

沙尘暴对人体健康影响的研究现状*

孟紫强¹, 胡敏², 郭新彪³, 李德鸿⁴, 潘小川³

沙尘暴是指强风把地表沙尘卷入空中,使空气特别混浊,水平能见度低于 1 km 的天气现象^[1]。它的发生与土地沙漠化区域相联系,全世界有 4 大沙尘暴多发区,分别位于中亚、北美、中非和澳大利亚。我国的沙尘暴区属于中亚沙尘暴区的一部分,主要发生在北方地区。从对我国强沙尘暴个例谱的统计分析表明,我国西北地区最大的强沙尘暴出现区域,是西起吐鲁番、哈密地区,东接甘肃河西走廊,北连内蒙古阿拉善盟,延伸到河套地区。另外在北疆克拉玛依地区、南疆的和田地区和青海西北地区还有 3 个局地性沙尘暴区。沙尘暴中的细颗粒物在西北风带的推动下,横穿我国华北和华东地区,飞越黄海、朝鲜和日本,被传输到北太平洋西部,有时还可以被送到美国的阿拉斯加乃至北极圈,波及大半个北半球,对这些地区的气象、海洋、地表、大气环境及环境生态产生种种微妙的影响。目前国内、外科学家从气象、大气环境、环境化学和环境保护等领域进行研究,在沙尘暴形成机制、传输途径、元素组成、气象特点、环境影响等方面取得了许多进展^[2]。

近半个世纪以来,强沙尘暴发生强度和次数在我国明显呈上升趋势^[2]。加之,强沙尘暴可将其细颗粒物长途传输数千公里而进入人口密集的城镇和大都市(如北京、太原等)恶化环境,影响广大居民的健康。因此,研究沙尘暴对人体健康的影响有重要的科学意义和应用价值。为此,本文综述了沙尘暴对人体健康影响研究的现状及不足,以提示应重视开展这方面的研究。

1 沙尘暴颗粒物理化特性的研究

与国际上沙尘暴研究相比,我国沙尘暴天气研究起步较晚。美国等许多国家在本世纪 30 年代就开始了沙尘暴的分布、形成、监测及对策的系统研究。国外对撒哈拉沙漠沙尘暴天气的研究已发展到概念模式的阶段,对沙尘的远距离输送也有比较系统的研究。日本名古屋大学对起源于我国西北沙尘暴的成因、传输途径和环境化学等进行了研究^[3]。我国从 20 世纪 70 年代后,各学科才逐渐开始在各自的领域进行较深入地研究,在沙尘暴的成因、传输、强度分级、预测预报等方面取得了一定进展。沙尘暴不仅含有大量粗砂粒,而且携带大量细颗粒物,这些细颗粒物可以进入呼吸道。然而,沙尘暴细颗粒物的理化特征的研究仍然很少,尚处于粒径分布、无机元素分析及颗粒物行为的研究阶段^[4]。由于粒径 $\leq 2.5 \mu\text{m}$ 细颗粒物可吸入人体呼吸道深处,引发肺损伤效应。因此,对细颗粒物的理化特征研究,尤其从人体健康的角度探讨沙尘暴细颗粒物的理化特征更为重要。然而,对沙尘暴这方面的研究,在国内外均为少见。

2 沙尘暴对大气环境影响的研究

沙尘暴细颗粒物在大气中停留时间长、输送距离远,途经污染严重的城市地区,与城市大气污染物相互作用。因而,沙尘暴对环境的影响在很大程度上取决于其中的细颗粒物。这些细颗粒物对环境的影响主要体现在(1)恶化城市环境质量(2)降低大气能见度(3)增加大气多相化学反应的场所;(4)长距离输送并沉降可导致区域性污染(5)直接反射和通过成云间接反射太阳辐射,影响地球气候变化。其中,沙尘细颗粒物与城市气态污染物的相互作用对大气化学与大气环境质量起着重要作用。目前国际上对此开展的研究包括:光氧化剂在细颗粒物表面的耗损、痕量气体如氮氧化物的转化、有机污染物的光氧化和降解反应,以及过渡态金属(如 Fe、Mn、Ti)离子的光催化氧化^[5]。

