

환경호르몬 비스페놀 A의 위험성

한양대학교 환경호르몬대체물질개발 사업단
계명찬 교수

환경호르몬으로 작용하는 비스페놀 A (Bisphenol A, BPA)

BPA는 $(CH_3)_2C(C_6H_4OH)_2$ 화학식을 갖는 무색의 고체 유기화합물로 유기용매에 녹지만 물에는 잘 녹지 않는다. 1957년 이후 상업적 생산이 시작된 이후 2011년 기준 연간 100억 파운드의 BPA가 사용될 정도로 세계적으로 가장 많이 사용되는 화학물질의 하나다. BPA를 사용한 폴리카보네이트 플라스틱은 투명하고 단단하므로 물병, 스포츠용품, 씨디, 디브이디 등 다양한 제품에 사용된다. BPA의 72%는 폴리카보네이트 플라스틱 제조에 사용되고 21%는 에폭시레진의 제조에 사용된다. 미국에서 5% 정도의 BPA가 수도관 및 식품캔의 코팅소재로 사용되며, 영수증 열전사지 제조에 사용된다. BPA는 여성호르몬인 에스트로젠 (estrogen)과 유사한 구조를 갖는다. 따라서 우리 몸에 존재하는 여성호르몬수용체에 결합하여 정상적인 여성호르몬과 유사한 작용을 하거나 또는 그 작용을 억제하는 등의 교란작용을 한다. 이로 인해 국내외 여러 연구에서 BPA가 야생동물의 성전환등을 포함하는 내분비계교란, 대사장애, 고혈압 및 조기 성성숙 등을 유발하는 것으로 알려졌다.

BPA에 대한 규제

BPA를 사용한 포장재에 음식을 저장하는 경우 BPA가 용출되어 음식을 통해 사람에게 영향을 줄 수 있으므로 BPA 사용이 제한되었다. 특히, 영유아의 경우 BPA노출에 대한 민감성이 크다고 판단되어 영유아를 대상으로 한 제품에서는 그 사용이 전면 금지되었다. 2008 이후 여러 나라에서 BPA의 안정성에 대한 우려로 인해 BPA를 함유하는 폴리카보네이트 제품의 사용을 제한하고 있는데 EU와 캐나다는 유아용 물병에 BPA 사용을 금지하였다. FDA는 "현재 식품용기를 통해 들어오는 정도에서 BPA는 안전한 수준이라고 발표하면서도 (2014) 유아용 물병에 BPA 사용승인을 취소하였다. 유럽식품안전국 (European Food Safety Authority)은 2008 ~2015에 발표된 연구결과들을 종합하여 BPA를 현수준에서 안전한 것으로 정의하면서도 위해성에 대한 추가연구의 필요성은 인정하였다. 최근 프랑스는 BPA를 매우 조심해야 하는 물질 (substance of very high concern) 후보로 정의하여 화학물질의 생산과 이용에 관한 규제인 EU 의 리치규정 (REACH Regulation)에 포함시켰다. 우리나라는 식품위생법에서는 "젓병(젓꼭지 포함) 제조 시 BPA 사용을 금지하고 있다. 또한 "화장품 원료지정에 관한 규정 (2009년)"에는 화장품 원료로서 BPA를 금지하고 있다. 그러나 상기 제품들이 아닌 다른 플라스틱 제품들에서 BPA 사용을 금지하고 있지 않으나 이에 대한 규제가 강화될 것으로 전망된다.

