

基于运气理论研究北京地区流行性脑脊髓膜炎发病与气象因素的相关性

张轩 费占洋 郝宇 连易 王鸿 贺娟

【摘要】 目的 依据中医五运六气学说,研究北京地区流行性脑脊髓膜炎(以下简称“流脑”)的高发与同期及前期(包括 1~3 年前)气象因素的关联性,并建立 BP 人工神经网络的医疗气象预测模型。方法 基于北京地区 1970 年~2004 年 35 年的气象资料和流脑发病资料,利用 BP 神经网络方法,从不同时间维度分别建立流脑的气象预警模型。结果 流脑的高发期主要集中在每年的初之气(即 2、3 月份)。利用当年、1 年前、2 年前、3 年前的气象因素皆可成功建立流脑高发的预测模型,其预测精度分别是 50%、75%、86%、99%,其中贡献度最大的气象因素分别是当年初之气的平均相对湿度、1 年前五之气的平均气温、2 年前初之气的平均风速、3 年前五之气的平均风速。结论 北京地区流脑的高发与当年及前 3 年的气象因素均具有关联性,利用前期(尤其是 3 年前)的气象因素建立传染病高发的预测模型具有深入研究的价值。

【关键词】 北京; 流行性脑脊髓膜炎; 气象因素; 五运六气; 三年化疫; BP 人工神经网络

【中图分类号】 R226 **【文献标识码】** A doi: 10.3969/j.issn.1674-1749.2015.03.017

Correlation between the incidence of epidemic cerebrospinal meningitis and meteorological factors in Beijing based on the theory of Yunqi ZHANG Xuan, FEI Zhan-yang, HAO Yu, et al. School of Basic Medical Sciences, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China
Corresponding author: HE Juan, E-mail: hejuan6428@sina.com

【Abstract】 Objective To investigate the correlation between high incidence of epidemic cerebrospinal meningitis (ECM) and meteorological factors during the same and previous periods based on the theory of five movements and six climatic changes, and then to establish the medical meteorological predictive models of BP artificial neural network. **Methods** BP artificial neural network analysis was adopted to establish the ECM predictive models from different temporal dimensions, based on the data of meteorological factors and ECM from 1970 to 2004. **Results** The highest incidence of ECM was in the 1st qi (i.e. February and March). All predictive models can be successfully established with meteorological data of the year, one year before, two years before and three years before the ECM with the predictive accuracy of 50%, 75%, 86% and 99% respectively. The study also shows the most significant meteorological factors include the average relative humidity in the 1st qi of the year, the average temperature in the 5th qi one year prior to the ECM, the average wind speed in the 1st qi two years prior to the ECM, and the average wind speed in the 5th qi three years prior to the ECM. **Conclusion** The high incidence of ECM in Beijing is related to meteorological variables in current year and the past three years. Furthermore, the predictive models with meteorological variables of previous years (especially three years prior to ECM) are of value to be further investigated.

【Key words】 Beijing; Epidemic cerebrospinal meningitis; Meteorological factors; Five circuit phases and six atmospheric influences; Pestilence occurring after three years; BP artificial neural network

基金项目: 国家自然科学基金(81072896)

作者单位: 100029 北京中医药大学基础医学院 [张轩(博士研究生)、费占洋、郝宇、连易、王鸿、贺娟]

作者简介: 张轩(1987-),女,2013 级在读博士研究生。研究方向: 五运六气学说。E-mail: 1205230037@qq.com

通讯作者: 贺娟(1964-),女,博士,教授,博士生导师。研究方向《内经》五运六气理论研究。E-mail: hejuan6428@sina.com

流行性脑脊髓膜炎简称流脑,是由脑膜炎奈瑟菌引起的急性化脓性脑膜炎。其主要临床表现为突然高热、剧烈头痛、频繁呕吐、皮肤黏膜瘀点、瘀斑及脑膜刺激征,严重者可有败血症休克和脑实质损害,常可危及生命。部分病人暴发起病,可迅速致死^[1]。流脑多流行于冬春季节,其传播途径是经呼吸道,通过飞沫传播。本病任何年龄均可发生,以儿童多见^[2]。近些年对流脑的研究,愈发重视从气象学角度进行探讨,旨在为其防治和发病预测提供依据^[3-4]。

