

厦门市2013—2017年手足口病发病与气象因素影响分析

祝寒松¹ 陈思² 王明斋³ 欧剑鸣¹ 谢忠杭¹ 黄文龙¹ 林嘉威¹ 叶雯婧¹

¹福建省疾病预防控制中心应急处置与疫情管理所人兽共患病研究重点实验室,福州 350001; ²福建省气候中心气候影响评价室,福州 350001; ³厦门市疾病预防控制中心 应急科 361021

通信作者:叶雯婧, Email:1579499847@qq.com

【摘要】 目的 研究厦门市气象因素对手足口病发病的影响,为手足口病的预警预测和防控提供科学依据。**方法** 采用R3.4.3软件对2013—2017年厦门市日平均本站气压、日平均相对湿度、日平均气温、日照时数等气象因素资料和日手足口病发病数进行相关分析和分布滞后非线性模型分析。**结果** 厦门市2013—2017年共报告手足口病36 464例,发病数呈上升趋势($F=40.359, P=0.008$)。日平均相对湿度、日平均气温和日照时数与手足口病发病呈正相关($r>0$),日平均本站气压与手足口病发病呈负相关($r<0$)。在滞后0~5 d的情况下,日平均本站气压>1 005 hPa时,随着气压的增高,手足口病发病风险逐渐增加;发病风险随着滞后天数的增加而减弱;气压为1 017 hPa滞后0 d时发病风险最高($RR=1.14, 95\%CI: 0.67 \sim 1.94$)。相对湿度>95%时,随着相对湿度增加,手足口病发病风险逐渐增加,滞后时间分布在0~10 d,以第4、5天最为明显,相对湿度为100%滞后5 d时发病风险最高($RR=1.32, 95\%CI: 1.02 \sim 1.71$)。>28℃和<8℃时对手足口病发病都是危险因素,但滞后时间不一致,低温时滞后15~20 d相对危险度最高,而高温时滞后时间主要分布在5~15 d,以日平均气温28℃滞后4 d发病风险最高($RR=1.10, 95\%CI: 0.94 \sim 1.29$)。日照时数较长时(>12 h)滞后0~3 d对手足口病发病呈现危险性,其中日照均数13 h滞后0 d发病风险最大($RR=1.20, 95\%CI: 1.05 \sim 1.36$)。**结论** 日平均本站气压、日平均相对湿度、日平均气温、日照时数等气象因素与厦门市手足口病发病相关,且具有一定的滞后性,可以考虑纳入手足口病预警预测体系。

【关键词】 手足口病;气象因素;分布滞后非线性模型

基金项目:福建省自然科学基金(2016J01348)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.05.008

Analysis on association between incidence of hand foot and mouth disease and meteorological factors in Xiamen, 2013–2017

Zhu Hansong¹, Chen Si², Wang Mingzhai³, Ou Jianming¹, Xie Zhonghang¹, Huang Wenlong¹, Lin Jiawei¹, Ye Wenjing¹

¹Emergency Management and Epidemic Management Office, Fujian Provincial Key Laboratory of Zoonosis Research, Fujian Provincial Center for Disease Control and Prevention, Fuzhou 350001, China;

²Fujian Climate Center Climate Impact Assessment Office, Fuzhou 350001, China; ³Emergency Department of Xiamen City Center for Disease Control and Prevention, Xiamen 361021, China

Corresponding author: Ye Wenjing, Email: 1579499847@qq.com

【Abstract】 Objective To study the influence of meteorological factors on the incidence of hand foot and mouth disease (HFMD) in Xiamen, Fujian province, and provide scientific evidence for the early warning, prediction, prevention and control of HFMD. **Methods** Correlation analysis and distribution lag nonlinear models (DLNM) analysis of meteorological factors such as daily average pressure, daily average relative humidity, daily average temperature and sunshine hours and the incidence of HFMD in Xiamen during 2013 to 2017 were conducted by using R3.4.3 software. **Results** A total of 36 464 cases of HFMD were reported in Xiamen during 2013–2017, and the incidence showed an upward trend ($F=40.359, P=0.008$). The daily average relative humidity, daily average temperature and sunshine hours were positively correlated with the incidence of HFMD ($r>$

