

大气污染及对人体健康的影响

郭蕾 综述 金银龙 审校

中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所, 北京 100021

摘要: 大气污染是由来已久的环境问题, 国内外大量流行病学研究证明大气污染与许多健康效应直接或间接相关, 可以对人体呼吸系统、心血管系统、免疫功能产生一定的危害, 造成肺功能下降、心肺疾病门诊量的增加和死亡率的升高。本文综述了近年来国内外有关大气污染对人体健康影响的流行病学研究, 并提出今后开展此类研究的建议。

关键词: 大气污染 健康影响

中图分类号: X503.1 R181.23

文献标识码: A

Outdoor air pollution and its health impacts

Guo Lei, Jin Yinlong

Institute for Environmental and Health Related Product Safety,

Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100021, China

Abstract Air pollution is a major blot on our environmental health scorecard. Finding from many epidemiological studies showed that air pollution contributed to many health impact, being harmful to respiratory system, cardiovascular system and immune system, and was associated with declined lung function, increased hospitalization and cardio-respiratory mortality. These health impacts occurred even at exposure levels below those stipulated in current air-quality guidelines. In this paper, some findings from epidemiological studies were reviewed, and some considerations for the future study on this subject were emphasized.

Key words: outdoor air pollution, health effect

大气污染是随着产业革命的兴起、现代工业的发展、城市人口的密集、煤炭和石油燃料使用量的迅猛增长而产生的。发展中国家的大气污染主要由燃煤产生, 主要成分是颗粒物、 SO_2 、 CO_2 、 CO 、苯并芘以及吸附于颗粒物表面的各种金属; 西方发达国家的大气污染主要由汽车排出的废气引起, 据估计每年死于汽车尾气污染的人数是死于交通事故人数的 2 倍^[1]。Fisher 等甚至认为如果通过提高公共交通的使用率来减少私人汽车的拥有量, 并使用污染控制策略, 那么挽救的生命数将远大于每年死于艾滋病(AIDS)、恶性肿瘤或者工伤的人数^[2]。近年来空气中细颗粒物($\text{PM}_{2.5}$)和超细颗粒物(PM_1)及其对人体健康的影响的研究成为大气污染的研究热点。

1 大气主要污染物

城市中的大气污染, 由于污染物的来源相似, 往往是悬浮颗粒物和气态污染物(氮氧化物、臭氧、一氧化碳、和其他大气污染物)共同存在^[3], 并且由于污染物的水平与气象因素(风向和风速)有关, 随着位置和时间不同污染物水平变化非常显著, 这使得很难把单一污染物产生的健康效应从总体效应中区分开来, CO 是目前唯一可以获得暴露生物指示物(红细

胞中的碳氧血红蛋白)的一个主要污染物。

研究者发现大气污染物中颗粒物的大小和组成成分是造成心肺影响的主要因素^[4]。由于细颗粒物进入肺部的深度比大颗粒深, 引起不良效应的作用更大, 因此近年的研究焦点已转移到细颗粒物 $\text{PM}_{2.5}$ 和超细颗粒物 PM_1 上, 特别是颗粒物上吸附的致癌化学物质(苯、苯并芘等), 被认为是大气污染引起肺癌的重要危险因素^[5]。

CO_2 是由燃烧引起的另一种大气污染物, 没有直接的健康效应。但却是产生“温室效应”的主要气体, 可以导致全球气候的改变, 从而间接导致由气候改变引起的健康效应, 所以污染问题也不用忽视。

2 大气污染对人群健康的不良影响

过去的 20 年里, 在大气污染对人体健康的影响方面已经开展了大量的流行病学研究。流行病学研究证明从轻微的呼吸系统症状的产生到心肺疾病的门诊人数和死亡率的增加都与大气污染有密切关系, 但是低浓度的大气污染与心肺疾病死亡率增加的这种关系并没有得到很好地解释^[4]。最近美国的胸科协会(ATS)提出大气污染导致的不良的健康影响不仅应包括临床的一些症状和效应(比如门诊病人的增加, 肺功能的减少和心肺疾病死亡率的增加)还应该重视有此带来的亚临床症状和生存质量的下降^[6]。但是大气污染和健康的关

取决于暴露的水平,暴露人群本身的健康状况和年龄,因此一些研究结论可能相互矛盾。下面将近几年来流行病学研究得到的大气污染引起的主要健康效应综述如下:

