

현대의학의 잃어버린 고리: 저농도 화학물질 혼합체에 대한 만성노출

우리 주위에는 자연이 만들어 낸 수많은 천연화학물질들이 생명체 탄생이래 지속적으로 존재하고 있었으나 인간이 실험실에서 개발한 합성화학물질들은 생명체 진화 과정 중에 한 번도 경험하지 못했던 종류들이라는 점에서 우리의 건강과 관련하여 특별한 의미가 있다.



이덕희

경북대학교 의과대학
예방의학교실 교수

허용기준 이하면 안전한가?

20세기 들어 인류는 수많은 화학물질들을 인위적으로 개발하여 산업 각 분야에서 널리 사용해 왔다. 현재까지 허가받은 합성화학물질의 수는 약 10만여 종에 이르며 매년 수천 종의 새로운 화학물질들이 여기에 더해진다. 현대 문명사회란 이러한 새로운 화학물질 없이는 존재할 수 없는 사회라고 할 수 있다. 우리 주위에는 자연이 만들어 낸 수많은 천연화학물질들이 생명체 탄생이래 지속적으로 존재하고 있었으나 인간이 실험실에서 개발한 합성화학물질들은 생명체 진화 과정 중에 한 번도 경험하지 못했던 종류들이라는 점에서 우리의 건강과 관련하여 특별한 의미가 있다.

특정 화학물질에 대한 고농도 노출 시 생식기, 신경계, 대사계, 면역계 등에 독성을 야기한다는 것은 오래전부터 잘 알려져 왔다. 각 국가에서는 이러한 유해화학물질의 과도한 노출로부터 국민들을 보호하기 위하여, 위해성 평가(risk assessment)에 근거한 '노출허용기준' 혹은 '배출허용기준' 등을 설정하여 화학물질들을 관리하고 있다.

즉, 허용기준은 화학물질 관리 정책의 핵심요소로서 우리는 하루에도 수천, 수만 개의 화학물질들에 일상적으로 노출되면서 살아가고 있지만, 허용기준 이하라면 안전하다고 믿으면서 살아가고 있다.

그런데 현재 사용되고 있는 허용기준은 단 하나의 화학물질만이 존재하는 상황과 용량이 높으면 높을수록 반드시 유해성이 증가한다는 선형성의 가정하에서 만들어졌다는 점에서 한계가 존재한다.

현대사회에서 실제로 발생하는 화학물질의 노출은 수많은 화학물질에 대한 동시 노출이며 최근 화학물질의 용량과 유해성 사이에 복잡한 비선형성이 존재하는 것으로 보고되고 있기 때문이다.

일부 화학물질 대상으로 시행되는 누적 위해성 평가(cumulative risk assessment)도 역시 유사한 기전으로 작동하는 몇몇 화학물질에 국한해서 시도될 뿐이어서 우리가 마주한 현실과는 큰 괴리가 존재한다. 이러한 사실들은 현재의 위해성 평가에 근거하여 설정된 허용기준이 더 이상 화학물질 노출로부터 인체의 안전성을 담보해 줄 수 없음을 의미한다.

저농도 화학물질 혼합체와 만성질병

최근 다양한 화학물질들이 허용기준 이하의 아주 낮은 농도에서 대사계, 호르몬계, 면역계, 신경계를 지속적으로 교란시킬 수 있음을 보여주는 연구결과들이 급증하고 있다. 환경호르몬 혹은 내분비교란물질이라는 용어를 흔하게 사용하고 있으나, 이는 저농도 노출로 인하여 발생 가능한 유해성의 일부일 뿐이며 그 외에도 미토콘드리아 기능 장애 등 매우 다양한 기전을 통하여 인체에 영향을 미칠 수 있다. 즉, 저농도 화학물질 혼합체에 대한 만성 노출은 당뇨병, 암, 치매, 자가면역질환 등 현대 사회에 만연한 수많은 만성 질환들의 발병 위험과 밀접한 관련성이 있다.

저농도 화학물질 혼합체에 대한 만성 노출은 당뇨병, 암, 치매, 자가면역질환 등 현대 사회에 만연한 수많은 만성 질환들의 발병 위험과 밀접한 관련성이 있다.



지방조직은 지용성
화학물질들이 저장되는
장기이기 때문이다.

또한 저농도 화학물질 혼합체의 문제는 비만, 식이, 운동부족과 같은 전통적인 질병 발생 위험요인들 및 장내미생물과 같이 최근 새롭게 알려진 위험요인들과 직간접적으로 밀접한 관련성이 있다는 점에서 매우 중요한 의미를 가지고 있다. 이는 지금까지 저농도 화학물질 혼합체에 대한 고려 없이 시행되어 왔던 수많은 연구들의 타당성에 대한 보다 근본적인 문제 제기로 이어질 수 있으며, 기존의 연구결과에 근거하여 수립된 건강관련 정책 및 사업들도 재검토될 필요가 있음을 의미한다.

