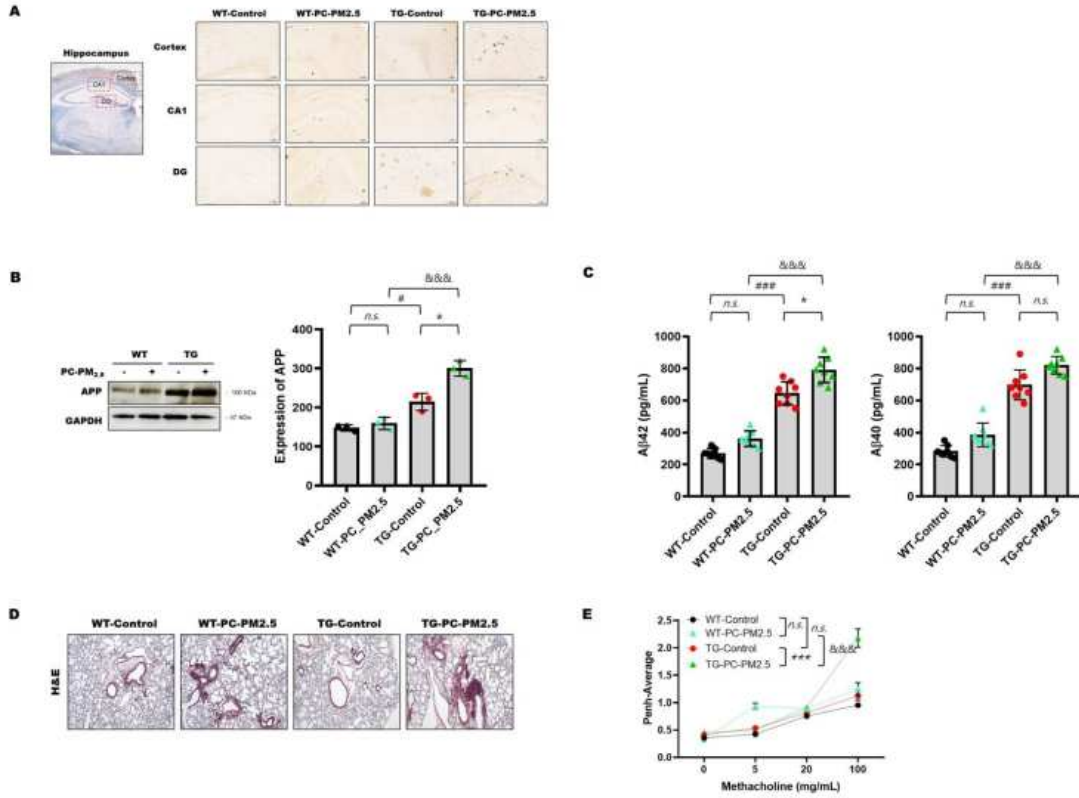
- 모델: 5x FAD (Alzheimer’s Disease) 마우스 및 WT (C57BL/6) 마우스
- 노출: 돼지고기 조리 연기 유래 초미세먼지 (PC-PM2.5) 200 µg/m<sup>3</sup> 농도
- 기간: 전신 흡입 노출 시스템을 이용, 일일 4시간, 주 5회, 총 4주간 노출



