

流感流行期大气环境特征及流感分级预报

山义昌¹ 徐太安¹ 鲁 丹¹ 郑学山¹ 杜恒欣²

(1 山东省潍坊市气象局, 2 潍坊市人民医院, 潍坊 261011)

摘要 分析了 1998 和 2001 年冬季我国北方地区流感大流行期的大气环境特征, 得出冬季气温偏高, 冷空气活动次数偏少且降温幅度增大; 降水比上一年明显偏少且年际变化大, 时间分布不均以及大气中烟尘含量高, 大气环境特征与流感流行有密切关系。用 1991 ~ 2001 年的流感住院人数, 气温、降水和能见度为因子, 建立流感发生的预报方程。

关键词 流感 大气环流特征 分级预报

引言

流行性感冒是一种季节性的急性上呼吸道病毒感染类疾病, 具有起病突然, 传播迅速, 感染性强, 群发性高的特点。大规模的传播期多发生在冬春两季。20 世纪全球 4 次流感大流行的灾难都波及到我国, 而且随着全球气候的变化, 呈现发展的趋势。因此, 研究流感大流行与大气环境的关系, 探索对流感疾病的预测预报, 对社会安定、经济发展和提高人民的健康水平, 都有重要的现实意义。

1998 年和 2001 年冬季, 我国北方地区流感疾病大流行。据《光明日报》报道, 2002 年元旦前后, 仅北京大学人民医院在流感高峰期, 日平均接诊流感患者达 400 ~ 600 人, 占总接诊人数的 50%。我们调查了潍坊市人民医院门诊部呼吸内科, 2001 年 12 月 15 日到 2002 年 1 月 15 日流感高峰期, 平均日接诊流感患者达 200 ~ 300 人, 占患者总数的 57%。其中男性患者占 61%, 女性患者占 39%; 60 岁以上老人和 10 岁以下儿童各占 35% 和 28%。

流感疾病大流行, 因素是多方面的, 从调查医疗部门的有关专家得到的共识是, 在诸多社会和自然因素中, 大气环境是重要因素。尤其是近十几年来全球气候变暖, 冬季温度异常偏高, 某些地区降水偏少, 空气烟尘含量加大等, 是流感在某些地区多发、流行甚

至爆发的重要原因。本文针对 1998 年和 2001 年冬季流感肆虐的现实, 利用潍坊市人民医院 1991 ~ 2001 年的病历资料和潍坊市 12 县市区的气象资料, 从气温、降水、大气清洁度等大气环境场的特征进行了研究, 同时对流感疾病住院人数进行分级预报。

1 资料来源与分析方法

病历资料取自潍坊市人民医院住院处 1991 ~ 2001 年流感住院患者记录。气象资料选取与病历资料同期的潍坊市 12 县市区的平均实测资料。在分析冬季气温特征时, 选用了 1951 ~ 2001 年的气象资料。文中冬季是指当年 12 月和下一年的 1 月、2 月。水平能见度和天气现象记录系 08:00 (北京时, 下同) 地面观测资料。

2 1991 ~ 2001 年流感的变化趋势

从潍坊市人民医院住院处病历资料可知, 流感每年都有发生, 主要发生时间是 11 月至下一年 2 月, 集中发生时段是 12 月、1 月。图 1 是 1991 ~ 2001 年冬季流感疾病住院人数直方图及用最小二乘法求得的线性变化趋势。由于患流感的程度不同和住院床位等条件的限制, 住院人数只是门诊人数的一小部分, 大约只占门诊人数的 10% 左右。

从图 1 可以看出, ①流感每年都有发生, 只是发病规模、人数不同; ②11 年中, 1998 年和 2001 年患

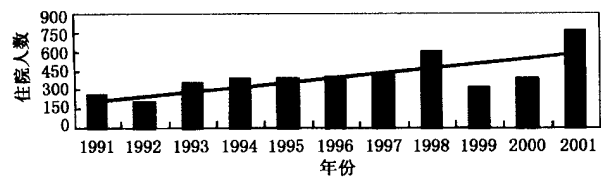


图 1 潍坊市人民医院 1990 ~ 2001 年冬季流感住院人数直方图
(直线为住院人数变化趋势)

流感人数最多;③用最小二乘法建立流感住院人数一元回归方程,其年增长趋势为 32.49 人/a。

3 大流行期的气温分析

3.1 暖冬现象

研究表明,20 世纪 80 年代以来,全球气温有上

升趋势,尤其是冬季,气温偏高而形成的暖冬现象已持续了 18 个年头,而进入 90 年代以来,这种趋势更加明显。表 1 是 1951 ~ 2001 年冬季潍坊市平均气温的变化情况。

