

环境化学物质人体内暴露与健康效应

施小明

中国疾病预防控制中心, 环境与健康相关产品安全所 / 环境与人群健康重点实验室, 北京 100021

摘要:

环境暴露对人类造成的健康威胁已成为全球广泛关注的公共卫生问题, 环境化学物质在人体内的累积水平及其生物学效应仍有待探索。本期“环境化学物质人体内暴露与健康效应”专栏从疾病、代谢和分子层面分析了我国环境化学物暴露对人群健康的效应, 丰富了对我国环境污染物内外暴露的潜在健康影响的认识, 可为我国制定应对环境污染物排放的治理决策提供科学依据。

关键词: 环境化学物质; 外暴露; 内暴露; 健康效应

Human internal exposure to environmental chemicals and health effects SHI Xiaoming (National Institute of Environmental Health/Key Laboratory of Environment and Population Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100021, China)

Abstract:

The threat to human health caused by environmental exposure has become a global public health issue. The cumulative levels of environmental chemicals in human body and their potential biological effects remain to be explored. In the “Human internal exposure to environmental chemicals and health effects” special column, the health effects of exposure to environmental chemicals in China were evaluated at disease onset, metabolic, and molecular levels, enriching understanding of the potential health effects of internal and external exposures to environmental pollutants in China, and providing scientific action guidance to cope with and control environmental pollutant emission in China.

Keywords: environmental chemical; external exposure; internal exposure; health effect

近几十年来, 越来越多证据表明环境暴露与人类多种不良健康结局之间存在关联^[1]。2017年《柳叶刀》污染与健康委员会报告显示, 环境化学物质对空气、水和土壤等造成的综合污染可致全球约2.68亿伤残调整生命年(disability adjusted life year, DALY)和900万人过早死亡^[2]。随着经济的迅速发展和城市化进程的加快, 环境化学污染物的定义已从传统的工业排放、化石燃料燃烧等进一步扩展到与食品、饮水消毒副产物和病虫害防治等相关联的新型污染物^[3]。迄今为止, 包括空气污染、持久性有机污染物、环境内分泌干扰物、挥发性有机化合物、金属元素、烟草及职业暴露等在内的环境化学污染物逐渐受到流行病学家的广泛关注^[4]。

在识别环境化学物质所致健康效应的流行病学研究中, 暴露评估方法的发展为量化环境化学物质的健康风险和指导健康防护提供了更为精准的途径。根据测量方式可将环境暴露评估分为外暴露测量、生物监测以及生物效应标志物等^[5]。基于人群的外暴露测量主要来源于环境监测(例如空气污染监测), 实时和高分辨率数据采集工具的发展使进一步细化个体层面暴露的差异成为了可能^[6]。与外暴露测量方式相比, 基于血液、尿液、指甲、头发等生物样品的内暴露测量具有精确评估人体真实暴露水平的巨大优势^[7]。作为反映人体内环境污染物暴露的金标准, 欧美发达国家已在系统开展生物监测项目的基础上, 进

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2021.21350

组稿专家

施小明(中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所), E-mail: shixm@chinacdc.cn

基金项目

国家自然科学基金项目(81872707)

作者简介



施小明(1975—), 男, 医学博士, 研究员, 博士生导师, 中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所所长, 《环境与职业医学》副主编。主要研究方向为环境流行病学、老年流行病学。主持国家重点研发计划项目、国家杰出青年科学基金项目、国际合作课题等。近年来在 *BMJ*、*Lancet Public Health*、*Lancet Planet Health*、《中华流行病学杂志》《中华预防医学杂志》等期刊上发表论文260余篇。牵头获中华医学科技奖二等奖1项, 获第二十届吴杨奖, 入选国家百千万人才工程, 获国务院政府特殊津贴。

通信作者

施小明, E-mail: shixm@chinacdc.cn

伦理审批 不需要

利益冲突 无申报

收稿日期 2021-08-05

录用日期 2021-08-10

文章编号 2095-9982(2021)10-1045-04

中图分类号 R12

文献标志码 A

►引用

施小明. 环境化学物质人体内暴露与健康效应[J]. 环境与职业医学, 2021, 38(10): 1045-1048.

►本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2021.21350

Funding

This study was funded.

Correspondence to

SHI Xiaoming, E-mail: shixm@chinacdc.cn

Ethics approval Not required

Competing interests None declared

Received 2021-08-05

Accepted 2021-08-10

►To cite

SHI Xiaoming. Human internal exposure to environmental chemicals and health effects[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2021, 38(10): 1045-1048.

►Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2021.21350

一步评估了多种环境化学物质的健康威胁。基于上述暴露评估方式的不断发展,我国在环境污染物暴露监测及其健康危害效应的探索能力上也有极大提高。本期“环境化学物质人体内暴露与健康效应”专栏集中了当前我国学者的最新研究成果,以期丰富对我国环境污染物内外暴露的潜在健康影响的认识。

本期专栏文章中,鲍宇等^[8]比较了既往研究中不同生物样本金属暴露生物标志物检测的优先程度,为环境健康研究中生物标志物的合理选择提供依据;蒋梦珂等^[9]分析了尿镉作为镉累积暴露的生物标志物的意义及其影响因素,结果显示尿镉与血镉、尿肌酐、年龄和吸烟习惯相关,为镉的健康效应研究中人群特征及分析策略的选择提供指导;李成橙等^[10]基于全国9个长寿地区开展的横断面研究显示,我国65岁及以上老年人高尿镉暴露水平与超敏C反应蛋白水平的升高存在关联;还有研究发现大学生血清镉、砷等金属元素与抑郁情绪及神经递质之间存在正向关联^[11];而基于职业镉暴露人群的研究显示低、中浓度镉暴露可能与认知相关的klotho、淀粉样蛋白前体基因甲基化率降低有关,揭示了表观遗传学改变可能在重金属暴露所致认知功能损伤中的作用^[12];此外,唐川乔等^[13]基于横断面研究设计发现了广西老年男性认知功能受损与尿液中钒、铜和镉等多种金属水平的上升具有统计学关联,可为早期防控老年人群认知功能受损提供科学依据;黄素丽等^[14]分析了血浆多种金属浓度与动脉粥样硬化之间的关联,结果显示动脉粥样硬化与血浆铁浓度呈负向关联,与血浆铈浓度呈正向关联。除了金属元素对人体的健康危害外,环境中的有机物所致健康危害也得到了关注。林杨等^[15]的研究提示大气颗粒物中多环芳烃组分可导致儿童外周血白细胞miR-638水平升高,其血清标志物二羟环氧化苯并芘(BPDE)-白蛋白加合物与白细胞miR-638表达水平存在剂量-效应关系,提示在儿童等敏感人群的健康防护工作中监测及控制多环芳烃类有害组分的重要性;研究还发现健康成年人尿液8-羟基-2'-脱氧鸟苷(8-OHdG)水平的上升与暴露于有机磷酸酯存在统计学关联,表明有机磷酸酯的暴露可能会在代谢过程中导致氧化应激^[16];伊梦楠等^[17]采用细胞实验检测三氯乙酸和三氯乙醇的体外细胞致敏性,表明三氯乙酸可能作为致敏原参与三氯乙烯药疹样皮炎的发生过程,该研究在基于人群调查揭示三氯乙烯与过敏性皮炎关联的基础上^[18],进一步证实了其代谢产物

在疾病发生过程中的生物学作用。

上述研究基于横断面调查、细胞实验等研究设计,从疾病、代谢和分子层面描述了我我国多种环境化学物暴露对一般人群、儿童、老年人、职业暴露人群等造成的影响。随着环境化学物质种类及数量的不断增加,以单一污染物测量为基础的风险评估难以反映环境综合暴露的影响。采用高通量、高灵敏方法同时定性和定量多种污染物,明确个体及群体环境污染物的负荷水平与变化,筛选我国一般人群、高暴露人群及脆弱人群内暴露标志物仍是未来亟须解决的重要问题。迄今为止,我国已开展了多项大型人群研究以期对上述科学问题提供独特证据。上海出生队列研究旨在探索环境污染物的早期暴露对孕妇、胎儿和幼儿等脆弱群体的影响,例如,关注全氟和多氟烷基物质这一类常见的内分泌干扰物对妊娠结局、儿童生长发育和疾病风险的影响^[19]。由中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所牵头开展的国家人体生物监测项目旨在建立一个具有全国代表性的大型人群队列^[20],目前已完成基线调查并开展第一轮随访,以期获得中国人群环境化学物质内暴露水平基础数据并追踪长期变化,助力人群健康风险和早期效应生物标志物评估,为政府降低环境化学物质暴露水平,采取有关预防决策提供依据。

近年来,组学技术的发展为环境健康研究开辟了新的途径^[21],这其中,暴露组学在健康风险评估中的优势也逐渐显现。暴露组学被定义为个体一生所经历的全部暴露,旨在通过对体内外暴露水平的动态监测,研究混合暴露在生命不同阶段的健康效应^[22];同时最大限度地减少测量误差和偏差,寻找环境暴露与健康、疾病终点之间的新关联。基因组学、转录组学和表观遗传学等的进步也为探索易感性效应生物标志物提供了技术支撑,并有助于理解暴露导致健康效应的分子机制^[23-24]。

