

张楠,尚可政,刘继锋,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.

文章编号: 1006-4354(2018)01-0016-05

脑血管病的气象危险指数预报研究

张楠^{1,2}, 尚可政², 刘继锋³, 乔丽¹

(1. 西安市气象局, 西安 710016; 2. 兰州大学, 兰州 730000;

3. 西安市疾病预防控制中心, 西安 710054)

摘要:为预防脑血管病发生、发展,提高人群自我保健意识,利用西安市 2010—2013 年脑血管病死亡人数和同期气象数据,通过 SPSS17.0 对气象因子与脑血管疾病逐日死亡人数进行单因素相关分析,通过多元逐步回归方法按月建立脑血管病日死亡人数预报模型,并建立脑血管病气象危险指数等级,应用 2014 年资料检验预报模型及等级预报。结果表明:西安市不同月份与脑血管病死亡人数有显著相关的气象因素不同;按月建立的脑血管病预报模型准确率在 78% 以上,气象危险指数等级预报准确率达 90%,预报模型及气象危险指数等级预报效果较好。

关键词:脑血管病;气象危险指数;多元逐步回归;预报模型

中图分类号: R122.26

文献标识码: A

脑血管病(cerebrovascular disease)指由于脑部血管病变所引起的脑部疾病,包括脑动脉粥样硬化、血栓形成、狭窄、闭塞、脑动脉损伤、血管畸形等,其共同特点是引起脑组织的缺血或出血性意外,所以通常可分为缺血性和出血性脑血管病,导致患者残疾或死亡,又称脑血管意外。在我国,每年有新发脑血管病患者约 270 万人,每年死于脑血管病的患者约 130 万人,脑血管病已经成为我国居民的“第一杀手”^[1]。数据显示,2010—2014 年,西安地区脑血管疾病死亡人数逐年增加,2014 年,因脑血管病死亡的人数占西安地区总死亡人数的 26.0%。已有研究显示^[2],气压、

气温等气象因素的异常变化是诱发脑血管病发病的危险因素之一。本研究通过分析气象因素与脑血管病死亡的相关关系,建立脑血管病日死亡人数的预报模型,并依据模型建立相应的气象危险指数等级标准,为预防脑血管意外的发生,提高人群自我保健意识提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料选取

2010—2014 年脑血管病日死亡数据来自西安市疾病预防控制中心,数据选取西安市 11 个区、2 个县の日死亡人数数据中的脑血管病部分;同期气象数据来自西安市气象局,包括:日平均气

收稿日期: 2017-09-07

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

基金项目: 陕西省气象局科技创新基金项目(2014M-37)

[18] ELVIDGE C D, ZISKIN D, BAUGH K E, et al. A fifteen year record of global natural gas flaring derived from satellite data[J]. *Energies*, 2009, 2(3): 595-622.

[19] ZHANG Q L, SETO K C. Mapping urbanization dynamics at regional and global scales using multi-

temporal DMSP/OLS nighttime light data[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2011, 115(9): 2320-2329.

[20] 杨眉, 王世新, 周艺, 等. 基于 DMSP/OLS 影响的城市化水平遥感估算方法[J]. *遥感信息*, 2011, 4: 100-106.

温,日平均最高气温、最低气温,日平均气压,日平均相对湿度,日照时数,日平均风速,降水量及气温日较差。

1.2 研究方法

国内外研究发现,气象因素与脑血管病死亡具有一定相关关系,且气象因素对脑血管病死亡的影响存在明显的滞后和累积效应^[3-4]。选取当天、前1~10 d 单天气象要素及2~7 d 累积平均后的气象要素,逐一与脑血管病日死亡人数进行相关分析,研究气象因素对脑血管病死亡的滞后影响和累积效应。

脑血管病发病总体呈夏季发病率低、冬季发病率高的季节变化特征,但同一季节各月的发病率也存在较大差异^[5]。为到达更好的预测效果,故在建立模型及等级划分时按月进行。应用多元逐步回归法,利用2010—2013年脑血管病及气象资料按月建立脑血管病日死亡人数回归预报模型,并根据预报模型建立相应的气象危险指数等级预报标准。利用2014年脑血管病及气象资料对预报模型及等级标准进行检验。

