

# 浙江省气温对其他感染性腹泻的滞后效应及影响因素

王海涛<sup>1</sup> 刘志东<sup>1</sup> 劳家辉<sup>1</sup> 赵哲<sup>1</sup> 姜宝法<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>山东大学公共卫生学院流行病学系, 济南 250012; <sup>2</sup>山东大学气候变化与健康研究中心, 济南 250012

通信作者: 姜宝法, Email: bjiang@sdu.edu.cn

**【摘要】** 目的 研究气温对浙江省不同城市其他感染性腹泻的滞后效应, 并探讨其异质性来源, 找出脆弱人群。方法 收集2014—2016年浙江省其他感染性腹泻资料及同期气象资料。采用两阶段模型, 首先在各个市利用分布滞后非线性模型评价气温对其他感染性腹泻的滞后效应, 然后采用多变量Meta分析合并效应值, 再通过Meta回归进一步探索其异质性来源。结果 研究期间浙江省共发生其他感染性腹泻301 593例。在全省水平上, 其他感染性腹泻发病风险最低时对应的温度为16.7℃, 以16.7℃作为参照温度, 发病风险最高时对应的温度为6.2℃( $RR=2.298$ ,  $95\%CI: 1.527 \sim 3.459$ )。以日平均气温的 $P_5$ 、 $P_{95}$ 分别代表低温和高温, 低温时其他感染性腹泻的发病风险滞后2 d显现, 第5天时风险最高( $RR=1.057$ ,  $95\%CI: 1.030 \sim 1.084$ ), 然后持续降低至第23天。高温对应的发病风险当天就会出现( $RR=1.081$ ,  $95\%CI: 1.045 \sim 1.118$ ), 并逐渐减小至第8天。不同地区其他感染性腹泻发病风险差异的异质性来源有城市纬度及人口老龄化率。结论 高温或低温均会增加其他感染性腹泻的发病风险, 且存在滞后效应。低温时应加强对高纬度地区人群及老年人群其他感染性腹泻的预防。

**【关键词】** 气温; 其他感染性腹泻; 两阶段模型

基金项目: 国家科技基础资源调查专项(2017FY101202)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.08.016

## Lag effect and influencing factors of temperature on other infectious diarrhea in Zhejiang province

Wang Haitao<sup>1</sup>, Liu Zhidong<sup>1</sup>, Lao Jiahui<sup>1</sup>, Zhao Zhe<sup>1</sup>, Jiang Baofa<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Epidemiology, School of Public Health, Shandong University, Jinan 250012, China;

<sup>2</sup>Shandong University Climate Change and Health Center, Jinan 250012, China

Corresponding author: Jiang Baofa, Email: bjiang@sdu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To study the lag effect of temperature and the source of heterogeneity on other infectious diarrhea (OID) in Zhejiang province, so as to identify related vulnerable populations at risk. **Methods** Data on OID and meteorology in Zhejiang province from 2014 to 2016 were collected. A two-stage model was conducted, including: 1) using the distributed lag non-linear model to estimate the city-specific lag effect of temperature on OID, 2) applying the multivariate Meta-analysis to pool the estimated city-specific effect, 3) using the multivariate Meta-regression to explore the sources of heterogeneity. **Results** There were 301 593 cases of OID in Zhejiang province during the study period. At the provincial level, temperature that corresponding to the lowest risk of OID was 16.7℃, and the temperature corresponding to the highest risk was 6.2℃ ( $RR=2.298$ ,  $95\%CI: 1.527-3.459$ ). 16.7℃ was recognized as the reference temperature.  $P_5$  and  $P_{95}$  of the average daily temperature represented low and high temperature respectively. When the temperature was cold, the risk was delayed by 2 days, with the highest risk found on the 5<sup>th</sup> day ( $RR=1.057$ ,  $95\%CI: 1.030-1.084$ ) before decreasing to the 23<sup>rd</sup> day. When the temperature got hot, the risk of OID occurred on the first day ( $RR=1.081$ ,  $95\%CI: 1.045-1.118$ ) and gradually decreasing to the 8<sup>th</sup> day. Differences on heterogeneous sources related to the risks of OID in different regions, presented on urban latitude and the rate of ageing in the population. **Conclusions** Both high or low temperature could increase the risk of OID, with a lag effect noticed. Prevention program on OID should be focusing on populations living in the high latitude and the elderly population at the low temperature areas.