0), and the daily average site pressure was negatively correlated with the incidence of HFMD ($r < 0$). In the case of a lag of 0–5 days, when the daily average pressure of the station was higher than 1 005 hPa, the risk of HFMD gradually increased with the increase of air pressure, and the risk of disease decreased with the increase of lag days. The risk was highest when air pressure was 1 017 hPa and at the lag of 0 day ($RR = 1.14$, 95% CI : 0.67–1.94). When the relative humidity was higher than 95%, the risk of HFMD gradually increased with the increase of relative humidity, and the lag time ranged from 0 day to 10 days, which was most obvious on the 4th and 5th days. The risk was highest when relative humidity was 100% and at the lag of 5 days ($RR = 1.32$, 95% CI : 1.02–1.71). When the air temperature was $> 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $< 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, the risk of HFMD existed, but the lag time was inconsistent. The relative risk was highest during 15–20 days at low air temperature, and the lag time at high air temperature was mainly during 5–15 days. The risk was highest when air temperature was $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ and at the lag of 4 days ($RR = 1.10$, 95% CI : 0.94–1.29). The sunshine time was $> 12\text{ h}$ and lag of 0–3 days was a risk factor for the incidence of HFMD. The risk was highest when sunshine time was 13 h and the lag of 0 day ($RR = 1.20$, 95% CI : 1.05–1.36). **Conclusion** Meteorological factors such as daily average pressure, daily average relative humidity, daily average temperature and sunshine hours were associated with the incidence of HFMD with certain lag in Xiamen. So, it is suggested to use these data in the early warning system of HFMD.

【Key words】 Hand, foot and mouth disease; Meteorological factor; Distributed lag nonlinear models

Fund program: Fujian Natural Science Foundation (2016J01348)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.05.008

手足口病(hand, foot and mouth disease, HFMD)是一种肠道病毒传染性疾病,多发生于 < 5 岁婴幼儿,表现为口痛、厌食、低热、手、足、口腔等部位皮肤或黏膜的破溃,少数患儿可引起心肌炎、肺水肿、无菌性脑膜脑炎等并发症,个别重症患儿病情发展快,甚至导致死亡,容易引起学校聚集性事件,社会影响较大,引起国家和各地相关部门高度重视。而气象因素可影响气候变化敏感性的传染病病原体存活、变异和孳生分布范围,进而影响传染病的疫情发展^[1-3]。相关研究表明,HFMD的发病与气象因素有一定关系^[4-6],然而,报道结果并不完全一致,而且近年越来越多的研究发现气象对HFMD影响时空异质性的重要性^[1,7-8]。厦门市近年HFMD发病有增加趋势,有必要对其进行影响因素研究,本研究拟采用分布滞后非线性模型(distribution lag nonlinear models, DLNM)分析气压、气温、湿度、光照时间等气象因素对2013–2017年厦门市HFMD发病的影响,为预警预测及提出干预措施提供科学依据。

资料与方法

1. 资料来源:厦门市2013–2017年HFMD日发病数据来源于中国疾病预防控制中心信息系统。日气象数据来自中国气象局气象数据网,包括日平均本站气压(hPa)、日平均相对湿度(%)、日24 h累计降水量(mm)、日平均气温($^{\circ}\text{C}$)、日气温差($^{\circ}\text{C}$)、日平均风速(m/s)和日照时数(h)。气象数据均经过福建省气候中心校对。

2. 相关定义:

(1)日气温差($^{\circ}\text{C}$):日气温差=日最高气温–日最低气温。

(2)滞后天数(d):本研究指HFMD发病日期比相应气象指标统计日期的延迟天数。

3. 统计学方法:采用R3.4.3软件对HFMD发病数进行时间序列图绘制、Cox-Stuart趋势存在性检验、气象因素和HFMD日发病数之间的Spearman相关分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。采用R3.4.3软件通过dlnm包对Spearman相关分析筛选出的气象因素与HFMD日发病数之间进行DLNM分析。DLNM是在广义相加模型与分布滞后线性模型等传统模型思想基础上结合而成,核心思想是通过交叉基函数向暴露–反应关系添加滞后维度,从而同时描述其效应在自变量维度和滞后维度的变化分布^[9-10]。气象因素对疾病发病的影响不仅存在即时效应,且有一定的滞后效应^[11],为了克服过度离散的影响,采用quasi-Poisson分布作为DLNM的连接函数^[11-12]。节假日等可能是混杂因素,在控制星期几效应、时间的长期趋势影响后,对日气象因素和日HFMD发病数之间关系进行拟合,基本模型: $\log[E(Y_t)] = \alpha + \beta_i x_i + NS(Z_j, df) + Dow$ 。其中, Y_t 是 t 日HFMD发病数; α 是常数项(模型系数); x_i 是纳入模型的影响因素; β_i 是系数; Z_j 是潜在混杂因素; df 是自由度; $NS(\cdots)$ 是自然样条函数。模型自由度 df 和滞后天数是由赤池信息量准则(Akaike information criterion, AIC)最小准则确定,最终确定日平均本站气压、相对湿度、气温和日照时数的相应自由度均定

义为3,相应最大滞后天数为20 d。

结 果

1. 一般情况:厦门市2013—2017年报告HFMD数分别为4 314、6 532、6 366、8 551和10 701例,共36 464例,其中重症患者324例,重症率0.89%,死亡2例。2013—2017年发病数呈上升趋势($F=40.359, P=0.008$)。HFMD日报告均数19.97例,最高162例,最低0例,中位数13例。日平均本站气压、日平均相对湿度、日24 h累计降水量、日平均气温、日气温差、日平均风速和日照时数等平均值分别为:997.90 hPa、77.08%、4.05 mm、21.17℃、6.83℃、2.76 m/s和5.19 h(表1)。2013—2017年厦门市HFMD报告发病数、日平均本站气压、日平均湿度、日平均气温、日照时数等时间分布图显示都有一定的季节周期性,见图1。

2. 相关性分析:对厦门市2013—2017年各气象因素和HFMD发病数之间关联性进行Spearman等级相关分析和相关系数显著性检验,结果显示,日平均本站气压、日平均相对湿度、日平均气温和日照时数与HFMD发病相关($P<0.01$),日24 h累计降水量、日气温差和日平均风速与HFMD发病之间的相关性无统计学意义($P>0.05$)。日平均相对湿度、日平均气温和日照时数与HFMD发病呈正相关($r>0$),日平均本站气压与HFMD发病呈负相关($r<0$)。2013—2017年厦门市日平均本站气压与日气温差之间以及日平均风速与日照时数之间相关性无统计学意义,其他气象因素间具有相关性。见表2。

3. DLNM分析:

(1)日平均本站气压对HFMD发病影响:以厦门市2013—2017年日平均本站气压中位数998 hPa作为参考值,计算气压对HFMD发病的相对危险度。结果显示,日平均本站气压>1 005 hPa、滞后0~5 d时, HFMD发病风险随气压的增高而增加,滞后0 d发病风险最大,发病风险随着滞后天数的增加而减弱;气压为1 017 hPa、滞后0 d时,发病风险最