2.1 大气污染与死亡率

近年来许多流行病学研究表明长期暴露在大气污染中与死亡率相关。Pope等通过美国癌症协会收集的16年的资料,涉及500000名居住在大城市的美国人的死亡原因风险因素的数据,他将这些数据与该地区同期的空气污染数据进行了比较,在排除了吸烟、饮食、职业因素、地理变异等风险因素后发现,空气中的细颗粒物、SO₂和其它相关污染物与总死亡率、肺心病死亡率、肺癌死亡率相关,空气中的细颗粒物每升高10⁴g/m³,全死因死亡率、肺心病死亡率、肺癌死亡率的危险性分别增加4%、6%和8%。但是由于这些数字是对各个城市的数据取平均值后得出的,因此并不能准确地说明具体的风险情况。在污染较为严重的地区相对危险度可能会更高^[9]。井立滨等的研究结果也表明严重的大气污染与总死亡率、慢性阻塞性肺部疾病(COPD)、冠心病(CHD)、心血管疾病(CVD)的死亡率存在着明显的联系,总悬浮颗粒物(TSP)每增加100⁴g/m³其OR估计值分别为1.08、1.24、1.24、1.08^[7]。SO₂对心血管疾病的影响主要是造成肺部疾患,肺动脉压升高,导致肺心病。Saldiva在圣保罗市进行的一项调查,以多元回归分析了NO_x浓度与儿童呼吸道疾病死亡率间的关系,经季节气象因素校正后发现大约30%的儿童呼吸道疾病死亡率与NO_x日均浓度相关^[8]。大多数的流行病学研究都应用时间-序列分析方法来研究每日死亡率和每日的污染物浓度(同一天或前一天)之间的关系,但是这种方法不能用于确定增长的死亡率是否反映了期望寿命的显著降低^[4]。

2.2 大气污染与呼吸系统疾病

呼吸是空气中悬浮颗粒物和其他有害物质进入人体的主要途径之一,呼吸系统是大气污染物直接作用的靶器官。SO₂对上呼吸道粘膜有强烈的刺激作用,侵害呼吸道,使肺泡性减弱,引起气管炎、支气管哮喘或使其加重。NO_x,尤其是NO₂可直接侵入肺泡内巨噬细胞,释放蛋白分解酶,破坏肺泡。Pikhart调查了3680名儿童,多水平分析结果显示,NO₂每升高10mg/m³,儿童喘息发作的危险性增加1.16倍,SO₂每升高10mg/m³,儿童喘息发作的危险性增加1.08倍^[9]。金银龙等在调查了太原市不同程度大气污染与健康的关系后表明,燃煤产生的LNSO₂、LNTSP、LNPM₁₀、LNPM_{2.5}每增加一个单位,成人呼吸系统疾病和症状发生的危险性分别增加1.39倍、1.71倍、1.67倍和1.79倍^[10]。而Zee在调查了489名50~70岁的成年人呼吸系统健康与大气污染的关系指出大气污染只与先前具有呼吸系统症状的成年人有关^[11]。此外,大气污染所引起的负健康效应是多种污染物共同作用的结果,SO₂与TSP对心血管疾病的影响有协同作用,其中SO₂与烟尘共同存在时的联合作用比SO₂的单独危害大的多^[12]。

吸烟已被确认为肺癌的主要病因,但在吸烟者比例相近情况下,城市越大,工业污染越严重肺癌死亡率越高,这种现象难以用吸烟解释。Nyberg等在瑞典40~75岁人群中进行的一项病例-对照研究显示在平衡了吸烟、社会经济状况、室内氡和职业暴露的条件后,暴露于超过30年的交通污染引起的NO_x污染,肺癌的危险性增加1.2倍,指出城市大气污染增

加了肺癌的危险性,其中汽车尾气的污染尤为重要^[13]。Bee-son调查了6338名27~75岁的非吸烟者发现,男性肺癌患病率与PM₁₀和SO₂的平均浓度呈正相关^[14]。Cohen等人认为大气污染与肺癌的患病率的关系证据来源于对肺癌发病趋势的研究,对职业暴露的研究,城乡居民的患病情况比较和一些病例对照和队列研究,但是基于动物实验的结果估计大气污染对肺癌的贡献率一般都比较低,因此只有对一般人群进行更完善的流行病学调查,应用新的流行病学方法,特别是改进对暴露于混合性大气污染的人群的描述才能使我们更准确的估计大气污染引起的超额癌症的数量^[15]。