从表 1 可以看出,1951 年以来,潍坊冬季的气温总趋势是逐年代升高,从 20 世纪 90 年代到 2001 年,冬季的气温有跃增趋势,比 50 年代升高了 1.73 ℃,距平值达 1.33 ℃。

将 1991 ~ 2001 年冬季的平均气温按世界气象组织常用的异常气温指标进行判别,对应各年冬季流感住院人数如表 2。

表 1 潍坊市 1951 ~ 2001 年冬季平均气温及距平值 ℃

	1951 ~ 1960 年	1961 ~ 1970 年	1971 ~ 1980 年	1981 ~ 1990 年	1991 ~ 2001 年
平均气温	- 1.32	- 1.67	- 1.10	- 0.87	0.41
气温距平	- 0.40	- 0.75	- 0.18	0.05	1.33

表 2 1991 ~ 2001 年潍坊市冬季气温状况与流感住院人数

	1991 年	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年
冬季平均气温/ ℃	- 0.13	0.30	- 0.17	1.36	- 0.33	- 0.20	0.33	1.50	- 0.83	0.87	1.77
气温距平/ ℃	0.70	1.13	0.66	2.21	0.50	0.63	1.16	2.33	0.0	1.70	2.60
异常指标	偏高	偏高	偏高	明显偏高	偏高	偏高	偏高	明显偏高	正常	偏高	明显偏高
流感住院人数	283	260	306	353	352	360	391	605	305	401	763

注:表中计算气温距平所用的气温平均值系 1951 ~ 2001 年 $\overline{T} = - 0.83\text{ }^{\circ}\text{C}$

分析表 2 可知,20 世纪 90 年代以来,潍坊冬季的气温除了 1999 年为正常外,其他年份皆偏高或明显偏高,距平值平均为 1.24 ℃,特别是 1994 年、1998 年和 2001 年冬季,气温创历史最高。以 1991 ~ 2001 年冬季潍坊市人民医院流感住院人数与冬季平均气温为样本,计算了它们的相关系数, $r = 0.6137$ (通过 0.05 显著水平检验),即流感疾病的发病率与冬季气温呈明显正相关,气温越高,发病率越高。流感大爆发的 1998 年和 2001 年冬季,出现 20 世纪冬季平均气温最高值,距平分别为 2.33 ℃和 2.60 ℃。而 1994 年冬季气温明显偏高,但由于降水偏多,因而流感没有集中爆发。由此可以得出,冬季

偏高的气温是流感发生传播的最佳大气环境,因为温暖的环境有利于流感病毒的滋生、存活和繁殖。据医学专家分析^[2],当冬季的气温平均高出正常状态 1 ~ 2 ℃时,流感病毒在空气中的存活时间要高出十几倍,繁殖速度快 4 ~ 5 倍。

3.2 冷空气活动

在气温异常偏暖的冬季,有一个显著特点是:大规模冷空气活动次数少,但降温幅度大。用 1991 ~ 2001 年的气象资料,以两日之内平均气温降温幅度 $\Delta \overline{T}_{48} > 5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为标准,统计了 11 年冷空气活动情况,结果如表 3。

表 3 潍坊市冬季(1991 ~ 2001 年)冷空气活动统计

	1991 年	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年
$\Delta \overline{T}_{48} > 5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 次数	6	5	6	5	5	5	6	4	5	4	4
$\Delta \overline{T}_{48}$ 平均值/ ℃	6.05	6.27	6.07	6.05	6.64	6.42	6.08	7.28	7.10	7.38	6.88

表 3 表明,从 1998 年以后,冬季冷空气活动 $\Delta T_{48} > 5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的次数明显减少,比前 6 年平均减少了 1.5 次,而每次冷空气活动导致大气的降温幅度比 11 年的平均值增大了 $1.16\text{ }^{\circ}\text{C}$,特别是流感爆发的 1998 年和 2001 年,冷空气活动次数明显减少,只有 4 次,但平均降温幅度却有增大,达到 $7.28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $6.88\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

诱发流感疾病爆发的因子很多,但在温暖的环境下,形成较为强烈的降温过程,是其爆发的重要因素。据医学专家分析^[1,2],“暖冬”现象诱发流感疾病大爆发的主要机制是:①气温变化振幅加大,忽冷忽热的大气环境,使人体组织有节律地变化失去了平衡。②气温变化急剧,使身体适应外界环境的能力降低,免疫力下降,容易受到各种病毒的侵蚀。③异常变化的气温,造成了大气中电场和磁场发生改变,使人体植物神经系统失常,内分泌紊乱。

