

# 甘肃省2016年7种常见急性传染病 预警阈值研究

成瑶 刘新风 孟蕾 杨筱婷 刘东鹏 魏孔福 蒋小娟 刘海霞 郑芸鹤

730000 兰州, 甘肃省疾病预防控制中心传染病预防控制所

通信作者: 刘新风, Email: liuxf606@126.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.03.020

**【摘要】** 目的 优选甘肃省常见急性传染病的预警阈值, 提高预警功效。方法 甘肃省流行性感冒(流感)、猩红热、其他感染性腹泻、细菌性和阿米巴性痢疾(痢疾)、伤寒/副伤寒、戊型肝炎(戊肝)采用移动百分位数法, 手足口病采用累积和控制图法, 分别建立预警模型, 通过计算灵敏度、特异度、阳性和阴性预测值、约登指数及绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC), 选择出适合甘肃省传染病的最优预警阈值。结果 流感、猩红热、其他感染性腹泻、痢疾、伤寒/副伤寒、戊肝的最优预警界值分别为 $P_{90}$ 、 $P_{80}$ 、 $P_{95}$ 、 $P_{90}$ 、 $P_{80}$ 、 $P_{90}$ , 手足口病的最优预警参数为 $k=1.2$ ,  $H=5\sigma$ 。在最优预警界值/参数下, 流感、猩红热、其他感染性腹泻、痢疾、伤寒/副伤寒、戊肝、手足口病的灵敏度分别为86.67%、100.00%、91.67%、100.00%、100.00%、100.00%、100.00%, 特异度分别为86.49%、62.22%、75.00%、100.00%、97.92%、89.13%、74.47%, 阳性预测值分别为72.22%、29.17%、52.38%、100.00%、80.00%、54.55%、29.41%, 阴性预测值分别为94.12%、100.00%、96.77%、100.00%、100.00%、100.00%、100.00%, 约登指数分别为0.73、0.62、0.67、1.00、0.98、0.89、0.74。ROC显示此预警界值/参数均为最靠近坐标图左上方的点。结论 甘肃省流感、其他感染性腹泻、痢疾、戊肝的预警阈值可适当调高, 手足口病预警参数需调整, 从而提高预警功效。

**【关键词】** 传染病; 移动百分位数法; 累积和控制图法; 预警阈值

**基金项目:** 甘肃省卫生行业科研管理项目(GWGL2014-83)

**Study on early warning threshold values for 7 common communicable diseases in Gansu province, 2016** Cheng Yao, Liu Xinfeng, Meng Lei, Yang Xiaoting, Liu Dongpeng, Wei Kongfu, Jiang Xiaojuan, Liu Haixia, Zheng Yunhe

Institute for Communicable Disease Control and Prevention, Gansu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Lanzhou 730000, China

Corresponding author: Liu Xinfeng, Email: liuxf606@126.com

**【Abstract】** **Objective** To optimize the warning threshold values of common communicable diseases in Gansu province, and improve the early warning effect. **Method** An early warning model was set up for influenza, scarlet fever, other infectious diarrheal diseases, dysentery, typhoid and paratyphoid, viral hepatitis type E and hand foot and mouth disease (HFMD) respectively in Gansu by using the moving percentile method and cumulative sum method. By calculating the sensitivity, specificity, predictive value of positive test, predictive value of negative test, Youden' index and receiver-operating characteristic curve, the optimum early warning threshold values for communicable diseases in Gansu were selected. **Results** The optimum early warning boundary values of influenza, scarlet fever, other infectious diarrheal diseases, dysentery, typhoid and paratyphoid, and viral hepatitis type E were  $P_{90}$ ,  $P_{80}$ ,  $P_{95}$ ,  $P_{90}$ ,  $P_{80}$  and  $P_{90}$  respectively. The optimum early warning parameters of HFMD were  $k=1.2$ ,  $H=5\sigma$ . Under the optimum early warning boundary values/parameters, the early warning sensitivities of influenza, scarlet fever, other infectious diarrheal diseases, dysentery, typhoid and paratyphoid, viral hepatitis type E and HFMD were 86.67%, 100.00%, 91.67%, 100.00%, 100.00%, 100.00% and 100.00%, the specificities were 86.49%, 62.22%, 75.00%, 100.00%, 97.92%, 89.13% and 74.47%. The predictive values of positive test were 72.22%, 29.17%, 52.38%, 100.00%, 80.00%, 54.55% and 29.41%, and the predictive values of negative test were 94.12%, 100.00%, 96.77%, 100.00%, 100.00%, 100.00% and 100.00%, and the Youden' indexes were 0.73, 0.62, 0.67, 1.00, 0.98,

0.89 and 0.74. Receiver-operating characteristic curve showed that the values/parameters of this warning boundary were the points closest to the upper left of the coordinate diagram. **Conclusion** The early warning thresholds of influenza, other infectious diarrheal diseases, dysentery and hepatitis E in Gansu may be raised appropriately and the early warning parameters of HFMD need to be adjusted to improve the effectiveness of early warning.

