· 调查报告与分析 ·

2015—2021 年江西省水痘日发病数与气象因素相关分析

叶兴[1,2,3]，章承锋[1,2]，程慧健[1,2]，丁晟[1,2]，傅伟杰[1,2,3]

1. 江西省疾病预防控制中心应急传防所，南昌 330029；
2. 江西省医学领先学科“流行病学”，南昌 330029；
3. 江西省疾病预防控制中心青年科研创新攻关团队，南昌 330029
通信作者：傅伟杰，E-mail：fwj2004zsdx@sina.com

【摘　要】目的 了解江西省 2015—2021 年水痘日发病数与气象因素的相关性，为水痘发病水平气象预测预警提供参考依据。**方法** 收集中国疾病预防控制信息系统和江西省气象局 2015 年 1 月 1 日—2021 年 12 月 31 日江西省各传染病直报单位报告的水痘日发病数和日最低气温、日最高气温、日平均气温、日照时数、日最大风速、日降水量和日平均相对湿度等同期气象数据，采用 pearson 相关分析法和广义线性回归模型分析江西省水痘日发病数与不同气象因素之间的关系。**结果** 江西省 2015—2021 年共报告水痘病例 133 370 例，日均发病数为（51±36）例；其中，0～4 岁组 31 604 例（23.70%），5～9 岁组 26 910 例（20.18%），10～14 岁组 45 938 例（34.44%），≥15 岁组 28 918 例（21.68%）。pearson 相关分析结果显示，水痘日发病数与日最低气温（r=–0.280，P<0.001）、日最高气温（r=–0.270，P<0.001）、日平均气温（r=–0.280，P<0.001）、日照时数（r=–0.079，P<0.001）、日最大风速（r=–0.130，P<0.001）和日降水量（r=–0.093，P<0.001）均呈负相关。广义线性回归分析结果显示，0～4 岁组和 5～9 岁组人群水痘日发病数均与日平均气温（β=–0.032 和–0.027，均 P<0.001）、日最大风速（β=–0.004 和–0.062，均 P<0.05）呈负相关；10～14 岁组和≥15 岁组人群水痘日发病数均与日平均气温（β=–0.022 和–0.024，均 P<0.001）、日降水量（β=–0.007 和–0.007，均 P<0.05）呈负相关。**结论** 江西省 2015—2021 年水痘日发病数与日最低气温、日最高气温、日平均气温、日照时数、日最大风速和日降水量等多种气象因素之间存在显著负相关关系，且不同年龄组人群水痘日发病数与气象因素之间的关联性存在差异。

【关键词】 水痘；日发病数；气象因素；相关分析；江西省

The correlation between the daily incidence of varicella and meteorological factors in Jiangxi province from 2015 to 2021: a surveillance data analysis

YE Xing[1,2,3], ZHANG Chengfeng[1,2], CHENG Huijian[1,2], DING Sheng[1,2], FU Weijie[1,2,3] (*1. Emergency Transmission and Prevention Center, Jiangxi Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanchang* 330029, *China*; *2. Jiangxi Provincial Leading Medical Discipline "Epidemiology", Nanchang* 330029, *China*; *3. Youth Research and Innovation Team , Jiangxi Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanchang* 330029, *China*)
Corresponding author: FU Weijie, E-mail: fwj2004zsdx@sina.com

【Abstract】 Objective To understand the correlation between the incidence of varicella and meteorological factors in Jiangxi province from 2015 to 2021, and to provide a reference for meteorological prediction and early warning of varicella incidence. **Methods** Daily varicella incidence data reported by direct reporting units for infectious diseases in Jiangxi province from January 1, 2015, to December 31, 2021, were collected from the Chinese Center for Disease Control and Prevention Information System. Meteorological data for the same period, including daily minimum temperature, daily maximum temperature, daily average temperature, sunshine duration, daily maximum wind speed, daily precipitation, and daily average relative humidity, were collected from the Jiangxi Meteorological Bureau. Pearson correlation analysis and generalized linear regression models were used to analyze the relationship between varicella incidence and different meteorological factors in Jiangxi province. **Results** A total of 133 370 varicella cases were reported in Jiangxi province from 2015 to 2021, with a daily incidence of (51 ± 36) cases. Among these cases, 31 604 (23.70%) were in the 0 - 4 age group, 26 910 (20.18%) were in the 5 - 9 age group, 45 938 (34.44%) were in the 10 - 14 age group, and 28 918 (21.68%) were in the ⩾ 15 age group. Pearson correlation analysis showed that the daily incidence of varicella was negatively correlated with daily minimum temperature (r = -0.280, P < 0.001), daily maximum temperature (r = -0.270, P < 0.001), daily average temperature (r = -0.280, P < 0.001), sunshine duration (r = -0.079, P < 0.001), daily maximum wind speed (r = -0.130, P < 0.001), and daily precipitation (r = -0.093, P < 0.001). Generalized linear regression analysis showed that the daily incidence of varicella in the 0 - 4 and 5 - 9 age groups was negatively correlated with daily average temperature (β = -0.032 and -0.027, both P < 0.001) and daily maximum wind speed (β = -0.004 and