运气学说是古人探讨自然变化的周期性规律及其对疾病影响的一门学问,其中不仅包括了年、季、月、节、日、时等时空节律,而且总结了六十年甲子甚至更长时间的规律^[5]。古人观察到疫病的发生与气候变化有着密切的联系,不但与当时的气候,而且与近三年的运气都有关系,即“三年化疫”理论^[6]。如《素问遗篇·本病论》云“假令甲子阳年,……如此则甲己失守,后三年化成土疫,……晚至丁卯,早至丙寅,土疫至也,……”^[7]指出甲年土运,若运气失常,三年后引发疫病流行,名曰“土疫”,应为与脾胃相关的传染病,其病到来存在“早至”或“晚至”的情况。因此推断所谓“三年化疫”,实际上应指病发时间为运气失常年之后的第二年或第三年^[8]。

北京地区属于典型的暖温带半湿润大陆性季风气候,四季分明。有学者研究发现北京全年五运时段的实际气候特点与中医五运模式“初运风、二运暑热、三运湿、四运燥、五运寒”基本一致^[9];而北京全年六气阶段的实际气候特点与中医六气模式“厥阴风木、少阴君火、少阳相火、太阴湿土、阳明燥金、太阳寒水”特点基本符合^[10]。因此,北京地区的气候特点比较适合于五运六气学说的研究。在本课题“北京地区 60 年疫病发生、气象变动规律性与五运六气理论关联性研究”的既往研究结果中,已发现某些传染病的发生与前期的气象因素有关:如痢疾^[11]和伤寒副伤寒^[12]均与 3 年前的气候变化存在确切的相关性;通过前 1 年的气象变化可以预测当年感染性腹泻高发月份的病例数^[13];利用 2 年前的气象因素可建立流行性腮腺炎发病的回归预测模型,且拟合效果最佳^[14]。因此,本研究将利用北京地区 1970 年~2004 年 35 年的气象数据资料和流脑的发病数据资料,采用统计学方法,从当年、1 年前、2 年前、3 年前四个不同时间角度,系统而全面

地分析流脑的高发与气象因素之间的相关性,并尝试建立预测模型,以期在现代传染病的预防提供参考。

BP 人工神经网络^[15]是一个非线性的数据建模工具集合,它包含输入层、输出层和隐藏层,神经元之间的连接赋予相关的权重,训练算法在迭代过程中不断调整这些权重,从而使得预测误差最小化,并给出预测精度。由于其具有独特的信息存储方式、良好的容错性、大规模的非线性并行处理方式以及强大的自组织、自学习和自适应能力,故近些年来,该方法广泛应用于传染病预测及与气象因素关系的分析中^[16-18]。针对传染病数据的非线性特点,本研究将采用 BP 人工神经网络建立四个流脑高发的气象预测模型。

1 资料与方法

1.1 资料来源

北京市疾病预防控制中心提供 1970 年~2004 年记录存档的流脑年度及逐月发病数据,以及北京市气象台提供的同期 5 项基本气象因子的数据资料,包括日平均气温、日平均风速、日降水量、日平均相对湿度、日平均水汽压。

1.2 数据处理

本研究选择以立春为起始点^[19],将每年按 24 节气均分为六个时段,即初之气(立春~春分)、二之气(清明~小满)、三之气(芒种~大暑)、四之气(立秋~秋分)、五之气(寒露~小雪)、终之气(大雪~大寒)。以六气时段为单位,统计 35 年间各时段内气温、风速、降水量、相对湿度、水汽压五项气象因子的平均值;以及 1970 年~2003 年流脑逐年的六段发病数。(注:因缺少 2005 年发病数据,故无法统计 2004 年六段发病数)