展望未来,采用暴露组相关方法开展纵向分析,科学表征个体环境暴露,综合考虑多种物质共同作用,阐明重点环境污染物的健康效应及作用机制,分析不同暴露之间的协同效应等方面研究亟待开展,从而可为我国制定应对环境污染物排放的治理决策提供科学依据。

参考文献

[1] COLAO A, MUSCOGIURI G, PISCITELLI P. Environment

- and health : not only cancer [J] . Int J Environ Res Public Health, 2016, 13 (7) : 724.
- [2] LANDRIGAN PJ, FULLER R, ACOSTA NJR, et al. The Lancet Commission on pollution and health [J] . Lancet, 2018, 391 (10119) : 462-512.
- [3] BRIGGS D. Environmental pollution and the global burden of disease [J] . Br Med Bull, 2003, 68 : 1-24.
- [4] STECKLING N, GOTTI A, BOSE-O'REILLY S, et al. Biomarkers of exposure in environment-wide association studies—Opportunities to decode the exposome using human biomonitoring data [J] . Environ Res, 2018, 164 : 597-624.
- [5] PATEL CJ, KERR J, THOMAS DC, et al. Opportunities and challenges for environmental exposure assessment in population-based studies [J] . Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2017, 26 (9) : 1370-1380.
- [6] WEIS BK, BALSHAW D, BARR JR, et al. Personalized exposure assessment : promising approaches for human environmental health research [J] . Environ Health Perspect, 2005, 113 (7) : 840-848.
- [7] JAKUBOWSKI M. Biological monitoring versus air monitoring strategies in assessing environmental-occupational exposure [J] . J Environ Monit, 2012, 14 (2) : 348-352.
- [8] 鲍宇, 杨晓波. 不同生物样本中 14 种金属暴露生物标志物的比较研究 [J] . 环境与职业医学, 2021, 38 (10) : 1049-1056.
BAO Y, YANG XB. Comparative study of 14 metal exposure biomarkers in biological samples [J] . J Environ Occup Med, 2021, 38 (10) : 1049-1056.
- [9] 蒋梦珂, 陈琦, 丁震, 等. 探索尿镉作为人群镉暴露生物标志物的影响因素 [J] . 环境与职业医学, 2021, 38 (10) : 1057-1062.
JIANG MK, CHEN Q, DING Z, et al. Factors influencing urinary cadmium as a biomarker of human cadmium exposure [J] . J Environ Occup Med, 2021, 38 (10) : 1057-1062.
- [10] 李成橙, 吕跃斌, 陈晨, 等. 中国 9 个长寿地区 65 岁及以上老年人尿镉水平与超敏 C 反应蛋白的关联 [J] . 环境与职业医学, 2021, 38 (10) : 1063-1068.
LI CC, LYU YB, CHEN C, et al. Association of urinary cadmium with high sensitive C-reactive protein among the elderly aged 65 years and older in nine longevity areas of China [J] . J Environ Occup Med, 2021, 38 (10) : 1063-1068.
- [11] 牛玉杰, 褚晨, 庞雅贤, 等. 大学生血清金属水平与抑郁、焦虑关联的横断面研究 [J] . 环境与职业医学, 2021, 38 (10) : 1069-1076.
NIU YJ, CHU C, PANG YX, et al. Association between serum metal levels and risks of depression and anxiety in college students : A cross-sectional study [J] . J Environ Occup Med, 2021, 38 (10) : 1069-1076.
- [12] 刘秋梅, 喻国旗, 张志勇, 等. 广西某金属冶炼厂工人镉暴露与认知相关基因甲基化的关联 [J] . 环境与职业医学, 2021, 38 (10) : 1077-1082.
LIU QM, YU GQ, ZHANG ZY, et al. Associations between cadmium exposure and cognition-related gene methylation of workers in a Guangxi metal smelter [J] . J Environ Occup Med, 2021, 38 (10) : 1077-1082.
- [13] 唐川乔, 彭阳, 张丽娥, 等. 广西某地区老年男性尿液中微量元素钒、钴、铜、镉、钼水平与认知功能受损的关联 [J] . 环境与职业医学, 2021, 38 (10) : 1083-1089.
TANG CQ, PENG Y, ZHANG LE, et al. Relationships between trace elements vanadium, cobalt, copper, strontium, and molybdenum levels in urine and cognitive impairment in elderly men in an area of Guangxi [J] . J Environ Occup Med, 2021, 38 (10) : 1083-1089.
- [14] 黄素丽, 王甜, 温莹, 等. 深圳某医院中老年体检人群血浆金属浓度与动脉粥样硬化的关联 [J] . 环境与职业医学, 2021, 38 (10) : 1090-1098.
HUANG SL, WANG T, WEN Y, et al. Associations of multiple plasma metals with atherosclerosis risk in mid-aged and elderly population from routine physical examination in a hospital of Shenzhen [J] . J Environ Occup Med, 2021, 38 (10) : 1090-1098.
- [15] 林杨, 尹京晶, 孟庆玉, 等. 大气颗粒物暴露儿童血清多环芳烃加合物与白细胞 miR-638 的剂量-效应关系 [J] . 环境与职业医学, 2021, 38 (10) : 1099-1105.
LIN Y, YIN JJ, MENG QY, et al. Dose-effect relationship between serum polycyclic aromatic hydrocarbon adducts and leukocyte miR-638 in children exposed to ambient particulate matter [J] . J Environ Occup Med, 2021, 38 (10) : 1099-1105.
- [16] 张红丹, 徐诚, 王彤, 等. 南京两医院体检人群尿液中有有机磷酸酯代谢物与氧化应激水平的关联 [J] . 环境与职业医学, 2021, 38 (10) : 1106-1112.
ZHANG HD, XU C, WANG T, et al. Associations of urinary organophosphate metabolites with oxidative stress levels in