**【Key words】** Temperature; Other infectious diarrhea; Two-stage model

**Fund program:** Special Foundation of Basic Resources Survey of Ministry of Science and Technology of China (2017FY101202)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.08.016

其他感染性腹泻是指除霍乱、细菌性和阿米巴性痢疾、伤寒和副伤寒以外的感染性腹泻病,属于中国法定丙类传染病<sup>[1]</sup>。在中国,感染性腹泻仍然是一个重要的公共卫生问题<sup>[2]</sup>。既往研究表明气温、相对湿度等气象因素会对其他感染性腹泻的发病产生影响<sup>[3-4]</sup>。本研究旨在评估浙江省气温对其他感染性腹泻发病的影响,并通过 Meta 回归模型探索其异质性来源,为有针对性地控制其他感染性腹泻流行提供科学依据。

### 资料与方法

1. 资料来源:收集浙江省 11 个市 2014 年 1 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日每日其他感染性腹泻报告病例,数据来自于中国 CDC。同期气象数据来自于中国气象科学数据共享服务网(<http://data.cma.cn/>),主要指标包括日最高气温、日平均气温、日最低气温、相对湿度、平均气压、平均风速、日照时数。每个市选取 1 个代表性的气象站点代表本市气象情况,湖州市无气象站点,以邻近的嘉兴市气象站点代替。各个市常住人口、人均可支配收入、人口老龄化情况等数据来自于浙江省统计年鉴。

2. 统计学分析:采用两阶段模型估计全省水平温度对其他感染性腹泻的合并效应,并探讨其潜在效应修饰因素。第一阶段,利用分布滞后非线性模型(distributed lag non-linear models, DLNM)<sup>[5]</sup>定量评估各个市的温度对其他感染性腹泻发病的滞后效应。建模前先进行各气象因素间 Spearman 相关分析,相关系数较大( $|r| > 0.7$ )的气象因素不同时纳入模型,以避免出现多重共线性。最终将日平均气温、相对湿度、降雨量、风速纳入模型中以控制其影响。根据引起其他感染性腹泻的病原体生活习性及潜伏期,最长滞后天数设为 30 d<sup>[4]</sup>。采用 Quasi-

Poisson 连接以控制过离散,基础模型:

$$\text{Log}[E(Y_i)] = \alpha + cb(\text{Temp}_{i,t}) + ns_1(\text{Humi}, 3) + ns_2(\text{Rain}, 3) + ns_3(\text{Wind}, 3) + ns_4(\text{time}, 7 \times 3) + \text{Lag}(\text{res}, 1)$$

其中  $E(Y_i)$  是其他感染性腹泻日发病数的期望,  $\alpha$  为截距,  $cb(\text{Temp}_{i,t})$  为 DLNM 产生的二维交叉基矩阵,用于拟合温度的非线性效应和滞后效应。  $ns_1(\text{Humi}, 3)$ 、 $ns_2(\text{Rain}, 3)$  及  $ns_3(\text{Wind}, 3)$  分别为日平均相对湿度、降雨量、日平均风速的自然立方样条,  $df$  均设为 3, 用于控制其混杂作用。  $ns_4(\text{time}, 7 \times 3)$  为时间变量的自然立方样条函数, 每年的  $df$  设为 7, 用于控制长期趋势和季节趋势。  $\text{Lag}(\text{res}, 1)$  为模型残差的一阶滞后项, 用于控制模型自相关<sup>[6]</sup>。第二阶段, 先采用 Meta 分析合并各个市的效应值, 得到全省的平均效应。然后再通过 Meta 回归模型<sup>[7-8]</sup>进一步分析各个城市经、纬度、人口数量、城镇化率、人口老龄化率、人均可支配收入等因素影响, 探讨其异质性来源。

