

沙尘暴对暴露儿童健康效应的研究

孟紫强*, 张雷

山西大学环境科学与工程研究中心、山西大学环境医学与毒理学研究所, 太原 030006

摘要: 为了研究沙尘暴对儿童可能造成的急性危害, 以沙尘暴源区——甘肃省武威市的某2所小学3~5年级的1040名学生(年龄8~14岁)为研究对象, 在2004年和2005年的3~5月沙尘暴频发期间进行健康状况问卷调查, 共调查4场沙尘暴事件, 所调查的症状有咳嗽、咯痰、气短、肺部喘鸣、胸部憋闷、咽干口苦、眼睛干涩、流泪、流涕、打喷嚏、心情压抑等11种常见的症状。结果表明, 沙尘暴发生当天(滞后0d)儿童各种所查症状发生的相对危险度(RR)均有不同程度地升高, 沙尘暴过后(滞后1~5d), 儿童各种症状的RR逐渐降低, 沙尘暴过后4d(滞后4d), 几乎所有症状均恢复正常。暴露儿童在沙尘暴发生当天, 除肺部喘鸣和胸部憋闷发生的RR升高不显著外($p>0.05$), 其他所查症状发生的RR均有显著性升高($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$)。沙尘暴过后虽然各种症状RR均有所下降, 但下降速度不同: 在滞后1~2d, 气短、眼睛干涩、流泪和心情压抑等4种症状RR仍显著高于沙尘暴前, 直到滞后3d才恢复正常水平; 而咳嗽、咯痰、咽干口苦和打喷嚏等4种症状RR在滞后4d才恢复正常; 流涕症状RR在滞后5d才基本恢复正常。不同年度和不同时期的沙尘暴事件对儿童健康症状的影响有所不同。从以上结果可以看出: 沙尘暴对儿童的健康既有当日急性效应又有一定的短期滞后效应。

关键词: 沙尘暴; 广义估计方程; 健康效应; 急性影响; 儿童; 问卷调查

文章编号: 1673-5897(2007)4-390-06 中图分类号: X16 文献标识码: A

Relationship between Dust Storms and Acute Impacts of Children's Health

MENG Zi-qiāng*, ZHANG Lei

The Research Center of Environmental Science and Engineering, Institute of Environmental Medicine and Toxicology, Shanxi University, Taiyuan 030006

Received 18 October 2007 accepted 19 November 2007

Abstract: In order to explore whether dust storms may produce some adverse acute impacts on children, two primary schools in Wuwei city, Gansu Province, China were selected. During the period of dust storms in March~May of 2004 and 2005, investigations targeted to 1040 pupils (8~14 years old) from third to fifth grades were conducted by questionnaires. Relative risks (RR) induced by the dust storms were investigated for 11 kinds of symptoms, including cough, phlegm, breathe hard, rhonchi persisting in the lung, thorax depressed, throat desiccation and nonnasality saline, ocular acerbity, lachrymation, snivel, sternutation, and temper oppression. Results showed that: compared with the days before dust storms, the RRs of symptoms increased significantly on the accident day ($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$) except rhonchi persisting in the lung and thorax depressed ($p>0.05$). The RRs of symptoms decreased gradually after the accident day (lag 1~5d). The RRs of breathe hard, ocular acerbity, lachrymation and temper oppression returned to normal level on the lag 3d; the RRs of cough, phlegm, throat desiccation and nonnasality saline and sternutation returned to normal level on the lag 4d; the RR of snivel returned to normal on the lag 5d. The effects of dust storms on the symptoms of children in different months and years were different. These results indicated that the children health effects induced by the dust storms were acute, also were short-time lagging.

Keywords: dust storms; generalized estimated equations (GEE); health effects; acute impacts; children; questionnaire

收稿日期: 2007-10-18 录用日期: 2007-11-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(No. 30230310); 山西省自然科学基金项目(No. 20031092)

作者简介: 孟紫强(1939—), 男, 教授, 博士生导师; * 通讯作者(Corresponding author): E-mail: zqmeng@sxu.edu.cn

1 引言(Introduction)