**【Key words】** Communicable disease; Moving percentile method; Cumulative sum; Early-warning threshold

**Fund program:** Medical Research Management Project of Gansu Province (GWGL2014-83)

2008年中国CDC基于传染病信息报告管理系统开发了传染病自动预警系统,确定了各传染病的预警阈值并于2010年12月进行统一调整后运行至今。甘肃省自传染病自动预警系统运行以来,所使用的阈值未做过调整,在实际工作中发现存在一些问题,主要是预警阳性率偏低。为提高预警效果,达到提早、及时发现传染病异常增加的目的,本研究选取甘肃省7种常见急性传染病,建立预警模型,通过分析各项指标,从而选择出适合甘肃省传染病的最优预警阈值。

## 资料与方法

1. 资料来源:2011—2016年甘肃省流行性感冒(流感)、猩红热、其他感染性腹泻、细菌性和阿米巴性痢疾(痢疾)、伤寒/副伤寒、戊型肝炎(戊肝)、手足口病7种常见传染病数据来源于中国疾病预防控制中心传染病报告信息管理系统,以周为单位整理并建立数据库。2011—2015年数据为历史基线数据,对2016年数据进行预警。

2. 研究方法:本研究采用移动百分位数法和累积和控制图法,针对不同传染病分别建立预警模型,将预警结果与历史流行水平进行对比分析,从而计算出各预警模型在不同预警界值或者不同预警参数取值下的灵敏度、特异度、阳性和阴性预测值、约登指数,并绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC),比较各项指标,选择出适合甘肃省常见传染病的最优预警阈值。

(1)流行的判断标准:以常见传染病2011—2016年发病率( $\bar{x} \pm 2s$ )作为判断流行的参考标准。

(2)预警模型:对甘肃省流感、猩红热、其他感染性腹泻、痢疾、伤寒/副伤寒、戊肝采用移动百分位数法,手足口病采用累积和控制图法,建立预警模型。  
①移动百分位数法:以一定置信水平的百分位数作为上控限制,即预警限,作为监视序列是否“失控”的判断依据<sup>[1]</sup>。选取2011—2015年及同期前后摆动2周的周发病率数据作为历史基线数据,对2016年的疫情数据进行预警,计算不同预警界值( $P_{60}$ 、 $P_{65}$ 、

$P_{70}$ 、 $P_{75}$ 、 $P_{80}$ 、 $P_{90}$ 、 $P_{95}$ ),建立预警模型。  
②累积和控制图法:对当前值与来自历史基线的预期值之间差值累计求和,表示当前值偏离基线的程度,当合计值超过设定的预警界值,则发出预警。其基本公式: $C_i = \max\{0, X_i - (\mu_i + k\sigma) + C_{i-1} - 1\}$ <sup>[2-3]</sup>。初始值 $C_0 = 0$ ,  $k$ 是该模型的重要参数,判定值设为 $H$ ,用于判定疾病是否存在异常,其值的选取可影响模型的检出效果, $k\sigma$ 为允偏量,若均数 $\mu_i$ 偏移到 $\mu_i + k\sigma$ 时,希望引起警觉,当 $C_i \geq H$ ,发出预警信号<sup>[2,4]</sup>。根据既往文献<sup>[5-6]</sup>,本研究将 $H$ 和 $k$ 的取值范围设定为 $3\sigma \leq H \leq 5\sigma$ ,  $0 < k \leq 1.5$ ,用移动标准差 $s$ 作为 $\sigma$ 的估计值,移动平均值作为 $\mu$ 的估计值。 $C_i$ 通过不同的计算方式发出灵敏度由低到高的3种预警信号: $C1$ 、 $C2$ 及 $C3$ ,本研究选择灵敏度最高的 $C3$ ,设定不同的参数,建立预警模型。

