

青岛市气象因素对儿童猩红热发病的影响

胡晓雯¹, 倪伟², 潘蓓¹, 董礼艳¹, 韩雅琳¹, 贾静¹, 梁纪伟¹, 姜法春¹

1. 山东省青岛市疾病预防控制中心/青岛市预防医学研究院, 266033; 2. 青岛市妇女儿童医院

【摘要】 目的 探讨气象因素对儿童猩红热发病的影响, 为猩红热的防治工作提供科学依据。方法 收集青岛市 2011—2013 年儿童猩红热月发病数据以及同期气象资料, 以广义相加模型为基本统计模型, 应用基于时间序列的 Poisson 回归定量评估气象因素对儿童猩红热发病的影响。结果 2011—2013 年青岛市报告儿童猩红热病例 1 432 例, 年平均发病率为 5.10/10 万。一年存在 2 个发病高峰, 最高峰发生在 11 月至次年 1 月, 次高峰发生在 5—7 月。广义相加模型 (GAM) 模型拟合值和实际发病率曲线的趋势基本一致, R^2 值为 0.72, 其中月平均气压与儿童猩红热发病率存在正相关, 其相对危险度 RR 值为 1.09 (95% $CI=1.05\sim 1.13$)。结论 在控制季节效应和长期趋势后, 月平均气压对儿童猩红热的发病有显著影响。当气压升高时, 应加强对儿童猩红热的监测。

【关键词】 猩红热; 气候; 儿童; 发病率; 模型; 统计学

【中图分类号】 R 515.1 R 181.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2018)06-0878-03

Impacts of meteorological factors on the children scarlet fever in Qingdao/HU Xiaowen^{*}, NI Wei, PAN Bei, DONG Liyan, HAN Yalin, JIA Jing, LIANG Jiwei, JIANG Fachun.^{*} Qingdao Municipal Centre for Disease Control and Prevention, Qingdao Institute of Prevention Medicine, Qingdao(266033), Shandong Province, China

【Abstract】 **Objective** To explore the correlation between the scarlet fever and meteorological factors by generalized additive model(GAM). **Methods** A time-series Poisson regression model was conducted to examine the relationship between monthly morbidity of the children scarlet fever from 2011 to 2013 in Qingdao with GAM. In addition, relative risks (RR) of atmospheric pressure on the morbidity of the scarlet fever were calculated in this paper. **Results** A total of 1 432 cases were reported in Qingdao between January 2011 and December 2013, with an incidence of 5.10/100 000. GAM fitting value was roughly in line with the trend seen in the actual incidence of the scarlet fever. The R square value was 0.72. Regression analysis showed that the risk of atmospheric pressure on the morbidity of the scarlet fever was 1.09(95% $CI=1.05\sim 1.13$). **Conclusion** In the GAM of poisson distribution analysis, the monthly atmospheric pressure is one of the important meteorological factors which have increased the risk of the scarlet fever. The surveillance of children scarlet fever should be strengthened when the monthly atmospheric pressure is increased.

【Key words】 Scarlet fever; Climate; Child; Incidence; Models, statistical

猩红热是我国儿童常见的 A 群链球菌 (GAS) 感染引起的小儿急性呼吸道传染病, 临床表现主要为发热、咽峡炎、皮疹, 甚至导致毒血症或者败血症^[1]。自 2011 年以来, 猩红热病例在西太平洋地区流行, 中国地区儿童猩红热病例明显增多^[2-3]。研究显示, 气象因素对多种传染病的发病都有影响^[4-5]。广义相加模型 (generalized additive model, GAM) 能够灵活有效地设置非参数平滑项, 在极端天气事件与健康的研究中得到了一定程度的应用^[6]。本文对青岛市 2011—2013 年儿童猩红热发病率与气象因素拟合广义相加模型, 探讨青岛市儿童猩红热的发病规律与气象因素的关系, 为猩红热的防治工作提供科学依据。

1 资料来源与方法

1.1 资料来源 青岛市 2011—2013 年 0~14 岁儿童猩红热发病数据来自中国疾病预防控制中心信息系统的“传染病报告信息管理系统”。青岛市气象资料数据来源于中国气象科学数据共享服务网 (<http://cdc.cma.gov.cn/>)。

