

国际癌症研究所出版《空气污染与癌症》报告

陆殷昊, 郑莹

摘要: 越来越多的证据表明, 空气污染与癌症发病率和死亡率有关。2013 年国际癌症研究所出版了《空气污染与癌症》报告。本文介绍了该报告的缘起、编撰过程和主要内容, 阐述空气污染与癌症的最新研究进展, 为科研人员进一步阅读提供线索, 为政府部门制定政策措施提供参考资料。

关键词: 空气污染; 癌症; 国际癌症研究所; 《空气污染与癌症》

IARC Published *Air Pollution and Cancer* LU Yin-hao, ZHENG Ying (Department of Cancer Control and Prevention, Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China). Address correspondence to ZHENG Ying, E-mail: zhengying@scdc.sh.cn • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: A mounting number of studies have provided evidence that air pollution is associated with increased cancer morbidity and mortality. The present article introduced the cause, compiling plans, and main content of *Air Pollution and Cancer* published by International Agency for Research on Cancer (IARC) in 2013 and summarized updated research progress on this topic, aiming to provide reference for researchers' further studies and governmental agencies' policy making.

Key Words: air pollution; cancer; International Agency for Research on Cancer; *Air Pollution and Cancer*

全球源于机动车、工业生产过程、发电、家用固态燃料燃烧等的排放都会污染环境空气。环境空气污染由大量化学成分组成, 由于污染、气候气象的来源不同, 环境空气污染的理化特征在世界各地存在差异, 但是环境空气污染的混合物总是包含已知使人类致癌的特定化学物。

全球范围内, 空气污染所致疾病负担非常严重。据世界卫生组织全球疾病负担项目的估计, 2004 年因环境空气污染(包括室外和室内空气污染), 导致肺癌的死亡人数即达 62 000 人, 其中因固体燃料燃烧引起室内空气污染所致肺癌的死亡人数约达 16 000 人; 2010 年因环境细颗粒物(PM_{2.5})的暴露导致 320 万人的过早死亡(主要是由于心血管疾病), 其中 22.3 万人死于肺癌。由 PM_{2.5} 导致的肺癌死亡数中超过一半发生在中国和其他东亚国家^[3]。

2013 年 11 月, 国际癌症研究所(International Agency for Research on Cancer, IARC)召开会议, 公布出版《空气污染与癌症》一书, 宣布将室外空气污染物归类为人类致癌物(1 组)。颗粒物是室外空气污染物的主要组成部分, 该报告对其单独作出评估, 颗粒物也被归类为人类致癌物(1 组)。IARC 的评估表明, 肺癌患病风险随颗粒物质和空气污染暴露水平的增高而增加。

IARC 此次出版的《空气污染与癌症》一书, 根据在世界范围内的大量研究对“空气污染与癌症”进行了全面综述, 首次

对空气污染这一现象而不是某一类致癌物进行了全面评估。

1 缘起

自 1971 年以来, IARC 对 900 种以上可能的人类致癌物进行了综合评价, 评价结果结集出版了《IARC 人类致癌物评估专著》(*IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*), 至今已经出版了 106 期。存在于空气中的人类致癌物, 在以往的《IARC 人类致癌物评估专著》中, 其中 14 卷中评估了 17 种空气中的致癌物(表 1), 其中包括了特定的空气污染物、成组的空气污染物、以及与来源相关的混合物, 其中最早的专著出版于 1983 年, 部分致癌物评估更新和再评估已经列入议事日程。

表 1 《IARC 人类致癌物评估专著》已经评估的空气中污染物质、成组的污染物以及与来源相关的混合物

物质	对人类致癌性的总评估*	文献
多环芳香族化合物	2A/2B/3 组	《IARC 人类致癌物评估专著》(1983)
硝基多环芳香族化合物	3 组	《IARC 人类致癌物评估专著》(1984)
沥青	2B/3 组	《IARC 人类致癌物评估专著》Suppl.7 (1987)
苯	1 组	《IARC 人类致癌物评估专著》Suppl.7 (1987)
石棉	1 组	《IARC 人类致癌物评估专著》Suppl.7 (1987)(corr. 45)
氡	1 组	《IARC 人类致癌物评估专著》43(1988)(corr. 45)
柴油发动机尾气	2A 组	《IARC 人类致癌物评估专著》46(1989)
汽油发动机尾气	2B 组	《IARC 人类致癌物评估专著》46(1989)