2.3 大气污染与肺功能

肺功能是反映人体呼吸功能的生理指标,又是评价空气污染及其它有害因素对呼吸系统不良影响和反映肺部疾患的早期效应指标。Jedrchowski等人对波兰的1001名青春前期儿童进行了调查,发现在低暴露水平下,居住在城市中心的正常儿童经过调整的平均肺功能增长率都比较低。他们认为城市空气污染与青春前期儿童的肺功能发育迟缓可能有一定的关系^[16]。Gaudeman等人连续四年观察两个队列人群,1678名南加州儿童发现,肺功能的显著降低与暴露于酸性气体、NO₂和PM_{2.5}的颗粒有关。酸性气体暴露下最大中期流速(PEFR)的平均年增长率和1秒末呼气流速(FEV1)分别下降11%($P=0.005$)和5%($P=0.03$),最大中期流速与用力肺活量的比值也相应减少^[17,18]。但也有报道长期暴露于大气污染较重环境中的儿童反映大气道功能的肺活量指标用力肺活量(FVC)、FEV1、以及PEFR未见明显改变,说明大气污染对儿童肺功能的影响主要发生在小气道。造成小气道功能显著受阻的原因是儿童的支气管相对较直,有利于空气动力学直径<5 μ m的细小颗粒物进入细支气管和肺泡滞留,从而增加了黏膜受损的机会^[19]。

2.4 大气污染与免疫

环境污染物对机体免疫功能的影响一方面是诱发机体出现超常的免疫反应如变态反应,国外的一些流行病调查发现近年来工业化国家空气污染严重的地区过敏性疾病的患病率升高,他们发现悬浮颗粒物可以使大鼠IgE抗体的产生增加,人体鼻腔灌洗液中总IgE和特异性IgE的水平升高^[20]。Poloska认为随着城市化的进程和交通运输的发展,由汽车尾气带来的交通污染是过敏性疾病的主要危险因素,由汽车排出的颗粒物污染可以介导过敏性炎症,增强IgE应答和提高气道超敏反应^[21]。大气污染还可使机体免疫监视功能低下,导致机体对感染其他疾病的抵抗力降低。长期生活在大气污染环境中的儿童在未出现临床症状前,机体免疫功能已有不同程度的降低。席淑华等对某市随机抽取的300名小学生进行了免疫功能的测定,发现唾液中分泌型免疫球蛋白A重污染区(72.25IU/ml)显著低于轻污染区(91.86IU/ml)($P<0.01$),大气污染对儿童非特异性免疫功能的影响与年龄、接触污染物的时间和浓度有明显的正相关关系^[22]。

3 其它健康效应

心率变率(HRV)是衡量心脏自律功能变化的指标,心率变率下降与心脏病患者和正常人群的死亡率存在相关性。Mishni等人重点研究了大气中颗粒物暴露对HRV的短期影响,他们发现暴露水平与心率变率下降之间存在一定的剂量

一反应关系^[23], 并指出颗粒物暴露可能通过直接提高交感神经应激反应性或间接通过影响由肺部产生的能引起炎症的细胞因子来影响心脏的自律神经系统。研究者认为虽然这一相关性的远期临床意义尚不明确, 但发现空气中的悬浮物质的短期暴露会对健康成年人的心脏自律功能产生不良的影响还是应引起重视。此外, 大量流行病学研究还显示大气污染与医院的每日门诊量有关系^[24,25], 主要是呼吸系统疾病的(尤其是哮喘和慢性阻塞性肺部疾病), 美国的一项研究显示大气中 PM_{10} 浓度上升 $10\mu g/m^3$, 儿童哮喘的就诊率随之增加 3% ~ 6%^[26]。

4 结语

综上所述, 大气污染的危害是多方面和多层次的, 它与人群的健康状况息息相关。今后应把重点放在寻找敏感的生物标志物上, 关注暴露引起疾病的早期效应, 争取在制订和修改大气环境标准时以人们因暴露在空气污染中患心肺疾病及癌症的早期标志为基础。对大气环境的监测, 应由单纯的对大气污染物的监测发展为对居民或生物体内污染物负荷乃至疾病指标的监测。同时能将研究范围进一步扩大, 对 $1.0\mu m$ 以下的超细悬浮颗粒物暴露造成的生理反应, 如血清的急性期反应物、炎症介导因子的基因表达等进行深入的研究。