1.3 研究方法

应用 SPSS 17.0 统计软件中 BP 人工神经网络的多层感知器(MLP)模块,将 5 个气象因子数据和流脑高发时段的发病数据,按六气时段划分,统计出 6 个组别,各自包含 31 组数据。将日平均气温、日平均风速、日降水量、日平均相对湿度、日平均水汽压 5 个气象因素作为输入变量,将流脑高发时段的发病数作为输出变量,采用统计学中常用且默认的 7:3 比例,随机抽取数据进行训练及预测。

其中,模型 1 的输入变量为 1973 年~2003 年的 5 个气象因子初之气的六段平均值,输出变量为 1973

年~2003 年流脑高发时段(初之气)的发病数。模型 2 的输入变量为 1972 年~2002 年 5 个气象因子的六段平均值,输出变量为 1973 年~2003 年流脑高发时段(初之气)的发病数。模型 3 的输入变量为 1971 年~2001 年 5 个气象因子的六段平均值,输出变量为 1973 年~2003 年流脑高发时段(初之气)的发病数。模型 4 的输入变量为 1970 年~2000 年 5 个气象因子的六段平均值,输出变量为 1973 年~2003 年流脑高发时段(初之气)的发病数。

如上法依次建立预测模型,分别评价其预测精度,并分析同期、1 年前、2 年前、3 年前不同时段的气象因子对流脑发病的影响程度。

2 结果

2.1 流脑六气时段的发病特点

流脑发病呈明显的季节性分布,表现为初之气(即 2、3 月份)高发,经卡方检验,初之气的发病与其他时段发病情况具有显著性差异($\chi^2 = 67.498$, $P < 0.01$)。此外,流脑在二之气(即 4、5 月份)的发病数较高,在终之气(即 12、1 月份)的发病数也会出现小幅上升。由此可见,冬春,尤其是初春,是流脑发病的主要时期。见图 1。

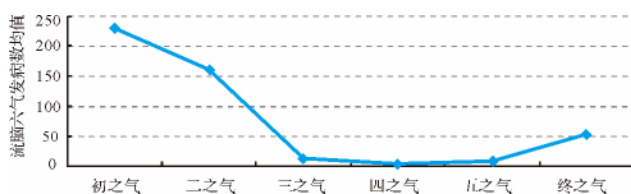


图 1 北京地区 1973~2003 年流脑六气发病趋势

2.2 流脑高发与当年同期气象因素的相关性及气象预测模型

结果显示,该模型训练样本占数据的 71.0%,测试样本占数据的 29.0%。训练相对错误值为 0.447,

测试的相对错误值为 0.678,均小于 1,说明模型建立成功,预测精度约为 50%。其中,仅平均相对湿度与流脑高发的相关性最强,其标准化重要性为 100%,其余各气象因素的标准化重要性均未超过 50%。见图 2。

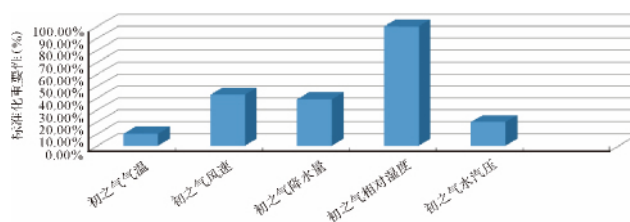


图 2 当年各气象因素对流脑高发的影响

2.3 流脑高发与 1 年前气象因素的相关性及气象预测模型

结果显示,该模型训练样本占数据的 71.0%,测试样本占数据的 29.0%。训练相对错误值为 0.155,测试的相对错误值为 0.362,均小于 1,说明模型建立成功,预测精度约为 75%。其中,与流脑高发密切相关的气象因素有:1 年前五之气的平均气温、1 年前四之气的平均相对湿度、1 年前初之气的平均水汽压、1 年前三之气的平均水汽压、1 年前四之气的平均降水量、1 年前二之气的平均气温、1 年前终之气的平均风速。以上各气象因素的标准化重要性均超过 50%,其中 1 年前五之气的平均气温对流脑高发影响最大,其标准化重要性为 100%。见图 3。

2.4 流脑高发与 2 年前气象因素的相关性及气象预测模型

结果显示,该模型训练样本占数据的 71.0%,测试样本占数据的 29.0%。训练相对错误值为 0.134,测试的相对错误值为 0.151,均小于 1,说明模型建立成功,预测精度约为 86%。其中,与流脑