高($RR=1.14, 95\%CI: 0.67 \sim 1.94$);气压<980 hPa时,滞后15 d对HFMD发病呈现一定的保护性因素。见图2。

(2)日平均相对湿度对HFMD发病影响:以厦门市2013—2017年日平均相对湿度中位数79%作为参考值,计算相对湿度对HFMD发病的相对危险度。结果显示,相对湿度>95%时, HFMD发病风险随相对湿度的增加而增加,滞后时间分布在0~10 d,以第4、5天最为明显,相对湿度为100%滞后5 d时发病风险最高($RR=1.32, 95\%CI: 1.02 \sim 1.71$);相对湿度<80%时,随着湿度减少,相对危险度也逐渐降低;相对湿度<45%时,滞后0~2 d和11~20 d时对HFMD发病呈现一定的保护性;但相对湿度<30%时,滞后5~7 d对HFMD发病产生一定危险性。见图2。

(3)日平均气温对HFMD发病影响:以厦门市2013—2017年日平均气温中位数23℃作为参考值,计算气温对HFMD发病的相对危险度。结果显示, >28℃和<8℃时对HFMD发病都是危险因素,但滞后时间不一致,低温时滞后时间分布在0~5 d和10~20 d,以15~20 d相对危险度最高,而高温时滞后时间主要分布在5~15 d,以日平均气温28℃滞后4 d发病风险最高($RR=1.10, 95\%CI: 0.94 \sim 1.29$);而10~15℃时在滞后5~10 d时对HFMD发病有一定保护作用。见图2。

(4)日照时数对HFMD发病影响:以厦门市2013—2017年日照时数中位数6 h作为参考值,计算日照对HFMD发病的相对危险度。结果显示,日照时数和滞后时间对HFMD发病的相对危险度波动较大,日照时数较长时(>12 h)滞后0~3 d对HFMD发病呈现危险性,而在滞后5~15 d时呈现保护性,其中日照均数13 h滞后0 d发病风险最高($RR=1.20, 95\%CI: 1.05 \sim 1.36$);日照时数<2 h在滞后不同时间呈现不同的危险性和保护性;而日照时数为3 h显示,随着滞后天数的增加,对HFMD发病的影响由保护性转为危险性。见图2。

表1 2013—2017年厦门市HFMD日发病数与气象因素基本情况

变量	发病数 (例)	日平均本站 气压(hPa)	日平均相对湿度 (%)	日24 h累计 降水量(mm)	日平均气温 (℃)	日气温差 (℃)	日平均风速 (m/s)	日照时数 (h)
范围	0.00±162.00	975.00±1 017.00	32.00±100.00	0.00±172.70	0.60±31.90	0.80±20.40	0.60±13.90	0.00±13.00
P_{25}	5.00	993.00	68.00	0.00	16.00	5.03	1.90	0.50
P_{50}	13.00	998.00	79.00	0.00	22.50	6.70	2.40	5.60
P_{75}	28.00	1 003.00	87.00	0.80	26.90	8.28	3.10	8.90
$\bar{x}\pm s$	19.97±0.93	997.90±0.35	77.08±0.60	4.05±0.62	21.17±0.31	6.83±0.13	2.76±0.07	5.19±0.19

