

환경호르몬 노출과 건강

계명찬 교수 (한양대학교)

인류는 1억 3700만종이 넘는 화학물질을 사용한다. 모든 화학물질에서 환경호르몬이 나올까

환경호르몬은 화학구조가 우리 몸속에 존재하는 호르몬과 비슷하기에 마치 호르몬처럼 작용하여 일명 '환경호르몬'으로 불린다. 이러한 교란물질들은 세포의 호르몬 수용체에 결합하여 마치 진짜 호르몬처럼 작용하기도 하고 정상적인 호르몬과 경쟁하여 그 작용을 방해하기도 한다 (Kim and Gye. 2017). 모든 화학물질이 환경호르몬 (=내분비계장애물질)은 아니다. 현대인의 생활환경 속에서 노출 빈도가 높은 화학물질 중 대표적인 환경호르몬은 비스페놀A (BPA), 프탈레이트, 알킬페놀계 계면활성제, 브롬화난연제, 과불화화합물, 방부제 파라벤 등이다. 이외에도 다양한 합성 향료, 스티렌, 살충제 (모기약 및 모기기피제) 등도 환경호르몬이다. 최근 문제가 되었던 가습기 살균제로 사용하던 클로로메틸이소티아졸리논 (CMIT), 메틸이소티아졸리논 (MIT), 폴리헥사메틸렌구아니딘 (PHMG), 염화에톡시에틸구아니딘 (PGH) 등의 물질들은 폐의 섬유화를 일으켜 숨을 쉬기 어려워지는 폐질환을 유발한다. 새집증후군과 새차증후군을 일으키는 휘발성 유기화합물(VOCs)인 벤젠은 발암물질로 메스꺼움과 함께 피부염, 알러지 반응과 호흡기 질환을 유발한다. 이러한 물질들은 환경호르몬일 뿐 아니라 무서운 독성물질로 보는 것이 타당하다. 주요 환경호르몬을 함유한 제품이 아니라도 다른 종류의 유해한 물질들이 나올 수 있으므로 생활화학제품을 사용하기 전에 반드시 환경호르몬등 유해한 화학물질들이 어떤 종류가 얼마나 들어있는지 검토하는 습관을 기르는 것이 중요하다 (계명찬. 2018).

환경호르몬에 많이 노출되는 대표적인 제품은 무엇이고 어떻게 얼마나 노출될까

BPA는 대표적인 환경호르몬으로 젓병, 물병, 생수통, 식품용기 등에 쓰였거나 현재도 다양한 용도로 쓰이는 투명하고 가벼운 플라스틱 소재인 폴리카보네이트(polycarbonate, PC)의 주원료이다. 또한 통조림 캔과 수도관의 내부 코팅제, 카페의 바닥에 투명한 유리를 깔아놓은 듯한 마감재로 사용되는 에폭시 수지의 주원료이기도 하다. BPA는 영수증 감열지의 코팅제로도 사용된다. 프탈레이트(phthalate)류는 폴리염화비닐 (PVC) 등에 첨가되어 바닥재 (장판), 완충재, 포장재, 접착제나 장난감, 배달음식포장랩, 수혈혈액백, 가방, 장화, 우산, 각종 문구류 등에 널리 사용된다. 또한 합성피혁 카시트 등 자동차의 실내에 여러 플라스틱 부품에도 사용된다. 노닐페놀과 노닐페놀 에톡시레이트(NPE)는 다양한 세제 및 분산제 등 다양한 생활용품 제조에 사용된다. 비스페놀A(BPA)를 사용하여 제조되는 영수증의 위험성을 구체적으로 알아보자. 영수증은 열에 반응하는 특수한 종이인 감열지로 만들어 지는데, 여기에 BPA를 나노캡슐 형태로 가공한 잉크를 코팅하여 만든다. 영수증 한 장에 들어 있는 비스페놀 A의 양은 캔 음료나 젓병에서 나오는 양보다 수백 배 많다. 스위스 과학자들의 연구 결과에 따르면, 영수증 감열지를 5초만 만져도 피부를 통해 0.2~0.6ug의 비스페놀A가

흡수된다. 또한 먹었을 때와 만졌을 때 몸에서부터 배출되는 시간이 다르다. 비스페놀 A가 섞여 있는 과자는 섭취 후 5시간 뒤 소변에서 가장 높은 농도로 비스페놀 A가 검출되었고, 24시간 뒤에는 검출되지 않았다. 반면 비스페놀 A가 묻어 있는 물건을 5분간 만지면 48시간까지 소변에서의 비스페놀 A 농도가 점점 증가하였고, 실험 대상자 중 절반은 5일 후에도 비스페놀 A가 검출되었고 나머지 절반은 일주일도 지난 뒤에도 비스페놀 A가 검출되었다 (Liu et al., 2017). 이는 비스페놀 A를 음식물로 섭취한 경우보다 피부를 통해 흡수되었을 때 더 오랫동안 체내에 잔류한다는 것이다. 이 외에도 비스페놀 A를 주원료로 사용하는 폴리카보네이트를 이용한 물병, 물컵, 생수통 등 일상에서 환경호르몬에 노출될 수 있는 제품은 다양하다.