开放获取：CC BY-NC-ND 4.0 DOI：10.11847/zgggws1146333
基金项目：江西省科技厅重点研发计划一般项目（20203BBGL73162）；江西省卫生健康委科技计划（202410488）；江西省卫生健康委科技计划（202410490）
第一作者：叶兴（1992—），主管医师，硕士，研究方向：传染病防控。
收稿日期：2024-11-04　修回日期：2024-12-28　录用日期：2025-04-12
利益冲突：不存在　伦理审查：免除审查　出版授权：全体作者已与编辑部签署作者贡献声明及版权转让协议

-0.062, both $P < 0.05$). The daily incidence of varicella in the 10 - 14 and ≥ 15 age groups was negatively correlated with daily average temperature (β = -0.022 and -0.024, both $P < 0.001$) and daily precipitation (β = -0.007 and -0.007, both $P < 0.05$). **Conclusions** There was a significant negative correlation between the incidence of varicella and various meteorological factors, including daily minimum temperature, daily maximum temperature, daily average temperature, sunshine duration, daily maximum wind speed, and daily precipitation, in Jiangxi province from 2015 to 2021. The correlation between the daily incidence of varicella and meteorological factors varied across different age groups.
【Keywords】 varicella; daily incidence; meteorological factors; correlation analysis; Jiangxi province

水痘是由水痘–带状疱疹病毒(Varicella-zoster Virus，VZV)感染引起的急性传染病，可通过呼吸道飞沫和直接接触在人际间传播，学生和学龄前儿童是水痘的高发人群，极易在学校出现聚集性疫情[1–2]，因此探索其流行的影响因素是有效预防和控制水痘的关键。既往研究表明，人口流动、空气污染物浓度变化和疫苗接种情况均会影响水痘的发病率，其中气象因素的影响尤为显著[3]。虽然多项研究表明水痘发病率与气象因素存在明显关联[4–6]，但针对不同年龄亚组发病水平与气象因素的关联性研究却较少。为了解江西省 2015—2021 年水痘日发病数与气象因素的相关性，为水痘发病水平气象预测预警提供参考依据，本研究收集中国疾病预防控制信息系统中 2015 年 1 月 1 日—2021 年 12 月 31 日江西省各传染病直报单位报告的水痘日发病数和江西省气象局提供的日最低气温、日最高气温、日平均气温、日照时数、日最大风速、日降水量、日平均相对湿度等同期气象数据，采用 pearson 相关分析法和广义线性回归模型分析江西省水痘日发病数与不同气象因素之间的关系。结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 资料来源　收集中国疾病预防控制信息系统中 2015 年 1 月 1 日—2021 年 12 月 31 日江西省各传染病直报单位报告的水痘日发病数相关数据，并将病例按 0～4、5～9、10～14 和≥15 岁分为 4 个年龄组；同期气象资料来源于江西省气象局，收集指标包括日最低气温、日最高气温、日平均气温、日照时数、日最大风速、日降水量和日平均相对湿度。

1.2 统计分析　采用 Excel 2007 软件建立数据库，应用 R 4.3.0 统计软件进行一般描述性分析、pearson 相关分析和广义线性模型 quasipoisson 回归分析。在广义线性模型 quasipoisson 回归分析过程采用方差膨胀因子(variance inflation factor，VIF)作为共线性问题的诊断依据进行共线性诊断与排除[7]，当方差膨胀因子 VIF 值<5 时，说明不存在严重的多重共线性问题。检验水准为双侧检验 α=0.05。