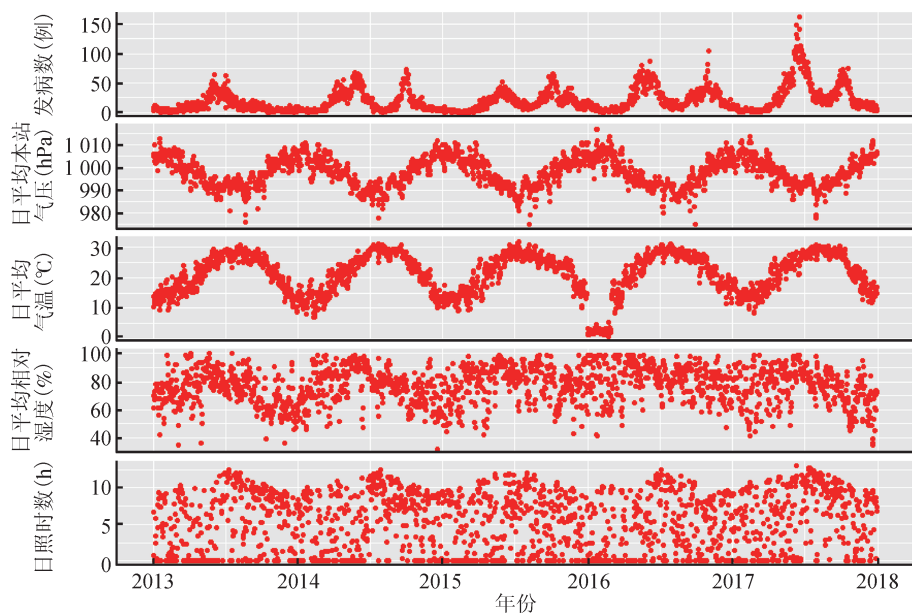


图1 2013—2017年厦门市 HFMD 日报告发病数和气象因素的时间分布

表2 2013—2017年厦门市 HFMD 日发病数与气象因素相关系数(r)和显著性检验

变量	发病数	日平均本站气压	日平均相对湿度	日 24 h 累计降水量	日平均气温	日气温差	日平均风速	日照时数
发病数	1.00							
日平均本站气压	-0.50 ^a	1.00						
日平均相对湿度	0.26 ^a	-0.44 ^a	1.00					
日 24 h 累计降水量	0.06 ^b	-0.21 ^c	0.62 ^a	1.00				
日平均气温	0.56 ^a	-0.85 ^a	0.19 ^a	-0.09 ^a	1.00			
日气温差	-0.05 ^b	0.01 ^b	-0.30 ^a	-0.35 ^a	0.12 ^a	1.00		
日平均风速	-0.03 ^b	0.16 ^a	-0.34 ^a	-0.05 ^c	-0.13 ^a	-0.17 ^a	1.00	
日照时数	0.10 ^c	-0.14 ^c	-0.42 ^a	-0.59 ^a	0.42 ^a	0.50 ^a	0.02 ^b	1.00

注: ^a $P<0.01$; ^b $P>0.05$; ^c $P<0.05$

讨 论

本研究结果显示,厦门市 2013—2017 年 HFMD 发病数呈上升趋势,常规疫情监测发现,厦门市 HFMD 发病率在福建省前列,相关部门应高度重视。影响 HFMD 发病的因素复杂,包括气象因素、生态环境、疫苗接种、防制策略、群众生活方式、节假日效应等。EV71 型肠道疫苗主要针对 HFMD 型别为 EV71 病原的个体,对其他型别病原体无效,而且,目前疫苗接种率和知识普及度虽有缓慢上升,但离疾病的防控要求仍有一定差距。9—11 月是 HFMD 第 2 个小高峰,包含的节假日会降低学校聚集性事件的感染风险,但可能提高在公共场所的散在感染机会,只是少以暴发形式发生。气象因素对传染病传播流行至关重要,已有多篇研究报道 HFMD 发病与气象因素有关^[13-17]。每年 HFMD 流行都会出现一大一小 2 个高峰期,但是,厦门地区与哪些气象因素有关亟待研究,较为精准的气象影响提示,将对防制

策略的制定、群众生活方式的调整等起到重要作用。

本研究尝试分析厦门市 2013—2017 年气象因素与 HFMD 的关系,但厦门市辖区面积小,区县之间气象差异无统计学意义。Spearman 等级相关分析显示,日 24 h 累计降水量、日气温差和日平均风速与 HFMD 发病之间的相关性无统计学意义($P>0.05$),故不纳入 DLNM 分析。