沙尘暴是大风扬起的地面沙尘,使空气混浊,水平能见度低于1km的恶劣天气。近年来我国沙尘暴的发生具有时间提前、频率增加、程度加重和影响范围扩大的特点(张晓龙等,2001)。我国西北地区是沙尘暴的多发区,在全球范围内是中亚沙尘暴区的一部分,对当地居民的身体健康尤其是呼吸系统健康造成了严重的威胁。沙尘暴颗粒物(PM_{10} 、 $PM_{2.5}$)能够损伤大鼠肺泡巨噬细胞的吞噬功能,减弱其非特异性防御能力(黄雪莲等,2004),对人肺成纤维细胞也可产生明显的毒性作用(金昱等,2004)。研究表明,沙尘暴 $PM_{2.5}$ 是一种细胞毒性物质,能够引起大鼠肺泡巨噬细胞的氧化损伤,增大质膜通透性和膜脂流动性,使细胞内 Ca^{2+} 浓度升高(Geng et al., 2005)。沙尘暴的发生与呼吸系统疾病的门诊、急诊人数增加有关(孟紫强等,2006)。目前关于沙尘暴对儿童健康影响的国内外文献报告甚少(孟紫强等,2003)。本研究以沙尘暴源区——甘肃省武威市市中心的共和街小学和武威市西端的西苑小学3、4、5年级小学生为研究对象,在沙尘暴多发的3~5月份进行健康问卷调查,研究沙尘暴与暴露区儿童健康的急性效应关系,为揭示沙尘天气尤其沙尘暴对儿童健康的影响提供一定的基础依据。

2 材料与方法(Materials and methods)

2.1 研究地点与时段选择

甘肃省武威市地处河西走廊东端,属典型的内陆型干旱气候,沙尘天气频繁,对于研究沙尘暴具有一定的代表性(孟紫强等,2006)。春季为沙尘暴的多发季节,本研究分别在2004年和2005年的3~5月份向武威市城区的2所小学共和街小学和西苑小学的小学生发放健康调查表。

本次研究共选取了4次沙尘暴事件进行分析,选取的标准为该沙尘暴发生前8天和后5天没有沙尘暴发生,以此来消除相邻沙尘暴事件可能造成的干扰。

2.2 问卷调查内容及实施

2004年调查的时间为:西苑小学3月1日~5月9日,共和街小学3月6日~5月18日;2005年调查的时间为:西苑小学4月15日~5月19日,

共和街小学3月10日~4月10日。研究人员自行设计的问卷项目包括:一般情况调查,如年龄、性别、班级;沙尘暴期间儿童疾病或症状(咳嗽、咯痰、气短、肺部喘鸣、胸部憋闷、咽干口苦、眼睛干涩、流泪、流涕、打喷嚏、心情压抑11项)发生情况。所发放的调查表配有填表说明和注意事项,调查表回收后,由调查组成员进行审核,审核合格的调查表在录入计算机时设置逻辑检查,所有调查表进行双重录入。

本次研究共调查了武威市2所学校的3~5年级小学生1100人,发放儿童健康问卷1100份,回收有效问卷1040份,其中男生509名、女生531名,男女比例1:1.04。

2.3 资料处理与分析

审核合格的调查问卷采用Epidata 3.0软件建立数据库进行数据双重录入。数据录入后,根据统计方法和软件对数据库结构的要求对数据进行纵向合并处理。由于所搜集的数据满足分类数据的重复测量,即同一观察对象不同时间点上,对某一变量进行多次测量,故采用广义估计方程(Generalized estimating equation, GEE)来拟合各个因变量(所调查的症状)广义线性模型(Lee et al., 2007)。组内相关结构采用可交换阵(Exchangeable),分析沙尘暴滞后天数对儿童健康的急性影响。具体模型如下:

$$\log \mu_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \times Group + \beta_2 \times Time \quad (1)$$

式中: μ_{ij} 为响应变量*i*在*j*日的预期值; β_0 为截距; β_1 、 β_2 为组别和时间的回归系数;*Group*为调查对象分组;*Time*为滞后天数(0, 1, ..., j)。

以沙尘暴发生前3天内各症状发生的平均危险度作为对照。沙尘暴滞后各天各症状危险度与对照相比即为该症状的相对危险度(RR),其计算方法如下:

$$RR = EXP(\beta_2) \quad (2)$$

对照的 RR=1.