3 沙尘暴对健康影响的研究现状

关于沙尘暴对健康影响的研究,国内、外文献报告均甚少。沙尘暴发生时大量的颗粒物被扬起,同时在颗粒物形成和长途传输过程中,发生了大量的化学和生物学污染,对大气环境和人类健康带来极大的危害。研究显示,亚洲地区沙尘暴在源地的粒径主要分布在 30~10 μm 范围内,占 50% 以上,但经过远距离输送后,则演变成尘暴或浮尘暴,粒径在 10 μm 以下的颗粒物占 55% 以上^[6];可吸入颗粒物(PM_{10})特别是细颗粒物($\text{PM}_{2.5}$)由于吸附性强,可携带重金属、硫酸盐、有机物、病毒等进入呼吸道和肺部。 PM_{10} 主要沉积在气管和支气管, $\text{PM}_{2.5}$ 可到达肺泡,危害更为严重。Kwaasi 等^[7]用皮刺试验(SPT)和火箭免疫电泳方法研究了沙尘暴粉尘中的气溶胶致敏源和抗原,发现猫皮屑(cat dander)、阿拉伯树脂(Acacia)、曲霉毒素(Aspergillus)、藜菌属(Chenopodium)、分生孢子菌属(Cladosporium)、百慕大草(Bermuda grass)及其提取液均呈阳性,在沙尘暴期间取样用琼脂平皿培养 6h 发现细菌和霉菌分别较非沙尘暴期间高 100% 和 40%。研究结果认为,沙尘暴是潜在的过敏性和非过敏性系统疾病的激发因素。近年来国外研究表明,沙漠暴与风湿病、黑热病、尤其与肺炎有关^[8-13]。Korenyi-Both 等报道沙漠暴可引起沙漠暴肺炎(desert storm pneumonitis)^[9]。Nouh 把沙漠暴引起的肺疾患称为沙漠肺综合征,认为这是一种非职业性尘肺^[8]。Kurashi 等还对沙漠暴在沙乌地阿拉伯王国引起的急性细菌性、非典型性肺炎进行了研究^[13]。我国对沙尘暴造成人群健康的危害研究基本上还是空白。由此可见,沙尘暴细颗粒物对呼吸系统疾病的流行病学研究尚处在局部的、小规模、初步研究的水平上,有关沙尘暴与心血管病流行病学及沙尘暴的毒理学作用的研究也较少见。

4 空气颗粒污染物对健康影响研究的启示

沙尘暴对人体健康的影响在很大程度上与其携带的细颗粒物有密切关系。尽管关于沙尘暴颗粒物与健康的研究报告甚少,然而国内外有关空气颗粒污染物对居民健康影响的报道却有很多。研究发现,空气颗粒污染物可引起急性和慢性支气管炎、哮喘、肺炎、甚至肺癌等呼吸道和心血管疾病,尤其

* 基金项目:国家自然科学基金重点项目资助(30230310)

作者单位:1. 山西大学环境医学与毒理学研究所,太原 030006 2. 北京大学环境科学中心 3. 北京大学医学部公共卫生学院 4. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所