[그림 1] 연구 프로토콜 및 초미세먼지 생성/노출 시스템

□ 결과

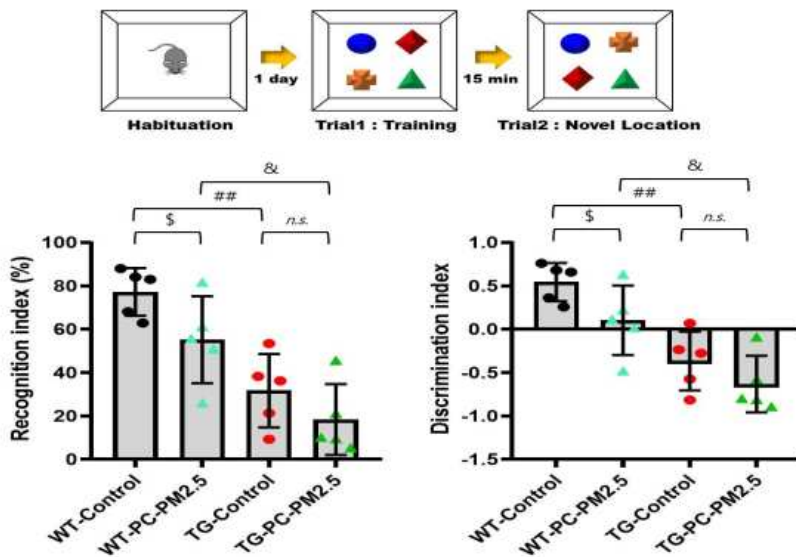
- 뇌 내 아밀로이드-베타 축적 가속화 및 전신 염증 유도
  - Aβ 플라크 정량화: 초미세먼지 노출군에서 피질 및 해마의 Aβ 플라크 면적이 대조군 대비 유의미하게 증가함.
  - 혈청 분석: 혈중 Aβ40 및 Aβ42 농도가 상승하여 뇌 병리가 전신적인 지표로도 나타남을 확인.
  - 폐 손상: 기관지 폐포 세척액 내 대식세포 및 중성구 수 증가, 폐조직 내 염증 세포 침윤 및 메타 콜린 반응성(AHR) 증가 확인.



[그림 2] 뇌 조직 내 Aβ 침착 증가 및 폐 염증 소견 분석

○ 공간 기억력 및 물체 인식 능력의 유의적 감소

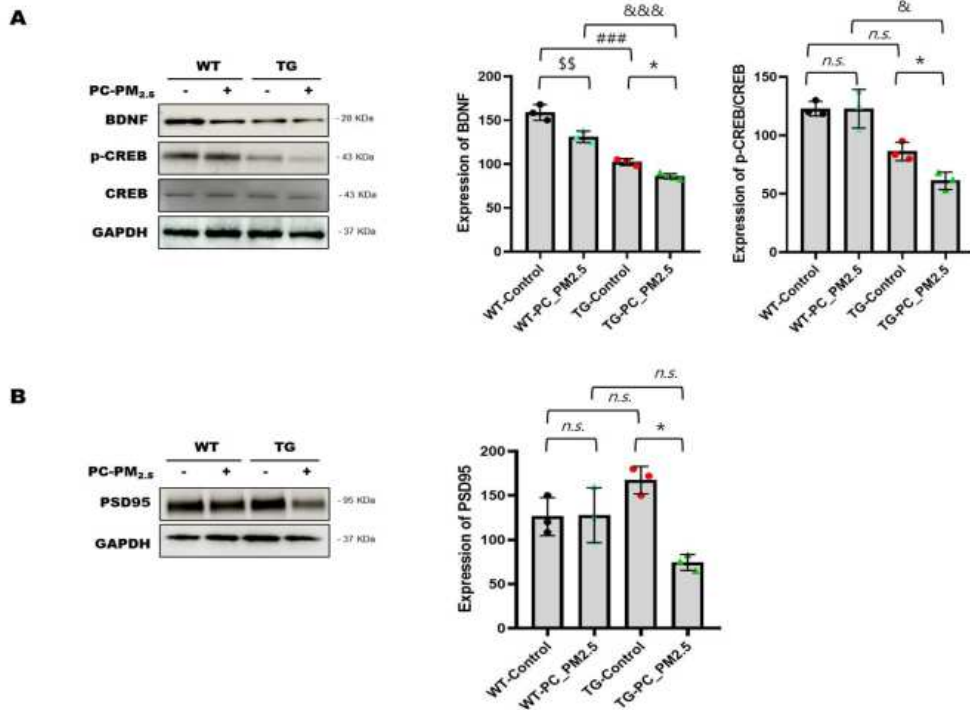
- NLR(Novel Location Recognition): 익숙한 사물이 새로운 위치로 이동했을 때 탐색하는 정도를 측정하는 DI(Discrimination Index)가 노출군에서 약 30% 이상 감소함. 이는 초기 알츠하이머 단계에서 초미세먼지 노출이 공간 기억 기능의 퇴화를 가속화함을 의미함.