3 结果(Results)

3.1 2004年和2005年3~5月武威市气象因素、大气颗粒物及气态污染物浓度

表1描述了2004年和2005年3月1日~5月31日武威市气象因素、大气颗粒物和气态污染物浓度均值及标准差。从表1可知,研究期间武威

市 $\text{PM}_{2.5}$ 日均值高于美国 EPA 的空气质量标准 ($\leq 65 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)， PM_{10} 尽管没有超过国家空气质量二级标准 ($\leq 150 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)，但其日均值也较高。主要气态污染物 (SO_2 、 NO_2) 的日均浓度均低于国家空气质量二级标准。

表 1 2004 年和 2005 年 3~5 月份武威市气象和大气污染因素描述表

Table 1 Description for meteorological factors and airborne pollutants in Wuwei city in spring 2004 and 2005 (March 1~May 31)

变量	2004 年		2005 年	
	均值	标准差	均值	标准差
大气压/hPa	845.59	4.80	850	13.71
最低气温/℃	4.62	5.89	4.71	6.17
相对湿度/%	33.82	13.44	30.2	5.97
最大风速/(0.1m·s ⁻¹)	16.86	21.03	16.05	10.60
$\text{PM}_{10}/(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$	120.79	66.13	109.44	74.13
$\text{PM}_{2.5}/(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$	84.67	35.67	76.18	38.38
$\text{SO}_2/(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$	30.73	17.92	51.37	18.78
$\text{NO}_2/(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$	12.75	4.74	12.08	4.23

3.2 模型拟合结果与分析

采用广义估计方程(GEE)来拟合沙尘暴滞后天数对儿童各所查症状的影响。因变量(所观察的各种症状)的赋值为 0(否)、1(是)，即该天是否出现对应的症状。以沙尘暴滞后天数作为自变量，分别对咳嗽、咯痰、气短、肺部喘鸣、胸部憋闷、咽干口苦、眼睛干涩、流泪、流涕、打喷嚏和心情压抑等 11 种症状进行回归分析(表 2 至表 5)。本研究选取了 4 次沙尘暴事件进行分析，选取的

标准为调查月份该沙尘暴发生前 8 天和后 5 天没有沙尘暴发生(在本调查的时间内每月只有 1 次沙尘暴符合)，以此来消除相邻沙尘暴事件可能造成的干扰。结果显示，沙尘暴对儿童各种所查症状的影响呈现一定的规律性。沙尘暴发生当天(滞后 0d) 儿童各种所查症状发生的相对危险度(RR)均有不同程度地升高，沙尘暴过后(滞后 1~5d)，儿童各种症状的 RR 均逐渐降低，沙尘暴过后 4d(滞后 4d)，几乎所有症状均恢复正常。

在 4 次沙尘暴对儿童健康症状 RR 的分析中，不同的沙尘暴事件往往有不同的结果。如果我们以多数沙尘暴(3 次或以上)的影响作为一般规律的判断标准，从表 2~表 5 我们可以看到：多数沙尘暴的发生当天(滞后 0d)，咳嗽、咯痰、气短、咽干口苦、眼睛干涩、流泪、流涕、打喷嚏和心情压抑等 9 种症状 RR 的升高达到了显著水平($p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$)，只有肺部喘鸣和胸部憋闷 2 种症状的升高未达到显著水平($p > 0.05$)。沙尘暴过后虽然各种症状 RR 均有所下降，但下降速度不同：滞后 1~2d，气短、眼睛干涩、流泪和心情压抑等 4 种症状 RR 仍然显著高于沙尘暴前，直到滞后 3d 才恢复到正常水平；而咳嗽、咯痰、咽干口苦和打喷嚏等 4 种症状 RR 在滞后 4d 才恢复正常；流涕症状 RR 在滞后 5d 才基本恢复正常。

在两年的分析中也发现，2005 年儿童在沙尘暴期间出现各种症状的危险度明显高于 2004 年同期(表 2~表 5)，这表明不同年度和不同时期的沙尘暴事件对儿童健康症状的影响不同。

表 2 2004 年 3 月一次沙尘暴事件滞后天数与儿童健康症状发生的 GEE 回归分析

Table 2 GEE regression analysis between lag-days of one dust storm and frequencies of children health symptoms in March, 2004

