·论著·一次研究·

2014—2023年潍坊市日均气温与水痘发病关系：基于分布滞后非线性模型分析

李梓菡[1]，彭　鹏[2]，赵文嘉[1]，邴　瑜[1]，殷大鹏[3]，徐成东[4]，胡跃华[1]，栾桂杰[5]，王园园[2]

1. 中国疾病预防控制中心流行病学办公室（北京 102206）
2. 潍坊市疾病预防控制中心免疫规划科（山东潍坊 261061）
3. 海南省疾病预防控制中心（海口 571129）
4. 中国科学院地理科学与资源研究所（北京 100101）
5. 山东省疾病预防控制中心免疫预防管理所（济南 250014）

【摘要】目的 基于分布滞后非线性模型（DLNM）系统评估潍坊地区日均气温对水痘发病的非线性影响及其滞后效应。**方法** 收集 2014 年 1 月至 2023 年 12 月潍坊地区水痘病例监测数据和同期气象数据，运用 DLNM 模型分析日均气温与潍坊地区水痘发病的暴露－反应关系。**结果** 研究期间潍坊市共报告水痘病例 7 871 例。日均气温与水痘日病例数呈负相关（r_s=–0.235，$P < 0.001$）。以日均温度的中位数 15.69 ℃ 为参考值，低温情况下 RR 值较高。低温影响出现于滞后早期（滞后 0~9 d），而高温影响则呈双阶段特征，在滞后早期（0~7 d）表现为较弱的危险因素，但在滞后后期（如 14 d）则可能转变为保护因素。亚组分析发现水痘发病呈显著的季节异质性和年龄差异，3~6 岁组冬季发病风险为夏季的 1.9 倍，表现出明显的季节性波动模式。敏感性分析表明模型结果稳健。**结论** 气温与潍坊市水痘就诊量之间呈非线性关系，低温对水痘发病影响显著且存在滞后效应；高温影响较为温和且呈现出双阶段特征。提示在冬春低温季节需重视预防水痘发病，特别是在学校和托幼机构等人群密集场所应加强防控措施。

【关键词】水痘；气象因素；气温；分布滞后非线性模型

【中图分类号】R511.5；R122.2　　**【文献标识码】**A

Relationship between daily average temperature and chickenpox incidence in Weifang City from 2014 to 2023: analysis based on a distributed lag nonlinear model

LI Zihan[1], PENG Peng[2], ZHAO Wenjia[1], BING Yu[1], YIN Dapeng[3], XU Chengdong[4], HU Yuehua[1], LUAN Guijie[5], WANG Yuanyuan[2]

1. Office of Epidemiology, Chinese Center of Disease Control and Prevention, Beijing 102206,China

2. Immunization Planning Section, Weifang Municipal Center for Disease Control and Prevention, Weifang 261061, Shandong Province, China

3. Hainan Center for Disease Control and Prevention, Haikou 571129, China

4. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences,

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202509094

基金项目：北京市自然科学基金（L202008）；中国疾病预防控制中心课题（251715）；中国疾病预防控制中心横向课题（0589、0583）；潍坊市科技发展计划项目（2024YX098）

通信作者：胡跃华，博士，研究员，硕士研究生导师，Email：huyh@chinacdc.cn
栾桂杰，博士，主管医师，Email：luanguijie@sina.com
王园园，副研究员，Email：wfwy2009@126.com

Beijing 100101, China
5. Shandong Center for Disease Control and Prevention, Jinan 250014,China
Corresponding authors: HU Yuehua, Email: huyh@chinacdc.cn; LUAN Guijie, Email: luanguijie@sina.com; WANG Yuanyuan, Email: wfwy2009@126.com