1.2 研究模型 广义相加模型是在广义线性模型 (generalized linear model, GLM) 和相加模型的基础上发展而来的, 通过对非参数函数的拟合来估计因变量与众多自变量之间过度复杂的非线性关系, 唯一需做的假设是各个函数项是可加并且是平滑的, 相对 GLM 模型更加灵活。在气象因素对人群健康的影响研究中, 气象资料一般是一定时期内累积观察到的数据, 有明显的时间变化趋势, 属于时间序列, 具有周期性、季节性和对健康影响的滞后性等特点。针对时间序列资料应用广义相加模型, 可以充分利用该模型在分析过程中控制长期趋势和周期性的特点。互相关分

【作者简介】 胡晓雯 (1988—), 女, 山东省人, 硕士, 医师, 主要研究方向为传染病的预防与控制。

【通讯作者】 姜法春, E-mail: jfch88@126.com。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2018.06.022

析能够综合反映 2 个时间序列在时频域中的相关性, 以此判断气象因素的滞后期。在模型中引入气象滞后效应, 能进一步反映气象因素对人群健康的真实影响程度。

本研究中儿童猩红热病例呈高度散发状态, 无聚集现象, 且观察人年数足够大, 选择 Poisson 分布作为概率分布, 调整季节效应、长期趋势和滞后期的影响, 将气象因素引入模型, 模型如下:

$$\ln[E(Y_t)] = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + S_1(\text{season}) + S_2(t)$$

其中为 Y_t 观察月的发病率; $E(Y_t)$ 为 t 观察月发病率的期望值; β_0 为截距项; X_i 为对应变量产生影响的解释变量; β_i 为解释变量的系数; S 为非参数平滑样条函数; Season 为季节效应; t 为长期趋势。

1.3 统计分析 采用 SPSS 22.0 和 R 2.3.1 软件进行统计分析, 儿童猩红热的发病情况与气象因素概况采用描述性分析; 其中符合正态分布的变量用均数 ± 标

准差表示, 非正态分布的变量采用中位数和四分位数表示。根据儿童猩红热发病率与气象因素的互相关分析结果, 筛选纳入广义相加模型的气象因素变量。本研究中非参数函数的形式选用平滑样条函数, 参数估计选用局部得分算法, 检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 青岛市儿童猩红热发病与气象概况 2011—2013 年青岛市共报告 0~14 岁儿童猩红热病例 1 432 例, 年平均发病率为 5.10/10 万, 发病率最高的年份是 2012 年 (6.64/10 万), 发病率最高的月份是 2011 年 12 月 (25.34/10 万)。如图 1 所示, 猩红热的发病率有明显的季节趋势, 一年存在 2 个发病高峰, 最高峰发生在 11 月至次年 1 月, 次高峰发生在 5—7 月。2011—2013 年青岛 6 种气象因子的平均数值及四分位数间距等指标统计见表 1。

表 1 青岛市 2011—2013 年气象因素的描述性分析

气象因素	$\bar{x} \pm s$	最小值	P_{25}	P_{50}	P_{75}	最大值
降雨量/mm	-	0.10	9.13	26.10	76.53	256.00
平均气温/℃	12.75±9.41	-2.93	3.08	13.80	21.05	26.96
平均风速/(m·s ⁻¹)	3.56±0.49	2.52	3.32	3.53	3.96	4.39
平均气压/hPa	1 008.32±8.39	994.28	1 000.11	1 008.74	1 014.92	1 022.17
平均相对湿度/%	69.40±11.57	47.81	60.39	66.99	78.48	90.74
日照时数/(h·m ⁻¹)	-	95.30	139.33	177.40	209.70	257.90

2.2 互相关分析 对儿童猩红热月发病率分别与月累计降雨量、月平均风速、月平均气压、月平均气温、月累计日照时数及月平均相对湿度进行互相关分析, 月平均气压、月累计日照时数及月平均相对湿度分别与无滞后、滞后 1 月、无滞后的互相关系数有统计学意义 (P 值均 < 0.05)。见表 2。

表 2 儿童猩红热发病率与气象因素互相关系数 (r 值, $n = 1 432$)

因素	无滞后	滞后 1 月	滞后 2 月
月累计降雨量	-0.26	-0.14	0.04
月平均风速	0.19	0.16	0.12
月平均气压	0.34*	0.20	0.07
月平均气温	-0.08	0.12	0.15
月累计日照时数	0.21	0.36*	0.23
月平均相对湿度	0.35*	0.33	0.21