症状	RR(95% CI)					
	滞后 0d	滞后 1d	滞后 2d	滞后 3d	滞后 4d	滞后 5d
咳嗽	1.42(1.18~1.71) ^{***}	1.37(1.14~1.64) ^{***}	1.47(1.23~1.75) ^{***}	1.39(1.18~1.64) ^{***}	1.26(1.06~1.48) ^{**}	1.02(0.87~1.19)
咯痰	1.46(1.2~1.77) ^{***}	1.24(1.02~1.52)*	1.16(0.95~1.41)	1.26(1.03~1.53)*	1.18(0.98~1.43)	1.08(0.89~1.32)
气短	1.29(1.04~1.61)*	1.19(1~1.4)*	1.12(0.93~1.35)	1.04(0.87~1.24)	1.09(0.9~1.33)	1.05(0.87~1.27)
肺部喘鸣	1.22(0.76~1.94)	1.27(0.81~1.99)	1.32(0.86~2.04)	1.32(0.92~1.89)	0.95(0.63~1.42)	0.95(0.61~1.48)
胸部憋闷	1.1(0.74~1.63)	1.19(0.82~1.74)	1.13(0.78~1.63)	0.87(0.6~1.28)	0.78(0.54~1.11)	0.84(0.58~1.22)
咽干口苦	1.31(0.96~1.8) ^{***}	1.39(1.02~1.89) ^{***}	1.46(1.08~1.97) ^{***}	1.26(0.94~1.7)*	1.19(0.9~1.58)	1.07(0.8~1.44)
眼睛干涩	1.86(1.4~2.47) ^{***}	1.14(0.89~1.48)	1.00(0.76~1.32)	1.02(0.8~1.31)	1.14(0.91~1.43)	1.14(0.91~1.44)
流泪	1.27(1.04~1.54)*	1.34(1.1~1.62)*	1.08(0.88~1.32)	1.12(0.93~1.35)	1.12(0.93~1.34)	0.94(0.79~1.11)
流涕	1.40(1.08~1.81)*	1.29(0.99~1.68)*	1.18(0.93~1.49)	1.21(0.95~1.55)	1.07(0.83~1.38)	1.04(0.81~1.33)
打喷嚏	1.27(1.09~1.49)*	1.04(0.88~1.24)	1.04(0.87~1.25)	0.98(0.81~1.17)	0.90(0.76~1.07)	1.00(0.87~1.15)
心情压抑	1.89(1.46~2.43) ^{***}	1.52(1.15~2) ^{***}	1.29(1.01~1.63)*	0.91(0.71~1.17)	0.99(0.71~1.12)	1.09(0.87~1.36)

注：*、**、*** 表示与对照相比, $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$

表3 2004年4月一次沙尘暴事件滞后天数与儿童症状发生的GEE回归分析

Table 3 GEE regression analysis between lag-days of one dust storm and frequencies of children health symptoms in April, 2004

症状	RR(95% CI)					
	滞后 0d	滞后 1d	滞后 2d	滞后 3d	滞后 4d	滞后 5d
咳嗽	1.34(1.10~1.64)**	1.25(1.05~1.49)*	1.20(1.01~1.42)*	1.12(0.94~1.34)	1.06(0.89~1.27)	1.07(0.90~1.29)
咯痰	1.20(0.97~1.49)	1.06(0.85~1.33)	1.09(0.89~1.35)	1.06(0.85~1.33)	1.00(0.80~1.25)	1.00(0.80~1.25)
气短	1.34(1.11~1.61)**	1.35(1.11~1.65)**	1.22(1.01~1.47)*	1.13(0.94~1.36)	1.13(0.95~1.35)	1.08(0.91~1.29)
肺部喘鸣	1.51(1.05~2.18)*	1.26(0.85~1.86)	1.15(0.83~1.60)	1.15(0.83~1.60)	1.15(0.85~1.57)	1.00(0.69~1.45)
胸部憋闷	1.20(0.81~1.80)	1.20(0.82~1.76)	1.26(0.84~1.88)	1.15(0.78~1.70)	1.00(0.67~1.49)	1.05(0.72~1.53)
咽干口苦	1.47(1.06~2.04)*	1.30(0.94~1.81)	1.10(0.80~1.52)	1.00(0.72~1.39)	1.07(0.79~1.44)	1.10(0.79~1.54)
眼睛干涩	1.48(1.10~1.98)**	1.48(1.12~1.94)**	1.32(0.99~1.75)	1.25(0.97~1.62)	1.22(0.93~1.60)	1.28(0.97~1.71)
流涕	1.29(1.04~1.61)**	1.22(0.97~1.54)	1.05(0.82~1.34)	1.10(0.88~1.38)	1.05(0.83~1.32)	0.97(0.79~1.19)
流泪	1.59(1.18~2.14)**	1.39(1.01~1.91)*	1.29(0.96~1.75)	1.23(0.90~1.67)	1.16(0.89~1.52)	1.00(0.75~1.33)
打喷嚏	1.26(1.00~1.59)*	1.13(0.91~1.41)	1.21(0.98~1.50)	1.25(1.00~1.55)	1.10(0.91~1.33)	1.03(0.86~1.25)
心情压抑	1.16(0.89~1.50)	1.16(0.88~1.52)	1.18(0.91~1.53)	1.26(0.96~1.66)	1.00(0.78~1.28)	1.05(0.81~1.37)