【Abstract】Objective To systematically assess the non-linear and lag effects of daily mean temperature on varicella incidence in Weifang using a distributed lag non-linear model (DLNM). Methods Surveillance data on varicella cases and concurrent meteorological data in the Weifang area from January 2014 to December 2023 were collected. A DLNM was applied to analyze the exposure-response relationship between daily mean temperature and varicella incidence in Weifang area. Results A total of 7,871 varicella cases were reported in Weifang area during the study period. Daily mean temperature correlated negatively with case counts (r_s=−0.235, P<0.001). With the median of daily mean temperature (15.69 ℃) as the reference value, the relative risk (RR) value was higher under low temperature conditions, and the influence of low temperature appeared in the early lag period (0~9 d), while the effect of hightemperature showed a two-stage characteristic. Inthe earlylag (0~7days), it was a weak riskfactor, but inthe later lag(e.g., 14 days), it may turnintoa protective factor. Subgroup analysis revealed that varicella incidence had significant seasonal heterogeneity and age differences, and the incidence risk of the 3~6 years old group in winter was 1.9 times that in summer, showing an obvious seasonal fluctuation pattern. Sensitivity analysis confirmed model robustness. Conclusion Temperature nonlinearly influences varicella incidence in Weifang, with low temperatures posing sustained risks and high temperatures exhibiting a mild and biphasic lag pattern. Prevention and control measures should be strengthened in crowded places such as schools and childcare institutions.

【Keywords】Varicella; Meteorological factors; Temperature; Distributed lag non-linear model

水痘是由水痘–带状疱疹病毒（varicella–zoster virus，VZV）引发的呼吸道传染病，传染性强，在密集人群中可迅速形成传播链，尤其对儿童群体构成严重威胁[1–2]。感染后常见皮疹、发热、瘙痒等不适症状，不仅影响患者身体健康，还可能引发肺炎、脑炎等并发症，甚至导致死亡[3]。近年来，温度异常波动频发，气象因素对传染病传播的影响日益受到关注。温度作为关键环境变量，可能通过多种机制影响水痘传播动力学。一方面，低温环境可能延长病毒在外界的存活时间，同时促使人群室内聚集，增加接触传播机会；另一方面，温度变化可能影响宿主免疫状态，改变人群易感性。然而，温度对水痘发病的影响并非简单的线性关系，而是存在复杂的非线性特征和滞后效应，传统流行病学方法难以准确捕捉这种动态关系。分布滞后非线性模型（distributed lag non–linear model，DLNM）为解析温度与健康效应的复杂关系提供了方法学突破[4–5]，该模型能同时刻画暴露–反应关系的非线性特征和滞后效应的分布模式。据此，本研究基于潍坊市 2014—2023 年水痘监测数据和气象资料，运用 DLNM 方法系统探讨日均气温对水痘发病的影响及其滞后模式。

1 资料与方法

1.1 资料来源

2014 年 1 月至 2023 年 12 月潍坊市水痘患者资料（包括年龄、性别、就诊年份与月份、就诊类型等）来源于潍坊市疾病预防控制中心免疫规划信息系统数据库，范围包含全市所有区县（潍城区、寒亭区、坊子区、奎文区、青州市、诸城市、寿光市、安丘市、高密市、昌邑市、临朐县、昌乐县）；同期该地气象资料通过美国国家海洋和大气管理局（NOAA）下设的国家环境信息中心（NCEI）开放数据库获取，包括日均气温、日均相对湿度、日累积降水。本研究所用数据来自常规临床诊疗过程中已产生的历史数据，且均已对患者个人信息进行了去标识化处理，研究过程未对患者进行任何额外的、超出常规诊疗的干预，未采集新的生物样本，未设置研究性对照组，未影响患者的既定诊疗方案，经申请豁免伦理审查和知情同意。

1.2 统计学分析

采用 R 4.2.2 软件进行统计分析，采用 DLNM 软件包构建 DLNM 模型。采用 Spearman 相关分析探讨水痘日病例数与气象因素的相关性。采用

DLNM 控制时间的长期趋势、短期波动、星期效应、相对湿度等混杂因素影响后，探索气温与水痘日病例数之间的关系。其基本模型为：

$Log[E(Y_t)=\alpha+cb(日均气温,Lag=14)+ns(时间趋势,7\ per\ year)+ns(日相对湿度,3)+ns(日累积降水,3)+DOW$