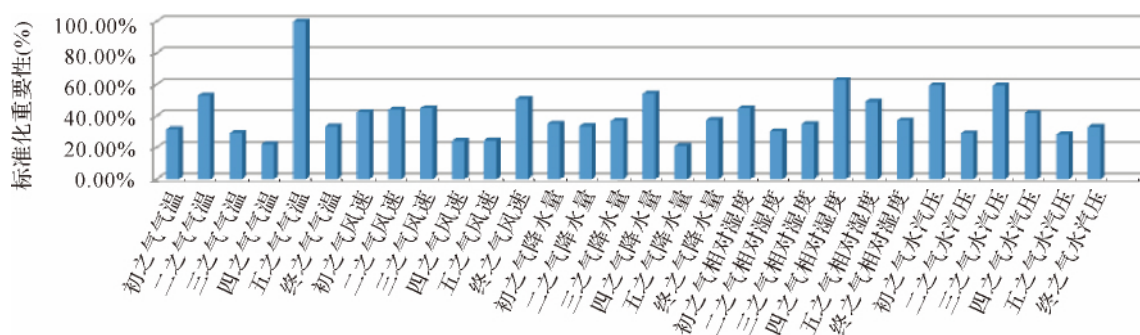


图 3 1 年前各气象因素对流脑高发的影响

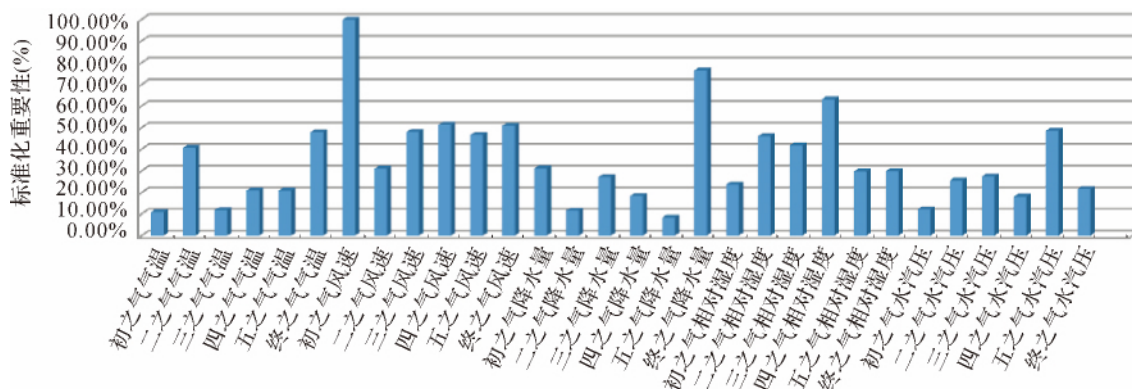


图 4 2 年前各气象因素对流脑高发的影响

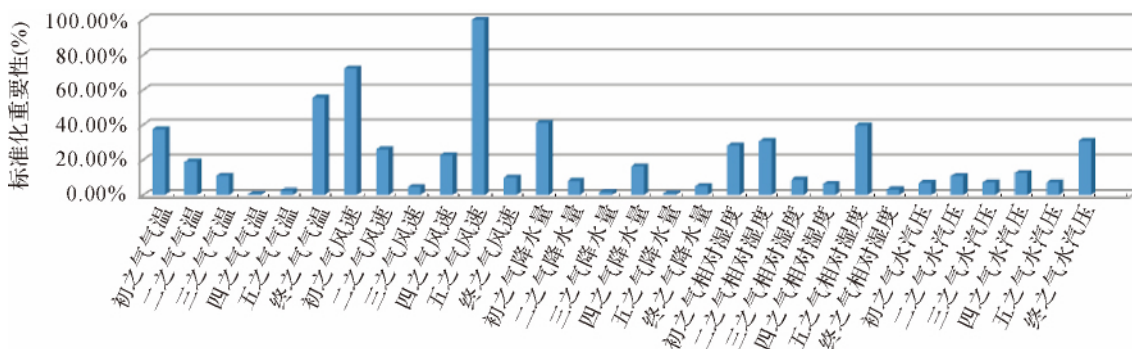


图 5 3 年前各气象因素对流脑高发的影响

高发密切相关的气象因素有:2 年前初之气的平均风速、2 年前终之气的平均降水量、2 年前四之气的平均相对湿度、2 年前四之气的平均风速、2 年前终之气的平均风速。以上各气象因素的标准化重要性均超过 50% 其中 2 年前初之气的平均风速对流脑高发影响最大,其标准化重要性为 100%。见图 4。

2.5 流脑高发与 3 年前气象因素的相关性及气象预测模型

结果显示,该模型训练样本占数据的 71.0%,测试样本占数据的 29.0%。训练相对错误值为 0.016,测试的相对错误值为 0.085,均小于 1,说明模型建立成功,预测精度约为 99%。其中,与流脑高发密切相关的气象因素有:3 年前五之气的平均风速、3 年前初之气的平均风速、3 年前终之气的平均气温。以上各气象因素的标准化重要性均超过 50% 其中 3 年前五之气的平均风速对流脑高发影响最大,其标准化重要性为 100%。见图 5。

3 讨论

《黄帝内经·素问》两遗篇中的“三年化疫”理论指出疫病的发生,不一定在气候失常的当年,常

常在气候失常后的 2~3 年,容易发生疫病流行。而且,气候异常变化的强弱程度也影响着疫病流行的轻重程度。气候变化轻微则疫病发生也轻微,气候变化剧烈则疫病发生也严重。由于气候变化有强有弱,故疫病的发生也有快有慢,但终不超过 3 年。有学者^[6]就历史上发生的几次重大疫情分析其与前 2 年或 3 年的气候异常的关系,发现了 2~3 年易化疫理论的重要性。另外,有学者^[20]对 2003 年 SARS 的发生进行了研究,也认识到了“三年化疫”理论的重要价值。

