508残障人士无障碍阅读–本文有HTML支持代码 https://doi.org/10.1289/EHP6335-zh.

食品包装的 PFAS 暴露

Nate Seltenrich

https://doi.org/10.1289/EHP6335-zh

说到我们生活中接触到的有毒化合物，首先被发现的是DDT，然后是BPA。最近一个家喻户晓的化学字母缩写是PFAS，其全称是全氟/多氟烷基化合物(per- and polyfluoroalkyl substances, PFAS)。这类化学物质被认为是强表面活性剂，具有抗水、抗脂和抗污渍的功能。[1] 在其它用途中，PFAS被添加到用于盛放热的油腻食品的纸制品中。发表在《环境与健康展望》*Environmental Health Perspectives* 最近的一项研究深入探讨了这类食品是如何导致人们暴露PFAS。[2]

所有的 PFAS 都会长期存在于环境中，在食品包装中发现的一些 PFAS 还具有生物累积性，并且对人体有害。[1] 此类化学物质中最有名的全氟辛酸类 (PFOA) 和全氟辛烷磺酸类 (PFOS) 在 2000 年到 2015 年间在美国被逐步淘汰。[3] 许多新的氟化碳链较短的 PFSA 已经取代了它们的位置。[4] 有证据表明这些短链PFAS会更快地从人体中被清除，[5,6] 但它们仍然是备受关注的人类健康问题。[4]

总部位于马萨诸塞州的非营利研究组织 Silent Spring Institute 加入了调查 PFAS 的行列。[7,8,9,10] 2017 年，由 Silent Spring Institute 研究项目的科学家 Laurel Schaider 主导的一项研究发现，来自美国各地快餐店 46% 的食品接触纸(如汉堡包装纸)和 20% 的纸板样品(如炸薯条盒)上都涂有防油 PFAS 涂层。[11] 在这篇最新的 *EHP* 报告中，Schaider 和 Silent Spring Institute 的同事们评估了血清中 5 种常见 PFAS （PFOA，PFOS，全氟壬酸类，全氟癸酸和全氟戊烷磺酸）的水平与快餐、披萨和微波爆米花消费量之间的关系。[2]

“我们已经知道 PFAS 在[快餐]包装中广泛存在，[11] 我们因此想了解，吃快餐越多的人是否PFAS暴露量也会随之增加，” Schaider 说。“其他研究表明，微波爆米花袋中也是几乎总是含有 PFAS，[12] 所以我们也想知道，吃更多爆米花的人是否体内 PFAS 水平也会更高。”

PFAS 的抗油特性使它们成为油性食品的完美包装箔纸。2017 年的一项研究[12] 发现，来自全球 17 个国家的爆米花包装袋中含有 46 种不同的氟化合物。图片：© iStockphoto/groveb。

这项研究使用了 2003 年至 2014 年期间收集的 10,000 多人的数据，这些数据是国民健康和营养检查调查（National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES）的一部分。除了血液样本，调查还收集了详细的饮食信息，包括人们在前一天、前一周、前一个月和前一年吃了什么，以及他们在哪里吃的。

为了区分 NHANES 没有单独立项的包装的作用，Schaider 和她的同事们把重点放在了吃食物的地方。由于人们报告其家里所吃的食物中有 90% 来自超市，研究人员假设大部分食物是在家里烹饪的，因此不太可能接触到包装中的 PFAS。这些分析控制了鱼类和贝类的摄入量，因为它们之前被认为与较高的 PFAS 水平有关。[13]

他们的发现似乎支持了他们的假设: 在家吃饭更多的人血清中 PFAS 的平均浓度较低，而外出就餐更多(包括在快餐店和披萨店)的人血清中 PFAS 的平均浓度略高。然而，研究人员指出，其中一些差异可能与不同地点摄入不同类型的食物有关。吃爆米花还与其中4种化学物质在血清中浓度显著升高有关。

瑞典斯德哥尔摩大学的教授 Ian Cousins 说（他没有参与这项研究），他很惊讶这个团队对饮食与 PFOS 水平相关联的发现，因为 PFOS 的主要生产商，美国的 3M 公司，在 2002 年底[14]，也就是这个研究最早开始调查之前的一年就已经停止生产 [PFOS]。

他说，“作者确实很好地探讨了为什么尽管生产发生了变化，他们还是会发现这些正相关，” 也就是说，最近的食物消费可能反映了过去的行为，而 PFOS 在人类血液中的半衰期为 4.8 年，这意味着它被缓慢地消除。换句话说，今天存在于人类血液中的 PFOS 反映了过去的暴露。不过，Cousins 说，他希望这些想法能得到进一步的验证。

加州的数据科学家 Cindy Hu 也没有参与这个研究，她之前在哈佛大学研究过 PFAS，[15] 她说，尽管这项调查是一个有趣和有意义的探讨，但有一些不容忽略的局限性。“如果你查看通常出现在与食物接触材料中的化学物质，其中很多是…或不包含在 NHANES 中，或包括在 NHANES 中，但是由于检测频率太低而被作者丢弃了，” Hu 说。

最后，作者得出结论，尽管他们不能完全将观察到的关联归结于食品包装，但他们的发现将会进一步鼓励停止在食品包装中使用 PFAS，就像丹麦在 2019 年所做的那样。[16] “食物接触[包装]材料可能导致 PFAS 暴露，” 他们写道，“加之对其毒性和持久性的担忧，我们还是支持使用替代品。”