환경호르몬 노출은 영유아와 어린이에게 어떤 영향이 있을까

현대 남성들의 정자 수가 할아버지 세대에 비해 감소하였다는 기사를 본적이 있을 것이다. 여러종류의 환경호르몬이 사람을 비롯한 여러 동물의 생식능력을 저하시키는데 여성에서는 생리불순, 생리통을 유발하기도 한다. 이러한 영향으로 아이를 갖지 못하는 난임질환이 증가한다. BPA의 경우 여성 호르몬인 에스트로겐과 유사한 구조를 가지고 있어 여성 호르몬의 작용을 교란하는데 생식능력 저하, 성조숙증, 발달장애, 대사장애, 고혈압 및 유방암을 유발할 수도 있다. 여자 아이들에서는 내분비계 교란을 통해 성호르몬을 조기에 상승시키고, 성장판이 일찍 닫히게 되어 뼈의 성장이 멈추고 키가 덜 자라게 된다. 또한 에스트로겐의 영향을 받는 시기가 길어지며 성인이 되어 유방암과 각종 여성 질환이 발생할 가능성을 높인다는 연구결과도 있다 (Wazir and Mokbel, 2019). 태반 세포의 체외 실험에서는 미량의 BPA가 남성호르몬, 여성호르몬, 부신피질호르몬 등 스테로이드 호르몬의 합성을 저하시키는 것으로 알려졌다 (Chu et al., 2018). 동물 실험에서는 만성적인 BPA 노출은 프로게스테론에 의한 착상과 임신을 교란하였다 (Li et al., 2016). 또한 습관성 유산을 경험한 임신부의 소변에서 BPA와 프탈레이트 농도가 정상인보다 높았다 (Peng et al., 2016). 태아가 발달하는 임신기간 및 영유아기 동안 환경호르몬 노출의 무서운 점은 그 영향이 성숙할 때까지 뚜렷하게 나타나지 않다가 성인이 되어 나타나기도 한다는 점이다. 유럽의 연구에 따르면 영유아의 혈중 프탈레이트 농도가 성인보다 많게는 10배 이상 높았다. 환경호르몬에 대한 감수성이 높은 영유아에서 이처럼 환경호르몬 노출 정도가 높다는 것은 다음 세대가 커다란 위협에 직면해 있음을 의미하며 특별히 주의를 필요로 한다. 일상생활 속에서 환경호르몬을 함유하는 생활화학제품이 무엇인지 알고 이런 제품의 소비를 줄이기 위한 노력이 매우 중요한 시대를 살고 있다.

Reference

- 1) Kim W, Gye MC. 2017. Maleficent Effects of Phthalates and Current States of Their Alternatives : A Review. Korean J. Environ. Biol. 35(1) : 21-36.
- 2) 계명찬. 2018. 화학물질의 습격 : 위험한 시대를 사는 법. 코리아닷컴.
- 3) Liu et al., 2017. Prolonged Exposure to Bisphenol A from Single Dermal Contact Events. Environ. Sci. Technol., 2017, 51:9940-9949.

- 4) Wazir U and Mokbel K. 2019. Bisphenol A: A Concise Review of Literature and a Discussion of Health and Regulatory Implications. *In Vivo*. 33(5): 1421-1423.
- 5) Chu et al., 2018. Low-dose bisphenol A activates the ERK signaling pathway and attenuates steroidogenic gene expression in human placental cells. *Biol Reprod* 98:250-258.
- 6) Li et al., 2016. Chronic exposure to bisphenol a impairs progesterone receptormediated signaling in the uterus during early pregnancy. *Receptors Clin Investig* 3:3;
- 7) Li et al., 2016. Chronic exposure to bisphenol A affects uterine function during early pregnancy in mice. *Endocrinology* 157:1764-1774.
- 8) Peng et al., 2016. A study on phthalate metabolites, bisphenol A and nonylphenol in the urine of Chinese women with unexplained recurrent spontaneous abortion. *Environ Res* 150:622-628.