注：*、**、*** 表示与对照相比， $p<0.05$ 、 $p<0.01$ 、 $p<0.001$

表4 2005年3月一次沙尘暴事件滞后天数与儿童症状发生的GEE回归分析

Table 4 GEE regression analysis between lag-days of one dust storm and frequencies of children health symptoms in March, 2005

症状	RR(95% CI)					
	滞后 0d	滞后 1d	滞后 2d	滞后 3d	滞后 4d	滞后 5d
咳嗽	1.33(1.12~1.59)**	1.27(1.07~1.51)**	1.13(0.95~1.35)	1.08(0.93~1.26)	1.11(0.94~1.31)	1.05(0.91~1.21)
咯痰	1.65(1.32~2.06)***	1.22(1~1.49)	1.29(1.07~1.56)*	1.16(0.97~1.39)	1.04(0.87~1.25)	0.99(0.84~1.15)
气短	1.73(1.45~2.07)***	1.22(1.03~1.44)*	1.23(1.04~1.45)*	1.07(0.92~1.24)	1.04(0.89~1.21)	1.08(0.92~1.27)
肺部喘鸣	1.54(1~2.38)***	1.27(0.83~1.95)**	1.43(1.03~1.99)**	1.16(0.8~1.7)	1.16(0.78~1.74)	1.05(0.77~1.43)
胸部憋闷	1.33(0.98~1.8)**	1.00(0.72~1.39)	1.15(0.86~1.54)	0.88(0.66~1.18)	0.82(0.65~1.04)	0.97(0.73~1.29)
咽干口苦	1.79(1.41~2.27)***	1.18(0.91~1.53)	1.15(0.91~1.45)	0.93(0.72~1.19)	1.04(0.83~1.29)	0.82(0.65~1.04)
眼睛干涩	1.76(1.43~2.17)***	1.49(1.22~1.82)***	1.39(1.14~1.7)**	1.30(1.06~1.59)*	1.25(1.03~1.51)*	1.06(0.89~1.26)
流泪	1.58(1.29~1.95)***	1.57(1.28~1.93)***	1.46(1.19~1.8)***	1.18(0.97~1.42)	1.05(0.88~1.26)	1.09(0.92~1.28)
流涕	1.85(1.46~2.34)***	1.57(1.25~1.98)***	1.26(1~1.58)*	1.27(1.02~1.59)*	1.24(1.03~1.49)*	1.14(0.96~1.36)
打喷嚏	1.78(1.29~2.42)***	1.71(1.42~2.05)***	1.34(1.13~1.59)***	1.31(1.11~1.54)**	1.10(0.94~1.28)	1.03(0.89~1.19)
心情压抑	1.79(1.35~2.38)***	1.20(0.9~1.6)	1.18(0.89~1.56)	1.18(0.9~1.53)	0.98(0.76~1.26)	0.93(0.72~1.21)

注：*、**、*** 表示与对照相比， $p<0.05$ 、 $p<0.01$ 、 $p<0.001$

表5 2005年4月一次沙尘暴事件滞后天数与儿童症状发生的GEE回归分析

Table 5 GEE regression analysis between lag-days of one dust storm and frequencies of children health symptoms in April, 2005