其中，α 为模型截距，cb 为交叉基函数，ns 为自然样条函数，DOW 为星期哑变量（0 表示工作日，1 表示周末）；模型假设水痘日病例数服从泊松分布，并采用对数连接函数。

Y_t 是报告在 t 日水痘的病例数(t=1,2,3,4,...,3 652)。模型中纳入的日均气温变量通过 Lag=14 的交叉基矩阵进行表达，该设置旨在捕捉当天至滞后 14 d 期间气温对水痘发病的非线性效应及其滞后分布模式，从而系统量化气温影响的延迟特征。参考既往研究[6]，模型中气温、相对湿度及累积降水均设置为 3 个自由度，时间趋势变量则以每年 7 个自由度进行控制。以日均气温的中位数（15.69 °C）作为参照温度，计算相对危险度（relative risk，RR）。为评估模型稳定性，行敏感性分析，分别调整时间趋势的自由度（每年 6、7 和 8）以控制长期与季节趋势，同时调整相对湿度和累积降水的自由度（4 和 6）。

本研究将极端低温定义为数据分布的第 2.5 百分位数（−10 °C），极端高温定义为第 97.5 百分位数（30 °C）。此外，为探讨气温对水痘发病的影响是否存在季节和年龄差异，本研究进行了季节和年龄亚组分析。根据气象季节特征将 3 至 5 月划分为春季、6 至 8 月为夏季、9 至 11 月为秋季、12 至次年 2 月为冬季，分别建立 DLNM 模型。参考水痘流行病学特征，将病例分为学龄前儿童组（3~6 岁）和其他年龄组（≥ 7 岁）。亚组分析均采用与主分析相同的模型结构和参数设置，确保结果可比性。本研究检验水准为双侧检验，α=0.05；$P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

潍坊市 2014 年 1 月至 2023 年 12 月共报告水痘患者 7 871 例，平均每天 2.16 例，其中各年份分别报告 464 例（5.90%）、571 例（7.25%）、607 例（7.71%）、848 例（10.77%）、929 例（11.80%）、1 266 例（16.08%）、833 例（10.58%）、1 104 例（14.03%）、650 例（8.26%）、599 例（7.61%）。同期该市气温、相对湿度、累积降水平均值分别为 14.65 °C、43.11%、17.40 mm，详见表 1。

2.2 气象因素与水痘相关性

Spearman 相关分析结果显示，日均气温与水痘日病例数呈负相关（r_s=−0.235，$P < 0.001$），相对湿度与水痘日病例数呈负相关（r_s=−0.233，$P < 0.001$），累积降水与水痘日病例数呈正相关（r_s=0.192，$P < 0.001$）；日均气温、相对湿度、累积降水相关性均有统计学意义，见附件表 1。

2.3 日均气温与水痘关系

对 DLNM 模型诊断结果显示模型残差满足独立性假设，如附件图 1 显示，模型的偏差残差随机分布在零线上下，无显著趋势；附件图 2 显示，所有滞后阶数的偏自相关系数均未超出显著性水平（蓝色虚线）。根据表 2、附件图 3 所示，温度对水痘日病例数的影响呈非线性关系。以日均气温中位数 15.69 °C 为参考，可看出低温下 RR 值较高且 RR > 1 的情况持续时间较长，高温对水痘日病例数的影响弱于低温。低温情况下高影响出现于滞后早期（0~5 d），且 RR 在滞后早期急剧下降；而高温情况下，RR 值在滞后期间变化较为平缓。

如图 1 所示，温度对水痘日病例数的影响呈显著的滞后效应。滞后 0~9 d，累积相对危险度（cumulative relative risk，CRR）随温度升

表1 2014—2023年潍坊市水痘日病例数与气象因素情况

Table 1. Statistics on the daily number of varicella cases and meteorological factors in Weifang city from 2014 to 2023

