

张楠,徐波,刘敏茹,等.西安呼吸系统疾病气象风险指数等级预报研究与应用[J].陕西气象,2021(5):59-62.

文章编号:1006-4354(2021)05-0059-04

西安呼吸系统疾病气象风险指数等级 预报研究与应用

张楠,徐波,刘敏茹,邓小丽
(西安市气象局,西安 710016)

摘要:利用2010年1月1日—2014年12月31日西安市呼吸系统疾病死亡数据与相应的气象观测数据,选取与呼吸系统疾病有显著相关性的气象因子,采用多元逐步回归方法,建立呼吸系统疾病死亡人数预测模型和呼吸系统疾病气象风险指数等级预报方法,并对预测模型和等级预报进行了检验。结果表明:呼吸系统疾病日死亡人数预测模型准确率在79.5%以上,呼吸系统疾病气象风险指数等级预报准确率达到98%,预测预报效果较好。将呼吸系统疾病气象风险指数等级预报融入西安公共气象指数预报服务系统,制作呼吸系统疾病气象风险指数等级预报、预警产品,并通过全方位融媒体发布手段开展健康气象预报预警服务。

关键词:气象风险;呼吸系统疾病;预测模型;等级预报

中图分类号:R122.26:P49

文献标识码:A

呼吸系统疾病(chronic respiratory disease, CRD)是影响我国居民健康的一种常见病、多发病。根据《2019年中国卫生健康统计年鉴》的数据,2018年我国城市居民呼吸系统疾病死亡率为68.02/10万,呼吸系统疾病是位列城市居民死亡率第4位的一类疾病^[1]。研究表明,低气温、高气压及湿冷等气象条件的叠加效应与呼吸系统感染及呼吸系统疾病发病有明显的相关关系^[2-3],稳定的气象条件不利于慢性呼吸道疾病发病,降温和高气压是慢性呼吸道疾病的诱因之一^[4]。对西安市2010—2014年疾病死亡率统计发现,呼吸系统疾病是死亡率第3位的疾病,且在冬、春季多发。这种冬春季多、夏秋季少的呼吸系统疾病死亡的季节分布特征,反映西安本地气象因素对呼吸系统疾病有着重要影响,因寒冷导致的人体不适对呼吸系统疾病超额死亡有很大影响^[5]。在冬春季及气候反复异常时,给老年人、儿童及有慢性呼吸

系统疾病的患者提供一定的指导建议,能够预防疾病的发生和发展。开展呼吸系统疾病气象风险等级预报服务,可有计划、有重点地预防疾病,降低死亡率,也对合理分配医疗资源有一定的积极意义。

1 资料与方法

1.1 资料选取

医疗数据采用2010年1月1日—2014年12月31日西安市辖区11区、2县的呼吸系统疾病日死亡人数数据,数据来自西安市疾病预防控制中心;同期的气象数据为西安泾河国家气象观测站的日平均气温,日最高、日最低气温,日平均气压,日最高、日最低气压,日平均风速等资料。

1.2 研究方法

1.2.1 预报因子及预报方法 利用2010—2013年逐日气象观测数据与呼吸系统疾病日死亡人数进行单因素相关性分析,选取具有显著相关的气

收稿日期:2021-02-05

作者简介:张楠(1984—),女,汉族,陕西西安人,硕士,工程师,主要从事公共气象服务研究。

基金项目:国家人口与健康科学数据共享服务平台项目(NCMI-GB01N-201906);西安市气象局科学技术研究项目(xqky2019-12)

象因子;采用多元逐步回归分析法建立呼吸系统日死亡人数的预测模型。利用2014年的气象观测数据和呼吸系统疾病日死亡人数对模型进行检验。

回归方程表达式^[6]为

$$S = b + \sum_{i=1}^m a_i k_i \quad (1)$$

其中, S 表示呼吸系统疾病日死亡人数; b 为常数项; a_i ($i=1,2,\dots,m$)是回归系数; k_i ($i=1,2,\dots,m$)是气象因子; m 是气象因子的数量;回归方程显著性水平取0.05。

1.2.2 风险指数等级划分方法 参照相关文献^[4,7],利用2010—2014年西安市呼吸系统疾病日死亡人数资料,统计得出呼吸系统疾病日死亡人数的平均值和标准差,将呼吸系统疾病日死亡人数平均值设为 X ,样本标准差为 S_X ,日死亡人数为 S ,将呼吸系统疾病日死亡人数按表1划分为五个等级,作为西安市呼吸系统疾病气象风险指数等级预报标准。