注: * $P < 0.05$ 。

2.3 广义相加模型 根据互相关分析结果, 调整月累计日照时数 1 个月的滞后期效应, 控制季节效应和长期趋势, 应用广义相加模型进一步定量分析平均气压、累计日照时数及平均相对湿度与猩红热发病率之间的关系。实际月发病率与模型拟合值如图 1 所示, 模型拟合值和实际发病率曲线的趋势基本一致, 可以认为模型拟合结果较好, R^2 值为 0.72。在模型中的 3 个气象因素中, 月平均气压有统计学意义, 系数为 0.08, RR 值为 1.09。见表 3。

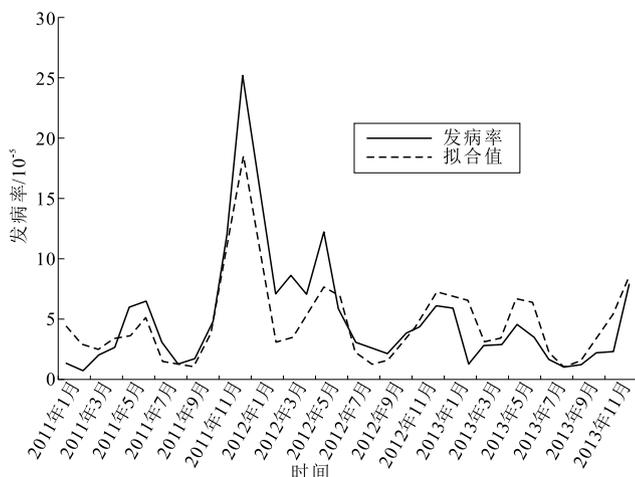


图 1 猩红热月发病率及模型拟合值分布

表 3 广义相加模型系数和 RR 值 ($n = 1 432$)

变量	系数	RR 值
截距项	-88.58	-
平均气压	0.08(0.05~0.13)*	1.09(1.05~1.13)*
平均相对湿度	0.04(-0.01~0.14)	1.04(0.99~1.15)
累计日照时数	0.01(-0.17~0.09)	1.01(0.84~1.09)

注: () 内数字为 95% CI ; * $P < 0.05$ 。

3 讨论

国内外研究证明, 气象因素与呼吸道传染病的发生密切相关^[7-8]。猩红热是中国重点防治的法定乙类

呼吸道传染病,儿童是高发人群且普遍易感。我国学者运用不同的统计学方法研究猩红热与气象因素的关系,结果均显示发病率与气象因素相关:黎景雪等^[9]和黎新宇等^[10]均运用多元逐步回归分析猩红热发病与气象因素的相关性,结果发现,山东省猩红热发病率与日照时数呈负相关,北京地区猩红热的发生与风速和日照时数呈正相关。王炳翔等^[11-12]分别应用负二项回归模型和多元多项式模型分析安徽省某市猩红热发病率与气象因素的关系,结果发现,气温、相对湿度与发病率相关^[11-12]。综合各地区的分析结果发现,不同地区气象因素对猩红热的影响不尽相同。出现差异的可能原因为,一方面由于采用的统计方法不同,另一方面也由于不同地区猩红热的发病规律可能与本地区的特殊地理位置和气候条件有关。在以往研究中,常忽视气象因素的滞后效应,研究因素对人群健康的效应可能不局限于暴露发生时,效应的出现经常在时间上存在滞后现象^[13]。因此在拟合模型时,应充分考虑气象因素的滞后效应。此外,目前少有研究估算相对危险度 RR 值,从而未能定量评估气象因素对猩红热发病的影响。

广义相加模型通过平滑函数拟合时间趋势项,已在气温健康效应领域中有所应用^[14]。本研究尝试在调整气象因素的滞后效应后,以 GAM 为基本统计模型,应用基于时间序列的 Poisson 回归定量评估青岛市气象因素对猩红热发病率的影响。广义相加模型结果显示,平均气压、相对湿度、日照时数与猩红热发病率均呈正相关,但只有平均气压有统计学意义,相对危险度 RR 值为 1.088,即在调整了季节效应和其他气象因素的影响之后,气压每升高 1 hPa,猩红热的发病风险是原来的 1.088 倍。气象要素对环境中的病原体生存和传播能产生直接影响^[15],而气压作为气候基本态的重要表征,是研究地表气候状态的重要要素^[16]。青岛位于我国东部沿海,属于北温带季风气候,少有酷暑寒冬,降水适中,一方面在气压较高的气候条件下可能适合 A 组链球菌在外环境中的生存和繁殖;另一方面气压越高,地面的空气密度越大,病原体传播的概率也增大。此外,冬季气压高于夏季,晴天气压高于阴天,儿童在冬季晴朗天出入公共场所增多,加上冬季室内空气流通不畅,病原菌可通过空气飞沫、密切接触传播,导致猩红热的发生风险增加。同时,气压与大气污染物的浓度呈正相关,一般情况下,气压越高,SO₂,PM10 等大气污染物浓度越高^[17-18],吸入的大气污染物能使儿童呼吸道免疫力下降^[19],病原菌易于侵入气道,导致儿童呼吸道疾病的发生。

