

基于气象因素的衡阳市手足口病疫情预警模型的建立

唐琳^{1,2}, 赵英¹, 周志华², 龙鼎新¹

1. 南华大学公共卫生学院, 湖南 衡阳 421001; 2. 衡阳市疾病预防控制中心

摘要: **目的** 通过分析 2011–2014 年衡阳市手足口病的流行病学特征, 结合同期气象因素, 探讨建立手足口病预警模型, 为手足口病防控方式提供新依据。 **方法** 收集衡阳市 2011–2014 年手足口病发病资料及同期气象资料, 采用描述性流行病学方法分析手足口病流行趋势, 利用 Spearman 相关性矩阵, 综合考量各气象要素与手足口病发病的相关性, 通过层次分析法构建权重矩阵, 构建预警模型。 **结果** 衡阳市 2011–2014 年手足口病每年发病呈双高峰形态, 主高峰在 4–7 月 (23 904 例, 占 56.21%), 小尾峰在 9–10 月 (9 847 例, 占 23.16%)。手足口病发病数与温度和日照时间呈相关关系 ($r=0.706, 0.441$); 利用层次分析法构建的手足口病发病预警模型提示: 衡阳市 2014 年无红色预警月, 黄色预警月份为 4、5、6、8 月。 **结论** 衡阳市手足口病发病与气温、气湿、降雨量、日照时间等气象因素有关, 利用气象因素建立的预警模型可以较好地防控策略提供参考。

关键词: 手足口病; 流行病学; 气象因素; 预警模型

中图分类号: R512.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-3110(2016)07-0889-05 **DOI:** 10.3969/j.issn.1006-3110.2016.07.039

Establishment of HFMD early-warning model based on meteorological factors in Hengyang City

TANG Lin*, ZHAO Ying, ZHOU Zhi-hua, LONG Ding-xin

* School of Public Health, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China

Corresponding author: LONG Ding-xin, E-mail: dxlong99@163.com

Abstract: **Objective** To analyze the epidemiological characteristics of hand-foot-mouth disease (HFMD) and meteorological factors in Hengyang City during 2011–2014, to explore the establishment of HFMD early-warning model and to provide new evidence for HFMD prevention and control. **Methods** We collected the data about HFMD incidence and meteorological information in Hengyang City from 2011 to 2014, and descriptive epidemiological method was used to analyze the epidemiological trends of HFMD. Spearman's correlation analysis was employed to comprehensively scale the relationship between the meteorological factors and HFMD incidence. The judgment matrix was constructed with the AHP, and then the early-warning model was built. **Results**

The incidence of HFMD in Hengyang City during 2011–2014 showed a double-peak form. The mean peak appeared from April to July ($n=23,904$, accounting for 56.21%), while the other one occurred in September and October ($n=9,847$, accounting for 23.16%). The incidence of HFMD was correlated with the temperature and sunshine duration ($r=0.706, r=0.441$). HFMD early-warning model constructed with the AHP showed that there was no red alert month in 2014, but yellow early warning months were found in April, May, June and August. **Conclusions** The incidence of HFMD in Hengyang City is related to the meteorological factors, including temperature, humidity, rainfall and sunshine duration. HFMD early-warning model based on the meteorological factors can provide a good basis for HFMD prevention and control.

Key words: Hand-foot-mouth disease; Epidemiology; Meteorological factor; Early-warning model

手足口病(hand-foot-mouth disease, HFMD)是由多种肠道病毒引起的一种儿童急性传染病^[1],自 2008 年纳入丙类传染病管理以来,多地疫情一直居高不下,

作者简介:唐琳(1989–),女,湖南衡阳人,硕士研究生,研究方向:疾病预防与控制。

通讯作者:龙鼎新(1972–),男,博士/教授,研究方向:疾病预防与控制, E-mail: dxlong99@163.com。

且目前尚无有效疫苗预防,更无特异性治疗方法,已成为危害儿童身体健康的一种重要的传染病,是一个重要的公共卫生问题和社会问题^[2],给家庭及社会都造成了极大的影响。

近年来,随着人民生活水平的提高和科学技术的发展,面向公众关于手足口病的影响因素研究,已不再局限于经济与生活条件、卫生习惯、接触史等社会因素。气象因素与手足口病的关系,日渐引起了国内外