Spearman 等级相关分析显示日平均本站气压与日 HFMD 发病呈负相关($r=-0.50, P<0.01$),但 DLNM 分析结果为日平均本站气压 $>1\,005\text{ hPa}$ 、滞后 0~5 d 时, HFMD 发病风险随气压的增高逐渐增加,滞后 0 d 时发病风险最大,发病风险随着滞后天数的增加而减小,气压较低时在滞后 15 d 对 HFMD 发病呈现一定的保护性因素,说明厦门地区气压 $>1\,005\text{ hPa}$ 时对 HFMD 发病是一种风险因素,而且滞后时间大部分集中在 0~5 d,提示越接近高压暴露时间, HFMD 发病风险越大。但与其他报道不一致^[16-19],提示存在一定的时空异质性因素。另外,相

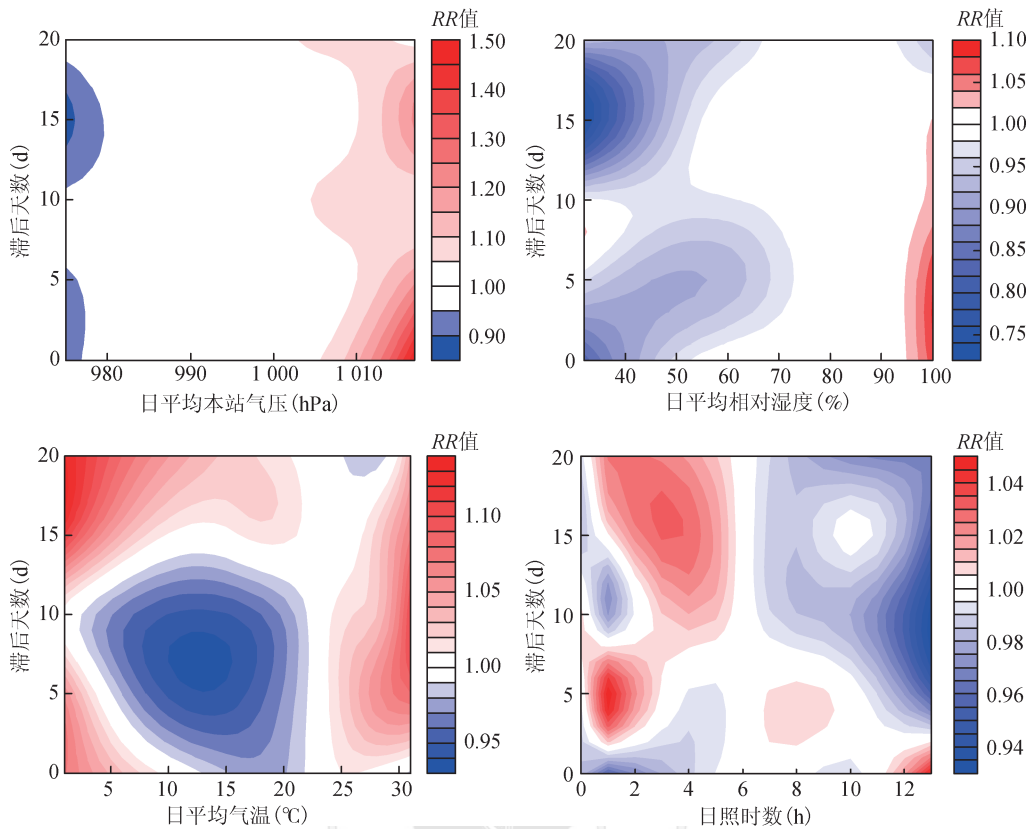


图2 2013—2017年厦门市气象因素与滞后时间对HFMD的影响

关性分析和DLNM分析结果不一致可能是因为气象因素之间关联性很强,气压和另外3个因素之间均呈现负相关性而影响。

本研究显示相对湿度与HFMD发病呈正相关,这与Tian等^[4]结果一致。但本次DLNM分析了不同波段,高(>95%)、低(<30%)相对湿度均可对HFMD发病产生一定危险性,而且不同相对湿度在不同滞后时间产生的危险性程度也存在差别。因此,本研究结果的可参考性、实用性更强。高、低日平均气温都对HFMD发病产生一定影响,但滞后时间有区别,较高日平均气温(>28℃)滞后时间主要分布在5~15 d,而较低温度(<8℃)以15~20 d相对危险度最高,应注意其负面影响。