[그림 3] 행동 실험을 통한 인지 기능 저하 정량 분석

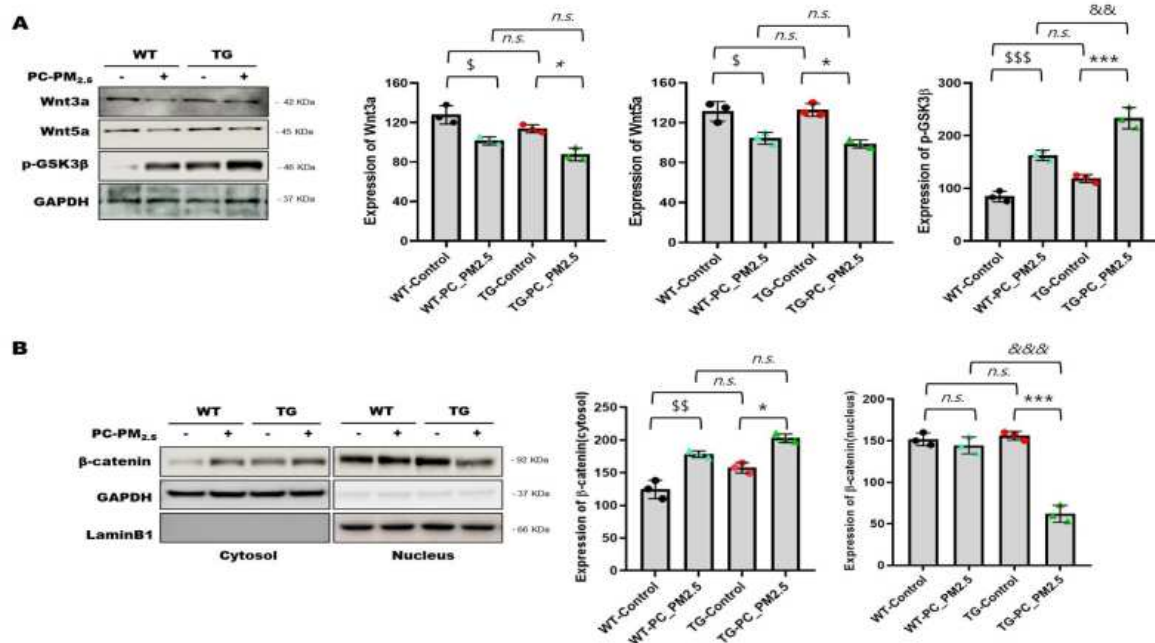
○ 시냅스 가소성 저하 및 인지 관련 단백질 억제

- 신경세포 간의 연결을 담당하는 PSD95 수치 감소, 학습과 기억에 핵심적인 단백질인 BDNF와 그 하위 신호전달 인자인 p-CREB 발현이 억제됨



[그림 4] 인지기능 유지 핵심 단백질 및 시냅스 마커 감소 확인

○ 신호전달 경로의 기능적 결함 규명



[그림 5] 초미세먼지 유도 인지저하의 분자적 기전(Wnt 경로) 모식도 및 분석

## □ 결론

- 실내 조리 연기가 단순 호흡기 질환을 넘어 치매 병태 생리를 직접적으로 악화시킨다는 과학적 근거 제시
- 치매의 환경적 노출 조절을 통한 중재 가능성을 제시하고, 실내공기질 관리를 통한 예방 및 치료 접근의 필요성 제시
- 공중보건 차원에서 조리시 환기 및 실내 공기질 관리를 통한 생활 기반 개입의 중요성을 시사함