本研究基于中医运气理论,首次研究了北京地区流脑发病与同期及前期(1~3 年)气象变化的相关性。研究选择流脑初之气高发时段以及 5 项基本气象因子作为主要研究指标,从不同时间维度,共建立四个流脑高发的气象预测模型。经过对数据样本按照 7:3 的比例反复训练,发现当四个模型的训练样本和测试样本分别占总体 71% 和 29%,模型的错误率呈现比较稳定的情况。结果显示,利用当年、1 年前、2 年前、3 年前的气象因素皆可成功建立流脑高发的预测模型,当训练样本和测试样本所占比例一致时,四个模型的预测精度分别为 50%、75%、86%、99%,其中利用 3 年前的气象因素建模

预测精度最高,在一定程度上验证了运气“三年化疫”理论的客观性及实用性。

本研究结果还发现:与流脑高发相关的气象因素,在当年就只有 1 个因子,即相对湿度;而在前 1~3 年中,相关的气象因素要明显增多。如 1 年前的气温、风速、降水量、相对湿度和水汽压 5 个气象因素均与流脑高发密切相关,2 年前的风速、降水量、相对湿度与流脑高发密切相关,3 年前的气温和风速与流脑高发密切相关。从中不难看出,风速作为前期气象因素对流脑的高发具有十分重要的影响。对比有学者^[21]研究发现,风速是影响流脑发病率的主要气象因素,由此可以推断,不论在前期还是同期,风速都有可能是影响流脑发病的一个主要因素。在预测精度较高的两个模型中,即利用 2 年前和 3 年前的气象因素建立的模型显示,2 年前初之气的平均风速和 3 年前五之气的平均风速都是贡献度最大的因子。由此可见,初之气(2、3 月份)和五之气(10、11 月份)北京地区风速的异常变动可能是影响气候异常变化以及 2~3 年后流脑高发的关键因素。