回归分析方程表达式^[6]为

$$S_i = b + \sum_{j=1}^m a_j \cdot k_j, \quad (1)$$

其中, S_i ($i = 1, 2, \dots, 12$) 表示各月脑血管病日死亡人数, b 为回归方程的常数项, a_j 为回归系数, k_j 为气象因子, $j = 1, 2, \dots, m$, m 为入选因子的个数,显著水平取5%。

2 结果分析

2.1 脑血管病死亡分布特征

2010—2014年西安脑血管疾病死亡人数男女比例为1:0.84,年龄<25岁、25~<45岁、45~<60岁、≥60岁的人数,分别占脑血管病死亡人数的0.2%、2.6%、13.5%、83.7%。脑血管病月平均死亡人数统计分析表明,脑血管病死亡人数冬半年多(占55.4%),夏半年少(占44.5%),死亡人数最多的月份依次为1月、12月、2月;死亡人数最少的月份依次为7月、6月、5月。12月、1月是脑血管疾病的死亡的高峰,而8月份是脑血管疾病在夏半年的一个死亡小高峰,可能与西安地区冬季寒冷、多雾霾,8

月酷暑炎热、高温热浪频发,体感不适有关(图1)。

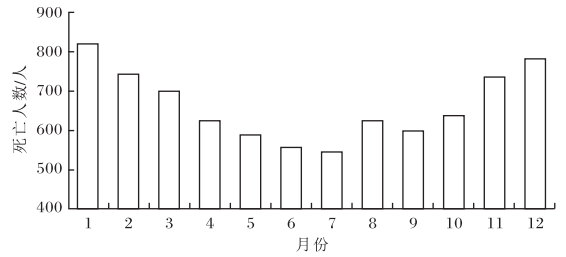


图1 2010—2014年西安地区脑血管疾病月平均死亡人数

2.2 气象要素与脑血管病的相关分析

应用SPSS17.0对各气象要素与脑血管病逐日死亡人数进行单因素相关性分析,结果表明各月份与脑血管死亡人数具有显著相关的气象要素不同;同一气象要素各月份与脑血管死亡人数的正负相关关系不同;同一气象要素不同滞后时间与日死亡人数的相关程度也存在明显差异。总体来说,各月气象要素在某一滞后时间或经过累加平均后与脑血管病日死亡人数相关关系不同,其中风速与之正相关最显著,相对湿度与之负相关最为显著。前6~8 d 风速与脑血管死亡人数正相关系数较高,风速在4~7 d 累加平均后与脑血管病日死亡人数相关系数较高;相对湿度2~3 d 累加平均后与之相关系数较高;其他气象要素与脑血管死亡的相关关系及关系强弱趋势各月差异较大。这说明气象要素对脑血管死亡确实存在滞后和累积效应。

2.3 预报模型的建立

相关分析和已有研究证实,气温、气压、风速、相对湿度等气象要素对脑血管病存在明显的滞后和累积效应^[7]。目前,多数研究选取3~5 d 累加平均的气象因子进行相关分析和建立模型,为了更充分的研究气象因素对脑血管病死亡的累积及滞后效应,在建立预报模型时,将2010—2013年气温、气压、风速、湿度等当天、前1~10 d 单天气象要素及2~7 d 累加平均后的气象要素均作为自变量因子,2010—2013年脑血管疾病日死亡人数作为因变量,自变量因子共693个,各预报因子的意义如表1。

表 1 预报因子及意义

因子	意义	因子	意义
$K_1 \sim K_{77}$	日平均气温/°C	$K_{386} \sim K_{462}$	日平均风速/(m/s)
$K_{78} \sim K_{154}$	日最高气温/°C	$K_{463} \sim K_{539}$	日平均相对湿度/%
$K_{155} \sim K_{231}$	日最低气温/°C	$K_{540} \sim K_{616}$	日降水量/mm
$K_{232} \sim K_{308}$	气温日较差/°C	$K_{617} \sim K_{693}$	日照时数/h
$K_{309} \sim K_{385}$	日平均气压/Pa		

