

PD1) 도심 대기 오염물질이 방사선유발 유전물질 손상의 복구에 미치는 영향

Effect of Exposure to Urban Air Pollutants on the Repair of DNA Damage Induced by Ionizing Radiation

김진균 · 최대성 · 현성희¹⁾ · A. Cebulska-Wasilewska²⁾

한국원자력연구소, ¹⁾울지외과대학교, ²⁾폴란드핵물리연구소

1. 서 론

도심 지역의 대기에는 차량으로부터 배출되는 다환족 방향성 탄화수소, 질소 또는 황산화물 등 다양한 화학물질이 함유되어 있다. 직업적으로 실외근무 시간이 길어 대기오염에 노출되는 시간이 많은 사람들은 대기오염 물질의 유해한 영향을 받을 가능성이 높다. 그러나 이들 환경 유해물질이 생물체에 미치는 영향에 대한 연구는 미진한 상태이며 특히 다환족 방향성 탄화수소 등이 사람 세포의 유전물질 손상복구 능력에 어떠한 영향을 미치는 지를 밝히는 연구는 지금까지 거의 수행된 바 없다. 본 연구에서는 직업적으로 오염물질을 함유한 도심대기에 노출되는 시간이 길거나 빈번히 노출되는 사람들과 주요 교외지역의 실내에 기거하는 사람들의 림프구를 채취하여 유전물질 손상을 유발한 다음 시간 경과에 따른 손상복구 과정을 분석함으로써 오염물질 함유 도심대기가 유전물질 손상복구 능력에 미치는 영향을 평가하였다.

2. 연구 방법

사람들을 직업 또는 거주지역에 따라 도심대기 노출군과 대조군으로 구분하였으며 흡연자 및 비흡연자를 구분하였다. 실외활동이 많은 직업을 가진 버스 운전기사와 교통순경을 도심대기 노출군으로 하였으며, 교외의 청정대기 지역에 거주자하는 사람들을 대조군으로 삼았다. 계절별 실외활동시간의 차이에 따른 영향을 확인하기 위해서 동계와 하계의 시료를 구분하여 분석하였다. 각 100명씩의 남성으로부터 동계와 하계 두 차례에 걸쳐 말초혈액을 채취한 다음 림프구를 분리하였다. 분리된 림프구는 보존액(10% DMSO, 40% RPM! 1640, 50% FCS)에 넣어 -70℃로 초저온 냉동하였으며, 이송 시에는 세포가 담긴 에펜돌프 용기를 드라이아이스에 채워 운반하였다. 도전선량 조사 및 분석에 사용할 때는 해동액(50% FCS, 40% RPM! 1640, 10% dextrose)에 녹여서 사용하였다. 세포내 유전물질 손상유발을 위해서 X-선 2Gy를 조사하였다. 방사선조사 후 세포를 37℃ 하에서 배양액(80% RPM! 1640, 20% FCS)에 넣어 90분간 배양함으로써 유발된 유전물질의 복구가 일어날 수 있도록 하였다. 시간이 경과에 따른 유전물질 손상 복구의 정도는 단세포겔전기영동기법을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 직업적으로 유해화학물질이 함유된 도심대기에 장시간 노출되는 사람들과 청정지역에 거주하는 사람들의 림프구를 채취하여 도전선량으로서 일정 선량의 방사선을 조사하고 이 때 유발된 DNA 손상이 일정시간 경과 후 회복되는 정도를 비교함으로써 도심대기 노출에 따른 세포 유전물질 손상 복구능력의 차이를 평가하였다. 일반적으로 동계와 하계의 경우 실외활동시간의 차이가 있을 것으로 예견되지만 분석결과 계절에 따른 도심대기 노출 시간의 차이는 DNA 손상 수선능력에 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 유해화학물질이 함유된 도심대기에 자주 노출되는 직업군인 교통순경과 버스 운전기사의 경우 계절에 무관하게 대조군에 비해 방사선에 의해 유발된 유전물질 손상을 복구하는 능력이 낮은 것으로 확인되었다. 또한 흡연자는 비흡연자에 비해 방사선에 의해 유발된 손상을 수선하는 능력이 낮음을 알 수 있었다. 특히 직업적으로 대기오염물질에 장시간 또는 빈번히 노출되는 사람 중 흡연자의 경우는 DNA 손상 수선능력이 대조군 사람의 절반 밖에 되지 않는 것으로 밝혀졌

다. 이는 대기오염물질의 생물학적 영향을 평가함에 있어 흡연 여부가 confounding factor로 작용할 수 있음을 의미할 뿐 아니라 흡연 자체가 생물학적 유해요인으로 작용할 수 있음을 뜻하는 것이다. 도전선량을 조사하여 유전물질 손상을 유발시키고 난 다음 시간경과에 따라 손상이 복구되는 시간과정을 분석한 결과 유발손상의 50%가 복구되는 데 소요되는 시간은 대조군 4.43분, 버스기사 4.93, 교통순경 4.99 분으로 도로 상에서 많은 시간을 보내는 교통순경의 림프구에서 오염대기 노출의 영향이 가장 두드러진 것을 알 수 있었다. 세포내 항산화 기능과 깊은 연관이 있는 glutathione S-transferase P1(GSTP1) 유전자에 변이가 있는 homozygous mutant의 경우는 PAHs같은 대기오염물질의 영향이 심각하게 나타나는 것으로 평가되었다. 일정선량의 방사선을 이용하여 유전물질의 손상을 유발하는 기술인 도전선량법과 단세포겔전기영동기법을 병용하여 유해화학물질이 함유된 도심대기에 대한 장시간 노출 또는 흡연이 림프구의 유전물질 손상을 복구하는 능력을 저하시키는 요인인 된다는 것을 확인하였다.

사 사

본 연구는 과학기술부의 재원으로 한국과학재단에서 시행하는 한국-폴란드 국제공동연구의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 김진규, 이병헌, A. Panek, A. Cebulska-Wasilewska (2007) 도전선량 검정법을 이용한 흡연 및 직업군에 따른 유전물질 손상 수선능력의 차이 평가, 한국방사선사업학회 2007년 학술발표대회 초록집. p. 81.
- Cebulska-Wasilewska, A. (2003) Response to challenging dose of X-rays as a predictive assay for molecular epidemiology, Mutation Research - Reviews in Mutation Research, 544(2-3), 289-297.
- Tice, R.R., P.W. Andrews, and N.P. Singh (1990) The single cell gel assay: a sensitive technique for evaluating intercellular differences in DNA damage and repair, Basic Life Science., 53, 291-301.