预防医学和气象学领域的关注^[3-4]。为了解衡阳市手足口病的发病率水平和流行特征,探讨衡阳市手足口病发病与气象因素的关系,本文对衡阳市 2011-2014 年手足口病疾病监测数据进行了流行病学分析,综合各气象因子信息,利用 Spearman 相关性矩阵和层次分析法构建手足口病发病预警模型,使公众可通过收集气象预报数据预测发病强度的等级,为社会探索民众创新型健康教育模式,科学防控手足口病提供新依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源 衡阳市 2011 年 1 月-2014 年 12 月手足口病的发病资料来源于国家疾病监测信息报告管理系统和衡阳市疾控中心,人口资料来源于衡阳市统计年鉴。气象资料来源于衡阳市气象局(衡阳市 2011 年 1 月-2014 年 12 月每日最高气温、每日最低气温、每日平均气温、平均相对湿度、降雨量、平均每日日照时间)。

1.2 方法

1.2.1 描述性流行病学与实验室方法 对衡阳市 2011-2014 年手足口病病例资料进行描述性流行病学分析;利用实时荧光定量 RT-PCR 法(real-time PCR)对 HFMD 的患者标本(咽拭子、疱疹液、粪便)进行病毒核酸检测。

1.2.2 气象因子的构建 在每日气象数据的基础上,计算每月各数据的算术平均数,得到月气象因子:月平均最高气温(T_{max})、月平均最低气温(T_{min})、月平均气温(T)、月平均降雨量(p)、月平均相对湿度(m)、月平均日照时间(s),并根据每日气温,计算标准差,以此反映月平均温差波动(Δt),由此衍生得到 7 个气象因子共 336 个数据。

1.2.3 气象因子的数据标准化处理 由于各气象因子间的量纲、计量、数据的绝对值大小范围均不同,按

下式进行标准化处理: $X_i' = \frac{|X_i - \bar{X}_i|}{S_i}$ ($i=1, 2 \dots 7$), 其

中, i 为 7 个气象因子, X_i 为各气象因子的月数值, \bar{X}_i 为各气象因子月数值数列的均值, S_i 为各气象因子数列的标准差。

1.2.4 发病数据的标化处理 得到标化后的数据,仍能反映出变化趋势和极端值。以 $(\bar{x} \pm s)$ 、 $(\bar{x} \pm 2s)$ 、 $(\bar{x} \pm 3s)$ 将发病数据划分为三个等级(低、中、高)。

1.2.5 统计学方法 手足口病病例资料利用 Excel 软件对病例资料按性别、年龄、职业、地区、月份进行分类整理;率的比较采用卡方检验,检验水准 $\alpha = 0.05$;气

象资料利用 SPSS18.0 建立数据库、将数据进行标准化处理,采用 Spearman 等级相关分析各气象因子与手足口病发病的关系,使用层次分析法构建决策矩阵,利用 Excel2010 计算矩阵特征值和特征向量。以一致性比例 CR(consistency ratio) < 0.10 ,为判断决策矩阵能否接受的标准。

2 结果

2.1 流行概况 2011-2014 年衡阳市报告手足口病病例数分别为 5 150、20 058、8 336、10 249 例,报告发病率分别为 74.71/10 万、280.88/10 万、116.16/10 万、141.25/10 万;4 年累计报告 42 531 例,年均报告发病率为 152.3/10 万。

2.1.1 时间分布 2011-2014 年每月均有手足口病病例发生,呈现明显的季节特性;发病呈双高峰形态,主高峰在夏季 4-7 月(23 904 例,占 56.21%),小尾峰在秋季 9-10 月(9 847 例,占 23.16%),见图 1。

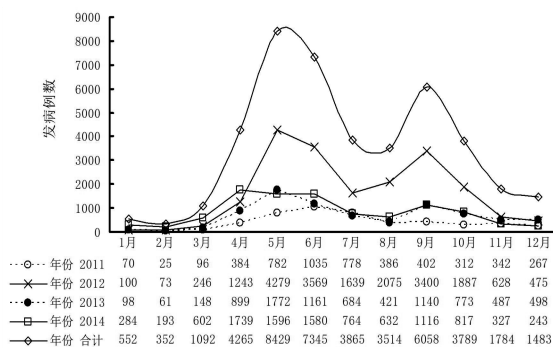


图 1 2011-2014 年衡阳市手足口病病例时间分布

2.1.2 地区分布 2011-2014 年衡阳市所辖 7 县(市)、5 区均有手足口病病例报告,其中累计发病人数最多的衡阳县(8 707 例)占发病总数的 19.82%,报告病例数最少的南岳区(874 例)占总病例数的 1.99%;但年均发病率最高的是南岳区(370.2/10 万),最低的是耒阳市(16.29/10 万)。共有 7 个县(市区)发病率高于平均水平(152.29/10 万),主城 5 区发病率 250.87/10 万,7 个县(市)发病率为 87.41/10 万,主城 5 区的发病率高于 7 县的发病率($\chi^2 = 7.596$, $P < 0.005$)。