项目	最小值	四分位数间距			最大值	均值	标准差
		P_{25}	P_{50}	P_{75}			
水痘日病例数（例）	0.00	1.00	2.00	3.00	14.00	2.16	2.04
日均气温（°C）	−13.31	5.14	15.69	24.14	33.19	14.65	10.41
相对湿度（%）	0.00	25.70	43.50	61.80	80.80	43.11	20.88
累积降水（mm）	0.00	8.60	17.30	25.30	168.5	17.40	10.18

表2 不同温度和滞后天数下的滞后效应

Table 2. Lag effect at different temperatures and lag days

日均气温（℃）	单日滞后效应[RR值（95%CI）]				累积滞后效应[CRR值（95%CI）]		
	滞后0 d Lag=0	滞后3 d Lag=3	滞后7 d Lag=7	滞后14 d Lag=14	滞后0~3 d Lag=0~3	滞后0~7 d Lag=0~7	滞后0~14 d Lag=0~14
−18	0.98（0.56，1.72）	0.95（0.78，1.16）	1.07（0.92，1.25）	0.83（0.51，1.34）	0.85（0.31，2.33）	0.95（0.34，2.67）	1.07（0.33，3.45）
−15	1.10（0.73，1.68）	0.99（0.84，1.14）	1.04（0.93，1.16）	0.85（0.60，1.21）	1.15（0.55，2.41）	1.21（0.57，2.55）	1.21（0.53，2.77）
−10	1.25（0.98，1.60）	1.02（0.95，1.11）	1.00（0.94，1.06）	0.89（0.73，1.09）	1.56（1.01，2.40）*	1.79（1.08，2.49）*	1.36（0.89，2.09）
−5	1.29（1.10，1.51）*	1.04（0.99，1.09）	0.98（0.94，1.02）	0.94（0.83，1.06）	1.70（1.29，2.26）*	1.62（1.24，2.10）*	1.41（1.14，1.75）*
0	1.25（1.11，1.40）*	1.06（1.04，1.08）*	0.97（0.94，1.01）	0.98（0.89，1.07）	1.61（1.31，1.99）*	1.52（1.24，1.85）*	1.37（1.19，1.58）*
10	1.08（1.03，1.13）*	1.04（1.02，1.06）*	0.97（0.95，0.98）*	1.01（0.98，1.05）	1.17（1.08，1.28）*	1.14（1.04，1.24）*	1.14（1.07，1.22）*
20	0.97（0.95，1.02）	1.00（0.98，1.01）	1.01（1.00，1.02）	1.01（0.94，1.09）	0.96（0.90，1.02）	0.98（0.92，1.05）	0.91（0.86，0.96）*
30	1.26（1.07，1.44）*	1.04（0.98，1.11）	1.00（0.95，1.05）	0.81（0.70，0.94）*	1.42（1.09，1.86）*	1.47（1.08，2.00）*	0.81（0.60，1.10）