693 个自变量因子共包含 9 种气象要素。每种气象要素包含 77 个因子,每 11 个因子为一组、共 7 组。每种气象要素的 77 个因子依次按照表 2 中类似的累加平均顺序排列定义。

采用多元逐步回归分析法,将自变量因子逐步剔除,选取最佳拟合模型,分别建立 1—12 月西安脑血管病日死亡人数的多元逐步回归预报模型,并对模型进行统计检验,12 个预报模型均通过 $P < 0.000 1$ 显著性水平检验(表 3)。

表 2 $K_1 \sim K_{77}$ 排列顺序及意义

因子	意义
$K_1 \sim K_{11}$	当天及前 1~10 d 的日平均气温/°C
$K_{12} \sim K_{22}$	当天及前 1~10 d 与前一天气温的平均值/°C
$K_{23} \sim K_{33}$	当天及前 1~10 d 与前两天气温的平均值/°C
$K_{34} \sim K_{44}$	当天及前 1~10 d 与前三天气温的平均值/°C
$K_{45} \sim K_{55}$	当天及前 1~10 d 与前四天气温的平均值/°C
$K_{56} \sim K_{66}$	当天及前 1~10 d 与前五天气温的平均值/°C
$K_{67} \sim K_{77}$	当天及前 1~10 d 与前六天气温的平均值/°C

表 3 脑血管病日死亡人数预报模型及检验结果

月份	预报模型	R	F
1	$S_1 = 61.50 - 0.53K_{529} - 3.76K_{685} + 1.55K_{97} + 1.91K_{276} - 0.83K_{617} + 20.28K_{600} - 0.16K_{482} - 4.78K_{413} + 0.52K_{621}$	0.718	15.505
2	$S_2 = 17.33 + 7.38K_{414} - 1.42K_{661} + 11.86K_{615} + 3.66K_{304} - 2.74K_{691} - 0.92K_{118} - 0.60K_1 - 0.20K_{506} + 2.63K_{578}$	0.757	17.744
3	$S_3 = -656.33 - 1.71K_{692} - 0.95K_{672} - 1.35K_{542} + 2.49K_{205} + 0.71K_{385} - 1.31K_{30} - 2.38K_{611}$	0.677	15.611
4	$S_4 = 716.97 - 0.75K_{359} + 8.71K_{456} + 0.64K_{637} - 1.76K_{205} + 1.46K_{286} + 1.28K_{674} + 1.44K_{597} + 4.54K_{440}$	0.640	10.969
5	$S_5 = 17.58 + 3.65K_{424} - 0.66K_{209} + 0.10K_{302}$	0.431	8.661
6	$S_6 = 5.99 + 6.79K_{421} + 0.81K_{265} + 0.48K_{541} + 0.79K_{609} - 0.11K_{481} + 3.80K_{462} - 5.68K_{452}$	0.642	12.534
7	$S_7 = 1\ 882.95 + 0.65K_{683} - 3.78K_{385} + 4.80K_{455} + 1.82K_{341}$	0.648	21.796
8	$S_8 = 3\ 867.65 + 2.43K_{390} + 22.69K_{374} - 26.70K_{385}$	0.394	6.997
9	$S_9 = 93.19 + 4.87K_{462} - 0.63K_{539} - 3.45K_{44} - 1.36K_{252} - 0.23K_{512} + 0.48K_{616} + 3.07K_{120} - 1.70K_{295} + 0.13K_{560}$	0.799	24.842
10	$S_{10} = 59.15 + 5.45K_{427} - 0.36K_{529} - 0.35K_{538} + 4.72K_{441}$	0.744	37.329
11	$S_{11} = -2\ 307.57 + 12.02K_{461} - 0.45K_{100} + 17.01K_{375} - 14.63K_{365}$	0.732	33.618
12	$S_{12} = -96.33 + 14.57K_{455} + 1.58K_{693} - 3.04K_{70} + 0.54K_{539} + 0.26K_{471} + 1.23K_{635} + 2.97K_{308} + 11.85K_{461} + 0.21K_{529}$	0.791	24.386