2.1.3 人群分布 病例以散居儿童为主,发病 40 452 例(占 92.27%);幼托儿童 2 153 例(占 4.91%),学生 1 090 例(占 2.5%),其他职业人群比例均很低。男性病例 28 641 例(占 65.33%),女性 15 198 例(占 34.67%),男女性别比为 1.88:1;0~4 岁是发病的高发年龄,占发病总人数的 87.1%,4~岁组病例数明显减少,见表 1。

表 1 衡阳市 2011-2014 年手足口病病例年龄及性别分布

年龄(岁)	男(%)	女(%)	合计(%)
0~	3443(63.90)	1945(36.10)	5388(12.29)
1~	10665(64.84)	3847(23.39)	16448(37.52)
2~	6963(66.33)	3535(33.67)	10498(23.95)
3~	3866(66.20)	1974(33.80)	5840(13.32)
4~	1701(65.98)	877(34.02)	2578(5.88)
5~	762(65.46)	402(34.54)	1164(2.66)
6~	393(63.90)	222(36.10)	615(1.40)
7~	207(62.73)	123(37.27)	330(0.75)
8~	166(64.09)	93(35.91)	259(0.59)
9~	114(64.77)	62(35.23)	176(0.40)
10~	381(70.16)	162(29.83)	543(0.97)
合计	28461(65.33)	15198(34.67)	43839(100.00)

2.1.4 病原检测 2011-2014 年共收到 4 598 份标本,1 311 份阳性标本(阳性率 28.5%)中 EV71 型 431 例(32.88%),CoxA16 型 262 例(13.02%),其他肠道型病毒 618 例(47.14%)。

2.2 手足口病发病与气象情况 对研究中采用变量的统计描述见表 2。每月的手足口病报告发病数、气温、降雨量、相对湿度、日照时间的平均值分别是 886(例)、18.8(℃)、28.2(mm)、72.4(%)、38.7(h)。

表 2 衡阳市 2011-2014 年手足口病月发病数与气象因素统计描述

变量	$\bar{x}\pm s$	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅
报告发病数(例)	886±931	271.25	615	1155
温度(℃)	18.8±8.6	10.1	19.7	26.6
降雨量(mm)	28.2±22.0	13.37	23.61	32.36
相对湿度(%)	72.4±7.3	68.40	74.10	77.90
日照时间(h)	38.7±22.4	27.78	38.43	50.88

以平均气温为例,对 2011-2014 年手足口病发病与气温作趋势关系图,结果显示平均气温与手足口病发病趋势存在一定的关系,温度升高是手足口病发病趋势的重要拐点,见图 2。

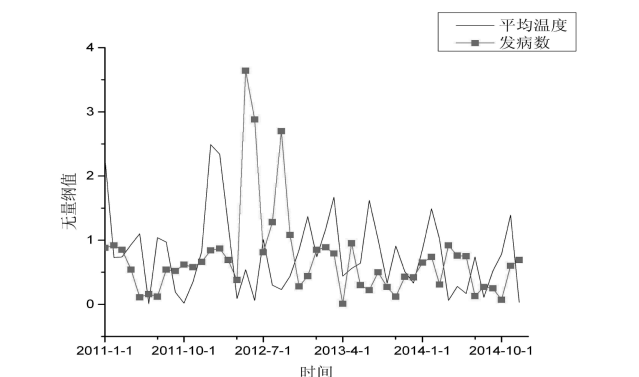


图 2 衡阳市 2011-2014 年手足口病发病与气温的趋势关系图(按标化数据处理)

2.3 基于气象因子的衡阳市手足口病发病预警模型构建

2.3.1 各气象要素与手足口病发病数的相关性矩阵

由建立各要素与手足口病发病的 Spearman 相关性矩阵表 3 可见,除月均日照时间与月均相对湿度和降雨量呈负相关外,其他气象因素间均呈正相关;各气象因素均与月发病数呈正相关,且月均气温与月发病数的相关程度最高($r=0.706$)。