특히, 현대사회의 가장 중요한 건강관련 이슈라고 할 수 있는 비만 및 비만 관련 질환들은 화학물질의 문제와 결코 분리하여 생각할 수 없다. 지방조직은 다양한 경로를 통하여 체내로 들어온 수많은 화학물질들 중 인체가 쉽게 대사하여 배출할 수 없는 수많은 지용성 화학물질들이 저장되는 장기이기 때문이다. 최근 비만과 저농도 화학물질 혼합체간 상호 작용은 대사증후군에 속하는 다양한 만성 질환의 발생에 매우 중요한 역할을 하는 것으로 보고되고 있으며, 비만보다 화학물질들이 더 중요한 역할을 할 가능성까지 제시되고 있다. 현재 비만을 단순히 지방조직 양의 문제로만 단순화하여 접근하고 있으나, 화학물질의 존재를 고려하지 않는 비만에 대한 접근은 장기적으로 다양한 부작용을 가져올 수 있음을 고려할 필요가 있다.

현재 유해화학물질로부터 국민의 건강을 보호하기 위해 사용하는 방법은 '개별 화학물질 중심의 접근법'이다. 그러나 이러한 접근법은 저농도 화학물질 혼합체가 가진 유해성의 경우에는 의미가 없다.

어떻게 할 것인가?

현재 유해화학물질로부터 국민의 건강을 보호하기 위해 사용하는 방법은 '개별 화학물질 중심의 접근법'이다. 즉, 정부는 법과 제도를 통하여 개별 화학물질의 생산과 사용 및 관련 정보를 관리하고 소비자 입장에서는 화학물질 성분 확인 및 노출 회피 등이 강조되고 있다.

그러나 이러한 접근법은 산업현장과 같이 개별 화학물질의 고농도 노출로 발생 가능한 유해성을 관리하기에는 적절하나, 저농도 화학물질 혼합체가 가진 유해성의 경우에는 의미가 없다.

최근 학계에서는 '통합위해성평가'를 이에 대한 대책으로 제안하고 있다. 각종 첨단 기술들에 기반하여 수행된 독성학과 역학 연구의 통합을

본 저자는 저농도 화학물질 혼합체에 대한 만성노출의 유해성에 대한 실질적인 대처 방법으로
 ① 미토콘드리아 스트레스 반응 유도를 통한 세포의 유지 보수 기능의 활성화와
 ② 체내에 축적된 저농도 화학물질의 배출에 기여할 수 있는 다양한 건강 행태들을 제안한 바 있다.
 이러한 건강 행태들은 건강에 좋은 생활습관들과 유사하다.



통하여 혼합체에 대한 허용기준을 설정할 수 있다는 주장이다. 그러나 이러한 주장은 저농도 화학물질 혼합체가 가지고 있는 특성을 충분히 고려하지 못한 것으로, 현실에서 통합위해성평가가 유효한 영역은 선형성의 관점에서 상가적(additive) 혹은 동반상승(synergic) 효과를 보이면서 예측 가능한 결과를 도출할 수 있는 일부 화학물질 혼합체에 국한될 뿐이다.

저농도 화학물질 혼합체는 그 특성상 허용기준과 같은 노출원 중심의 관점으로 접근할 수 있는 영역이 아니다. 현대사회에서 저농도 화학물질에 대한 노출은 임신 시 태아 시절부터 시작하여 모유, 음식, 물, 공기와 같은 생존에 필수적인 매체를 통하여 광범위하고 지속적으로 발생하므로 의미 있는 노출 회피는 불가능하다고 볼 수 있다. 또한 화학물질의 용량과 유해성 사이에 비선형성이 존재한다는 것은 낮은 농도가 높은 농도보다 더 해로울 수도 있음을 의미하므로 노출 회피가 무의미해진다. 마지막으로 가장 중요한 화학물질 혼합체에 대한 내부 노출원이 이미 인체 지방조직 안에 존재하고 있음을 직시해야 한다.

본 저자는 저농도 화학물질 혼합체에 대한 만성노출의 유해성에 대한 실질적인 대처 방법으로 ① 미토콘드리아 스트레스 반응 유도를 통한 세포의 유지 보수 기능의 활성화와 ② 체내에 축적된 저농도 화학물질의 배출에 기여할 수 있는 다양한 건강 행태들을 제안한 바 있다. 이러한 건강 행태들은 이미 건강에 좋다고 알려진 많은 생활습관들과 매우 유사하다는 점에서 매우 흥미롭다. 산업장의 보건관리자와 근로자에게도 저농도 화학물질 혼합체 만성노출의 중요성이 시급히 알려져야 하며, 근로자 건강관리 프로그램에 접목할 수 있는 실질적인 방안들이 논의될 필요가 있다. 🐾