- physical examination population in two hospitals of Nanjing [J]. J Environ Occup Med, 2021, 38 (10) : 1106-1112.
- [17] 伊梦楠, 臧丹, 易娟, 等. 三氯乙醇和三氯乙酸在诱发三氯乙烯药疹样皮炎中的作用 [J]. 环境与职业医学, 2021, 38 (10) : 1113-1118.
- YI M N, ZANG D, YI J, et al. Roles of trichloroethanol and trichloroacetic acid in trichloroethylene-induced hypersensitive dermatitis [J]. J Environ Occup Med, 2021, 38 (10) : 1113-1118.
- [18] LI H, DAI Y, HUANG H, et al. HLA-B*1301 as a biomarker for genetic susceptibility to hypersensitivity dermatitis induced by trichloroethylene among workers in China [J]. Environ Health Perspect, 2007, 115 (11) : 1553-1556.
- [19] ZHANG J, TIAN Y, WANG W, et al. Cohort profile : the Shanghai birth cohort [J]. Int J Epidemiol, 2019, 48 (1) : 21-21g.
- [20] CAO Z, LIN S, ZHAO F, et al. Cohort profile : China National Human Biomonitoring (CNHBM) -A nationally representative, prospective cohort in Chinese population [J]. Environ Int, 2021, 146 : 106252.
- [21] EVERSON T M, MARSIT C J. Integrating -omics approaches into human population-based studies of prenatal and early-life exposures [J]. Curr Environ Health Rep, 2018, 5 (3) : 328-337.
- [22] VINEIS P, ROBINSON O, CHADEAU-HYAM M, et al. What is new in the exposome? [J]. Environ Int, 2020, 143 : 105887.
- [23] DENNIS K K, AUERBACH S S, BALSHAW D M, et al. The importance of the biological impact of exposure to the concept of the exposome [J]. Environ Health Perspect, 2016, 124 (10) : 1504-1510.
- [24] DEBORD D G, CARREÓN T, LENTZ T J, et al. Use of the "exposome" in the practice of epidemiology : a primer on-omic technologies [J]. Am J Epidemiol, 2016, 184 (4) : 302-314.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 丁瑾瑜)

· 告知栏 ·

《环境与职业医学》第六届编委会青年编委(增补)名单

为了更紧密地吸纳国内外优秀青年学者, 培养编委会的后备力量, 进一步提升期刊的学术水平和影响力, 实现杂志可持续地健康发展, 《环境与职业医学》编辑部于2021年6月启动第六届编辑委员会青年编委增补工作。经过广泛推荐或自荐、多轮严格评选, 最终增补22名青年编委, 名单公布如下。

班 婕	中国疾病预防控制中心	毛振兴	郑州大学
陈敏健	南京医科大学	田耀华	华中科技大学
房中则	天津医科大学	吴春峰	上海市疾病预防控制中心
古晓娜	中国辐射防护研究院	向建军	福建医科大学
黄 敏	宁夏医科大学	徐秋凉	浙江省疾病预防控制中心
黄素丽	深圳市疾病预防控制中心	徐苑苑	中国医科大学
晋小婷	青岛大学	薛 涛	北京大学
李 涵	广西医科大学	杨 飞	南华大学
林 楠	上海交通大学医学院	虞慧婷	上海市疾病预防控制中心
刘 聪	复旦大学	曾晓雯	中山大学
罗 斌	兰州大学	朱珍妮	上海市疾病预防控制中心

《环境与职业医学》编辑部

2021年9月30日