作者简介:孟紫强(1939-),男,山西省临汾市人,教授,博士生导师,研究方向:环境医学与毒理学。

对易感人群(老人和儿童)的危害更大^[14~17]。Pope 等研究呼吸系统疾病和空气中细颗粒物污染的关系发现,当空气中 24 h PM_{10} 超过 $150 \mu g/m^3$ 时,儿童住院人数增加 3 倍,成人增加 44%;当平均 $PM_{10} \geq 50 \mu g/m^3$ 时,儿童和成人平均住院人数分别增加 89% 和 47%。欧洲 10 个国家的 15 个城市参加执行一项“空气污染与健康:欧洲方案”(The Air Pollution and Health:an European Approach, APHEA)项目^[38],用流行病学时间序列分析评价空气污染对健康的短期效应。最近的流行病学研究表明,居民日患病率和日死亡率与室外空气颗粒物污染有关。Samet 等对 1987~1994 年间美国 20 个大城市的日死亡率与室外大气细颗粒物污染的关系进行研究,指出死亡率的增加与大气颗粒物(PM_{10})有关,而与 SO_2 、 NO_2 、 O_3 、 CO 等无关。 PM_{10} 每增加 $10 \mu g/m^3$,总死亡率增加 0.51%,心血管和呼吸系统疾病死亡率增加 0.68%,认为大气细颗粒物水平的监控应当加强。Nevalainen 等研究指出,美国当前大气颗粒物水平不仅与短期的而且与长期的心血管、呼吸系统疾病和死亡率有关,心血管病死亡率高的国家(如美国)应重视颗粒物空气污染^[17]。Thurston 研究指出, PM_{10} 在急性污染的情况下可明显增高死亡率(如 1952 年发生的伦敦烟雾),在正常情况下,即使在颗粒物大气质量标准之下也与死亡率有关。 PM_{10} $100 \mu g/m^3$ 24 h 急性暴露时,一般人群的相对危险度(RR_s)约 1.05~1.10,而在老年人、病人等敏感人群 RR_s 将更高。研究指出, PM_{10} 的健康效应还与其化学成分有关,强调细颗粒物,特别是超细颗粒物成分、 SO_4^{2-} 、酸性的健康效应还与其化学成分有关。Goldsmith 等认为大气颗粒物污染与哮喘的发生有关,其他污染物如何与颗粒物联合作用的尚待研究。Pope 等研究指出,基于流行病学研究,推测对于细颗粒物诱发肺炎的全身性反应,包括细胞因子的释放和心律功能的变化,可能是肺心病与颗粒物污染关联的病理机制之一。老年人、儿童、患有肺心病、流感、哮喘的病人对于短期急性颗粒物污染暴露很敏感,可引起死亡率、发病率或疾病加重率增加。其他方面的敏感人群可能会引起轻微健康效应,例如呼吸综合征、肺功能降低及其它生理改变的暂时性增加。慢性暴露研究指出,长期反复暴露细颗粒物产生的积累效应具有相当广泛的敏感性,导致高污染环境中的居民平均寿命减少。荷兰 van der Zee 等研究指出,具有慢性呼吸综合征的儿童比正常儿童对 PM_{10} 的健康效应更为敏感,医学治疗也不能降低这种敏感性。英国 Seaton 等研究指出,空气中超细颗粒污染物可引起肺泡炎,介质释放,在敏感的个体还可引起肺疾患剧增,血凝增加,使心血管疾病增多。最近的流行病学研究发现,日发病率和日死亡率与室外空气颗粒物污染有关。Campen 等提出颗粒污染物的生物活性金属成分与它的许多急性的和迟发性的损害作用有关。整体动物研究表明,大鼠只吸入 V 不能引起心搏和体温的改变,只吸入 Ni 可引起心搏缓慢,而 V 和 Ni 同时吸入可引起比单独吸入 Ni 更大的心搏和体温的改变。作者认为颗粒物所含的不同金属之间可能存在着协同关系^[15]。

国内对空气颗粒物污染与健康关系的研究也有很多报道。中国预防医学科学院等对云南宣威空气污染与肺癌的关系等进行了研究^[18~20]。在国内大气污染物 SO_2 和颗粒物的毒理作用研究方面,孟紫强和杨文敏等联合组成的项目组经过 20 余年的确数,发表了 50 余篇有关论文,其中 15 篇被 SCI

收录。其研究了 SO_2 的致突变作用、As、Hg、Ni、F、Se 等的毒理作用,研究了太原地区大气颗粒污染物及其提取物在呼吸道的沉积部位、肺毒性、致突变作用、免疫和遗传毒理作用等^[14]。这些研究为沙尘暴对健康影响的研究提供了理论、技术和方法打下了扎实的基础。