(3)评价指标:①灵敏度:预警模型根据流行标准发现真流行事件的能力;②特异度:预警模型根据流行标准判定非流行事件的能力;③阳性预测值:预警模型发出的预警信号中真流行事件所占的比例;④阴性预测值:预警模型未发出预警信号时非流行事件所占比例;⑤约登指数:反映预警模型发现流行事件与非流行事件的综合能力,其取值范围为0~1,越接近1,提示预警模型的真实性和准确性越高;⑥ROC:以灵敏度为纵坐标轴,假阳性率(1-特异度)为横坐标轴绘制,通常将曲线上最靠近坐标图左上角的点定为灵敏度和特异度最佳的临界值,其所对应的预警阈值功效最佳。

3. 统计学分析:采用Excel 2010软件计算各项指标及绘制ROC。

## 结果

1. 不同预警界值预警功效比较:用移动百分位数法预警甘肃省6种常见传染病发现,随着预警界值的升高,灵敏度和阴性预测值降低,特异度和阳性预测值升高;流感、猩红热、伤寒/副伤寒在 $P_{90}$ 时灵敏度达到100.00%且特异度较高,其他感染性腹泻、痢疾、戊肝在 $P_{60}$ 时灵敏度达到100.00%且特异度较高;

猩红热、伤寒/副伤寒在  $P_{80}$  时约登指数为 0.62、0.98, 痢疾、戊肝在  $P_{90}$  时约登指数为 1.00、0.89, 其他感染性腹泻在  $P_{95}$  时约登指数为 0.67, 流感在  $P_{80}$  和  $P_{90}$  时约登指数均为 0.73, 见表 1。通过绘制 ROC 显示, 流感、猩红热、其他感染性腹泻、痢疾、伤寒/副伤寒、戊肝最靠近坐标图左上角的点分别为  $P_{90}$ 、 $P_{80}$ 、 $P_{95}$ 、 $P_{90}$ 、 $P_{80}$ 、 $P_{90}$ , 见图 1。

2. 不同预警参数预警功效比较: 累积和控制图法 C3 模型预警甘肃省手足口病, 选取不同的预警参数计算显示, 当  $k=1.2, H=5\sigma$  时, 特异度较高、灵敏度达到 100.00% 且约登指数最接近 1, 见表 2。通过绘制 ROC 显示, 手足口病最靠近坐标轴左上角的点预警参数取值为  $k=1.2, H=5\sigma$ , 见图 2。

3. 甘肃省常见急性传染病预警阈值优选: 分别选出灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、约登指数、ROC 的最优预警阈值, 综合各指标选择一个

最佳平衡点, 即为甘肃省常见急性传染病的最优阈值, 流感、猩红热、其他感染性腹泻、痢疾、伤寒/副伤寒、戊肝的最优预警界值分别为  $P_{90}$ 、 $P_{80}$ 、 $P_{95}$ 、 $P_{90}$ 、 $P_{80}$ 、 $P_{90}$ , 手足口病的最优预警参数为  $k=1.2, H=5\sigma$ , 见表 3。