4 流感大流行期的降水特征

4.1 冬季降水量与流感疾病的关系

图 2 是潍坊市冬季降水与流感住院人数曲线图。分析图 2 可以看出:①两条曲线基本峰谷相对,说明降水少的冬季流感发病率高,反之,流感发病率低;②1996 年之后,各年的冬季降水量变幅加大,流感住院人数变幅也随之增大,以至出现了 1998 年和 2001 年的流感大流行;③在流感大爆发的前一年,冬季降水量出现峰值,如 1997 年 59.5 mm ,2000 年 57.4 mm ;而流感爆发的当年冬季,降水量出现谷值,如 1998 年 5.8 mm ,2001 年 13.5 mm 。这个规律值得进一步研究和验证,因为它对开展医疗气象预报有重要意义。事实证明,自然降水不仅能湿润大气,滋润大地,给人以优良的生活舒适度,还能消灭或减少大气中的有害气体、有害物质。因为通常在降雨过程中,大气中的有害气体、有害物质能溶于水并与水产生化学反应使空气中的污染物含量降低 60%。干旱少雨、空气干燥,是流感病毒繁殖、传播、扩散的有利环境。

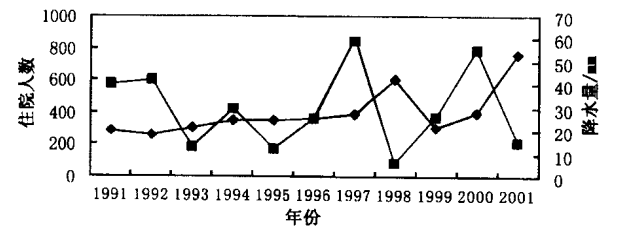


图 2 1991~2001 年冬季降水量与流感住院人数曲线图
(—◆—住院人数,—■—降水量)

4.2 降水的时间分布与流感疾病的关系

除了年冬季降水量的绝对变率以外,降水的时间分布特征也是诱发流感疾病的重要因素。连续无降水日数能正确地表征降水的时间分布。表 4 是 1991~2001 年冬季最长连续无降水日数统计,统计标准是某段时间大气无降水现象发生 ($R \leq 0.0\text{ mm}$),且连续 5 天以上。

年份	连续无降水		
	日数	日数距 平值	占冬季日数 百分比(%)
1991	25	- 11	28
1992	33	- 3	37
1993	46	10	51
1994	20	- 16	22
1995	36	0	40
1996	45	9	50
1997	34	- 2	38
1998	77	41	86
1999	26	- 10	29
2000	10	- 26	11
2001	56	20	62

从表 4 可以看出,流感疾病爆发的 1998 年和 2001 年,是 20 世纪 90 年代以来冬季连续无降水日数最长的两年,分别是 77 天和 56 天,占冬季日数的 86%和 62%,降水少且时间分布不均,加重了大气的干燥程度。病理研究证明,降水的时间分布不均,长时间无降水过程,会使大气环境极度干燥,干燥的空气能使呼吸道粘膜发生细小的皱裂,病毒容易侵入感染;再者干燥的空气最易污染,清晰度变低,大量病毒得以在空气中延长存活时间。例如流感病毒在清新的空气中只能存活 4h,而在混浊的空气里却能存活 7h 以上。

5 流感大流行期的大气清洁度特征

流感病毒的滋生、繁殖以及传播载体主要是空气。空气的清洁度是大气环境质量的重要标志,空气越混浊,污染物的含量越高,污染物中的有机化合物如病毒、细菌成分越大。空气的清洁度与大气环境边界层内的风、温度的垂直分布有关。特别是大气底层的逆温层的厚度和强度特征,直接关系到污染物尤其是有机化合物如病毒、细菌等的含量和密度。

能见度是表征大气清洁度的重要因子,是空气

中杂质含量的衡器。当非降水影响时,能见度越低,大气中杂质含量越多,空气越浑浊。在冬季,影响大气能见度的主要因子是烟、雾、浮尘、扬沙等。特别是烟、浮尘出现在干燥寒冷的空气中对空气的污染更为严重。研究证明,流感病毒颗粒直径绝大部分介于 $0.5 \sim 1\mu\text{m}$ 之间,它们能负载或混合在烟雾中,人可以直接吸入肺内甚至沉积在血液中,引发上呼吸道感染、支气管炎等症状。表 5 是 1991 ~ 2001 年潍坊市市区因烟尘污染水平能见度 $< 10000\text{m}$ 的统计。