Nate Seltenrich，居住在旧金山湾区，专门撰写有关科学和环境的报道。其主题涉及能源、生态和环境健康等方面，并发表在地区、国家和国际出版物上。

References

1. U.S. Environmental Protection Agency. 2018. Basic information on PFAS. Updated 6 December 2018. https://www.epa.gov/pfas/basic-information-pfas [accessed 5 May 2020].
2. Susmann HP, Schaider LA, Rodgers KM, Rudel RA. 2019. Dietary habits related to food packaging and population exposure to PFAS. Environ Health Perspect 127(10):107003, PMID: 31596611, https://doi.org/10.1289/EHP4092.
3. National Toxicology Program. 2020. Immunotoxicity associated with exposure to perfluorooctanoic acid (PFOA) or perfluorooctane sulfonate (PFOS). Updated 24 January 2020. https://ntp.niehs.nih.gov/pubhealth/hat/noms/pfoa/index.html [accessed 5 May 2020].
4. Brendel S, Fetter É, Staude C, Vierke L, Biegel-Engler A. 2018. Short-chain perfluoroalkyl acids: environmental concerns and a regulatory strategy under REACH. Environ Sci Eur 30(1):9, PMID: 29527446, https://doi.org/10.1186/s12302-018-0134-4.
5. Olsen GW, Chang SC, Noker PE, Gorman GS, Ehresman DJ, Lieder PH, et al. 2009. A comparison of the pharmacokinetics of perfluorobutanesulfonate (PFBS) in rats, monkeys, and humans. Toxicology 256(1–2):65–74, PMID: 19059455, https://doi.org/10.1016/j.tox.2008.11.008.
6. Russell MH, Nilsson H, Buck RC. 2013. Elimination kinetics of perfluorohexanoic acid in humans and comparison with mouse, rat and monkey. Chemosphere 93(10):2419–2425, PMID: 24050716, https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.08.060.
7. Cordner A, De La Rosa VY, Schaider LA, Rudel RA, Richter L, Brown P, et al. 2019. Guideline levels for PFOA and PFOS in drinking water: the role of scientific uncertainty, risk assessment decisions, and social factors. J Expo Sci Environ Epidemiol 29(2):157–171, PMID: 30622333, https://doi.org/10.1038/s41370-018-0099-9.
8. Hu XC, Andrews DQ, Lindstrom AB, Bruton TA, Schaider LA, Grandjean P, et al. 2016. Detection of poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS) in U.S. drinking water linked to industrial sites, military fire training areas, and wastewater treatment plants. Environ Sci Technol Lett 3(10):344–350, PMID: 27752509, https://doi.org/10.1021/acs.estlett.6b00260.
9. Boronow KE, Brody JG, Schaider LA, Peaslee GF, Havas L, Cohn BA, et al. 2019. Serum concentrations of PFAS and exposure-related behaviors in African American and non-Hispanic white women. J Expo Sci Environ Epidemiol 29(2):206–217, PMID: 30622332, https://doi.org/10.1038/s41370-018-0109-y.
10. Schaider LA, Rudel RA, Ackerman JM, Dunagan SC, Brody JG. 2014. Pharmaceuticals, perfluorosurfactants, and other organic wastewater compounds in public drinking water wells in a shallow sand and gravel aquifer. Sci Total Environ 468–469:384–393, PMID: 24055660, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.067.
11. Schaider LA, Balan SA, Blum A, Andrews DQ, Strynar MJ, Dickinson ME, et al. 2017. Fluorinated compounds in U.S. fast food packaging. Environ Sci Technol Lett 4(3):105–111, PMID: 30148183, https://doi.org/10.1021/acs.estlett.6b00435.
12. Zabaleta I, Negreira N, Bizkarguenaga E, Prieto A, Covaci A, Zuloaga O. 2017. Screening and identification of per-and polyfluoroalkyl substances in microwave popcorn bags. Food Chem 230:497–506, PMID: 28407941, https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.074.
13. Christensen KY, Raymond M, Blackowicz M, Liu Y, Thompson BA, Anderson HA, et al. 2017. Perfluoroalkyl substances and fish consumption. Environ Res 154:145–151, PMID: 28073048, https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.12.032.
14. Oliaei F, Kriens D, Weber R, Watson A. 2013. PFOS and PFC releases and associated pollution from a PFC production plant in Minnesota (USA). Environ Sci Pollut Res 20(4):1977–1992, PMID: 23128989, https://doi.org/10.1007/s11356-012-1275-4.
15. Hu XC, Dassuncao C, Zhang X, Grandjean P, Weihe P, Webster GM, et al. 2018. Can profiles of poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS) in human serum provide information on major exposure sources? Environ Health 17(1):11, PMID: 29391068, https://doi.org/10.1186/s12940-018-0355-4.
16. Trager R. 2019. Denmark becomes first nation to outlaw fluorinated chemicals in food packaging. Chemistry World, News section, 10 September 2019. https://www.chemistryworld.com/news/denmark-becomes-first-nation-to-outlaw-fluorinated-chemicals-in-food-packaging/3010952.article [accessed 5 May 2020].