本研究显示,气象因素对于儿童猩红热发生和流

行的作用不容忽视,基于 Poisson 分布的广义相加模型能较好地定量分析气象因素对儿童猩红热发病的影响,为今后研究猩红热等儿童传染性疾病的流行趋势及提出防控措施提供科学依据。

4 参考文献

- [1] 张大维.猩红热 469 例患者临床观察[J].中华传染病杂志,2015,33(2):102-105.
- [2] LAU E H Y, NISHIURA H, COWLING B J, et al. Scarlet fever outbreak, Hong Kong, 2011[J]. Emerg Infect Dis, 2012, 18(10):1700-1702.
- [3] 姚开虎.关注国内儿科 A 族链球菌的分型和耐药状况[J].中国实用儿科杂志,2012,27(4):262-264.
- [4] 田辉,杨培荣,巨洲峰,等.气象因素对手足口病发病影响及预测模型分析[J].中国学校卫生,2013,34(4):451-453.
- [5] JIANG F C, YANG F, CHEN L, et al. Meteorological factors affect the hand, foot, and mouth disease epidemic in Qingdao, China, 2007-2014[J]. Epidemiol Infect, 2016, 144(11):1-9.
- [6] NI W, DING G, LI Y, et al. Effects of the floods on dysentery in north central region of Henan Province, China from 2004 to 2009[J]. J Infect, 2014, 69(5):430-439.
- [7] FALAGAS M E, THEOCHARIS G, SPANOS A, et al. Effect of meteorological variables on the incidence of respiratory tract infections[J]. Respir Med, 2008, 102(5):733-737.
- [8] 何燕.气象因素与传染病的相关性研究进展[J].职业与健康,2015,31(22):3192-3194.
- [9] 黎景雪,王培承,房刚.山东省猩红热发病与气象因素相关性研究[J].中国预防医学杂志,2011,12(2):149-151.
- [10] 黎新宇,王全意,高婷,等.北京气象因素与猩红热发病相关性研究[J].实用预防医学,2007,14(5):1435-1436.
- [11] 王炳翔,朋文佳,闫军伟,等.猩红热的发病率与气象因素的负二项回归分析[J].中华疾病控制杂志,2014,18(2):166-168.
- [12] 王炳翔.猩红热发病率与气象因素之间的多项式模型拟合研究[D].合肥:安徽医科大学,2014.
- [13] 张璟,刘学,阚海东.上海市日平均气温对居民死亡数的滞后效应研究[J].中华流行病学杂志,2012,33(12):1252-1257.
- [14] 张云权,朱耀辉,李存禄,等.广义相加模型在 R 软件中的实现[J].中国卫生统计,2015,32(6):1073-1075.
- [15] 吴晓旭,田怀玉,周森,等.全球变化对人类传染病发生与传播的影响[J].中国科学:地球科学,2013,43(11):1743-1759.
- [16] 高庆九,管兆勇,蔡佳熙.中国东部夏季气压气候变率:测站资料与再分析资料的比较[J].气候与环境研究,2010,15(4):491-503.
- [17] 缙晓辉,严晓瑜,刘玉兰,等.银川地区大气颗粒物浓度变化特征及其与气象条件的关系[J].气象与环境学报,2016,32(6):58-68.
- [18] 冯小琼,陈军辉,朱雨蒙,等.气象因素对成都市主要大气污染物影响的非参数分析[J].四川环境,2017,36(1):30-34.
- [19] LIN W, HUANG W, ZHU T, et al. Acute respiratory inflammation in children and black carbon in ambient air before and during the 2008 Beijing Olympics[J]. Environ Health Perspec, 2011, 119(10):1507-1512.