调整最长滞后天数、改变日期变量每年的  $df$ 、日平均气温的  $df$ , 对模型重新拟合, 观察模型是否稳定, 进行敏感性分析。采用 R 3.1.3 软件进行统计学分析, 采用双侧检验, 检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

### 结 果

1. 一般情况:2014—2016 年浙江省共报告其他感染性腹泻 301 593 例, 其中男性 165 354 例(54.83%), 女性 136 239 例(45.17%)。其他感染性腹泻在各个年龄段均有发生, 其中 <18 岁 169 185 例(56.10%), 18~60 岁 98 278 例(32.58%), >60 岁 34 130 例(11.32%)。研究期间内浙江省各城市气象因素、其他感染性腹泻日发病数等基本情况见表 1。其他感染性腹泻日发病数有明显的周期性和季节性, 每年的 7—9 月夏末秋初出现一个小高峰, 12 月至次年 1 月冬季出现一个大高峰, 见图 1。

表 1 浙江省研究期间不同城市气象因素、其他感染性腹泻日发病数等基本情况

城市	平均气温(°C)	平均相对湿度(%)	平均降雨量(mm)	平均风速(m/s)	日发病数(例)	纬度(°N)	人口老龄化率(%)
杭州	19.1(13.9)	76.0(20.0)	0.0(4.0)	2.0(1.0)	42.0(25.2)	30.3	30.0
湖州	18.0(14.3)	85.0(15.0)	0.0(3.2)	2.9(1.6)	24.0(15.0)	30.9	23.1
嘉兴	18.0(14.3)	85.0(15.0)	0.0(3.2)	2.9(1.6)	17.0(10.0)	30.8	24.2
金华	20.1(14.1)	76.0(22.0)	0.0(4.2)	1.7(0.8)	11.0(8.0)	29.1	19.9
丽水	20.7(13.9)	75.0(17.0)	0.0(3.6)	1.0(0.6)	11.0(7.0)	28.5	17.9
宁波	19.1(13.9)	78.0(16.0)	0.0(3.0)	1.8(1.2)	51.0(31.0)	29.9	22.4
衢州	19.5(14.1)	81.0(23.0)	0.0(4.2)	2.3(1.6)	6.0(4.0)	28.9	20.1
绍兴	19.0(14.0)	78.0(20.0)	0.0(3.3)	1.7(1.0)	36.0(22.0)	30.0	22.7
台州	19.6(13.4)	81.0(17.0)	0.0(3.4)	1.8(0.9)	32.0(19.0)	28.7	18.4
温州	19.6(12.9)	80.0(16.0)	0.0(3.3)	1.9(0.9)	3.0(3.0)	28.0	16.5
舟山	18.1(12.9)	83.0(15.0)	0.0(3.4)	1.9(1.1)	2.0(3.0)	30.0	24.0

注:括号外数据为  $M$ , 括号内数据为  $Q_n$

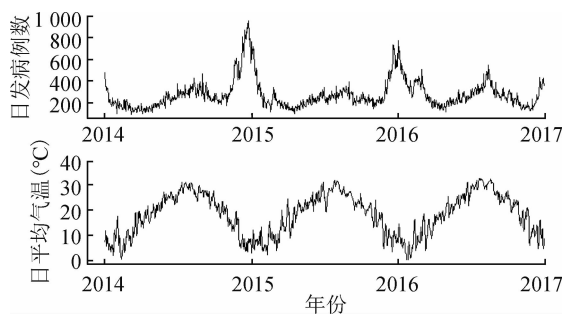


图1 2014—2016年浙江省其他感染性腹泻日发病数、日平均气温的时间序列

2. 气温对其他感染性腹泻发病人数的影响:

(1)气温对其他感染性腹泻的累积效应:日平均气温与其他感染性腹泻的关系呈非线性,在0~14℃、20~32℃两个温度范围内的累积RR>1,见图2。综合30d的滞后期进行分析,结果显示其他感染性腹泻发病风险最低时对应的气温为16.7℃。以最低风险温度(16.7℃)为参考,温度过低或过高均会增加其他感染性腹泻的发病风险,当温度为6.2℃时其他感染性腹泻的发病风险最高(RR=2.298, 95%CI:1.527~3.459)。