表1 呼吸系统疾病气象风险指数等级划分方法

等级	阈值	含义
I级	$S < X - 2S_X$	不危险
II级	$X - 2S_X \leq S < X - S_X$	低危险
III级	$X - S_X \leq S < X + S_X$	中度危险
IV级	$X + S_X \leq S \leq X + 2S_X$	重度危险
V级	$S > X + 2S_X$	极度危险

2 呼吸系统疾病气象风险指数等级预报

2.1 预测模型的建立

对2010—2014年西安市呼吸系统疾病死亡人数进行统计分析,结果显示4—10月西安死亡人数相对较少且波动较小,而11月—翌年3月的月平均死亡人数明显增多,其中1月最多(图1)。西安冬季及冬春、秋冬转换季,是呼吸系统疾病死亡的高发季,11月—翌年3月平均月死亡人数较4—10月的平均月死亡人数多48%。西安秋末和冬季天气干燥寒冷,雾霾多发,春季天气多变,沙尘天气时有发生^[8]。这些天气条件下容易造成人体支气管收缩痉挛,分泌物增多,呼吸道粘膜弹性

降低,粘膜纤毛运动减弱,细菌、病毒等容易入侵和繁殖,易出现咳嗽、咯痰、气喘等呼吸系统疾病的常见症状,易诱发呼吸系统疾病^[9]。故选取2010—2013年呼吸系统疾病死亡高发的1、2、3、11、12月的日死亡人数数据和同期的气象观测数据,建立西安市呼吸系统疾病气象风险指数预测模型。

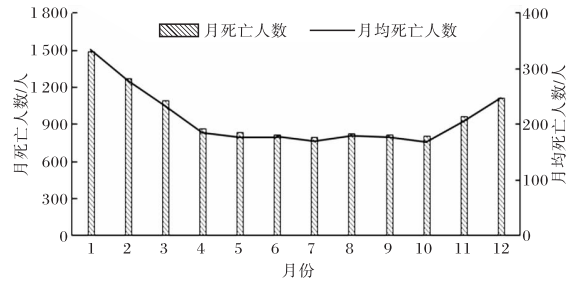


图1 2010—2014年西安市呼吸系统疾病月总死亡人数和月平均死亡人数分布

已有研究表明,西安地区风速、变温、变压、低温、低压与呼吸系统死亡人数增多有显著相关性,且气象因素对呼吸系统疾病的影响存在明显的滞后和累积效应^[5,10]。故选取2010—2013年日平均、日最高、日最低气温和气压,日平均、日最高、日最低气温和气压的3日滑动平均值,以及日最高(最低)气温和气压3日滑动最大变幅(最高值与最低值之差),日平均风速,与当日及滞后1~12 d的呼吸系统疾病日死亡人数逐一进行相关分析。选取其中与呼吸系统疾病日死亡人数具有显著相关的日均风速、3日滑动最低气温、3日滑动最低气压等99个气象因子($P < 0.01$),采用多元逐步回归分析法建立呼吸系统疾病日死亡人数的预测模型,样本数 $N=1461$ 。预测模型的回归方程为

$$Y = 137.690 - 0.282X_1 - 0.936X_2 - 0.963X_3 - 0.740X_4 - 0.008X_5 - 0.752X_6 - 0.742X_7 - 0.004X_8 \quad (2)$$

其中, Y 表示预测的呼吸系统疾病日死亡人数, X_1 表示预报日前第12 d的日均风速(m/s), X_2 表示预报日前第1 d的日均风速(m/s), X_3 表示预报日前第1 d的滑动变温($^{\circ}\text{C}$), X_4 表示预报日前第12 d的滑动变温($^{\circ}\text{C}$), X_5 表示预报日前第

12 d 的滑动最低气温($^{\circ}\text{C}$), X_6 表示预报日前第 12 d 的滑动最低气压(hPa), X_7 表示预报日前第 2 d 的滑动变温($^{\circ}\text{C}$), X_8 表示预报日前第 2 d 的日均风速(m/s)。模型通过 $P < 0.001$ 显著性水平检验, $R = 0.517$, $F = 27.248$ 。