注：*P<0.05。

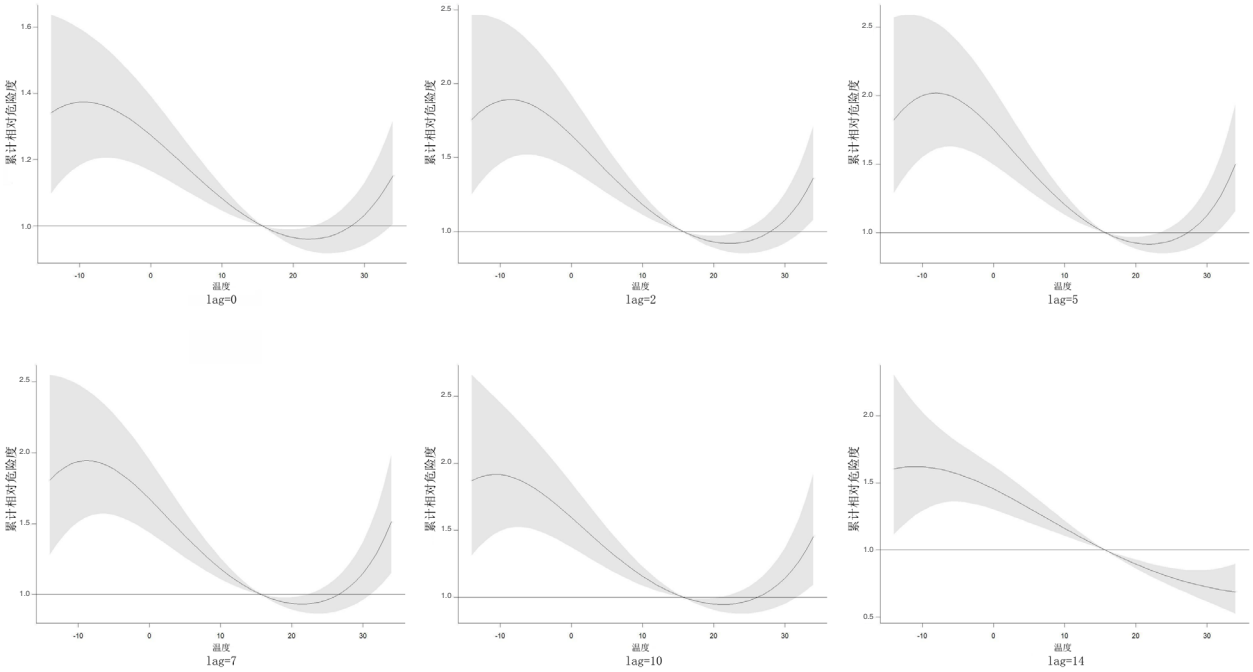

图1 不同温度、滞后天数下的累积相对危险度

Figure 1. Cumulative relative risk at different temperatures and lag days

高而升高，在 −10 ℃ 达到高峰值后随温度升高呈下降趋势，在温度达到 20 ℃ 左右降至最低值（CRR＜1），随后随温度升高而上升。随滞后时长的增加，滞后 14 d 时 CRR 随温度升高呈降低趋势，即低温对水痘发病的影响剧烈且迅速，高温对水痘日病例数的影响在滞后后期会表现出保护效应。表明低温对水痘发病的影响主要在短期（0~9 d）内快速显现，而高温（＞30 ℃）的影响在滞后 0~9 d 时是水痘发病的危险因素；但滞后时间更长时，高温因素则为水

痘发病的保护因素。

2.4 亚组分析

亚组分析显示，气温对水痘发病的影响存在季节异质性（$P < 0.001$）。在冬季（水痘高发季节），低温效应更为强烈和持久，−5 °C 在滞后 0~14 d 时 CRR 及其 95%CI 为 1.41（1.14，1.75），见附件表 2，各季节气温影响模式差异显著，体现明显的季节性修饰作用。年龄方面如附件图 4 所示，3~6 岁组水痘发病例数呈典型的季节性波动，日均病例数冬季达峰值（3.1 例），秋季次之（2.9 例），春季中等（2.7 例），夏季较低（2.6 例）；≥ 7 岁组各季节发病例数均接近 0，两组间差异具有统计学意义（$P < 0.001$）。显示年龄与季节间存在显著的交互效应。

2.5 敏感性分析

通过改变模型中交叉基的最长滞后时间（分别设置为 6 d、7 d 和 8 d）行敏感性分析，研究结果较为稳定，可认为总体效应基本一致，详见附件图 5 和附件表 3。

3 讨论

本研究基于潍坊市 2014 年至 2023 年水痘发病数据及同期气象资料，采用 DLNM 模型系统分析了日均气温对水痘日发病例数的影响及其滞后效应。结果显示，气温与水痘发病之间存在显著的非线性关系，且表现出明显的滞后特征，与李轩等[7]研究结论相一致。低温对水痘发病的影响更为剧烈和持久，尤其在滞后 0~9 d 内效应显著，而高温的影响则相对温和，且在较长滞后时间（如 14 d）下甚至表现出一定的保护效应。该发现为理解气温对水痘传播的动态影响提供了重要依据，也对区域性公共卫生策略的制定具有实践指导意义。