2 结　果

2.1 江西省 2015—2021 年水痘日发病数和气象因素基本特征(表 1)　江西省 2015—2021 年共报告水痘日发病数 133 370 例，日均发病数为(51±36)例；其中，0～4 岁组 31 604 例(23.70%)，5～9 岁组 26 910 例(20.18%)，10～14 岁组 45 938 例(34.44%)，≥15 岁组 28 918 例(21.68%)。

表 1 江西省 2015—2021 年气象因素基本特征
Table 1 Basic characteristics of meteorological factors in Jiangxi province from 2015 to 2021

气象因素	$\bar{x} \pm s$	Min	P_{25}	M	P_{75}	Max
日最低气温/℃	15.54±7.98	–6.19	8.71	16.46	22.97	28.02
日最高气温/℃	23.60±8.75	1.35	16.60	24.71	31.07	38.36
日平均气温/℃	18.86±8.16	–1.50	11.74	19.77	26.09	31.99
日照时数/h	4.24±3.58	0.00	0.82	3.39	7.55	12.39
日最大风速/(m/s)	4.23±0.96	2.26	3.50	4.13	4.81	10.11
日降水量/mm	5.02±7.88	0.00	0.04	1.39	6.66	63.29
日平均相对湿度/%	78.63±10.55	41.38	71.27	79.79	87.26	97.03

2.2 江西省 2015—2021 年水痘日发病数与气象因素相关分析(表 2)　pearson 相关分析结果显示，水痘日发病数与日最低气温(r= –0.280，P< 0.001)、日最高气温(r= –0.270，P<0.001)、日平均气温(r= –0.280，P<0.001)、日照时数(r= –0.079，P<0.001)、日最大风速(r= –0.130，P<0.001)和日降水量(r= –0.093，P<0.001)均呈负相关。不同年龄组人群水痘日发病数与气象因素相关分析结果显示，0～4 岁组人群水痘日发病数与日最低气温、日最高气温、日平均气温、日最大风速和日降水量均呈负相关(均 P<0.001)；5～9 岁组人群水痘日发病数与日最低气温、日最高气温、日平

均气温、日照时数、日最大风速和日降水量均呈负相关(均 P<0.01)；10～14 岁组人群水痘日发病数与日最低气温、日最高气温、日平均气温、日照时数、日最大风速和日降水量均呈负相关(均 P<0.001)；≥15 岁组人群水痘日发病数与日最低气温、日最高气温、日平均气温、日照时数、日最大风速、日降水量和日平均相对湿度均呈负相关(均 P<0.001)。

表 2 江西省不同年龄组人群水痘日发病数与气象因素相关分析

Table 2 Correlation analysis between the average daily incidence of varicella and meteorological factors in different age groups in Jiangxi province

气象因素	0～4岁		5～9岁		10～14岁		≥15岁	
	r值	P值	r值	P值	r值	P值	r值	P值
日最低气温/℃	–0.180	<0.001	–0.280	<0.001	–0.250	<0.001	–0.300	<0.001
日最高气温/℃	–0.170	<0.001	–0.270	<0.001	–0.230	<0.001	–0.28	<0.001
日平均气温/℃	–0.180	<0.001	–0.280	<0.001	–0.240	<0.001	–0.300	<0.001
日照时数/h	–0.027	0.170	–0.100	<0.001	–0.071	<0.001	–0.062	0.002
日最大风速/(m/s)	–0.100	<0.001	–0.140	<0.001	–0.120	<0.001	–0.086	<0.001
日降水量/mm	–0.083	<0.001	–0.061	0.002	–0.099	<0.001	–0.120	<0.001
日平均相对湿度/%	–0.028	0.160	–0.001 9	0.92	–0.025	0.200	–0.051	0.009

2.3 江西省不同年龄组人群水痘日发病数与气象因素关系 经方差膨胀因子进行共线性诊断与排除，日平均气温、日最大风速、日降水量和日平均相对湿度的 VIF 值均<1，纳入广义线性回归模型进行分析。结果显示，0～4 岁组和 5～9 岁组人群水痘日发病数均与日平均气温(β= –0.032 和 –0.027，均 P<0.001)、日最大风速(β= –0.004 和–0.062，均 P<0.05)呈负相关；10～14 岁组和≥15 岁组人群水痘日发病数均与日平均气温(β= –0.022 和–0.024，均 P<0.001)、日降水量(β= –0.007 和–0.007，均 P<0.05)呈负相关。