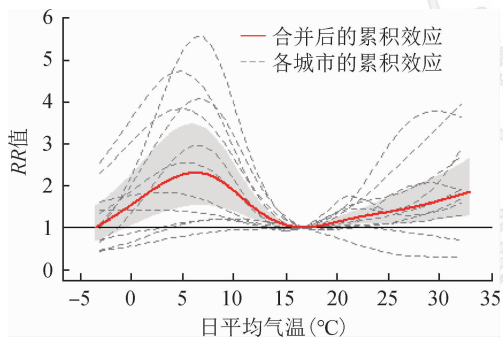


图2 滞后30d日平均气温对其他感染性腹泻的累积效应

(2)气温对其他感染性腹泻影响的滞后效应:以日平均气温的P<sub>5</sub>(5℃)和P<sub>95</sub>(30℃)相对于最适宜温度(16.7℃)计算的RR值分别代表其他感染性腹泻的冷、热效应。结果显示,低温时其他感染性腹泻的发病风险滞后2d显现,在第5天时风险最高(RR=1.057, 95%CI:1.030~1.084),然后持续降低至第23天。高温时,其他感染性腹泻的发病风险当天就会出现(RR=1.081, 95%CI:1.045~1.118),随后逐渐减小至第8天。不同滞后天数下气温对其他感染性腹泻影响的滞后效应见图3。

(3)Meta回归分析:不同城市其他感染性腹泻发病风险差异的异质性来源有城市纬度(Stat=22.6, P<0.001)及人口老龄化率(Stat=18.5, P=0.002)。以纬度的P<sub>75</sub>、P<sub>25</sub>分别代表高、低纬度地区,

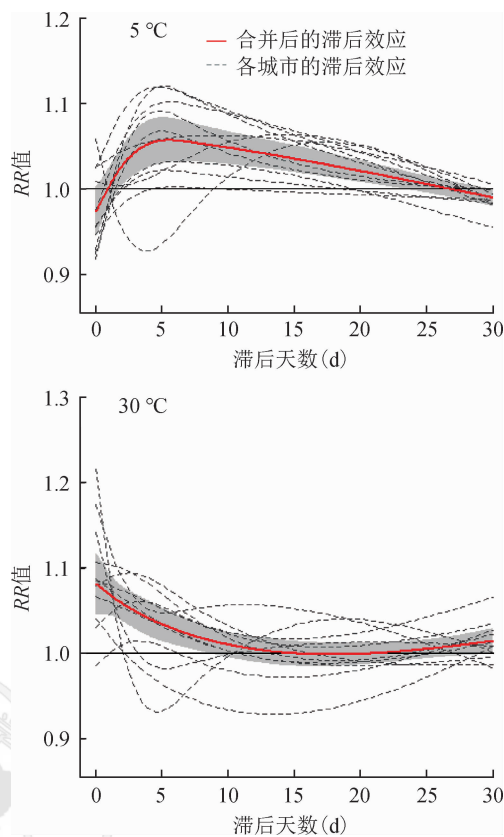


图3 气温对其他感染性腹泻影响的滞后效应

通过Meta回归模型,进一步比较不同纬度地区其他感染性腹泻冷热效应的差异。结果显示,低温时高纬度地区其他感染性腹泻的发病风险更高(Stat=32.9, P<0.001),而高温时发病风险相近(Stat=6.1, P=0.190)。比较不同人口老龄化率地区其他感染性腹泻发病的冷热效应,结果显示低温时人口老龄化率高的地区发病风险更高(Stat=19.7, P=0.001),而高温时无明显差异(Stat=8.7, P=0.069)。研究结果提示寒冷季节应加强对高纬度地区人群及老年人其他感染性腹泻的防控。见表2。

