

大气颗粒物污染对慢性呼吸道疾病的影响

天津医学院卫生系(天津 300070) 马洪宝

上海医科大学卫生系 洪传洁

提 要 本文报道了对不同大气颗粒物污染地区3021名居民慢性呼吸道疾病的流行病学研究结果。运用分层和 logistic 回归分析探讨了大气颗粒物污染、吸烟等因素与常见慢性呼吸道疾病和症状的关系。结果表明,大气颗粒物污染、吸烟、年龄为慢性咳嗽、咳痰、气急、慢性支气管炎和肺气肿的危险因素。年龄越大,吸烟越多、颗粒物污染越严重,居民患病的危险性越大。TSP 浓度增加 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时,咳嗽、咳痰、气急、慢支和肺气肿发生者患病的优势比(OR)为1.20、1.23、1.13、1.29和1.59。

关键词 颗粒物污染 慢性呼吸道疾病 Logistic 回归 相对危险性(OR)

当前我国城市大气污染十分严重,相当于发达国家50、60年代严重时期。颗粒物是主要污染物,国家已把控制大气颗粒物污染作为环保工作重点。颗粒物对人体健康、尤其对呼吸系统的影响正在得到广泛重视⁽¹⁾。

慢性阻塞性肺部疾病属于常见病,全国普查8000万人,其中慢支患病率为4.0%,而且发病较早,影响生产劳动。我国卫生标准中大气颗粒物浓度值的制定原来主要依据颗粒物对大气能见度和太阳辐射的影响,缺乏人群流行病学资料。本研究用分层分析和多因素分析方法探讨了大气颗粒物污染对居民慢性呼吸道疾病的影响,为修订我国大气颗粒物卫生标准提供了较为可靠的人群流行病学依据。

1 研究方法

1.1 研究地区和对象 以我国某大工业城市中大气颗粒物污染水平不同的3个地区为研究现场。监测地区限于环境监测站1km范围内居民区,周围无局部污染源存在,无特殊职业人群,人群居住稳定。

研究对象应符合以下条件:(1)连续在研究地区居住5年以上;(2)年龄在20~75岁之间;(3)近5年以来家庭生活燃料为煤气或液化气;(4)无职业性有害气体、粉尘接触史。

1.2 资料收集 以居委会小组为单位,采

用整群抽样方法,由调查者询问调查对象本人并填写调查表。调查表根据美国流行病学标准化规则推荐的呼吸系统调查表(ATSDLD-78-A)⁽²⁾,结合我国实际加以修订。慢性呼吸道疾病的确诊以地段以上级别的医疗机构诊断为依据。调查前对调查内容和方法进行了统一规定,并经过调查考核。

1.3 统计分析方法 疾病频率指标为患病率。反映疾病和症状与危险因素之间统计学关联程度的指标采用患病优势比POR(简称为OR)。资料分析在3个层次进行:(1)单因素初步分析;(2)分层分析;(3)多因素分析。分层分析中暴露因素与疾病总联系的点估计采用基于精确法的估计值aOR:

$$aOR = \exp\left(\frac{\sum_{g=1}^G W_g \ln OR_g}{\sum_{g=1}^G W_g}\right)$$

$$W_g = \frac{1}{\frac{1}{a_g} + \frac{1}{b_g} + \frac{1}{c_g} + \frac{1}{d_g}}$$

$$\approx \frac{1}{\hat{V}_{11}(\ln \hat{OR})}$$

显著性检验用 Mantel-Haenszel χ^2 检验,并用一致性卡方检验分层后各层间nOR_g是否一致,有无交互作用。多因素分析采用非条件 Logistic 回归,其数学模型如下:

$$P(x) = \left\{ 1 + \exp \left[-(\alpha + \beta E + \sum_{i=1}^{p_1} r_i V_i + \right. \right.$$

马洪宝 男 1961年11月生 讲师

$$\sum_{j=1}^{P_2} \delta_j W_j \}}^{-1}$$

其中 $P(x)$ 为患病的概率, E 为研究因素即颗粒物, V_i 为潜在混杂因素, W_i 为潜在修饰因素。 W_j 采用 kleinbaum 等提出的分析策略⁽³⁾。著性显检验采用似然比检验。Logistic 回归分析在 MC 68000 计算机上运算。