BPA의 대체물질

BPA를 비롯한 내분비계 장애물질의 유해성이 밝혀짐에 따라 세계적으로 이들에 대한 규제가 강화되고 있으며, 기존 제품들 역시 유해성이 없거나 적은 소재를 이용한 제품들로 대체되고 있다. 현재는 물병과 식품포장 용기 제조에 BPA 대체 원료를 이용한 제품들이 생산되기 시작했다. 그러나 아직까지도 이들 대체재의 안정성 또한 완전히 규명되었다고 속단하기 어렵다. 몇몇 대체재에서는 기존의 내분비계장애물질과 유사하거나 동일한 유해성을 나타낸다는 연구결과가 발표되는 등 대체재들에 대한 우려가 제기되고 있다. 또한 대체재의 떨어지는 물성과 높은 생산비용 때문에 BPA가 여전히 이용되고 있는 실정이다. BPA 대체재로 가장 먼저 시도된 것은 BPA와 물성이 거의 동일한 bisphenol 계열 물질인 bisphenol S (BPS)와 bisphenol F (BPF)가 쓰이게 되었다. BPS와 BPF는 기존 BPA가 쓰이던 캔코팅제, 감열지영수증, 폴리카보네이트플라스틱 제품에 사용되고 있다. 하지만 BPF, BPS의 화학적 구조는 BPA와 유사하므로 이들 대체재 역시 내분비계교란효과가 확인되었다. 그럼에도 불구하고 열전사영수증과 통조림캔코팅제의 경우 마땅한 대체가 없어 여전히 BPA가 이용되고 있다. 천연물에서 BPA대체재를 찾는 노력이 시도되었는데 옥수수 등의 식물로부터 합성이 가능한 이소소르바이드는 생분해성이 높고 내열성도 뛰어나며, 플라스틱 뿐 아니라 에폭시수지와 같은 합성수지를 대체할 수 있을 것으로 전망되어 친환경 대체재로 주목 받고 있다. 하지만 가격 경쟁력이 떨어지며 함량이 늘어날 경우 물성이 떨어져 실질적인 BPA대체재로 쓰이고 있지는 못하고 있다. 현재는 미국 이스트만 (Eastman Chemical Company)에서 개발하여 생산하고 있는 트라이탄(Tritan™)이 실질적인 BPA대체재로서 이용되고 있다. 트라이탄은 기존의 BPA로 만든 플라스틱이 갖는 투명성, 내열성, 내구성을 가지고 있어 물병, 식품용기, 어린이용 컵, 젓병 등 다양한 제품에 BPA를 대체하여 쓰이고 있다. Tritan을 구성하는 3가지 단량체 성분에서 안드로겐이나 에스트로겐 유사효과가 나타나지 않아 안전한 대체재로 평가 받았다. 하지만 에스트로겐 민감성 유방암세포 실험에서 트라이탄을 구성하는 단량체들 역시 에스트로겐 유사활성이 보고되어 트라이탄이 완벽한 대체재가 아닐 수 있다는 의문이 제기 되었다. 향후 내분비계 교란활성이 없는 BPA 및 플라스틱 가소제 대체물질 개발이 더욱 가속화될 것이며 효과적인 대체소재가 개발된다면 국민 보건 뿐 아니라 경제적 파급효과가 클 것이다.

생활 속의 BPA의 위험으로부터 우리를 보호하는 생활습관

하루는 슈퍼마켓과 커피전문점에 들러 BPA 대체재를 이용한 제품들이 얼마나 시장에서 팔리고 있으며 소비자들이 이용하고 있는지 조사하였다. 반찬용기 등 플라스틱 용기와 물병에 “비스프리 (Bis-Free)”라는 표지를 선명하게 인쇄한 제품들이 눈이 들어왔다. 궁금하여 용기 제작에 사용된 성분표시를 살펴보았다. 다행히도 현재로서는 최소한의 납득이 갈 만한 수준의 소재를 사용한 제품들이 있었다. 그러나 BPF나 BPS를 사용하여 제조하고 “비스프리”라고 선전하는 일부 제품들을 볼 수 있었다. 너무 작게 써있는 글씨들..... 현명한 소비자라면 확인이 필요한 부분이다. 더욱 놀라운 것은 물건값을 계산하고 받는 영수증에 관한 것이다. 어떤 열전사영수증 용지에는 “BPA-free”라고 써 있었지만 실지로 이들 영수증을 수거하여 분석한 결과 이들 모두에서 에스트로젠 활성이 검출되었던 것이다. 왜 일까 바로 BPA는 없는 대신 BPF나 BPS를 사용하여 제조하였음을 의심케 하는 부분이다. 영수증을 매일 만지면서 일하는 계산원들은 손가락 피부를 통해 들어올 수 있는 비스페놀계열의 환경호르몬에 조심해야 할 것이다. 또한 증빙이 필요 없다면 영수증 발급을 받지 않는 것이 좋

이도 절약하고 환경호르몬의 노출을 피할 수 있는 방법도 될 수 있을 것이다.

이 글에서 BPA의 위험성과 BPA 대체물질 개발, 생활 속 "비스프리"의 함정 등에 관해 간략히 설명하였다. 우리들은 일상생활 속에서 매우 다양한 환경호르몬과 접촉하면서 살고 있다. 과학자인 나는 다양한 환경호르몬 추정물질들의 생물학적 위해성을 밝히는 것과 이들 물질의 대체소재 개발에 바쁜 시간을 보내고 있다. 이 글을 읽는 여러분들은 환경호르몬의 위험성을 충분히 인지하고 이들 물질에 대한 노출을 줄일 수 있는 생활습관을 가질 것을 당부한다.