508残障人士无障碍阅读–本文有HTML支持代码 https://doi.org/10.1289/EHP5671-zh.

电子液体中的微生物毒素——与电子烟相关的潜在暴露

Silke Schmidt

https://doi.org/10.1289/EHP5671-zh

一项新的研究在与电子烟相关日益增长的潜在危险暴露清单中添加了另一类潜在的危害：细菌和真菌来源的有机污染物。这项发表在《环境与健康展望》（*Environmental Health Perspectives, EHP*）[1] 上的研究发现，第一代电子烟（或“仿真烟”）一次性暗盒中的电子液和可再充暗盒的电子液成分中存在两种微生物污染标记物。

根据 2013 年的市场调查数据，研究人员从美国 10 大畅销品牌中尼古丁含量最高的电子液产品中提取样本。他们从 10 个品牌中分别测试了 2–19 个样品，总共75个样品 (37 个暗盒，38 个可再充电子液)。研究小组试图寻找内毒素（或脂多糖，革兰氏阴性细菌外膜的一部分）[2] 以及 (1 → 3)-β-D-葡聚糖（一种常见的真菌细胞壁成分）。其他研究也发现，通过吸烟暴露于任一种毒素都可能对健康造成不利影响。[3]

结果表明， 23% 的样品中毒素水平高于检测限（limit of detection, LOD）； 81% 的葡聚糖高于 LOD 。在暗盒中所观察到的葡聚糖浓度比可再充的样品高3倍以上，烟草和薄荷醇味中的葡聚糖浓度含量明显高于水果味产品。对于内毒素，这些对比结果受到高于 LOD 的样本数量较少的限制。

“我们发现的[毒素]水平相当低，相对于职业暴露，甚至传统香烟中的烟叶，”资深作者、哈佛大学陈曾熙公共卫生学院环境遗传学 Elkan Blout 讲席教授 David Christiani 表示。“但如果事实证明这些毒素仍以气溶胶形式完好地、长时间地高频率低浓度吸入，所产生的累积暴露可能对人类健康构成威胁。”

据 Christiani 称，内毒素暴露的主要来源是与土壤密切接触的农产品，如棉花、谷物、大麻和烟草。长期暴露也会影响畜牧业和乳制品业的工人，与慢性肺损伤、哮喘和类似疾病相关。[4,5,6,7] 1981 年以来 Christiani 对中国棉纺织工人进行了内毒素的大型队列研究。[8]

毒素 (1 → 3)-β-D-葡聚糖是一种葡萄糖聚合物，大多数存在于真菌、植物、某些细菌和藻类细胞壁中。[9] 作为一项人类在室内环境下真菌暴露的指标，[10] 它与变应性哮喘和肺功能下降相关联。[10,11]

内毒素和 (1 → 3)-β-D-葡聚糖都是已知的呼吸道刺激物。发表在 *EHP* 的新研究并非为了评估电子烟使用过程中吸入这些毒素对健康的影响。然而，研究结果显示长期频繁吸电子烟可能会增加潜在的有害累积暴露的可能性。Image: © Vaper City.

由于电子烟生产商没有公开其生产流程中的原料来源，研究人员只能推测所观察到的微生物污染的原因。可能的来源包括暗盒中的棉芯、作为天然尼古丁来源的烟叶、电子液体的储存容器，以及生产合成尼古丁和香料化学物的原材料。非无菌的生产条件可能会加剧这一问题。

“这项试点研究是一个很好的开端，”纽约大学医学院环境医学教授 Terry Gordon （没有参与该项目）说道。“接下来我们需要回答的关键问题是，当毒素以气溶胶形式（又称气雾式，译者注）吸入时，其浓度是否高到足以引起关注。”

约翰 • 霍普金斯大学环境健康与工程助理教授 Ana María Rule（没有参与这项研究）也认为分析气溶胶是合乎逻辑的下一步。她指出，验证报告提出的真菌污染的高患病率将会是特别的重点。

“我们还应该意识到，不同个体对微生物毒素的敏感性差异很大，” Rule 说。“这给联邦机构制定健康标准带来更大的挑战，但这也意味着，即使是低水平的毒素也可能影响敏感的电子烟使用群体。”

Christiani 说，他的团队目前正在测量气溶胶中的毒素，并将 JUUL® 牌电子烟纳入后续分析。自 2015 年首次亮相以来，JUUL® 产品便在美国市场占据主导地位，该产品使用一种新型的电子液体配方以传送更多的尼古丁。[12] 早前在电子烟中发现的令人担忧的化学物质包括挥发性有机化学物质，如甲醛和其他醛类、[13,14,15] 双乙酰和其他香料化学物质，[16] 以及从加热线圈转移到气溶胶中的有毒金属。[17,18]

Christiani 承认，对于一些挣扎在长期对尼古丁成瘾的成年人来说，电子烟可能是一个有用的戒烟工具。然而，对于一些本可能避免烟草制品的年轻人，普遍使用电子烟的速度令他感到担忧。[19]

“买家需谨慎：如果你不吸烟，就不要开始。”他说。“电子烟会产生一种复杂的混合物暴露，其[潜在的]健康影响我们才刚刚开始了解。”