2 结 果

表 2 各因素对慢性呼吸道疾病和症状的影响(POR)

| 危险因素 | 咳嗽 | 咳痰 | 气急 | 慢支 | 肺气肿 |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 性别(男:女) | 1.57** | 1.67** | 0.61** | 1.30 | 4.15** |
| 年龄(岁)(40-;20-) | 2.82** | 2.73** | 7.27** | 3.90** | 7.59** |
| 年龄(岁)(60-;40-) | 1.47** | 1.79** | 2.24** | 2.14** | 3.28** |
| 居住时间(年)(25-;5-) | 1.39** | 1.50** | 1.48** | 1.37* | 2.71** |
| 人均月收入(元)(90-;40-) | 1.17 | 1.28 | 1.10 | 1.23 | 1.24 |
| 吸烟(吸烟:不吸烟) | 2.61** | 2.89** | 1.10 | 2.17** | 3.29** |
| 居住面积(m ²)(4-;2-) | 1.16 | 1.04 | 1.09 | 1.03 | 1.09 |
| 被动吸烟(有:无) | 1.02 | 1.15 | 1.32* | 1.14 | 1.14 |
| 职业(工人:干部) | 1.08 | 1.17 | 1.09 | 1.29 | 1.67 |
| 文化程度(初高中:小学) | 0.55** | 0.48** | 0.24* | 0.38* | 0.41** |

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

龄、居住年限、吸烟、文化程度等。颗粒物污染水平较高地区各年龄组吸烟和不吸烟者均比颗粒物水平较低地区患病率高。不同年龄吸烟者之间也存在明显差异。

2.3 分层分析 将各危险因素分层, 计算分层后大气颗粒物污染与疾病或症状联系的优势比(表3)。除气急外, 污染地区居民患病危

2.1 研究地区环境监测结果(表1)

表 1 研究地区污染物监测结果(mg/m³)

| 地区 | TSP | SO ₂ |
|----|------|-----------------|
| 甲 | 0.16 | 0.07 |
| 乙 | 0.29 | 0.07 |
| 丙 | 0.46 | 0.04 |

注: TSP、SO₂日平均最高容许浓度均为0.15mg/m³。

2.2 单因素初步分析(表2)

与呼吸道疾病有关的因素主要是性别、年

险性明显增大, 优势比均在 1.70 以上($P < 0.01$)。某些因素分层后计算的 aOR 和不分层的优势比有一定的差别, 提示它们对颗粒物与疾病的联系有混杂作用, 如年龄、吸烟、文化程度等, 年龄为负混杂、吸烟和文化程度起正混杂作用。

2.4 多因素分析 在单因素和分层分析基

表 3 各因素对慢性呼吸道疾病和症状的影响(aOR)

| 分层因素 | 咳嗽 | 咳痰 | 气急 | 慢支 | 肺气肿 |
|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| 不分层 | 1.90** | 1.84** | 1.36* | 2.24** | 3.67** |
| 性别 | 1.91** | 1.86** | 1.35* | 2.22** | 3.23** |
| 年龄 | 2.04** | 1.93** | 1.46* | 2.38** | 3.15** |
| 居住年限 | 1.86** | 1.77** | 1.30 | 2.11** | 3.32** |
| 人均月收入 | 1.90** | 1.84** | 1.36* | 2.23** | 3.67** |
| 人均居住面积 | 1.89** | 1.83** | 1.37* | 2.20** | 3.45** |
| 吸烟 | 1.80** | 1.73** | 1.32* | 2.13** | 3.24** |
| 吸烟量 | 1.73** | 1.63** | 1.28 | 1.96** | 3.00** |
| 被动吸烟 | 1.90** | 1.79** | 1.30 | 2.20** | 3.48** |
| 职业 | 1.93** | 1.89** | 1.42* | 2.30** | 3.91** |
| 文化程度 | 1.78** | 1.71** | 1.21 | 1.99** | 2.91** |