根据不同气象要素之间的对比可以发现,有以下几种典型情形出现。第一种情形,在日照时数>13 h或日平均气压>1 005 hPa时,滞后0~5 d的HFMD发病风险较大。这可能是由于日照时数长或高气压的天气,通常是由大气副热带高压系统所控制产生的,这种天气多发生于盛夏,而此系统控制下一般后续还会出现高温天气,因此,当日平均气温>31℃时,滞后5~15 d危险性较大,这两种危险性较大的情形前后出现,比较符合天气变化特征及其关

联性。第二种情形,日平均气温<8℃,日平均气压>1 005 hPa时,在滞后15 d左右都会开始处于危险期。这类情况通常存在于冷高压系统所控制的天气过程之中,比如冷空气,寒潮等。可能是由于天气寒冷,门窗紧闭,多处于室内公共环境,而且通风减少,容易造成HFMD发病。同样,当日照时数<2 h的天气过程一般伴随降水,因此在滞后5 d左右危险性最高,由于降水或者潮湿天气而相对湿度较大,因此,在同一时段,相对湿度>95%也有危险性。

本研究存在局限性。一是厦门市地理区域特殊,所辖区县的HFMD发病率差别较大,可能对研究结果产生一定影响;二是厦门市人口流动大,邻近地区的婴幼儿也去厦门市医院就医,交叉感染的风险较大,这对气象和HFMD发病研究结果可造成偏倚;三是尚未对厦门市邻近的地市,如泉州市、漳州市等,进行研究比较。