2.4 预报等级的划分

利用 2010—2014 年脑血管病日死亡人数资

料,按月统计得出脑血管病日死亡人数的平均值,即样本平均值设为 X ,样本标准差为 S_x , S 为日

死亡人数,将日死亡人数划分为五个等级,分级预报称为气象危险指数等级^[8](表4)。

表4 脑血管病气象危险指数等级划分及含义

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

按表4统计计算2010—2014年西安脑血管病日死亡人数的气象危险指数等级,发现1—12月均以III级最多、I级最少,各等级所占比例依次为III级71.0%,IV级14.2%、II级11.8%、V级2.9%、I级0.1%。

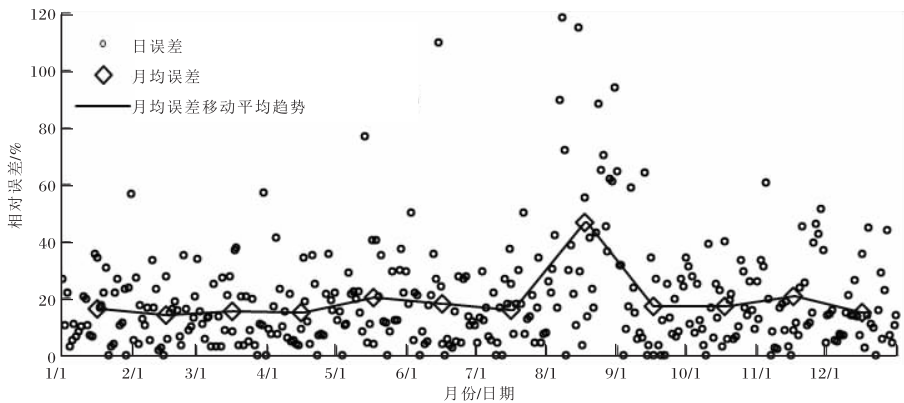


图2 2014年西安地区脑血管病日死亡人数预报相对误差

从2014年各月的日死亡人数预报误差可见,8月的预报准确率较其它月份低,可能与西安地区2014年入夏后气候异常,导致的非气象因素对脑血管病患者个体带来的差异增大有关。气象资料显示,2014年6月至8月初西安持续高温少雨,出现了1977年以来最严重的气象干旱。居民频繁使用空调,室内外温差增大,如果不能及时适应这种温度急剧变化,就容易诱发脑血管病;8月西安还出现3 d大雾天气,个体的体感舒适度差,这时个人防护措施尤为重要,如若个体自身防护不当,也易诱发脑血管病,而这些因气候异常所致的非气象因素对疾病的影响在研究时较难把握。

2.5.2 等级预报检验 将2010—2013年气象实况数据代入各预报方程进行回代检验,并将2014

2.5 预报效果的检验

2.5.1 模型预报检验 将2014年的气象实况数据代入预报方程,计算出脑血管病死亡人数,并与实际死亡人数进行对比检验。对比检验分析采用误差 ϵ 来完成,计算公式^[9]为

$$\epsilon = \frac{|\hat{S}_i - S_i|}{S_i} \times 100\% \quad (2)$$

其中, \hat{S}_i 为预测值, S_i 为实际值。

结果显示,2014年日死亡人数预报误差 $\leq 30\%$ 的概率为81.9%,1—12月日死亡人数预报的月平均误差分别为:16.4%、14.0%、15.3%、15.0%、20.3%、18.0%、15.9%、46.8%、17.3%、20.6%、14.9%,除8月外其他各月的平均误差均小于21%,预报准确率均在79%以上,预报效果较好(图2)。

年的气象实况数据代入各预报方程对日死亡人数进行预报预测,并根据表4对计算结果进行等级划分,比较其与实际等级的一致率。由表5可见,除7、8、11月外,其它月份的回代检验等级预报一致率均在70%以上,未出现等级相差3~4级的现象。若将等级完全相同或相差1级均视为预报正确,则预报准确率均达到90%以上。7、8、11月回代检验等级一致率较低,可能与西安当地气候特征对脑血管病患者个体影响差异较大有关。7、8月正值西安的夏季,不仅炎热多雨,且雷暴大风等强对流天气多发;而11月西安正值深秋,秋冬交替,雾霾频发,气温逐渐下降。应对多变天气和秋冬季节转换时,患者自身的耐受和防护能力有较大的差异,使得非气象因素对疾病的影响加大,导致预报等级与实际等级一致率较低。