5 参考文献

- 1 Kunzli N, Kaiser R, Medina S, et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution; a European assessment. *Lancet*, 2000, 356: 795—801
- 2 Fisher G, Rolfe KA, Kjellstrom T, et al. Health effects due to motor vehicle air pollution in New Zealand. Wellington: Ministry of Transport, 2002 156—158
- 3 Air quality guidelines for Europe. Update version. Geneva: World Health Organization, 2001
- 4 Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. *Lancet*, 2002 360: 1233—1242
- 5 Pope CA 3rd, Burnett RT, Thun MJ. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA*, 2002 6: 287(9): 1132—1141
- 6 Official Statement of American Thoracic Society. What constitutes an adverse health effect of air pollution? *Am J Respir Crit Care Med*, 2000, 161: 665—673
- 7 井立滨, 秦怡, 徐肇翊. 本溪市大气污染与死亡率的关系. *中国公共卫生*, 1999 15(3):
- 8 Saldiva PH, Pope CA 3rd, Schwartz J, et al. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in Sao Paulo, Brazil. *Arch Health*, 1995 50(2): 159—163
- 9 Pikhart H, Bobak M, Kriz B, et al. Outdoor air pollution of nitrogen dioxide and sulfur dioxide and prevalence of wheezing in school children. *Epidemiology*, 2000, 11(2): 153—160
- 10 金银龙, 程义斌, 王汉章, 等. 煤烟型大气污染对成人呼吸系统症状及其症状影响的研究. *卫生研究*, 2001, 30(4): 241—246
- 11 Van der Zee SC, Hoek G, Boezen MH, et al. Acute effects of air pollution on respiratory health of 50—70 year old adults. *Eur Respir J*, 2000, 15(4): 700—709
- 12 Gwynn RC. A time-series analysis of acidic particulate matter and daily mortality and morbidity in the Buffalo, New York, region. *Environ Health Prospect*, 2000 18(2): 125—137
- 13 Nyberg F, Gustavsson P, Janup L, et al. Urban air pollution and lung cancer in Stockholm. *Epidemiology*, 2000, 11(5): 487—495
- 14 Beeson WL, Abbey DE, Knutsen SF. Long term concentrations of ambient air pollution and incident lung cancer in California adults: Results from the AHSMOG study, adventist health study on smog. *Environ Health Perspect*, 1998, 106(12): 813—823
- 15 Cohen AJ, Pope CA 3rd, Speizer FE, et al. Ambient air pollution as a risk factor for lung cancer. *Salud Publica Mex*, 1997, 39(4): 346—355
- 16 Jedrychowski W, Flak E, Mraz E. The adverse effect of low levels of ambient air pollutants on lung function growth in preadolescent children. *Environ. Health Prospect*, 1999 107(8): 669—674
- 17 Gaudeman WJ, Gilliland GF, Vora H, et al. Association between air pollution and lung function growth in southern California Children: results from a second cohort. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002 166(1): 76—84
- 18 Gaudeman WJ, McConnell R, Gilliland GF, et al. Association between air pollution and lung function growth in southern California Children. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000 162(4 Pt1): 1383—1390
- 19 孔玲莉, 何庆慈, 许芬, 等. 学龄儿童肺功能的影响因素分析. *中国环境监测*, 2001, 17(7): 91—98
- 20 Takafuji S, Nakagawa T. Air pollution and allergy. *J Investigol Clin Immunol*, 2000, 10(1): 5—10
- 21 Polosa R. The interaction between particulate air pollution and allergens in enhancing allergic and airway response. *Curr Allergy Asthma Rep*, 2001, 1(2): 102—107
- 22 席淑华, 孙文娟, 叶丽杰. 大气污染对儿童健康所致潜在危害研究. *环境与健康杂志*, 2000, 17(1): 26—28
- 23 Magari SR, Hauser R, Schwartz J, et al. Association of heart of variability with occupational and environmental exposure to particulate air pollution. *Circulation*, 2001, 104(9): 986—991
- 24 Petroschevsky A, Simpson RW, Thalib L, et al. Association between outdoor air pollution and hospital admissions in Brisbane, Australia. *Arch Environ Health*, 2001, 56: 37—52
- 25 Atkinson RW, Anderson HR, Strachan DP, et al. Short-term associations between outdoor air pollution and visits to accident and emergency departments in London for respiratory complaints. *Eur Respir J*, 1999, 13: 257—265
- 26 Gordian ME, Ozkaynak H, Xue J, et al. Particulate air pollution and respiratory disease in Anchorage, Alaska. *Environ Health Perspect*, 1996, 104: 290—297

(2003-02-18 收稿)