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

基础上, 选择 TSP、吸烟等 10 个因素, 采用 logistic 回归模型进行多因素分析。各疾病和症状的 logistic 回归最终模型的入选变量及其

回归系数见表 4。主要危险因素是年龄、吸烟和颗粒物污染。

利用上述模型估计各因素时, 疾病和症状

表 4 LOGISTIC回归分析最终模型(β 值、回归系数)

| 变量 | 咳嗽 | 咳痰 | 气急 | 慢支 | 肺气肿 |
|--------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| TSP | 1.8382** | 2.0687** | 1.3644 | 2.5154* | 4.6098** |
| 年龄 | 0.0354** | 0.0406** | 0.0744** | 0.0687** | 0.0890** |
| 性别 | — | — | -0.6945** | — | — |
| 居住年限 | 0.0059 | 0.0098 | -0.0010 | — | — |
| 吸烟 | 0.3462** | 0.3746** | 0.1055* | 0.3524** | 0.3885** |
| 文化程度 | -0.0747 | -0.0306 | -0.0025 | -0.0495 | 0.2610 |
| TSP×吸烟 | -0.4477** | -0.4998* | — | -0.5947** | -0.6324* |

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

的危险性(表 5)。在用多元回归模型调整其它因素作用后,颗粒物污染对各疾病和症状均有明显作用,TSP增加 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时,不吸烟者

咳嗽、咳痰、气急、慢支和肺气肿发生或患病的优势比为1.20、1.23、1.13、1.29和1.59。

由于TSP和吸烟有交互作用,在吸烟者中

表 5 暴露于各种因素对疾病和症状的危险性(OR)

| 危险因素 | 暴露水平 | 咳嗽 | 咳痰 | 气急 | 慢支 | 肺气肿 |
|------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TSP | $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ | 1.20** | 1.23** | 1.15** | 1.29** | 1.59** |
| 年龄 | +20岁 | 2.30** | 2.25** | 4.43** | 3.11** | 5.93** |
| 性别 | 男性/女性 | — | — | 0.50* | — | — |
| 居住年限 | +20年 | 1.13 | 1.22 | 0.98 | — | — |
| 吸烟 | 10支/天 | 1.41** | 1.45** | 1.11** | 1.42** | 1.47** |
| 文化程度 | 初中/小学 | 1.08 | 1.03 | 1.00 | 0.95 | 1.29 |

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

估计TSP的作用时,应同时考虑吸烟的影响,(表 6),*E—E指TSP污染增加的程度,可见

吸烟越多,TSP浓度越高,患病的危险性越大。

图 1 显示了不同吸烟情况下,颗粒物污染和慢

表 6 同时暴露于TSP和吸烟对疾病与症状的危险性(OR)

| E*—E(mg/m^3) | 咳嗽 | 咳痰 | 气急 | 慢支 | 肺气肿 |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|
| 0.10 | | | | | |
| 不吸烟 | 1.20 | 1.23 | 1.13 | 1.29 | 1.59 |
| <10支/日 | 1.62 | 1.70 | 1.26 | 1.72 | 2.20 |
| 10~20支/日 | 2.20 | 2.35 | 1.39 | 2.31 | 3.04 |
| >20支/日 | 2.97 | 3.26 | 1.55 | 3.10 | 4.21 |
| 0.20 | | | | | |
| 不吸烟 | 1.44 | 1.51 | 1.28 | 1.65 | 2.51 |
| <10支/日 | 1.87 | 1.99 | 1.42 | 2.09 | 3.27 |
| 10~20支/日 | 2.41 | 2.62 | 1.58 | 2.63 | 4.25 |
| >20支/日 | 3.12 | 3.45 | 1.75 | 3.33 | 5.52 |
| 0.30 | | | | | |
| 不吸烟 | 1.74 | 1.86 | 1.45 | 2.13 | 3.99 |
| <10支/日 | 2.15 | 2.33 | 1.61 | 2.53 | 4.86 |
| 10~10支/日 | 2.65 | 2.92 | 1.79 | 3.01 | 5.93 |
| >20支/日 | 3.28 | 3.65 | 1.98 | 3.58 | 7.24 |

支患病的对数优势比(lnOR)之间的关系。

3 讨 论

影响慢性呼吸道疾病和症状的因素较多。本研究在单因素分析和分层分析的基础上,采用 logistic 回归模型校正了潜在的混杂作用,发现大气颗粒物污染与慢性呼吸道疾病和症状有关,表明长期居住在颗粒物污染严重地区的