表5 脑血管病气象危险指数回代检验预报等级与实际等级一致率

%

等级差	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
0	71.8	77.0	76.6	71.7	77.4	80.0	60.5	62.9	71.7	75.8	54.6	73.4
1	28.2	23.0	23.4	27.5	21.8	17.5	35.5	33.1	27.5	23.4	36.1	26.6
2	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	2.5	4.0	3.2	0.8	0.8	9.2	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
准确率	100	100	100	99.2	99.2	97.5	96.0	96.0	99.2	99.2	90.8	100

预测2014年脑血管病气象危险指数等级与实际等级完全一致率为57%，实际与预报等级相差一级的概率为39%，相差两级的概率为4%，未出现等级级数相差3~4级的现象。2014年等级预报完全一致率较低，与样本量较少有关。若等级完全相同或相差1级均视为预报正确，则等级预报准确率达96%，建立的脑血管病气象危险指数等级预报效果较好。

3 结论与讨论

(1)利用西安市2010—2013年脑血管疾病日死亡人数及同期气象资料，建立脑血管疾病日死亡人数的多元逐步回归预报模型及气象危险指数预报等级，并对预报模型及等级预报进行回代及预报检验。预报模型检验结果，除8月外其他各月的预报准确率均在79%以上；气象危险指数预报等级检验结果，等级完全相同或相差1级的预报准确率达96%。预报模型及气象危险指数等级预报效果较好。

(2)西安市目前业务应用的健康预报模型均为依据经验将其它地区模型本地化，虽然经过本地化后具有一定适应性，但也存在一定局限，且西安市目前没有适用于业务使用的气象危险指数等级预报指标。本文采用西安市长期、规范的气象及医学资料，充分考虑了气象因素对脑血管病的滞后及累积影响，按月建立预报模型及等级标准，符合西安地区当地气候及人文情况，更为合理，为健康预报进一步业务应用提供了理论基础，以期对预防脑血管意外发生、脑血管疾病发展提供合理的引导。

(3)疾病的发生发展是一个复杂的过程，除了

气象因素影响外，还与很多非气象因素关系密切，如疾病本身的病理发展、病患的自身状况、治疗情况、生活习惯及个人养护等，而本研究由于条件限制目前只考虑了气象因素对脑血管病的影响，对疾病的危险程度预测存在一定局限。另外，资料序列长度较短，使研究结果也有一定局限性。因此，导致个别预报模型的预报准确率较低，等级预报还存在误差。

参考文献:

- [1] 王拥军. 中国脑血管病防治面临的特殊问题[J]. 科学通报, 2016, 61(18): 2020-2021.
- [2] 刘世玲, 刘济跃, 李志莉, 等. 脑血管病发病和气象条件的关系[J]. 临床神经病学杂志, 1999(2): 76-78.
- [3] BARNETT Adrian gerard. Temperature and cardiovascular deaths in the US elderly: Changes Over Time[J]. Epidemiol, 2007, 18(3): 369-372.
- [4] 宋慧丽, 刘苏平, 赵增毅, 等. 日最高气温与心脑血管疾病死亡的关系探讨[J]. 中国医药指南, 2013, 11(6): 73-75.
- [5] 张书余. 城市环境气象预报技术[M]. 北京: 气象出版社, 2011: 178.
- [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] 杨宏青, 陈正洪, 肖劲松, 等. 呼吸道和心脑血管疾病与气象条件的关系及其预报模型[J]. 气象科技, 2001, 22(2): 49-52.
- [8] 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.
- [9] 郑学山, 山义昌, 徐太安, 等. 潍坊市脑中风疾病与气象条件的关系及预报[J]. 山东气象, 2002, 22(2): 23-24.