2.2 预测模型的检验

按照预测模型选用的气象因子代入 2014 年实况数据, 计算预测 2014 年呼吸系统疾病日死亡人数, 将预测死亡人数与实际死亡人数对比(图 2)发现, 模型预测的呼吸系统疾病日死亡人数的平均相对误差为 20.4%, 预测准确率在 79.5% 以上, 预测效果较好。2014 年冬季西安出现了持续的雾霾天, 干燥、寒冷的天气条件, 影响人体呼吸道粘膜防御功能和人体的免疫力, 利于细菌、病毒侵袭、传播。有研究表明, 空气污染加重时, 有慢性阻塞性肺病等基础肺功能疾病的患者, 病情急性加重的发生率会明显增高^[11]。非气象因素的影响以及外界环境影响下个体自身调节适应能力的差异均会导致呼吸系统疾病的发生和加重, 可能导致了模型预测存在一定误差。

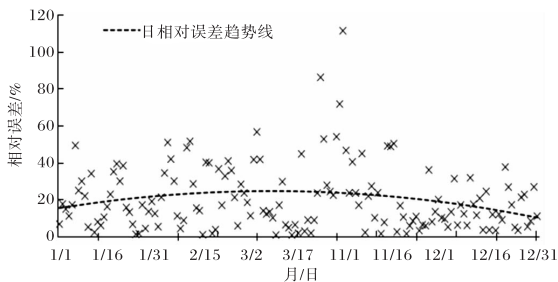


图 2 2014 年西安呼吸系统疾病模型预测日死亡人数相对误差

2.3 等级预报

依据日死亡人数样本均数和标准差划分呼吸系统疾病气象风险等级的方法, 将西安呼吸系统疾病气象风险等级划分为五个等级, 等级阈值及含义: I 级, $S < 1$, 不危险; II 级, $1 \leq S < 3$, 低危险; III 级, $3 \leq S < 9$, 中度危险; IV 级, $9 \leq S \leq 12$, 重度危险; V 级, $S > 12$, 极度危险。利用模型计算的 2014 年每日呼吸系统死亡人数预测每日呼吸系统疾病气象风险等级。2014 年呼吸系统疾病气象风险指数等级预报结果显示: I 级为 0, II 级

为 0, III 级占比为 6.6%, IV 级为 59.6%, V 级为 33.8%。预报等级以 IV 级最多, 其次依次为 V 级、III 级, 未出现 I 级和 II 级。

2.4 等级预报检验

将 2014 年呼吸系统疾病气象风险指数等级预报结果, 与依据每日实际死亡人数得到的实际呼吸系统疾病气象风险指数等级进行对比分析, 比较预报与实际等级的差异, 计算预报等级与实际等级的一致率。将预报等级与实际等级完全相同即相差 0 级, 或相差 1 级均视为等级预报正确, 将相差 0 级与相差 1 级的占比之和, 作为等级预报的准确率。等级预报检验结果如表 2 所示: 预报等级与实际等级相差 0 级的占 55%、等级相差 1 级的占 43.0%, 等级检验未出现等级相差 3、4 级的现象, 预报等级与实际等级接近, 预报准确率达到 98%, 准确率高。2014 西安冬季降水偏少, 雾霾天气持续时间长, 异常的气候条件导致死亡人数偏多。2014 年西安 1、2、3、11、12 月的呼吸系统疾病死亡人数是 2010—2014 年同期平均值的 1.51 倍, 死亡人数异常偏多。预报等级整体较高也与死亡人数异常偏多的实况较为吻合。呼吸系统疾病气象风险指数等级预报方法能反映气象条件对呼吸系统疾病的影响, 该方法可在业务中应用。

表 2 2014 年西安呼吸系统疾病气象风险指数等级预报准确率检验

风险等级差	0 级	1 级	2 级	3 级	4 级	准确率
等级差占比/%	55.0	43.0	2.0	0.0	0.0	98

3 呼吸系统疾病气象风险指数的应用

通过分析气象因素与呼吸系统疾病日死亡人数之间的关系, 建立呼吸系统疾病气象风险指数等级预报方法, 利用该方法制作西安呼吸系统疾病气象风险指数预报产品, 并相应地编制综合西安地区实际气候特征、气象环境风险因素以及个体防护等三方面的预防呼吸系统疾病建议库, 预防建议库将在经过医学、气象专家论证后使用。呼吸系统疾病气象风险指数预报产品内容主要包括风险指数预报等级、对应的防范人群和预防建