本研究发现低温是水痘发病的重要危险因素，与王虹宇等[8]研究结果相同。在滞后早期（0~5 d），低温条件下 RR 值显著升高，且随温度降低发病风险进一步增加，与多项关于呼吸道传染病与气温关系的研究一致[9-10]。低温环境可通过多种机制促进病毒传播，一方面，低温下人群室内活动增加，密切接触机会增多，增加了飞沫传播和接触传播的风险[11]；另一方面，低温可能导致人体呼吸道黏膜免疫功能下降，增加易感性[12]。此外，VZV 病毒在低温干燥环境中存活时间较长，也可能间接促进传播[13]。

值得注意的是，高温对水痘发病的影响表现出与低温不同的模式。在滞后 0~9 d 内，高温仍为危险因素，但效应较弱，而在滞后 14 d 时，高温反而表现出保护效应（RR < 1）。这可能是因为在较高温度下，人群户外活动增加，室内聚集减少，从而降低了传播风险。同时，高温高湿环境可能不利于病毒在物体表面的存活，缩短其在外环境中的滞留时间[14]。这一结果提示，气温对传染病传播的影响具有明显的“双峰”或“多阶段”特征。亚组分析也进一步丰富了本研究结果，气温对水痘发病的影响存在显著的季节异质性，冬春季低温效应更为强烈和持久；3~6 岁组是主要受影响人群，这与中国水痘流行病学特征中儿童为高发人群的报道一致[15]；且发病呈明显季节性波动。

本研究存在一定局限性。首先，数据来源仅限于潍坊市，结论外推需谨慎。其次，虽控制了主要气象因素和时间趋势，但未考虑日照时数、空气污染等其他潜在混杂变量对水痘传播的影响。此外，水痘发病数据基于被动监测系统，可能存在漏报或诊断不一致的情况，尤其是轻症或非典型病例。未来研究可结合多中心数据，纳入更多环境变量，并尝试建立预测模型以提升研究的实际应用价值。

综上所述，气温是影响水痘传播的重要环境因素，其效应具有明显的非线性与滞后特征。本研究为潍坊地区水痘防控提供了科学依据，也为类似气候条件下的其他地区提供了参考。未来应继续深化气象因素与传染病关系的研究，结合多学科方法，构建更加精准的预警与干预体系，从而有效降低水痘等传染病的疾病负担。

附件见《医学新知》官网附录（https://yxxz.whuznhmedj.com/futureApi/storage/appendix/202509094.pdf）

伦理声明：本研究所用数据来自常规临床诊疗过程中已产生的历史数据，且均已对患者个人信息进行了去标识化处理，研究过程未对患者进行任何额外的、超出常规诊疗的干预，未采集新的生物样本，未设置研究性对照组，未影响患者的既定诊疗方案，经申请豁免伦理审查和知情同意

作者贡献：文献查阅：赵文嘉、邴瑜；文章撰写与修改：李梓菡、彭鹏；文章审阅：殷大鹏、徐成东、胡跃华、栾桂杰、王园园；基金支持：胡跃华、王园园

数据获取：本研究中使用和（或）分析的数据可联系通信作者获取
利益冲突声明：无
致谢：不适用

参考文献

1 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. [Dong PM, Wang M, Liu YM. Epidemiological characteristics of varicella in China, 2016—2019[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2020, 26(4): 403–406.]

2 随海田，李锦成，王淼，等. 2005—2015 年中国水痘流行病学特征 [J]. 中国疫苗和免疫，2019, 25(2): 155–159. [Sui HT, Li JC, Wang M, et al. Varicella epidemiology in China, 2005—2015[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2019, 25(2): 155–159.]

3 汪受传，贺丽丽，孙丽平. 中医儿科临床诊疗指南·水痘（修订）[J]. 中医儿科杂志，2016, 12(1): 1–6. [Wang SC, He LL, Sun LP. Guideline for clinical diagnosis and treatment of pediatrics of traditional Chinese medicine varicella (Amendment)[J]. Journal of Pediatrics of Traditional Chinese Medicine, 2016, 12(1): 1–6.]