表 5 潍坊市 1991 ~ 2001 年冬季水平能见度 $< 10000\text{m}$ 的次数和烟尘影响所占百分比

年份	烟尘影响次数	总次数	烟尘影响次数占总次数百分比/ %
1991	12	70	17
1992	10	72	14
1993	29	72	40
1994	24	79	30
1995	31	81	38
1996	31	78	40
1997	21	80	26
1998	39	82	48
1999	14	80	18
2000	6	81	7
2001	41	82	50

分析表 5 可知,①1991 ~ 2001 年,冬季近地面的大气层随时间的推移,浑浊度呈增长趋势,水平能见度 $< 10000\text{m}$ 的次数逐年增加。②在浑浊大气中,烟尘影响的次数在流感大流行的 1998 年和 2001 年最高,分别占当年总次数的 48 %和 50 %。

6 流感发生的分级预报

分析近 10 年气象因素与流感疾病的关系发现,当气象条件的变化,有利于流感病毒滋生、传播时,流感疾病的流行还需要一个过程,就是说流感随气象因素的变化有明显的滞后性。根据以上特征,我们选用了物理意义明确的气温、降水和能见度 3 个因子作自变量,用上月的气象资料,在每月的月末预报下月的流感住院人数 y_t 。

回归方程为:

$$\hat{y} = 132.286 + 27.197 x_1 + 0.863 x_2 + 3.144 x_3 \quad (1)$$

式(1)中, x_1 为上月平均气温与前 10 年同期平均气温之差, x_2 为上月降水与前 10 年同期平均降水之

差, x_3 为上月 08 :00 因烟尘影响水平能见度 $< 1000\text{m}$ 的日数与前 10 年同期平均值之差。

复相关系数 $R = 0.8947$,通过了 0.01 信度检验。

为了更贴近现实,增强服务功能,以潍坊市人民医院住院处流感住院人数为基础,将 $\hat{y}$ 值做如下分级,

$\hat{y}_{\text{月}} \leq 130$	正常(1 级)
$130 < \hat{y}_{\text{月}} \leq 200$	流行(2 级)
$\hat{y}_{\text{月}} > 200$	大流行(3 级)

2002 年冬季,对该预报方法的实用性进行了检验,用潍坊市人民医院呼吸内科流感住院人数进行对比,表明该方法对流感的分级预报灵敏度和正确率都较高,但预报值略偏高,有待于进一步改进,表 6 是 2002 年冬季的检验结果。

表 6 2002 年冬季预测与实况

预测值				流感住院人数	实况值
2002 年 12 月	$\hat{y}_{\text{月}} = 100.0$	1 级	正常	67	正常
2003 年 1 月	$\hat{y}_{\text{月}} = 99.5$	1 级	正常	77	正常
2003 年 2 月	$\hat{y}_{\text{月}} = 125.4$	1 级	正常	93	正常
2003 年 3 月	$\hat{y}_{\text{月}} = 138.4$	2 级	正常	101	正常

7 小结

(1)研究证明,流感疾病大流行与我们生活的大气环境的某些变异有关。近十几年来的暖冬现象,特别是冬季温度异常偏高的年份,是流感疾病大流行的基础环境场。

(2)冬季降水量和降水的时间分布,是流感疾病大流行的重要因素,从上一年冬季降水偏多陡降至当年冬季降水较少的年份,是流感病毒最易爆发的时段。

(3)大气环境清洁度低,烟尘含量高的年份,最有利于流感病毒的滋生,存活和传播,是流感疾病肆虐的关键因素。

(4)通过以上分析,选用气温、降水和能见度为因子,以某个较大的医疗单位流感疾病住院人数为基础,做流感疾病发生的分级预报,效果较好。

参考文献

1 张书余. 医疗气象预报基础. 北京:气象出版社,1999. 50 - 58
2 丁继武. 风沙袭后的健康问题. 中国气象报,2002-04-29
(下转第 396 页)

Analysis of Atmospheric Environment Change During Flu Rage and Flu Occurrence Forecast

Shan Yichang¹ Xu Taian¹ Lu Dan¹ Zheng Xueshan¹ Du Hengxin²

(1 Weifang Meteorological Bureau , 2 Weifang People's Hospital ,
Sandong Province , Weifang 261 011 , China)

Abstract : Analyses is made of the atmospheric environment variation during the flu rages in 1998 and 2000 . The results indicate that such atmospheric environment variation as higher winter air temperature , fewer cold air activities , larger argument of temperature variation , fewer precipitation than previous year along with greater inter-annual variation and uneven temporal distribution , and higher atmospheric soot content are related closely to flu occurrence . At the same time , using the 11-year diseases case history information and the multiple regression method , selecting three factors with distinct physical meaning , a prediction equation of flu is established .

Key words : flu , environmental characteristic , grading forecast