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2014.0154

[作者简介] 陆殷昊(1987—), 女, 学士, 医师; 研究方向: 慢性病防治;

E-mail: luyinhao@scdc.sh.cn

[通信作者] 郑莹, E-mail: zhengying@scdc.sh.cn

[作者单位] 上海市疾病预防控制中心肿瘤防治科, 上海 200336

续表 1

物质	对人类致癌性的总评估*	文献
二氧化钛	3 组	《IARC 人类致癌物评估专著》47(1989)
二氧化硫	3 组	《IARC 人类致癌物评估专著》54(1992)
三氯乙烯	2A 组	《IARC 人类致癌物评估专著》63(1995) (corr. 65)
炭黑	2B 组	《IARC 人类致癌物评估专著》65(1996)
1, 3- 丁二烯	2A 组	《IARC 人类致癌物评估专著》71(1999)
人造玻璃纤维	2B/3 组	《IARC 人类致癌物评估专著》81(2002)
苯乙烯	2B 组	《IARC 人类致癌物评估专著》82(2002)
被动吸烟	1 组	《IARC 人类致癌物评估专著》83(2004)
甲醛	1 组	《IARC 人类致癌物评估专著》88(2006)

[注]*: 1 组, 对人类是致癌物; 2A 组, 对人类很可能是致癌物; 2B 组, 对人类可能是致癌物; 3 组, 现有的证据不能对人类致癌性进行分类; 4 组, 对人类可能是非致癌物。

空气中的致癌物所造成的疾病负担越来越引起全球关注, 由于肺吸入剂量最大, 故肺癌的疾病负担尤其突出。空气污染作为癌症的危险因素已经研究了多年, 已经明确的是, 归因于环境空气污染所致肺癌占了 3%~5%。但是, 空气污染的致癌状况还没有在全球范围内被系统地回顾过。2003 年 2 月, IARC 人类致癌物评估专业委员会提出就现有空气污染与癌症的证据进行系统评估, 出版一本《空气污染与癌症》的专著, 就空气污染这一现象与癌症的关系作出系统、综合和富有实效性的评估。

2 编撰过程

2004 年 12 月, IARC 人类致癌物评估专业委员会再次召开会议, 对下一步评估空气污染物和成组的空气污染研究进行了计划, 对候选的需要评估和再评估物质的重要和优先程度, 以及评估依据进行了梳理, 结果见表 2。

表 2 IARC 优先评估或再评估的物质

物质(对人类致癌性的总评估)*	优先程度	评估或再评估的依据
炭黑(2B 组)	高	新的流行病学研究 新的动物致癌性数据 机制讨论(超细粒子)
二氧化钛(3 组)	高	新的流行病学研究 机制讨论(超细粒子)
沥青(2B/3 组)	高	几项进行中的流行病学研究和动物致癌性研究
柴油发动机尾气(2A 组)	高	新的流行病学研究
汽油发动机尾气(2B 组)	低	专门做汽油发动机尾气的流行病学研究很少 没有动物致癌性数据
	高	与柴油发动机尾气结合
空气污染, 室外和室内	高	新的流行病学研究
二氧化硫(3 组)	低	新的流行病学研究
	高	与空气污染结合

[注]*: 1 组, 对人类是致癌物; 2A 组, 对人类很可能是致癌物; 2B 组, 对人类可能是致癌物; 3 组, 现有的证据不能对人类致癌性进行分类; 4 组, 对人类可能是非致癌物。

随后几年 IARC 人类致癌物评估专业委员会又召开了 5 次会议, 讨论《空气污染与癌症》专著的编写事宜, 确定了该专

著编写根据 IARC 以往《IARC 人类致癌物评估专著》的结构, 列出与空气污染相关的暴露、人类癌症、实验动物癌症和其他相关证据, 阐明这个议题在暴露特征、大气科学与工程、肿瘤流行病学、肿瘤相关生物测定结果以及空气污染混合物可能致癌机制方面的数据和证据。

室内和室外空气污染的来源非常广泛, 造成室内和室外的空气污染的物质和混合物也复杂多变, 而且还需要考虑特定来源的混合物(如烟草的烟雾) 和由这些混合物组成的混合物(比如烟草烟雾和生物燃料烟)。因此 IARC 专家委员会认为, 要深入讨论空气污染与癌症关系, 要对空气污染特定成分进行评估, 然后扩展到范围更广的空气污染混合物, 最后对空气污染的致癌作用作出大致的评估。