本研究通过与当年的气象变化作对比,重点探讨了前 1~3 年的气象变化对流脑高发的影响,分析了流脑高发与不同时间段单个气象因子之间的相关性,并建立预测模型,此方法具有一定的局限性。因为气候的异常变化是多个气象因素综合作用的结果,各气象因子之间存在着不同的影响权重。在接下来的研究中,笔者认为应着重考虑气象的综合变化情况,扩大入选的气象指标,引入气象综合参数等概念,以反映气象综合变动的数学模型来解析运气理论中形容气候异常变化的专业术语,分析气象综合变动的强弱等级,推断其后传染病发生的时间及轻重程度,以期采用更准确的数学表达来阐释五运六气学说,尤其是“三年化疫”理论的丰富内涵。

参 考 文 献

- [1] 杨绍基,任红. 传染病学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2011:201.
- [2] 王秀莲. 古今瘟疫与中医防治[M]. 北京:中国中医药出版社, 2010:345.
- [3] 施海龙,曲波,郭海强,等. 干旱地区呼吸道传染病气象因素及发病预测[J]. 中国公共卫生, 2006, 22(4):417-418.
- [4] 曲波,关鹏,周宝森,等. 干旱地区气象因素对常见传染病疫情影响的研究[J]. 中国医科大学学报, 2004, 33(1):34-35, 39.
- [5] 顾植山. 疫病钩沉—从运气学说论疫病的发生规律[M]. 北京:中国中医药科技出版社, 2003:8.
- [6] 苏颖. 中医运气学[M]. 北京:中国中医药出版社, 2009:93.
- [7] 王洪图,贺娟. 黄帝内经素问白话解[M]. 北京:人民卫生出版社, 2014:424.
- [8] 苏颖. 五运六气探微[M]. 北京:人民卫生出版社, 2014:173.
- [9] 丁谊,张德山,贺娟,等. 北京地区中医“五运”的气候特点分析及论证[C]//第 27 届中国气象学会年会论文集, 2010:1-8.
- [10] 张德山,高思华,李鸿涛,等. 北京地区中医六气的气候分析[J]. 中医研究, 2010, 23(9):1-3.
- [11] 刘忠第,张轩,贺娟. 基于“三年化疫”理论探讨气象因素与北京地区痢疾发病的关系[J]. 北京中医药大学学报, 2013, 36(4):258-262.
- [12] 张轩,祖丽胡玛尔·艾尼瓦尔,刘忠第,等. 基于运气理论探讨伤寒副伤寒与气象因素的相关性并建立预测模型[J]. 北京中医药大学学报, 2013, 36(12):797-801.
- [13] 汤巧玲,付帮泽,黄玲,等. 北京市感染性腹泻与气象及六气的关联性研究[J]. 中医杂志, 2013, 54(7):570-572.
- [14] 张轩,贺娟. 北京地区 1990 年—2004 年流行性腮腺炎发病与气象因素的相关性研究(英文)[J]. 中华中医药杂志, 2014, 29(5):1740-1745.
- [15] 孙振球. 医学统计学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2007:478.
- [16] 曲波,黄德生,郭海强,等. 流行性脑脊髓膜炎与气象因素关系的 BP 神经网络模型研究[J]. 中国医科大学学报, 2006, 35(2):158-159, 165.
- [17] 胡婧媛,蒋梦蛟,景元书,等. 基于神经网络的气象条件对泸州市肺结核发病率预测[J]. 科技通报, 2013, 29(5):19-23.
- [18] 邓斌,周志刚,马泽舜,等. 肺结核病与气象因素关系的 BP 神经网络模型研究[J]. 国际医药卫生导报, 2008, 14(1):17-20.
- [19] 刘玉庆,高思华,张德山,等. 从北京市 60 年气象资料看王冰注释运气计算模式的谬误[J]. 北京中医药大学学报, 2010, 33(12):813-816.
- [20] 顾植山. “三年化疫”说非典[J]. 中国中医基础医学杂志, 2003, 9(12):1-3.
- [21] 罗爱芳,邓健,孙立明,等. 邯郸市流脑发病率与气象因素关系的探讨[J]. 医学综述, 2013, 19(20):3782-3784.

(收稿日期:2014-06-04)

(本文编辑:蒲晓田)