总之,沙尘暴与健康关系的研究不论在研究对象还是在研究领域上均是富有创新性、理论性和应用性的。它将揭示沙尘暴对健康影响的特点和规律,为防止沙尘暴对人体健康的影响提供科学依据。由于我国沙尘暴是波及北半球的自然灾害现象,开展这方面研究不仅将受到国内全社会的重视,而且也将有一定的国际影响。因此,有计划、综合地进行沙尘暴对健康影响的研究是十分必要和刻不容缓的。

参考文献:

- 王式功,董光荣,陈惠忠,等.沙尘暴研究的进展[J].中国沙漠,2004(4):349-356.
- 周自江.近 45 年中国扬尘和沙尘暴天气[J].第四纪研究,2001,21(1):9-17.
- 全浩.关于黄沙研究与进展[J].环境科学研究,1994,7(6):1-12.
- 牛生杰,章澄昌,等.贺兰山区沙尘气溶胶粒子谱分布的观测研究[J].大气科学,2001,25(2):243-252.
- Dentener F J, Carmichael, Zhang Y, et al. Role of mineral aerosol as a reactive surface in the global troposphere[J]. J Geophys Res, 1996, 101: 869-889.
- 张宁, 倾继祖, 黄维, 等. 沙尘暴对大气背景值的影响及遥感技术应用研究[J]. 甘肃环境研究与监测, 1997, 10(3): 14-19.
- Kwaasi AA, Parhar RS, et al - Mohanna FA, et al. Aeroallergens and viable microbes in sandstorm dust. Potential triggers of allergic and nonallergic respiratory ailments[J]. Allergy, 1998, 53(3): 255-265.
- Nouh Ms. Is the desert lung syndrome (nonoccupational dust pneumoconiosis) a variant of pulmonary alveolar microlithiasis? Report of 4 cases with review of the literature[J]. Respiration, 1989, 55(2): 122-126.
- Korenyi - Both AL, Korenyt - Both AL, Molnar AC, et al. AI Eskan disease: Desert Storm pneumonitis[J]. Mil Med, 1992, 157(9): 452-462.
- Korenyi - Both AL, Korenyi - Both AL, Juncer DJ. AI Eskan disease: Persian Gulf syndrome[J]. Mil Med, 1997, 162(1): 1-13.
- West SG. Rheumatic disorders during operation desert storm[J]. Arthritis Rheum, 1993, 38(10): 1487-1491.
- Killick - Kendrick R, Peters W. Leishmaniasis and desert storm[J]. Trans R Soc Trop Med Hyg, 1992, 86(8): 698-701.
- Kurashi NY, et al - Hamdan A, Ibrahim EM, et al. Community acquired acute bacterial and a typical pneumonia in Saudi Arabia. Thorax[J]. Mil Med, 1992, 157(2): 115-118.
- 孟紫强. 环境毒理学[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000. 338-380.
- Campen MJ, Nolan JP, Schladweiler MC, et al. Cardiovascular and Thermoregulatory Effects of Inhaled PM - Associated Transition Metals: A Potential Interaction between Nickel and Vanadium Sulfate[J]. Toxicol Sci, 2001, 64: 243-252.
- Samet JM, Dominici F, Currier FC, et al. Fine particulate air pollution and mortality in 20 US cities, 1987-1994[J]. N Engl J Med, 2000, 343: 1742-1749.
- Nevalainen J, Pekkanen J. The effect of particulate air pollution on life expectancy[J]. Sci Total Environ, 1998, 217: 137-241.
- 马洪宝. 上海市大气颗粒物污染对居民呼吸系统的影响[J]. 中国公共卫生学报, 1991, 10(2): 75-78.
- 何兴舟. 宣威肺癌危险因素研究概述(1979-1993)[J]. 卫生研究, 1995, 24(4): 203-206.
- 董景五. 1990~1991 年北京市城区大气污染与每日居民死亡关系的研究[J]. 卫生研究, 1995, 24(4): 212-214.