IARC 专家委员会决定从多环芳香族化合物(PAHs)入手, 原因是有机物质的燃烧产生 PAHs, 成为室内和室外空气污染物的重要成分, 将自 1983 年以来已经由《IARC 人类致癌物评估专著》评估过的 PAHs 与癌症的内容进行更新; 随后对室内空气中燃烧相关的污染物, 包括生物质燃料、木材烟、木炭燃烧以及烹饪燃料和烟雾进行专题评估, 这些是目前全球成千上亿人口的主要暴露污染物, 在该专著中能形成单元, 讨论共性问题。这些问题的讨论不仅反映了全球发达国家在这些问题上的最新研究结果, 也将发展中国家的研究和意见纳入进来。

接下来讨论室外空气污染这一议题。室外空气污染很难定义, 因此 IARC 专家委员会决定将重点放在人类活动所产生的污染物上, 尤其是燃烧和生产过程产生的污染物。空气污染在城市地区最突出, 但农村环境也需要纳入。

再接着是针对发动机(包括柴油机和汽油机) 排放造成的污染。毫无疑问, 这类排放是造成城市和农村空气污染的主要原因。这一重要的空气污染源其实是可以透过当代各种技术手段和政策调控加以控制的。而且 IARC 专家委员会已经注意到了目前几项新研究会在接下来的几年中就这一问题提供更多证据。

室外和室内空气污染是含特定致癌物的混合物, 一些已经被 IARC 划分为 1 类致癌物。本专著强调含特定致癌物的混合物应最终归为致癌物, 除非发现混合物各成分间有并未阐明的交互作用。相类似的混合物已经由先前的《IARC 人类致癌物评价专著》评估过, 比如柴油发动机尾气和二手烟。按照 IARC 人类致癌物评估的指南, 对某一特定的空气污染混合物是否是人类致癌物的评估, 取决于与这种混合物有关肿瘤风险的毒理学和流行病学证据, 同时也要考虑混合物中各单独组成成分的致癌活性。由于目前对混合物的研究尚十分困难, 所采用的方法也很局限, 导致缺乏致癌性方面的实验和观察的研究证据, 该专著各章节也对这样的局限进行了讨论。

该专著虽未对特定个体或群体水平的风险进行定量评估, 而其对空气污染致癌性进行了总的评价, 对于制定高层次的预防和控制策略必然会产生影响。

3 内容介绍

经过近 10 年的努力, IARC 于 2013 年 11 月出版了《空气污染与癌症》。该书的电子出版物在 IARC 主页(www.iarc.fr)上供

免费下载。该书共十三章, 包括以下内容。

第一章为工作组报告。充分体现了IARC咨询小组的意见建议。

第二章介绍了空气污染物的地理分布和监测情况。最常监测的污染物有: (1) 气体: SO_2 , NO_2 , 臭氧和一氧化碳; (2) 颗粒物的指示物: 总悬浮颗粒物, 黑烟, $<10\mu\text{m}$ 的颗粒物 (PM_{10}) 和 $<2.5\mu\text{m}$ 的颗粒物 ($\text{PM}_{2.5}$)。该章也阐述了在空气污染地域差异的方法学研究所取得的进展; 这些新的方法应用于两种不同领域: 研究跨大区域或洲的差异, 以及一个城市或相对局限区域内的地理分布的差异, 用来估计各种污染物的污染水平和时空变异。

第三章描述人类对空气致癌物的暴露状况。空气污染物包括一次污染物(primary pollutants)和二次污染物(secondary pollutants)。一次污染物是当地产生, 由污染源直接排放的污染物, 二次污染物是区域产生, 经大气加工被充分转化的污染物。它们的分布特点不同。人类活动的家庭住所、工作场所、公共场所、其他室内环境、交通和户外都有释放空气致癌物的来源, 这些混合的污染源会有不同的组成, 可能造成不同的健康效应。人体对空气污染物的暴露会受到以上各种因素的影响。