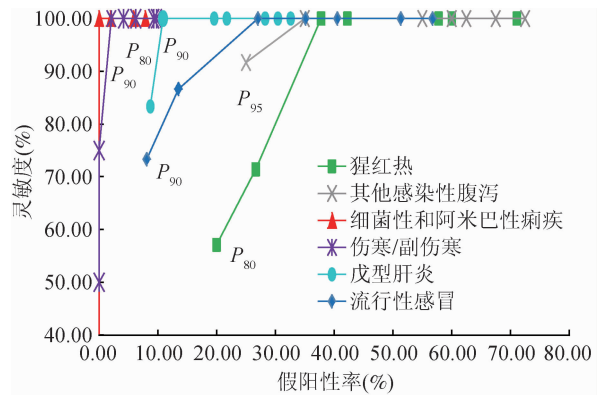


图 1 2016年甘肃省6种常见传染病受试者工作特征曲线

表 1 2016年甘肃省常见传染病移动百分位数法不同预警界值预警功效比较

疾病	评价指标	预警界值						
		$P_{60}$	$P_{65}$	$P_{70}$	$P_{75}$	$P_{80}$	$P_{90}$	$P_{95}$
流行性感冒	灵敏度	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	86.67	73.33
	特异度	43.24	48.65	59.46	64.86	72.97	86.49	91.89
	阳性预测值	41.67	44.12	50.00	53.57	60.00	72.22	78.57
	阴性预测值	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	94.12	89.47
	约登指数	0.43	0.49	0.59	0.65	0.73	0.73	0.65
猩红热	灵敏度	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	71.43	57.14
	特异度	28.89	40.00	42.22	57.78	62.22	73.33	80.00
	阳性预测值	17.95	20.59	21.21	26.92	29.17	29.41	30.77
	阴性预测值	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	94.29	92.31
	约登指数	0.29	0.40	0.42	0.58	0.62	0.45	0.37
其他感染性腹泻	灵敏度	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	91.67
	特异度	27.50	32.50	37.50	40.00	45.00	65.00	75.00
	阳性预测值	29.27	30.77	32.43	33.33	35.29	46.15	52.38
	阴性预测值	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	96.77
	约登指数	0.28	0.33	0.38	0.40	0.45	0.65	0.67
细菌性和阿米巴性痢疾	灵敏度	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
	特异度	92.16	92.16	92.16	94.12	98.04	100.00	100.00
	阳性预测值	20.00	20.00	20.00	25.00	50.00	100.00	-
	阴性预测值	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	98.08
	约登指数	0.92	0.92	0.92	0.94	0.98	1.00	0.00
伤寒/副伤寒	灵敏度	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	75.00	50.00
	特异度	90.24	90.70	93.75	95.83	97.92	100.00	100.00
	阳性预测值	50.00	50.00	57.14	66.67	80.00	100.00	100.00
	阴性预测值	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	97.96	96.00
	约登指数	0.90	0.91	0.94	0.96	0.98	0.75	0.50
戊型肝炎	灵敏度	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	83.33
	特异度	67.39	69.57	71.74	78.26	80.43	89.13	91.30
	阳性预测值	28.57	30.00	31.58	37.50	40.00	54.55	55.56
	阴性预测值	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	97.67
	约登指数	0.67	0.70	0.72	0.78	0.80	0.89	0.75

注:“-”表示细菌性和阿米巴性痢疾在  $P_{95}$  时未发出预警信号, 因此不能计算阳性预测值

表2 2016年甘肃省手足口病累积和控制图法C3模型不同参数预警功效比较

指标	k=1.1			k=1.2			k=1.3		
	H=3σ	H=4σ	H=5σ	H=3σ	H=4σ	H=5σ	H=3σ	H=4σ	H=5σ
灵敏度	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	40.00	20.00	20.00
特异度	63.83	65.96	70.21	65.96	70.21	74.47	78.72	87.23	95.65
阳性预测值	22.73	23.81	26.32	23.81	26.32	29.41	16.67	14.29	33.33
阴性预测值	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	92.50	91.11	91.67
约登指数	0.64	0.66	0.70	0.65	0.70	0.74	0.19	0.07	0.16

表3 2016年甘肃省7种常见传染病预警阈值优选结果

病种	最优预警阈值						甘肃省最优阈值	国家设定预警阈值
	灵敏度	特异度	阳性预测值	阴性预测值	约登指数	ROC		
流行性感冒	$P_{60} \sim P_{80}$	$P_{95}$	$P_{95}$	$P_{60} \sim P_{80}$	$P_{80}, P_{90}$	$P_{90}$	$P_{90}$	$P_{80}$
猩红热	$P_{60} \sim P_{80}$	$P_{95}$	$P_{95}$	$P_{60} \sim P_{80}$	$P_{80}$	$P_{80}$	$P_{80}$	$P_{80}$
其他感染性腹泻	$P_{60} \sim P_{90}$	$P_{95}$	$P_{95}$	$P_{60} \sim P_{90}$	$P_{95}$	$P_{95}$	$P_{95}$	$P_{80}$
细菌性和阿米巴性痢疾	$P_{60} \sim P_{90}$	$P_{90}, P_{95}$	$P_{90}$	$P_{60} \sim P_{90}$	$P_{90}$	$P_{90}$	$P_{90}$	$P_{80}$
伤寒/副伤寒	$P_{60} \sim P_{80}$	$P_{90}, P_{95}$	$P_{90}, P_{95}$	$P_{60} \sim P_{80}$	$P_{80}$	$P_{80}$	$P_{80}$	$P_{80}$
戊型肝炎	$P_{60} \sim P_{90}$	$P_{95}$	$P_{95}$	$P_{60} \sim P_{90}$	$P_{90}$	$P_{90}$	$P_{90}$	$P_{80}$
手足口病	$k=1.1 \sim 1.2$ $H=3\sigma \sim 5\sigma$	$k=1.3$ $H=5\sigma$	$k=1.3$ $H=5\sigma$	$k=1.1 \sim 1.2$ $H=3\sigma \sim 5\sigma$	$k=1.2$ $H=5\sigma$	$k=1.2$ $H=5\sigma$	$k=1.2$ $H=5\sigma$	$k=1.3$