议。西安呼吸系统疾病气象风险指数预报包括 5 个等级: I 级, 气象环境对呼吸系统疾病无影响; II 级, 气象环境对呼吸系统疾病影响轻微; III 级, 气象环境对呼吸系统疾病有影响; IV 级: 气象环境对呼吸系统疾病影响较大; V 级, 气象环境易致呼吸系统疾病发病或加重。强化健康气象服务业务, 将呼吸系统疾病气象风险指数预报产品融入西安市公共气象服务中心现有的公众气象指数预报系统中。利用 WRF 数值预报模式输出的气象要素预报, 每日定时自动生成西安呼吸系统疾病气象风险指数预报产品, 根据服务需求制作相应的专题预报、媒体视频等, 应用于公众、专业气象服务及重大活动气象服务保障中, 通过气象影视、微博、微信、网站等媒体发布, 可为居民、易感人群和医疗、养老机构等提供健康预报预警服务, 为指导公众及易感人群合理安排生活及出行提供参考依据。

4 结论与讨论

(1) 利用 2010—2014 年西安市呼吸系统疾病数据与相应的气象数据, 选取气温、气压、风速等与呼吸系统疾病有显著相关的气象因子, 采用逐步回归分析法, 建立了西安气象因素对呼吸系统疾病死亡人数的预测模型和呼吸系统疾病气象危险指数等级预报方法。呼吸系统疾病日死亡人数预测准确率为 79.5%, 呼吸系统疾病气象风险指数等级预报准确率达到 98%, 所建立的方法预报效果较好。

(2) 呼吸系统疾病气象风险指数等级预报产品可应用于健康气象服务业务, 向社会大众和易感人群发布, 提醒人们在风险较高的天气环境下做好防护措施, 具有一定的应用价值和社会价值。本研究仅对呼吸系统疾病气象风险指数等级预报进行了初步研究, 是健康气象服务产品在气象服务领域应用的初步探索, 预测模型和风险等级预报的完善、研究结果应用的社会价值和经济效益评价有待进一步深入。

(3) 疾病的发生、发展除了受气象环境因素影

响外, 还与个体自身状况、就诊治疗情况、护理及个人生活方式等因素有关。研究由于医疗资料来源限制, 只应用了疾病死亡数据, 不能全面反映出气象因素与疾病之间的关系, 使得气象因素对疾病的风险预测还存在一定局限。今后还应结合门诊急诊、住院等就诊治疗情况数据以及对患者疾病转归随访等信息, 对呼吸系统疾病气象风险指数等级预报逐步完善, 为易感人群及患者生活方式提供更多更有价值的气象服务和指导建议。

参考文献:

- [1] 国家卫生健康委员会. 2019 中国卫生健康统计年鉴 [M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2019: 283.
- [2] 李延文, 谈建国, 蒋锦琪. 急性呼吸系统感染与气象因素的相关性分析研究 [J]. 现代生物医学进展, 2015, 15(15): 2868-2928.
- [3] 谈建国, 瞿惠春. 猝死与气象条件的关系 [J]. 气象科技, 2003, 31(1): 58-61.
- [4] 李永红. 气象因素对南京市居民健康影响的初步研究 [D]. 南京: 东南大学, 2005.
- [5] 张楠, 刘继峰, 徐军昶, 等. 西安气象因素和舒适度对呼吸系统疾病死亡的影响分析 [J]. 科技与创新, 2019(10): 8-11.
- [6] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法 [M]. 北京: 气象出版社, 1990: 81-100.
- [7] 张楠, 尚可政, 刘继峰, 等. 脑血管病的气象危险指数预报研究 [J]. 陕西气象, 2018(1): 16-20.
- [8] 金丽娜, 曲静, 翟园, 等. 西安近 63 年气候变化特征综合分析 [J]. 陕西气象, 2014(3): 17-20.
- [9] 卢志刚. 季节变化对呼吸系统免疫调节机制影响的研究 [D]. 河北: 河北医科大学, 2010: 71-81.
- [10] 张楠, 尚可政, 刘敏茹, 等. 西安呼吸系统疾病死亡人数与气象因素的关系 [J]. 甘肃科学学报, 2020, 32(3): 61-65.
- [11] LING S H, VAN EEDEN S F. Particulate matter air pollution exposure: role in the development and exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease [J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2009, 4(1): 233-243.