综上所述,厦门市日平均气压、相对湿度、气温和日照时数等气象因素与HFMD发病有关,这些因素可以纳入厦门市HFMD预警预测体系,并作为相关部门制定防制策略的参考依据和调整群众生活方式的风险预报。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 高景宏,李丽萍,王君,等.气候变化对儿童健康影响的研究进展[J].中华流行病学杂志,2017,38(6):832-836. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.06.028.
Gao JH, Li LP, Wang J, et al. Progress of research in relation to the impact of climate change on children's health status[J]. Chin J Epidemiol, 2017, 38(6): 832-836. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.06.028.
- [2] Watts N, Adger WN, Agnolucci P, et al. Health and climate change: policy responses to protect public health[J]. Lancet, 2015, 386(10006): 1861-1914. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60854-6.
- [3] Whitmee S, Haines A, Beyrer C, et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of the rockefeller foundation-Lancet commission on planetary health[J]. Lancet, 2015, 386(10007): 1973-2028. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60901-1.
- [4] Tian L, Liang FC, Xu MM, et al. Spatio-temporal analysis of the relationship between meteorological factors and hand-foot-mouth disease in Beijing, China[J]. BMC Infect Dis, 2018, 18: 158. DOI: 10.1186/s12879-018-3071-3.
- [5] Li LF, Qiu WY, Xu CD, et al. A spatiotemporal mixed model to assess the influence of environmental and socioeconomic factors on the incidence of hand, foot and mouth disease[J]. BMC Public Health, 2018, 18: 274. DOI: 10.1186/s12889-018-5169-3.
- [6] Yang YW, You EQ, Wu JJ, et al. Effects of relative humidity on childhood hand, foot, and mouth disease reinfection in Hefei, China[J]. Sci Total Environ, 2018, 630: 820-826. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.262.
- [7] Zhu L, Wang XJ, Guo YM, et al. Assessment of temperature effect on childhood hand, foot and mouth disease incidence (0-5 years) and associated effect modifiers: A 17 cities study in Shandong province, China, 2007-2012[J]. Sci Total Environ, 2016, 551-552: 452-459. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.01.173.
- [8] 施小明. 应重视大气污染和气候变化急性健康风险评估与适应研究[J]. 中华流行病学杂志, 2017, 38(3): 280-282. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.03.002.
Shi XM. Attaching importance to study on acute health risk assessment and adaptation of air pollution and climate change[J]. Chin J Epidemiol, 2017, 38(3): 280-282. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.03.002.
- [9] Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Distributed lag non-linear models[J]. Stat Med, 2010, 29(21): 2224-2234. DOI: 10.1002/sim.3940.
- [10] 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. Distribution lag nonlinear models[J]. Chin J of Health Statistics, 2012, 29(5): 772-773, 777.
- [11] 张琪,刘文东,吴莹,等.江苏省气象因素对猩红热发病影响[J].中国公共卫生,2018,34(3):385-389. DOI: 10.11847/zgggws1116823.
Zhang Q, Liu WD, Wu Y, et al. Impact of meteorological factors on scarlet fever incidence in Jiangsu province[J]. Chin J Public Health, 2018, 34(3): 385-389. DOI: 10.11847/zgggws1116823.
- [12] 潘洁,杨军,李萌萌,等.分布滞后非线性模型在气象因素对手足口病发病影响研究中的应用[J].环境与健康杂志,2016,33(5):377-380. DOI: 10.16241/j.cnki.1001-5914.2016.05.001.
Pan J, Yang J, Li MM, et al. Application of distributed lag non-linear model in the research of influence of meteorological factors on hand foot and mouth disease[J]. J Environment Health, 2016, 33(5): 377-380. DOI: 10.16241/j.cnki.1001-5914.2016.05.001.
- [13] Sun LM, Zheng HY, Zheng HZ, et al. An enterovirus 71 epidemic in Guangdong province of China, 2008: epidemiological, clinical, and virogenic manifestations[J]. Jpn J Infect Dis, 2011, 64(1): 13-18.
- [14] 安庆玉,范雪松,吴隽,等.大连市手足口病与气象因素的相关性研究[J].现代预防医学,2014,41(1):3-6.
An QY, Fan XS, Wu J, et al. Study on the relationship between climate parameters and hand foot and mouth disease in Dalian city[J]. Mode Prev Med, 2014, 41(1): 3-6.
- [15] 康敏,马文军,林锦炎,等.广州市气象因素对手足口病发病的短期效应研究[J].中华流行病学杂志,2012,33(2):244-245. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.02.027.
Kang M, Ma WJ, Lin JY, et al. Short-term effects of weather on the incidence of hand, foot and mouth disease in Guangzhou city[J]. Chin J Epidemiol, 2012, 33(2): 244-245. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.02.027.
- [16] 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.
Tian H, Yang PR, Ju ZF, et al. Effect of meteorological conditions on occurrence of hand-foot-mouth disease and the application of prediction model[J]. Chin J School Health, 2013, 34(4): 451-453.
- [17] 于永,李洁,周连,等.南京市2010-2013年手足口病发病人数与气象因素的关联[J].环境与职业医学,2015,33(12):1132-1135. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.15382.
Yu Y, Li J, Zhou L, et al. Association of meteorological factors with incidence of hand, foot, and mouth disease in Nanjing city from 2010 to 2013[J]. J Environ Occup Med, 2015, 33(12): 1132-1135. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.15382.
- [18] 刘立,韩江涛,庞志钊,等.石家庄市气象因素与手足口病流行的关系研究[J].中国全科医学,2013,16(3):326-328. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2013.01.107.
Liu L, Han JT, Pang ZZ, et al. Relationship between meteorological factors and hand-foot-mouth disease in Shijiazhuang[J]. Chin General Practice, 2013, 16(3): 326-328. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2013.01.107.
- [19] Dudoit S, Shaffer JP, Boldrick JC. Multiple hypothesis testing in microarray experiments[J]. Stat Sci, 2003, 18(1): 71-103. DOI: 10.1214/ss/1056397487.

(收稿日期:2018-09-29)

(本文编辑:李银鸽)