Silke Schmidt，博士，居住在威斯康辛州麦迪逊市，专门撰写有关科学、健康和环境方面的文章。

References

1. Lee M, Allen JG, Christiani DC. 2019. Endotoxin and 1→3-β-D-glucan contamination in electronic cigarette products sold in the United States. Environ Health Perspect 127(4):47008, PMID: 31017484, https://doi.org/10.1289/EHP3469.
2. Bos MP, Tommassen J. 2004. Biogenesis of the Gram-negative bacterial outer membrane. Curr Opin Microbiol 7(6):610–616, PMID: 15556033, https://doi.org/10.1016/j.mib.2004.10.011.
3. Pauly JL, Paszkiewicz G. 2011. Cigarette smoke, bacteria, mold, microbial toxins, and chronic lung inflammation. J Oncol 2011:819129, PMID: 21772847, https://doi.org/10.1155/2011/819129.
4. Basinas I, Sigsgaard T, Kromhout H, Heederik D, Wouters IM, Schlünssen V. 2015. A comprehensive review of levels and determinants of personal exposure to dust and endotoxin in livestock farming. J Expo Sci Environ Epidemiol 25(2):123–137, PMID: 24280684, https://doi.org/10.1038/jes.2013.83.
5. Carnes MU, Hoppin JA, Metwali N, Wyss AB, Hankinson JL, O'Connell EL, et al. 2017. House dust endotoxin levels are associated with adult asthma in a U.S. farming population. Annals ATS 14(3):324–331, PMID: 27977294, https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201611-861OC.
6. Donham KJ. 2010. Community and occupational health concerns in pork production: a review. J Anim Sci 88(Suppl 13):E102–E111, PMID: 20154166, https://doi.org/10.2527/jas.2009-2554.
7. Lai PS, Fresco JM, Pinilla MA, Macias AA, Brown RD, Englert JA, et al. 2012. Chronic endotoxin exposure produces airflow obstruction and lung dendritic cell expansion. Am J Respir Cell Mol Biol 47(2):209–217, PMID: 22517795, https://doi.org/10.1165/rcmb.2011-0447OC.
8. Lai PS, Hang J-Q, Valeri L, Zhang F-Y, Zheng B-Y, Mehta AJ, et al. 2015. Endotoxin and gender modify lung function recovery after occupational organic dust exposure: a 30-year study. Occup Environ Med 72(8):546–552, PMID: 25666844, https://doi.org/10.1136/oemed-2014-102579.
9. Douwes J. 2005. 1→3-β-D-glucans and respiratory health: a review of the scientific evidence. Indoor Air 15(3):160–169, PMID: 15865616, https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2005.00333.x.
10. Iossifova Y, Reponen T, Sucharew H, Succop P, Vesper S. 2008. Use of (1-3)-β-D-glucan concentrations in dust as a surrogate method for estimating specific fungal exposures. Indoor Air 18(3):225–232, PMID: 18429996, https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2008.00526.x.
11. Maheswaran D, Zeng Y, Chan-Yeung M, Scott J, Osornio-Vargas A, Becker AB, et al. 2014. Exposure to Beta-(1,3)-D-glucan in house dust at age 7–10 is associated with airway hyperresponsiveness and atopic asthma by age 11–14. PLoS One 9(6):e98878, PMID: 24905346, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098878.
12. Jackler RK, Ramamurthi D. 2019. Nicotine arms race: JUUL and the high-nicotine product market. Tob Control [E-pub ahead of print: 06 February 2019], PMID: 30733312, https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2018-054796.
13. Goniewicz ML, Knysak J, Gawron M, Kosmider L, Sobczak A, Kurek J, et al. 2014. Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. Tob Control 23(2):133–139, PMID: 23467656, https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2012-050859.
14. Jensen RP, Luo W, Pankow JF, Strongin RM, Peyton DH. 2015. Hidden formaldehyde in e-cigarette aerosols. N Engl J Med 372(4):392–394, PMID: 25607446, https://doi.org/10.1056/NEJMc1413069.
15. Lee MS, LeBouf RF, Son YS, Koutrakis P, Christiani DC. 2017. Nicotine, aerosol particles, carbonyls, and volatile organic compounds in tobacco- and menthol-flavored e-cigarettes. Environ Health 16(1):42, PMID: 28449666, https://doi.org/10.1186/s12940-017-0249-x.
16. Allen JG, Flanigan SS, LeBlanc M, Vallarino J, MacNaughton P, Stewart JH, et al. 2016. Flavoring chemicals in e-cigarettes: diacetyl, 2,3-pentanedione, and acetoin in a sample of 51 products, including fruit-, candy-, and cocktail-flavored e-cigarettes. Environ Health Perspect 124(6):733–739, PMID: 26642857, https://doi.org/10.1289/ehp.1510185.
17. Williams M, Villarreal A, Bozhilov K, Lin S, Talbot P. 2013. Metal and silicate particles including nanoparticles are present in electronic cigarette cartomizer fluid and aerosol. PLoS One 8(3):e57987, PMID: 23526962, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057987.
18. Olmedo P, Goessler W, Tanda S, Grau-Perez M, Jarmul S, Aherrera A, et al. 2018. Metal concentrations in e-cigarette liquid and aerosol samples: the contribution of metallic coils. Environ Health Perspect 126(2):027010, PMID: 29467105, https://doi.org/10.1289/EHP2175.
19. Gentzke AS, Creamer M, Cullen KA, Ambrose BK, Willis G, Jamal A, et al. 2019. Vital signs: tobacco product use among middle and high school students—United States, 2011–2018. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 68(6):157–164, PMID: 30763302, https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6806e1.