表 3 衡阳市 2011-2014 年气象因子与手足口病发病数的相关性矩阵

变量	Tmax	Tmin	T	p	m	s	发病数
Tmax	1	0.991	0.998	0.146	0.188	0.786	0.691
Tmin		1	0.998	0.192	0.122	0.738	0.622
T			1	0.165	0.163	0.768	0.706
P				1	0.602	-0.2	0.391
M					1	-0.607	0.356
S						1	0.441

注:Tmax 为月平均最高气温;Tmin 为月平均最低气温;T 为月平均气温;p 为月平均降雨量;m 为月平均相对湿度;s 为月平均日照时间。

2.3.2 基于气象因子的手足口病发病预警模型构建

采用算术平均法进行判别矩阵的构建,构建二维表格对指标进行两两比较,并进行打分,权重的比较标准见表 4,各要素对疾病发病影响的打分权重比较得分见表 5。

表 4 层次分析法判断矩阵的标度

标度	含义
1	C _i 与 C _j 影响相同
3	C _i 与 C _j 影响稍强
5	C _i 与 C _j 影响强
7	C _i 与 C _j 影响明显强
9	C _i 与 C _j 影响绝对强
2,4,6,8	C _i 与 C _j 影响之比在上述两个相邻等级之间
1/3,1/5,1/7,1/9	C _i 与 C _j 影响之比在上述两个相邻等级之间

表 5 各要素对疾病发病影响的打分权重比较

	Tmax	Tmin	T	p	m	s
Tmax	1	3	1/5	5	7	7
Tmin	1/3	1	1/7	3	5	5
T	5	7	1	7	9	9
p	1/5	1/3	1/7	1	3	1
m	1/7	1/5	1/9	1/3	1	1/3
s	1/7	1/5	1/9	1	3	1

(1)分值权重转置:对每一列求和,得到 $N_i = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n$ ($i,j=1,2,3,4,5,6$)。再将每一列的分值除以列合计。对每行求和,得到 $N_j = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n$ ($i,j=1,2,3,4,5,6$)。其中 N_j 为处理后最终的权重比例。结果见表 6。

表 6 各气象要素对疾病发病影响分值权重转置情况

	Tmax	Tmin	T	p	m	s	合计	权重比例
Tmax	0.15	0.26	0.12	0.29	0.25	0.30	1.36	0.23
Tmin	0.05	0.09	0.08	0.17	0.18	0.21	0.78	0.13
T	0.73	0.60	0.59	0.40	0.25	0.30	2.87	0.48
p	0.03	0.26	0.08	0.06	0.18	0.21	0.82	0.14
m	0.02	0.09	0.07	0.02	0.25	0.30	0.74	0.12
s	0.02	0.60	0.07	0.06	0.18	0.21	1.13	0.19

(2)确定预警值:利用相关矩阵的结果作为制定层次分析法判断决策矩阵权重的参考,将权重比例乘以各气象因素的月平均数据 Ω_j ,得到每月的预警值 J,其计算公式如下: $J = \sum_{j=1}^6 \Omega_j N_j$,其中 $j=1,2,3,4,5,6$ 。

(3)建立预警模型:本次研究的预警模型参考气象灾害等级颜色预警,设定一高危发病预警(红色)、中度发病预警(黄色)、正常预防水平预警(白色)。规定预警值介于[0.1,1.0]之间为白色,[1.0,1.5]为黄色,高于1.5则为红色预警,预警值充分利用了气象监测数据,其中预警值越大,预示疫情暴发流行的概率越大。

(4)利用模型进行预警:根据标化后的 2011-2014 年月发病数($\bar{x} \pm s$)为(0.02 1.41),以此类推($\bar{x} \pm 2s$)、($\bar{x} \pm 3s$),因此设定[0.0,1.41]之间为低度发病水平,[1.41,2.09]之间为中度发病水平,高于2.09为高度发病水平。以 2014 年月发病数据为例,模型准确预测 12 个月的发病趋势,见表 7。

表 7 2014 年衡阳市基于气象因素的手足口病预警

月份	预警值	输出值	实际发病水平*	相符度
1 月	0.37	白色	中	×
2 月	0.17	白色	低	√
3 月	0.52	白色	低	√
4 月	1.11	黄色	中	√
5 月	1.00	黄色	中	√
6 月	1.00	黄色	中	√
7 月	0.67	白色	低	√

续表 7

月份	预警值	输出值	实际发病水平*	相符度
8 月	1.00	黄色	低	×
9 月	0.54	白色	低	√
10 月	0.23	白色	低	√
11 月	0.19	白色	低	√
12 月	0.12	白色	低	√