症状	RR(95% CI)					
	滞后 0d	滞后 1d	滞后 2d	滞后 3d	滞后 4d	滞后 5d
咳嗽	1.86(1.54~2.25)***	1.71(1.42~2.06)***	1.69(1.4~2.03)***	1.50(1.25~1.79)***	1.17(0.99~1.37)	1.08(0.93~1.26)
咯痰	1.64(1.33~2.01)***	1.57(1.29~1.9)***	1.33(1.09~1.61)**	1.27(1.04~1.56)*	0.93(0.78~1.11)	0.98(0.84~1.14)
气短	2.43(1.88~3.14)***	1.93(1.5~2.49)***	1.59(1.24~2.03)***	1.52(1.19~1.95)***	1.26(1.01~1.57)*	1.12(0.9~1.39)
肺部喘鸣	1.35(0.96~1.89)	1.08(0.75~1.54)	1.47(1.04~2.07)*	1.08(0.78~1.49)	1.19(0.88~1.61)	1.08(0.86~1.35)
胸部憋闷	1.69(1.25~2.28)***	1.29(0.96~1.74)	1.23(0.91~1.68)	1.44(1.09~1.92)*	1.23(0.97~1.57)	1.03(0.81~1.32)
咽干口苦	2.21(1.69~2.88)***	1.51(1.16~1.97)**	1.45(1.13~1.86)**	1.58(1.22~2.06)**	1.22(0.98~1.52)	1.07(0.85~1.33)
眼睛干涩	1.85(1.45~2.37)***	1.53(1.2~1.94)***	1.36(1.06~1.75)*	1.25(0.99~1.58)	1.16(0.95~1.42)	1.07(0.85~1.34)
流泪	1.65(1.35~2.02)***	1.65(1.34~2.02)***	1.71(1.41~2.07)**	1.37(1.13~1.67)*	1.25(1.05~1.5)	1.00(0.85~1.18)
流涕	1.91(1.5~2.43)***	1.55(1.21~1.99)***	1.55(1.22~1.97)***	1.40(1.1~1.78)**	1.29(1.05~1.59)*	1.05(0.87~1.27)
打喷嚏	2.30(1.89~2.81)***	1.85(1.52~2.26)***	1.63(1.35~1.97)***	1.50(1.24~1.8)**	1.23(1.06~1.44)*	1.12(0.98~1.29)
心情压抑	2.11(1.64~2.72)***	1.78(1.39~2.27)***	1.78(1.38~2.29)***	1.55(1.21~1.98)***	1.30(1.06~1.61)*	1.06(0.87~1.3)

注：*、**、*** 表示与对照相比， $p<0.05$ 、 $p<0.01$ 、 $p<0.001$

4 讨论(Discussion)

沙尘天气是我国北方多发的恶劣天气，也是在欧、美、非、澳洲的一些国家和地区常见的天气现象。然而，沙尘天气对儿童健康影响的流行病学研究目前报道甚少。有研究指出，沙尘暴发生当天暴露儿童一些呼吸系统症状的发生率升高(彭瑞玲等, 2005)。本研究是以沙尘暴源区——甘肃省武威市城区儿童为基础的横断面研究，在沙尘暴期间由所查群体每天适时填写问卷，运用GEE模型对所搜集的结果进行分析，研究暴露儿童在沙尘暴当天和滞后不同天数各种症状发生的危险度。由于观测值是在同一观察对象上取得的，所以不同时间测量的数据不是独立的，而是相互关联的。因而，简单地分时间点进行独立的相关分析就破坏了数据之间的关联性，降低了数据信息利用度，甚至可能导致错误的结论(宋艳艳等, 2005)。因此，本研究选择了广义估计方程(GEE)来分析沙尘暴当天和滞后不同天数每日的儿童症状发生的危险度，从而避免了上述可能发生的错误。

本研究结果表明，在沙尘暴发生当日，儿童发生咳嗽、咯痰、气短、肺部喘鸣、胸部憋闷、咽干口苦、眼睛干涩、流泪、流涕、打喷嚏、心情压抑等11种症状的相对危险度均有不同程度地升高，其中除肺部喘鸣和胸部憋闷发生的相对危险度升高不显著外(2005年3月沙尘暴事件中这两项症状RR亦显著升高)，其余症状发生的相对危险度均显著升高。大部分所查症状不但在沙尘暴当天其发生的RR明显升高，而且在沙尘暴过后的一定天数内其RR仍然显著高于正常水平，表现出一定的滞后效应。其可能的原因是：沙尘暴的发生所导致的天气变化主要为风速急剧增强及颗粒物浓度明显增大(瞬时风速 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上，TSP浓度 $10\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 以上)，空气中的颗粒物对机体产生危害作用，这种危害具有一定的延迟性，另外沙尘暴结束后，颗粒物沉降仍需要一段时间，尤其是滞留在空气中的大量可吸入颗粒物导致大气中PM₁₀和PM_{2.5}浓度较高，常常使沙尘暴发生后继而引起扬沙或浮尘天气。沙尘暴发生时和过后的几天内，大气颗粒物浓度均保持在较高水平。不同的症状对于空气中沙尘颗粒物的敏感程度的不同可能造成其发生RR的显著性互有差异。