居民咳嗽、咳痰、气急、慢支和肺气肿患病的危险性增加,吸烟者中优势比比不吸烟者增加更大。

国内外普遍认为吸烟是慢性呼吸道疾病的主要危险因素之一。本研究也证实了两者之间有密切关系。在 logistic 模型中,吸烟与TSP之间存在统计学交互作用,提示TSP与疾病或

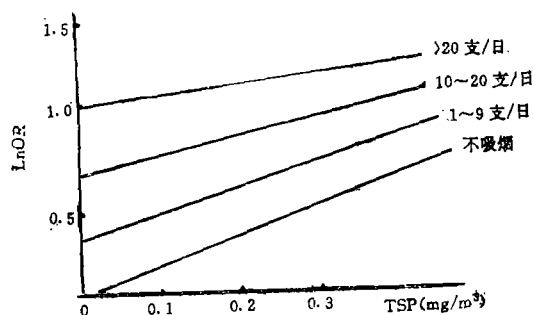


图1 不同吸烟情况下, TSP和咳嗽的关系

症状的联系程度(OR)和人群吸烟状况有关。表现为在不吸烟人群TSP对疾病和症状影响较大,而在吸烟者中,吸烟作用较强,相比之下TSP的作用相对较小⁽⁴⁾。

单因素分析表明疾病和症状随年龄增加呈上升趋势。用多因素分析调整其它因素后,年龄的作用仍然显著,说明年龄是慢性呼吸道疾病的一个危险因素。

居住年限和文化程度等因素在单因素分析中与慢性呼吸道疾病有关,通过对年龄、吸烟等因素的调整,它们的作用消失。除气急外,性别在多因素分析中与其它疾病和症状无关。单因素分析中,性别之间的差异可能是吸烟因素作用的结果⁽⁵⁾。

本研究在分析中采用kleinbaum提出的分析策略,其优点是在分析过程中优先考虑结论的可靠性,宁可牺牲精确性也力保可靠性。确定最终模型时,某些作用虽不显著,但可疑有混杂作用的因素也选入到模型中。因而本研究能转为可靠地反应颗粒物污染和慢性呼吸道疾病的关系。

(研究过程中承蒙刘凤贞、沈福民教授的热情支持和帮助。韩劭副教授在多元分析和计算中给予指导。现场调查中周天生、郑明龙、吴益生等同志给予大力支持。参加现场调查的还有陈恩富、翁少鹏等同志。谨此致谢。)

参考文献

1. 赵殿任. 我国大气污染及控制的几个问题. 中国环境科学, 1984, 4(3):7.
2. Ferris BG. Epidemiology Standardization project. Am Res Respir Dis 1978;118:7.
3. Kleinbaum DG, et al. Epidemiologic research: Principle and quantitative methods. Belmont, CA: Lifetime Learning Publication, 1982.
4. Schenker MB, et al. Health Effects of Air Pollution Due to Coal Combustion in the Chestnut Ridge Region of Pennsylvania: Results of Cross-Sectional Analysis in Adults. Arch Environ Health 1983;38(6):325.
5. Mazumdar s, et al. Relationships of Air Pollution to Health: Results from the Pittsburgh Study. 1983;38(1):17.

(1990-10-31收稿 1991-10-05修回)

Effects of Particulate Air Pollution on Respiratory Diseases Ma Hongbao, et al., School of Public Health, Tianjin Medical College (300070)

An epidemiologic study of chronic respiratory diseases was carried out in 3021 adults living in areas with different levels of particulate air pollution. Stratified analysis and multiple logistic regression were used in analysing the data. There were positive association between particulate air pollution and prevalence rates of chronic cough, phlegm production, dyspnea, chronic bronchitis and pulmonary emphysema. Increase of the risk of these diseases symptoms were observed in the aged, smokers in high polluted area. When the concentration of TSP increases 100ug/m, the odds ratios for the above diseases and symptoms increase 1.20, 1.23, 1.19 and 1.59 times respectively.

Key words Particulate pollution Chronic respiratory disease Logistic regression Odds ratio