注: * 实际发病水平的制定标准为,按标化后的实际发病数,以($\bar{x} \pm s$)、($\bar{x} \pm 2s$)、($\bar{x} \pm 3s$)依次分为低、中、高三个等级。√为相符,×为不相符。

3 讨论

手足口病被誉为“21 世纪的脊髓灰质炎”,近几年,各级媒体对国内外暴发流行手足口病的报道屡见不鲜,该病的流行上升趋势越发地凸显出对手足口病的预防控制工作是当前公共卫生工作者的突出难题之一。

本研究发现,2011-2014 年间衡阳市所报告的手足口病病例中,年龄分布范围多在 0~4 岁,散居儿童发病数明显大于托幼儿童,男性发病高于女性,与国内多数研究结果吻合^[5-6],原因可能与衡阳市散居儿童大多集中在 4 岁以下,自身免疫水平较低,且卫生相对难于管理到位有关;男孩发病率显著高于女性,可能归因于男孩喜好活动,接触密切频繁,相互传染的机会大^[7-9];手足口病发病的时间分布呈双峰流行,主峰发生在 4-7 月;第二个小高峰在 9-10 月,双峰分布特征与昆山、香港^[10-11]等地报道的时间趋势总体一致,但发布高峰出现的时间略有差异,与肖军叶^[12]研究发现湖南省发病高峰较全国提前了 1 个月,4 月开始流行结果一致。实验室检测结果显示,确诊的手足口病病毒以其他肠道病毒所占比例最高(占 47.1%),EV71 型略低(占 32.88%),与王鲁茜^[13]、颜淑妩^[14]等的研究结果不一致;提示要关注其他肠道病毒的致病性,做好手足口病的预警。

气象因素作用于手足口病的机理目前虽然尚不清楚,但是前期的一些推论对解释这些发现有很大的帮助,例如不同的温度、湿度和日照条件可能会影响本病病原体在环境中的生存和繁殖,进而影响其传播动力等。国内多个城市的研究表明气象因素与该病的流行有密切的关系^[15-16]。本研究通过对衡阳市 2011-2014 手足口病月发病数与各气象因素之间的相关性矩阵研究结果发现,月平均气温、降雨量和日照时间可能是当地手足口病发病的主要气象影响因素,气温与手足口病发病数高度相关($r=0.706$),降雨量和日照

时间也呈一定相关性($r=0.391, 0.441$),但湿度因子的相关性相对弱一些($r=0.356$),可能由于衡阳 2011–2014 年的气候整体呈现为春季暖湿、夏季酷热、秋季干爽、冬季阴冷的特点有关,且全年湿度均较大,尤其在冬末春初,气温虽然回升,但回潮厉害,日照时间又明显不足(年平均日照时间少于 200 d)有关,值得提出的是 2013 年 6–8 月出现了极端高温干旱天气,可能在很大程度上抑制了病毒的繁殖及传播,所以月发病数较上一年锐减,且与 2011 年~2014 年同期比达最低值;而 2014 年 1 月冬季气温创历史新高,有利于病原体生长的气象条件,月发病数达同期最高值。文献资料显示不同地区的研究结果不尽相同^[17–19],提示气象因素对手足口病发病的影响因其气候特征不同存在一定的地区差异。

近年来,越来越多的学者关注到疾病的早期预警预测可以为疫情防控措施提供重要的参考^[20]。如田辉等^[21]利用主成分分析法实现了气象因素对宝鸡市手足口病流行时间点和流行强度的预测;韦懿芸等^[22]运用向量自回归模型分析手足口病发病与气象因素的动态关系,近期预测效果较好。衡阳市 2011–2014 年手足口病报告数据显示,衡阳虽暂不属于手足口病特别高发区,但其发病率呈逐年上升趋势,且增速较快,处于湖南省前列,每年发病增幅超过 10%;气象数据提示,衡阳存在高温高湿促进手足口病暴发和传播的危险因素,但目前衡阳市气象数据与手足口病相关性研究缺乏,所以结合当地气象因素建立预警模型可以更好的对疾病防控提供及时预警信号。本预测模型将发病风险划分为 3 个颜色等级,根据预报等级,发布适宜不同群众的健康教育或健康促进建议,进而提高公众防御手足口病的意识和能力,为实践生活和工作提供实际参考,更易于被广大民众接受和普及。对今后预测手足口病的发生起到一定的借鉴和参考作用。