毒理学研究发现暴露于沙尘暴颗粒物能引起大鼠肺部炎症的发生(Lei et al., 2004)；沙尘暴PM_{2.5}能引起大鼠肺巨噬细胞的氧化损伤，增大质膜通透性和膜脂流动性，使细胞内Ca²⁺浓度升高，甚至导致DNA损伤(Geng et al., 2005；孟紫强等, 2005)；沙尘暴PM_{2.5}能引起淋巴细胞遗传损伤，不同浓度沙尘暴PM_{2.5}提取物染毒能引起人外周血淋巴细胞染色体结构畸变，淋巴细胞染色体畸变率明显增加(魏爱丽等, 2006)。上述研究均说明沙尘暴颗粒物对机体或组织具有明显的毒性作用，沙尘暴引起儿童各种症状的发生可能与其颗粒物尤其是PM_{2.5}在大气中的浓度增高有关。

从调查结果还可以看出，沙尘暴对儿童症状的影响年度之间虽然有大致相同的趋势，但是在一些症状发生危险度的显著性水平上存在一定的差异，2005年多数症状发生的危险度较2004年为高，同一年中不同沙尘暴事件的影响也不尽相同。出现这种差异的原因可能是与两年所调查期间各次沙尘暴的强弱不同、暴露人群不同、以及沙尘暴爆发时的气象因素以及空气污染因子的差异有关，对此尚待进一步研究。

通讯作者简介：孟紫强(1939—)，男，山西临汾人，教授，博士生导师，研究方向：环境医学与毒理学。从事SO₂毒理学与生理学研究20余年，发表论文300余篇，其中60余篇被SCI收录，目前正在主持进行国家自然科学基金重点项目“沙尘暴细颗粒物的理化特性及其对人体健康的影响”(No. 30230310)及“二氧化硫及其衍生物对大鼠肺组织细胞和培养人支气管上皮细胞原癌基因和抑癌基因表达的影响”(No. 20477023)。

References

- Huang X L, Jin Y, Guo X B, Wang Y, Zhu T, Hu M. 2004. Impact of dust storm PM_{2.5} and PM₁₀ on the phagocytic function of alveolar macrophages of rat [J]. Journal of Hygiene Research, 33(2): 154–157 (in Chinese)
- Geng H, Meng Z Q, Zhang Q X. 2005. Effects of blowing sand fine particles on plasma membrane permeability and fluidity, and intracellular calcium levels of rat alveolar macrophages [J]. Toxicol Let, 157: 129–137
- Lee J H, Herzog T A, Meade C D, Webb M S, Brandon T H. 2007. The use of GEE for analyzing longitudinal binomial data: A primer using data from a tobacco intervention [J]. Addictive Behaviors, 32(1): 187–193
- Lei Y C, Chan C C, Wang P Y, Lee C T, Cheng T J. 2004. Effects of Asian dust event particles on inflammation markers in peripheral blood and bronchoalveolar lavage in pulmonary