表2 不同城市其他感染性腹泻发病风险差异的异质性来源Meta回归分析

因素	Q检验		P值 (%)	信息准则		Wald检验		
	Q值	df		AIC	BIC	Stat	df	P值
截距	188.7	50	0.000	73.5	141.2	179.5		
经度	153.9	45	0.000	70.8	151.6	198.8	7.6	5 0.178
纬度	131.8	45	0.000	65.9	147.4	192.6	22.6	5 0.000
城镇化率	173.2	45	0.000	74.0	175.6	220.7	3.9	5 0.567
人口数量	182.3	45	0.000	75.3	189.2	234.4	2.4	5 0.797
人口老龄化率	134.6	45	0.000	66.6	156.9	202.0	18.5	5 0.002
人均可支配收入	167.3	45	0.000	73.1	170.7	215.9	7.6	5 0.185

注:AIC:赤池信息准则; BIC:贝叶斯信息准则

3. 敏感性分析:分别改变最长滞后天数、日期变量每年的df、日平均气温的df,气温与其他感染性腹

泻的暴露反应曲线及拐点相似,提示模型估计结果比较可信。

## 讨 论

本研究利用两阶段模型分析了浙江省11个城市气温对其他感染性腹泻的滞后效应,并探讨了其影响因素。结果显示,浙江省高温与低温对其他感染性腹泻发病的影响都有统计学意义,且存在一定的滞后效应。各城市研究间的异质性来源有纬度、人口老龄化情况。

本研究结果显示,当温度过高或过低时都会增加其他感染性腹泻的发病风险。低温时其他感染性腹泻的发病风险滞后2 d出现,并具有较长的滞后期,可持续至第23天。有研究显示,寒冷天气的出现会引起腹泻病例的急剧暴发<sup>[9]</sup>。低温会增加其他感染性腹泻的发病风险且滞后期较长,可能是因为轮状病毒是引起浙江省其他感染性腹泻的主要病原体<sup>[10]</sup>,而轮状病毒在人体外最多可生存数月,低温会促进轮状病毒的复制和生存<sup>[9]</sup>。低温的滞后期较长,提示人们在低温期间应采取较长时间的保护措施,以降低低温所引起的其他感染性腹泻的危害。研究结果还显示,高温当天就表现出对其他感染性腹泻的危害,随后逐渐降低至第8天,这与大部分研究结果一致。例如Zhou等<sup>[11]</sup>的研究显示高温可能是感染性腹泻的危险因素,温度的6 d滑动平均值每增加1℃,中国上海市感染性腹泻的就诊人数增加2.68%(95%CI:1.83%~3.52%)。中国成都市的1项研究显示,温度超过16.85℃时,其他感染性腹泻的发病风险随着温度的升高而升高<sup>[4]</sup>。南非的1项研究显示,周最高温度每增加5℃,腹泻的病例数增加32%(IRR=1.32, 95%CI:1.22~1.41)<sup>[12]</sup>。Hashizume等<sup>[13]</sup>研究显示温度每增高1℃,腹泻的发病数增加5.6%(95%CI:3.4~7.8)。高温可增加其他感染性腹泻发病风险,可能的原因是高温条件下食物容易腐败变质,有利于病原体的生存和繁殖,且人们对水的消耗量增加<sup>[4,14]</sup>。高温对其他感染性腹泻的危害较大,人们在高温季节应及时采取降温措施,加强饮食及水源卫生管理。

本研究通过对各城市经纬度、人口数量等因素进行Meta回归分析显示,各地级市研究间的异质性来源有城市纬度、人口老龄化情况。进一步分析显示,低温时高纬度地区及人口老龄化率高的地区,其他感染性腹泻的风险更高,而高温时发病风险相近。低温时高纬度地区其他感染性腹泻的发病风险

更高,提示在寒冷季节高纬度地区是脆弱地区,针对这些地区应提高公众对其他感染性腹泻的防护及就诊意识,增强医疗资源供给。多项研究显示,气温的健康效应在不同地区之间的差异与该城市的纬度有关<sup>[15-16]</sup>。低温时高纬度地区发病风险更高,这可能与高纬度地区低温天气更多有关。人口老龄化率高的城市其他感染性腹泻的发病风险更高,提示老年人可能是其他感染性腹泻的易感人群。湖北省的1项研究表明,>65岁的老年人,尤其是农村老年人,是其他感染性腹泻的高危人群<sup>[17]</sup>。黎健等<sup>[18]</sup>研究指出应针对老年人等重点人群,加强感染性腹泻病原体的监测与防控。其他感染性腹泻病因复杂多样,可由细菌、病毒等多种病原体引起,而老年人由于身体免疫功能的衰退,容易感染各类疾病<sup>[19]</sup>,因此低温时应加强对老年人其他感染性腹泻的预防控制措施。