3 讨 论

本研究结果显示，2015—2021 年江西省水痘日发病数占比最高的为 10～14 岁组人群(34.44%)，其次为 0～4 岁组和≥15 岁组人群(23.70% 和 21.68%)，5～9 岁组人群占比最低(20.18%)。有研究表明，水痘疫苗的保护效果随时间的推移而下降，且随着年龄增加，水痘突破病例风险增加[8]。中国从 2021 年开始推荐儿童接种 2 剂次水痘疫苗，并在有条件的地区将 2 剂次水痘疫苗接种程序纳入免疫规划[9]，因此年龄较大人群水痘日发病数占比最高可能与其抗体水平下降有关。

既往研究表明，我国水痘呈双峰分布流行，每年 4—6 月及 11 月至次年 1 月为水痘发病高峰期[10–14]。本研究结果发现，水痘日发病数与日平均气温存在负相关关系(r= –0.280，P<0.001)，两者的负相关性合理解释了水痘冬春季的流行高峰期。而 4—6 月多处于梅雨季节，增加了<15 岁人群室内聚集时间，从而增加了水痘发病风险，并在一定程度上解释了 4—6 月水痘发病高峰的原因，但尚不能单纯从气象因素解释与该阶段发病高峰的内在联系，仍需进一步探究。此外，本研究结果显示，江西省水痘日发病数与日最低气温(r= –0.280，P<0.001)、日最高气温(r= –0.270，P<0.001)、日照时数(r= –0.079，P<0.001)、日最大风速(r= –0.130，P<0.001)和日降水量(r= –0.093，P<0.001)均呈负相关。在所有年龄组人群中，水痘日发病数与日平均气温均呈负相关，这种负相关性与一些地区的研究结果相似，但具体表现形式和影响因素存在差异。例如，山东省济南市的研究表明，温度的上升可能降低水痘的发生率[15]，但广东省广州市的水痘发病率与平均温度的关系呈反向 U 形曲线[16]；江苏省张家港市的研究发现，水痘发病与同一种气象因素在不同季节可呈现正相关或负相关 2 种不同的影响[17]。广东省的一项研究选取了 21 个城市采用分布滞后非线性模型分析了气象因素对水痘发病的影响，发现温度与水痘发病呈倒 S 形关系[18]。在大多数年龄组中，水痘日发病数与日照时数均呈负相关，但在 0～4 岁组人群中却未发现此关联，这可能与该年龄段儿童的户外活动习惯或室内活动时间较长有关。此外，在不同年龄组人群中，水痘日发病数亦与日降水量和日最大风速呈负相关，这可能与降水和大风天气影响了病毒的传播路径和速度有关。广义线性回归模型分析结果显示，不同年龄组人群水痘日发病数与气象因素的关联性略有不同。0～4 岁组和 5～9 岁组人群的水痘日发病数除了与日平均气温呈负相关外，还与日最大风速均呈负相关，提示在高发季节学校教室开窗通风能有效降低学生水痘发病风险；而 10～14 岁组和≥15 岁组人群的水痘日发病数除了与日平均气温呈负相关外，还与日降水量均呈负相关，提示针对此类人群在水痘高发季减少室

外聚集活动能有效降低其发病风险。

综上所述，江西省 2015—2021 年水痘日发病数与日最低气温、日最高气温、日平均气温、日照时数、日最大风速和日降水量等多种气象因素之间存在显著负相关关系，且不同年龄组人群水痘日发病数与气象因素之间的关联性存在差异。虽然本研究揭示了江西省水痘发病与气象因素之间的相关性，但仍存在一定的局限性：首先，疾病的发生和传播受多种因素的综合影响，包括环境、地理和社会行为等[3]，本研究仅分析了部分气象因素指标对水痘日发病数的影响，未能全面评估所有可能影响水痘发病的因素；其次，接种水痘疫苗可以预防水痘发病，因此疫苗的接种情况也会对水痘的发病水平造成极大的影响[19-20]，而本研究无法完全排除这些因素的影响；最后，随着气候变化和人群行为模式的改变，水痘的流行特征和影响因素也可能发生变化。因此，持续监测水痘疫情和气象因素的变化趋势，建立多因素监测预警方法并结合监测预警评估结果及时调整防控策略，对降低高发人群和高发场所的发病风险以及总体疫情防控具有重要意义[21]。

参考文献

[1] 代炳芹, 郝凤, 张艺馨, 等. 2013—2022 年山东省 6～14 岁学生水痘流行特征及时空聚集性 [J]. 疾病监测, 2024, DOI: 10.3784/jbjc.202403100176.