- hypertensive rats [J]. Environmental Research, 95: 71-76
- Jin Y, Guo X B, Huang X L, Qiao Y P, Yang Y R, Wang Y, Zhu T, Hu M. 2004. Study on the cytotoxicity of dust storm PM₁₀ and PM_{2.5} on human lung fibroblasts [J]. J Environ Health, 21(4): 199-201 (in Chinese)
- Meng Z Q, Hu M, Guo X B, Li D H, Pan X C. 2003. Review on studies of effects of dust storm on human health [J]. China Public Health, 19(4): 471-472 (in Chinese)
- Meng Z Q, Lu B, Zhou Y, Huang W Q, Wang T, Geng H, Zhang J. 2006. Association of dust events with daily respiratory hospitalization: a time series approach (1995~2003) [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 26(11): 1900-1908 (in Chinese)
- Meng Z Q, Zhang Q X. 2005. Damage of atmospheric fine particles on DNA in alveolar macrophages of rats [J]. China Environmental Science, 25(1): 15-17 (in Chinese)
- Peng R L, Pan X C, Zhang Y X, Wang S H, Wu Y H. 2005. Relationship between dust storms and acute impacts in Baotou City [J]. J Environ Health, 22(4): 249-251 (in Chinese)
- Song Y Y, He Q B, Su B H. 2005. Analysis of categorical data and its application in clinical trial [J]. Academic Journal of Shanghai Second Medical University, 25(3): 297-300 (in Chinese)
- Wei A L, Meng Z Q. 2006. Genetic damage of dust storm fine particles on human blood lymphocytes [J]. J Environ Health, 23(4): 291-293 (in Chinese)
- Zhang X L, Zhang Y F, Zhao J B. The characteristics, formative causes and prevention of the sand-dust storms in China in recent years [J]. 15(3): 31-36 (in Chinese)
- ### 中文参考文献
- 黄雪莲, 金昱, 郭新彪, 王芸, 朱彤, 胡敏. 2004. 沙尘暴PM_{2.5}、PM₁₀对大鼠肺泡巨噬细胞吞噬功能的影响[J]. 卫生研究, 33(2): 154-157
- 金昱, 郭新彪, 黄雪莲, 乔亚萍, 杨艳蕊, 王芸, 朱彤, 胡敏. 2004. 沙尘暴颗粒物对人肺成纤维细胞的细胞毒性研究[J]. 环境与健康杂志, 21(4): 199-201
- 孟紫强, 胡敏, 郭新彪, 李德鸿, 潘小川. 2003. 沙尘暴对人体健康影响的研究现状[J]. 中国公共卫生, 19(4): 471-472
- 孟紫强, 卢彬, 周义, 黄文清, 王彤, 耿红, 张剑. 2006. 沙尘天气对呼吸系统疾病日入院人数影响的时间序列研究(1995~2003)[J]. 环境科学学报, 26(11): 1900-1908
- 孟紫强, 张全喜. 2005. 大气细颗粒物致大鼠肺泡巨噬细胞DNA损伤[J]. 中国环境科学, 25(1): 15-17
- 彭瑞玲, 潘小川, 张翼翔, 王素华, 吴延花. 2005. 包头市沙尘暴与人群急性健康效应关系的初步研究 [J]. 环境与健康杂志, 22(4): 249-251
- 宋艳艳, 何清波, 苏炳华. 2005. 分类数据的重复测量及其在临床试验中的应用 [J]. 上海第二医科大学学报, 25(3): 297-300
- 魏爱丽, 孟紫强. 2006. 沙尘暴细颗粒物对人外周血淋巴细胞的遗传损伤效应[J]. 环境与健康杂志, 23(4): 291-293
- 张晓龙, 张艳芳, 赵景波. 2001. 近年来中国沙尘暴发生特点、成因及其防治对策[J]. 干旱区资源与环境, 15(3): 31-36

《生态毒理学报》投稿须知

本刊采取主编约稿和作者自由投稿2种方式组稿。本刊要求自由投稿的研究论文所报导的必须是原创性研究成果。

本刊稿件录用原则是:1)要求来稿选题新颖,具有开拓性或创新性,属于国内或国际生态毒理学/环境风险研究领域基础理论/应用基础/应用研究方面的前沿课题;2)所报道的研究成果具有重要的科学意义或工程开发应用价值,能够引起本学科同行的广泛关注;3)所报告的实验方法/技术路线合理,数据可靠,推理严谨,结论明确;4)论文写作规范,无政治思想错误,无国界、国名等错误,不涉及保密问题,无抄袭或一稿多投问题。投稿采用电子投稿,请将稿件电子文档发送至本刊电子邮箱。

本刊声明事项:由于本刊稿件流通量大,对于不拟录用的稿件,本刊一律不予退还,请作者投稿前保留底稿。欢迎作者投稿前打电话或通过E-mail咨询投稿要求。

版权转让声明

凡向本刊所投稿件,一经刊用,就意味着全体作者将该论文的复制权、发行权、信息网络传播权、翻译权、汇编权等权利在全世界范围内转让给本刊。本刊已加入万方、维普等数据数字化期刊群,被中国科学引文数据库(CSCD)、Thomson Scientific数据库、《中国核心期刊(遴选)数据库》和美国《化学文摘》(CA)收录。凡被本刊录用的稿件将同时通过因特网进行网络出版或提供服务,稿件一经刊用,将一次性支付作者著作权使用报酬(即包括印刷版、光盘版和网络版各种使用方式的报酬)。