本研究存在局限性。第一,有研究显示不同病原体引起其他感染性腹泻的流行特征不同<sup>[10]</sup>,由于缺乏其他感染性腹泻病原分类的数据,本研究未能进一步分析不同类型的病原体对其他感染性腹泻的影响。第二,吴昊澄等<sup>[20]</sup>研究显示浙江省其他感染性腹泻的报告率及患者就诊率均不高,且不同地区其他感染性腹泻的报告率及就诊率差异有统计学意义,这可能对研究结果产生一定的影响。

综上所述,低温时其他感染性腹泻的滞后期较长,应采取较长时间的保护措施,高温的危害表现为迅速,应及时采取防护措施。低温时应加强对高纬度地区人群及老年人群其他感染性腹泻的预防。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] 龚淼,吴家兵,王爱红,等. 2007—2012年安徽省其他感染性腹泻流行特征分析[J]. 中华疾病控制杂志, 2014, 18(10): 972-975.
- [2] Gong L, Wu JB, Wang AH, et al. Analysis on epidemic characteristics of other infectious diarrhea in Anhui province, 2007-2012[J]. Chin J Dis Control Prev, 2014, 18(10): 972-975.
- [3] Deng ZY, Xun HM, Zhou MG, et al. Impacts of tropical cyclones and accompanying precipitation on infectious diarrhea in cyclone landing areas of Zhejiang province, China[J]. Int J Environ Res Public Health, 2015, 12(2): 1054-1068. DOI: 10.3390/ijerph120201054.
- [4] 陶燕,刘志明,米生权,等. 气象因素对其他感染性腹泻病的影响[J]. 兰州大学学报:自然科学版, 2015, 51(5): 646-651. DOI: 10.13885/j.issn.0455-2059.2015.05.009.
- [5] Tao Y, Liu ZM, Mi SQ, et al. Effects of meteorological factors on other types of infectious diarrhea[J]. J Lanzhou Univ: Nat Sci,