4 谷少华，贺天锋，陆蓓蓓，等. 基于分布滞后非线性模型的归因风险评估方法及应用 [J]. 中国卫生统计，2016, 33(6): 959–962. [Gu SH, He TF, Lu BB, et al. Measures and application for attributable risk from distributed lag non–linear model[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2016, 33(6): 959–962.]

5 杨军，欧春泉，丁研，等. 分布滞后非线性模型 [J]. 中国卫生统计，2012, 29(5): 772–773, 777. [Yang J, Ou CQ, Ding Y, et al. Distributed lag non–linear model[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2012, 29(5): 772–773, 777.

6 王金玉，李盛，马汉平，等. 2008—2016 年兰州市日均气温与水痘发病的关联性研究 [J]. 中华预防医学杂志，2018, 52(8): 842–848. [Wang JY, Li S, Ma HP, et al. Research on the relationship between the daily mean temperature and the daily cases of varicella during 2008—2016 in Lanzhou, China[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2018, 52(8): 842–848.]

7 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. [Li X, Wei XY, Zhang WY, et al. Progress in research of epidemiological characteristics and environmental influencing factors of varicella[J]. Disease Surveillance, 2023, 38(7): 878–883.]

8 王虹宇，刘方. 国内水痘流行病学特征及疫苗保护效果研究进展 [J]. 预防医学论坛，2021, 27(10): 800–802. [Wang HY, Liu F. Epidemiological characteristics and vaccine protection effect of varicella in China[J]. Preventive Medicine Tribune, 2021, 27(10): 800–802.]

9 Liu Q, Deng J, Yan W, et al. Burden and trends of infectious disease mortality attributed to air pollution, unsafe water, sanitation, and hygiene, and non–optimal temperature globally and in different socio–demographic index regions[J]. Glob Health Res Policy, 2024, 9(1): 23.

10 朱述瑶，岳玉川，黎芮彤，等. 中国儿童家长流感疫苗接种意愿及其影响因素的 Meta 分析 [J]. 数理医药学杂志，2025, 38(5): 378–389. [Zhu SY, Yue YC, Li RT, et al. Willingness to receive influenza vaccines and its influencing factors among parents of Chinese children: a Meta–analysis[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2025, 38(5): 378–389.]

11 Jia H, Xu J, Ning L, et al. Ambient air pollution, temperature and hospital admissions due to respiratory diseases in a cold, industrial city[J]. J Glob Health, 2022, 12: 04085.

12 Huang D, Taha MS, Nocera AL, et al. Cold exposure impairs extracellular vesicle swarm–mediated nasal antiviral immunity[J]. J Allergy Clin Immunol, 2023, 151(2): 509–525. e8.

13 Grose C, Brunel PA. Varicella–zoster virus: isolation and propagation in human melanoma cells at 36 and 32 degrees C[J]. Infect Immun, 1978, 19(1): 199–203.

14 Mori I, Nishiyama Y. Herpes simplex virus and varicella–zoster virus: why do these human alphaherpesviruses behave so differently from one another[J]. Rev Med Virol, 2005, 15(6): 393–406.

15 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. [Wang M, Zeng X, Zhang YP, et al. Epidemiological characteristics of varicella public health emergency events in China, 2007—2021[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2023, 29(3): 274–279.]

收稿日期：2025 年 09 月 15 日 修回日期：2025 年 11 月 28 日
本文编辑：桂裕亮 曹 越

引用本文：李梓菡，彭鹏，赵文嘉，等. 2014—2023年潍坊市日均气温与水痘发病关系：基于分布滞后非线性模型分析[J]. 医学新知，2026, 36(2): 132–137. DOI: 10.12173/j.issn.1004–5511.202509094.
Li ZH, Peng P, Zhao WJ, et al. Relationship between daily average temperature and chickenpox incidence in Weifang City from 2014 to 2023: analysis based on a distributed lag nonlinear model[J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2026, 36(2): 132–137. DOI: 10.12173/j.issn.1004–5511.202509094.