注:ROC为受试者工作特征曲线

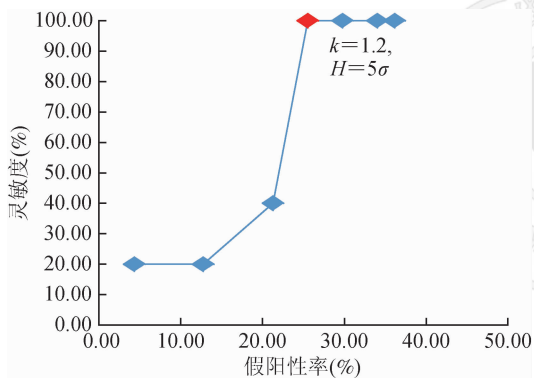


图2 2016年甘肃省手足口病的受试者工作特征曲线

### 讨论

找出适宜的预警界值或预警模型参数是提高预警功效的关键。在实际工作中,根据不同传染病的发病特点以及防控要求,综合考虑灵敏度、特异度、阳性和阴性预测值、约登指数等指标,同时参照ROC,选择出不同传染病的最优阈值<sup>[7-9]</sup>。

移动百分位数法是一种非参数方法,不依赖数据统计学分布类型,普适性较好。本研究选取2011—2015年及同期前后摆动2周,共25个周发病率数据作为历史基线数据计算预警限,理论上对季节性进行了调整,同时前后摆动拓展了历史数据宽度,有利于模型的稳定性。累积和控制图法基于短基线数据,在探测疾病微小变化时具有较好的灵敏性和及时性。

每年通过传染病自动预警系统发出甘肃省的大

量预警信号,但最终确认暴发的事件较少,预警阳性率低,甘肃省2008—2015年时间模型预警阳性率仅为0.64%<sup>[10]</sup>,因此,拟合出适合甘肃省的传染病最优预警阈值意义重大。本研究用移动百分位数法预警甘肃省6种常见传染病发现,流感在 $P_{80}$ 和 $P_{90}$ 时各指标达到平衡点,但考虑到流感为丙类传染病,病例多、危害小,应当适当提高特异度,减小假阳性预警信号,因此选择 $P_{90}$ 为最优阈值;猩红热、其他感染性腹泻、痢疾、伤寒/副伤寒、戊肝参考ROC,同时选择各指标的最佳平衡点为最优阈值,分别为 $P_{80}, P_{95}, P_{90}, P_{80}, P_{90}$ 。利用累积和控制图法预警手足口病,综合考虑灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值等指标,参照ROC,拟合出最优预警参数为 $k=1.2, H=5\sigma$ 。本研究结果不同于其他省份常见传染病预警阈值研究结果<sup>[7,9]</sup>,与孙乔等<sup>[11]</sup>、张洪龙等<sup>[12]</sup>对全国的传染病预警阈值的研究结果不同。

本研究存在不足。拟合出的甘肃省常见传染病的最优阈值与中国传染病自动预警系统设置的阈值不尽一致,需要对流感、其他感染性腹泻、痢疾、戊肝、手足口病的阈值进行调整,但由于中国CDC设定的传染病自动预警系统可调预警阈值范围为 $P_{60} \sim P_{80}$ ,本研究优选出需要调整预警阈值的病种均不在可调范围之内。因此,如何调整甘肃省常见传染病的预警阈值,还需进一步与中国CDC进行沟通和探讨。

综上所述,传染病自动预警系统现已成为各级疾病预防控制机构早期发现传染病暴发的重要辅助

工具,通过拟合优选甘肃省常见急性传染病的预警阈值,将对流感、其他感染性腹泻、痢疾、戊肝的预警阈值适当调高,手足口病预警参数调整,从而减轻基层工作者的工作量,达到提高预警功效的目的。