该书随后撰写了室内和室外空气污染的几个独立的专题评估报告, 分别是燃烧排放(第四章)、汽油和柴油发动机排放(第五章)、家用生物质燃料燃烧(第六章)、家庭住所空气污染(第九章), 详细介绍了污染物的排放、暴露来源、对健康的影响、控制排放的措施以及未来发展趋势。空气污染对健康的影响除了引起肺癌, 还会引起其他类型的癌症, 如室外空气污染与膀胱癌风险的增加呈正相关, 生物质燃料的燃烧产物与女性上呼吸道与消化道肿瘤的风险增加有关。这些室内和室外空气的特定致癌物或致癌物来源是大量研究和针对性控制措施的重点。

有机物不完全燃烧产生的PAHs在环境空气中是普遍存在的。第七章讨论了PAHs的环境来源与人类暴露、生物监测、毒理学与动物致癌性研究、人类致癌性研究与人类易感性。

第八章探讨了确定优先评估有害空气污染物的方法和面临的挑战, 介绍了美国主要监管的两类空气污染物: 标准空气污染物(包括臭氧、一氧化碳、微粒物质、铅、二氧化硫和一氧化氮)和有害空气污染物以及四种描述和评估优先污染物的方法和数据: 排放毒性化学品目录、综合风险信息系统、国家空

气毒物评估和主观评估(subjective evaluation)。对于公共卫生机构而言, 确定优先评估的污染物, 可以确保资源用于寻找最大的公共卫生风险上, 并且寻求最佳的降低风险的解决方案。这些内容对流行病学家、公共卫生研究人员(尤其是肿瘤、环境卫生)及管理者有指导意义。

第十章至第十三章着眼于“空气污染与癌症”的实验性研究。分别涉及使用实验数据来评估空气污染混合物的致癌性, 空气污染致肺癌的机制: 来自实验和人类研究的遗传毒性和分子标志物证据, 空气污染的生物标志物: DNA 和蛋白质加合物以及空气污染与其他因子的联合效应。这些对毒理学家和肿瘤生物学家的进一步研究会有所裨益。

近年来, 全球空气污染问题日趋严重, 特别是我国大陆各地频现雾霾天气, 污染物浓度超标严重, 以2013年 $\text{PM}_{2.5}$ 监测结果为例, 达标城市比例仅为4.1%。京津冀13个城市有半年以上时间空气质量不达标^[4]。这本出版物的问世, 有利于提高各国政府部门对空气污染严重性的认识, 为各国制定相应的防控政策和措施提供依据。同时, 通过这本出版物对于全球在空气污染与癌症研究方面的总结, 可以了解全球在该领域已经做的研究工作、尚需要投入的研究领域, 以及普遍采用的研究方法, 对于各国规划空气污染与健康相关科学研究也极具参考价值。

· 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] STRAIF K, COHEN A, SAMET J. Air Pollution and Cancer. (IARC Scientific Publication No. 161). [2014-03-07]. <http://www.iarc.fr/en/publications/books/sp161/index.php>.
- [2] International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. [2014-03-01]. <http://www.iarc.fr/en/publications/list/monographs/index.php>.
- [3] LIM SS, VOST T, FLAXMAN AD, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable analysis for the Global Burden of Disease Study 2010[J]. Lancet, 2012, 380(9859): 2224-2260.
- [4] 中国环境保护部. 2013年中国环境状况公报. [2014-03-07]. <http://www.zhb.gov.cn/zhxx/hjyw/201406/W020140605385940287254.pdf>.

(收稿日期: 2014-03-17)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 洪琪; 校对: 王晓宇)

(上接第647页)

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国务院令. 国务院关于修改《工伤保险条例》的决定(第586号)[EB/OL]. (2010-12-24)[2014-01-01]. http://www.gov.cn/jflg/2010-12/24/content_1772226.htm.
- [2] 中华人民共和国卫生部. GBZ 70—2009 尘肺病诊断标准[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2009.
- [3] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 职业病诊断与鉴定管理办法(卫生部令第91号)[EB/OL]. (2013-03-18)[2014-01-01].

<http://www.moh.gov.cn/fzs/s3576/201302/e9e9702d6a7943becb6a16236a449258d.shtml>.

- [4] 丁巍. 中华人民共和国职业病防治法释义及实用指南[M]. 北京: 研究出版社, 2001: 15.
- [5] 信春鹰. 中华人民共和国职业病防治法释义[M]. 北京: 中国法律出版社, 2012: 122.

(收稿日期: 2014-01-23)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 丁瑾瑜)