- 2015, 51(5): 646–651. DOI: 10.13885/j.issn.0455–2059.2015.05.009.
- [4] 艾思奇. 成都市不同降雨水平及温、湿度对其他感染性腹泻的发病影响[D]. 济南: 山东大学, 2018.
- Ai SQ. The impacts of different rainfall levels, temperature and humidity on the risk of other infectious diarrhea in Chengdu[D]. Jinan: Shandong University, 2018.
- [5] Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Distributed lag non-linear models [J]. *Stat Med*, 2010, 29(21): 2224–2234. DOI: 10.1002/sim.3940.
- [6] Liu ZD, Li J, Zhang Y, et al. Distributed lag effects and vulnerable groups of floods on bacillary dysentery in Huaihua, China [J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 29456. DOI: 10.1038/srep29456.
- [7] Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Multivariate Meta-analysis for non-linear and other multi-parameter associations [J]. *Stat Med*, 2012, 31(29): 3821–3839. DOI: 10.1002/sim.5471.
- [8] Gasparrini A, Armstrong B. Reducing and Meta-analysing estimates from distributed lag non-linear models [J]. *BMC Med Res Methodol*, 2013, 13: 1. DOI: 10.1186/1471–2288–13–1.
- [9] D' Souza RM, Hall G, Becker NG. Climatic factors associated with hospitalizations for rotavirus diarrhoea in children under 5 years of age [J]. *Epidemiol Infect*, 2008, 136(1): 56–64. DOI: 10.1017/S0950268807008229.
- [10] 薛鸣, 林君芬, 徐校平, 等. 2011–2014年浙江省其他感染性腹泻病发病及病原分析 [J]. *疾病监测*, 2016, 31(3): 209–214. DOI: 10.3784/j.issn.1003–9961.2016.03.008.
- Xue M, Lin JF, Xu XP, et al. Epidemiology and etiology of other infectious diarrheal diseases in Zhejiang, 2011–2014 [J]. *Dis Surveill*, 2016, 31(3): 209–214. DOI: 10.3784/j.issn.1003–9961.2016.03.008.
- [11] Zhou XD, Zhou YB, Chen RJ, et al. High Temperature as a Risk Factor for Infectious Diarrhea in Shanghai, China [J]. *J Epidemiol*, 2013, 23(6): 418–423. DOI: 10.2188/jea.JE20130012.
- [12] Musengimana G, Mukinda F, Machezano R, et al. Temperature variability and occurrence of diarrhoea in children under five-years-old in cape town metropolitan sub-districts [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2016, 13(9): 859. DOI: 10.3390/ijerph13090859.
- [13] Hashizume M, Armstrong B, Hajat S, et al. Association between climate variability and hospital visits for non-cholera diarrhoea in Bangladesh: effects and vulnerable groups [J]. *Int J Epidemiol*, 2007, 36(5): 1030–1037. DOI: 10.1093/ije/dym148.
- [14] Wu J, Yunus M, Streatfield PK, et al. Association of climate variability and childhood diarrhoeal disease in rural Bangladesh, 2000–2006 [J]. *Epidemiol Infect*, 2014, 142(9): 1859–1868. DOI: 10.1017/S095026881300277X.
- [15] Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, et al. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States [J]. *Am J Epidemiol*, 2002, 155(1): 80–87. DOI: 10.1093/aje/155.1.80.
- [16] Medina-Ramón M, Schwartz J. Temperature, temperature extremes, and mortality: a study of acclimatisation and effect modification in 50 US cities [J]. *Occup Environ Med*, 2007, 64(12): 827–833. DOI: 10.1136/oem.2007.033175.
- [17] 陈琦, 邢学森, 吴杨, 等. 2015–2017年湖北省感染性腹泻流行病学特征与病原分析 [J]. *国际病毒学杂志*, 2018, 25(4): 232–234. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673–4092.2018.04.005.
- Chen Q, Xing XS, Wu Y, et al. Epidemiological and etiological study on infectious diarrhea in Hubei province, 2015–2017 [J]. *Int J Virol*, 2018, 25(4): 232–234. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673–4092.2018.04.005.
- [18] 黎健, 潘浩, 肖文佳, 等. 上海2013–2015年感染性腹泻病原流行病学特征分析 [J]. *中华预防医学杂志*, 2017, 51(12): 1113–1117. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253–9624.2017.12.012.
- Li J, Pan H, Xiao WJ, et al. Epidemiological and etiological surveillance study of infectious diarrhea in Shanghai in 2013–2015 [J]. *Chin J Prev Med*, 2017, 51(12): 1113–1117. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253–9624.2017.12.012.
- [19] 郭盛淇. 免疫衰老与老年人免疫 [J]. *微生物学免疫学进展*, 2013, 41(3): 1–9. DOI: 10.3969/j.issn.1005–5673.2013.03.001.
- Guo SQ. Immunosenescence and vaccination in the elderly [J]. *Prog Microbiol Immunol*, 2013, 41(3): 1–9. DOI: 10.3969/j.issn.1005–5673.2013.03.001.
- [20] 吴昊澄, 林君芬, 吴晨, 等. 2013年浙江省部分传染病报告率与真实发病水平分析 [J]. *中国预防医学杂志*, 2015, 16(3): 187–190. DOI: 10.16506/j.1009–6639.2015.03.002.
- Wu HC, Lin JF, Wu C, et al. Analysis on the reporting rate and the actual incidence of some contagious diseases in Zhejiang, 2013 [J]. *Chin Prev Med*, 2015, 16(3): 187–190. DOI: 10.16506/j.1009–6639.2015.03.002.

(收稿日期: 2019–01–16)

(本文编辑: 万玉立)