[2] 张荣兵, 洪劲, 陈莉华, 等. 2018—2020 年云南省学校水痘流行病学特征分析 [J]. 公共卫生与预防医学, 2023, 34(4): 55-58.

[3] 李轩, 卫宪钰, 张文义, 等. 水痘流行病学特征及影响因素研究进展 [J]. 疾病监测, 2023, 38(7): 878-883.

[4] 罗玲, 黎明. 湖北省水痘发病情况与气象因素的关系研究 [J]. 中国全科医学, 2018, 21(9): 1114-1117.

[5] 邱晓玲, 魏荣杰, 张霞, 等. 2013—2023 年四川省水痘流行特征及短期趋势分析 [J]. 预防医学情报杂志, 2024, DOI: 10.19971/j.cnki.1006-4028.240184.

[6] 栾桂杰, 张伟燕, 刘少楠, 等. 环境因素对水痘发病影响的研究进展 [J]. 中华疾病控制杂志, 2024, 28(1): 101-107.

[7] Hair Jr J F, Hult G T M, Ringle C M, et al. A primer on partial least squares structural equation modeling[M]. 2nd ed. Los Angeles: Sage, 2017.

[8] 梁剑, 朱琦, 胡培, 等. 99 名儿童接种水痘减毒活疫苗免疫持久性的横断面研究 [J]. 现代预防医学, 2017, 44(4): 642-645.

[9] 国家呼吸医学中心. 儿童常见呼吸道病原免疫预防专家共识 [J]. 中华实用儿科临床杂志, 2021, 36(22): 1681-1709.

[10] 贾成梅, 王勇, 许燕, 等. 2014—2018 江苏省水痘突发公共卫生事件流行病学特征 [J]. 中国公共卫生, 2020, 36(4): 601-604.

[11] Hervás D, Hervás-Masip J, Nicolau A, et al. Solar radiation and water vapor pressure to forecast chickenpox epidemics[J]. European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases, 2015, 34(3): 439-446.

[12] 王淼, 曾祥, 张一平, 等. 中国 2007—2021 年水痘突发公共卫生事件流行病学特征 [J]. 中国疫苗和免疫, 2023, 29(3): 274-279.

[13] 董蒲梅, 王淼, 刘燕敏. 2016—2019 年中国水痘流行病学特征 [J]. 中国疫苗和免疫, 2020, 26(4): 403-406.

[14] Gershon A A, Gershon M D, Shapiro E D. Live Attenuated varicella vaccine: prevention of varicella and of zoster[J]. The Journal of Infectious Diseases, 2021, 224(S4): S387-S397.

[15] Yang Y Q, Geng X Y, Liu X X, et al. Association between the incidence of varicella and meteorological conditions in Jinan, Eastern China, 2012-2014[J]. BMC Infectious Diseases, 2016, 16(1): 179.

[16] Lu J Y, Zhang Z B, He Q, et al. Association between climatic factors and varicella incidence in Guangzhou, Southern China, 2006-2018[J]. Science of the Total Environment, 2020, 728: 138777.

[17] 邱海岩, 沈艳, 邵海枫, 等. 张家港市水痘发病与季节气象因素相关性分析 [J]. 医学动物防制, 2021, 37(5): 442-445.

[18] Li Y H, Li J L, Zhu Z H, et al. Exposure-response relationship between temperature, relative humidity, and varicella: a multicity study in South China[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2023, 30(3): 7594-7604.

[19] 蒋静凤, 王旭雯. 水痘疫苗保护效果的病例对照研究 [J]. 现代预防医学, 2020, 47(9): 1684-1687.

[20] 关百初, 陆一涵. 2004—2021 年国内外水痘疫苗不同免疫策略经济学研究质量评价 [J]. 中国公共卫生, 2023, 39(2): 253-260.

[21] Zhang T T, Qin W, Nie T Y, et al. Effects of meteorological factors on the incidence of varicella in Lu'an, Eastern China, 2015-2020[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2023, 30(4): 10052-10062.