综上所述,本次研究结合气象因素,利用层次分析法构建的预警模型具有简单直观的预警效能,对于探索面向普通人群的手足口病预警和健康教育新模式,为衡阳市的防控策略及时调整,以及降低手足口病的发病率提供科学依据。但传染病的发病原因比较复杂,并非由气象因素单一引起的,还与人体自身免疫力、病原、相关社会保健水平、人们的防病意识等因素有关。因此,进一步探讨社会因素和自然因素的综合预测模式,是今后研究的发展方向。

参考文献

[1] 曾舸,高立冬,黄威,等. 湖南省 2008–2010 年手足口病的流行病学分析[J]. 现代预防医学, 2013, 40(6): 1137–1139.

[2] 贾蕾,李洁,李锡太,等. 2009 年北京市手足口重症病例流行病学分析[J]. 疾病监测, 2010, 25(19): 687–690.

[3] 廖玉学,路滢,梅树江,等. 2009–2013 年深圳市手足口病流行特征分析[J]. 实用预防医学, 2015, 22(1): 69–71.

[4] 吕世峰,王惠君,刘慧玲,等. 山东日照市 2009–2012 年手足口病与气象因素的时间序列分析[J]. 华南预防医学, 2014, 8(4): 312–317.

[5] Onozuka D, Hashizume M. The influence of temperature and humidity on the incidence of hand, foot, and mouth disease in Japan[J]. Sci Total Environ, 2011, 410–411: 119–125.

[6] Lin HL, Zou H, Nie J, et al. Short term effects of EL nino–southern oscillation on hand, foot, and mouth disease in Shenzhen, China [J]. PLoS One, 2013, 8(7): 576–582.

[7] Zhao Z, Chen W. China's far below replacement fertility and its long-term impact: comments on the preliminary results of the 2010 Census [J]. Demogr Res, 2011, 25(26): 819–836.

[8] Huang Y, Deng T, Yu S, et al. Effect of meteorological variables on the incidence of hand foot and mouth disease in children: a time-series analysis in Guangzhou, China[J]. BMC Infect Dis, 2013, 13(1): 134.

[9] 曾小静,曾庆,吴田勇,等. 重庆市手足口病 2008–2013 年流行特征及趋势预测研究[J]. 上海交通大学学报, 2014, 11(34): 1657–1662.

[10] 王文明,王华,田昌伟,等. 昆山市气象因素与手足口病发病的相关性[J]. 中国热带医学, 2014, 14(2): 223–224.

[11] Ng DK, Law AK, Cherk SW, et al. First fatal case of enterovirus 71 infection in Hong Kong[J]. Hong Kong Med J, 2001, 7(2): 193–196.

[12] 肖军叶. 湖南省手足口病流行病学特征及重症死亡危险因素分析[J]. 中国预防医学杂志, 2013, 5(2): 114–117.

[13] 王鲁茜,唐雅清,金文军,等. 2008–2012 年北京市昌平区手足口病时空聚集性分析[J]. 疾病监测, 2014, 8(29): 619–623.

[14] 颜淑妮,李哲婷. 衡阳市 2010 年手足口病实验室检测结果分析[J]. 实用预防医学, 2011, 18(4): 728–730.

[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.

[16] 许一玲,李栋. 淄博市张家店区手足口病流行与气象因素的关系研究[J]. 热带医学杂志, 2010, 10(10): 1237–1239.

[17] AKiyoshi K, Suga T, Mori A. Enteroviruses in patients experiencing multiple episodes of hand, foot, and mouth disease in the same season in Kobe, Japan, 2011[J]. Jpn J Infect Dis, 2012, 65(5): 459–461.

[18] 刘立亚,宏伟,万志军,等. 2010–2012 年任丘市手足口病重症发病情况与气温、湿度的关系[J]. 山东医药, 2014, 54(32): 88–89.

[19] 王学岗,吕博,张世英,等. 2009–2011 年聊城市手足口病发病率与气象因素的关系分析[J]. 预防医学论坛, 2012, 9(18): 657–658.

[20] 冯慧芬,赵秋民,段广才,等. 应用时间序列分析气象因素对手足口病流行因素的影响[J]. 郑州大学学报(医学版), 2015, 50(2): 171–176.

[21] 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.

[22] 韦懿芸. 向量自回归模型在手足口病发病与气象因素的动态分析中的应用[J]. 中国卫生统计, 2013, 30(6): 794–796.