利益冲突 无

### 参 考 文 献

- [1] 杨维中. 传染病预警理论与实践[M]. 北京:人民卫生出版社, 2012.  
Yang WZ. Early warning of infectious disease theory and practice [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2012.
- [2] 王全意. 疾病监测信息报告管理系统数据分析手册[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2010.  
Wang QY. Data analysis manual for the disease surveillance information reporting and management system [M]. Beijing: Peking Union Medical College Press, 2010.
- [3] 杨筱婷, 刘新风, 孟蕾, 等. 甘肃省流感流行预警方法探研[J]. 中华流行病学杂志, 2016, 37(3): 430-433. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.03.029.  
Yang XT, Liu XF, Meng L, et al. Study on early warning method for influenza epidemic in Gansu province[J]. Chin J Epidemiol, 2016, 37(3): 430-433. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.03.029.
- [4] Li ZJ, Lai SJ, Buckeridge DL, et al. Adjusting outbreak detection algorithms for surveillance during epidemic and non-epidemic periods [J]. J Am Med Inform Assoc, 2012, 19 (e1): e51-53. DOI: 10.1136/amiajnl-2011-000126.
- [5] Carpenter TE. Evaluation and extension of the Cusum technique with an application to *Salmonella* surveillance [J]. J Vet Diagn Invest, 2002, 14(3): 211-218. DOI: 10.1177/104063870201400304.
- [6] 李静, 杨鹏, 吴双胜, 等. 应用累积和模型探测北京市猩红热流行起始时间的预警分析[J]. 中华流行病学杂志, 2013, 34(5): 526-530. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.05.025  
Li J, Yang P, Wu SS, et al. Early detection on the onset of scarlet fever epidemics in Beijing, using the Cumulative Sum [J]. Chin J Epidemiol 2013, 34(5): 526-530. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.05.025
- [7] 王棠, 明小燕, 李十月. 湖北省手足口病控制图法预警效果评价 [J]. 中国公共卫生, 2015, 31(10): 1324-1326. DOI: 10.11847/zgggws2015-31-10-25.  
Wang T, Ming XY, Li SY. Efficiency of control graph method in

early warning for hand-foot-mouth disease in Hubei province, China [J]. Chin J Public Health, 2015, 31(10): 1324-1326. DOI: 10.11847/zgggws2015-31-10-25.

- [8] 王瑞平, 春雅丽, 郭晓芹, 等. 上海市松江区手足口病控制图法预警阈值优选研究 [J]. 中国卫生统计, 2011, 28(3): 264-265. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2011.03.013.  
Wang RP, Chun YL, Guo XQ, et al. A study of early detection for hand-foot-mouth disease in Songjiang district of Shanghai [J]. Chin J Health Stat, 2011, 28(3): 264-265. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2011.03.013.
- [9] 王瑞平, 陈立凌, 刘成, 等. 苏州市重点传染病移动百分位数法预警阈值优选分析 [J]. 中国卫生统计, 2014, 31(4): 598-601, 605.  
Wang RP, Chen LL, Liu C, et al. Study of early detection for principal communicable diseases by moving percentile method in Suzhou City [J]. Chin J Health Stat, 2014, 31(4): 598-601, 605.
- [10] 刘新风, 成瑶, 刘东鹏, 等. 甘肃省2008—2013年传染病自动预警系统时间模型运行结果分析 [J]. 中国公共卫生, 2017, 33(4): 634-637. DOI: 10.11847/zgggws2017-33-04-30.  
Liu XF, Cheng Y, Liu DP, et al. Performance efficiency of temporal model in China infectious diseases automated-alert and response system in Gansu province, 2008-2013 [J]. Chin J Public Health, 2017, 33(4): 634-637. DOI: 10.11847/zgggws2017-33-04-30.
- [11] 孙乔, 赖圣杰, 李中杰, 等. 移动百分位数法不同阈值在传染病暴发预警中的效果比较 [J]. 中华流行病学杂志, 2011, 32(5): 450-453. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.05.006.  
Sun Q, Lai SJ, Li ZJ, et al. Comparison on the different thresholds on the 'moving percentile method' for outbreak detection [J]. Chin J Epidemiol, 2011, 32(5): 450-453. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.05.006.
- [12] 张洪龙, 孙乔, 赖圣杰, 等. 移动百分位数法分地区设定预警阈值对传染病预警效果的影响分析 [J]. 中华预防医学杂志, 2014, 48(4): 265-269. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2014.04.006.  
Zhang HL, Sun Q, Lai SJ, et al. Analysis of effect on infectious diseases outbreak detection performance by classifying provinces for moving percentile method [J]. Chin J Prev Med, 2014, 48(4): 265-269. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2014.04.006.

(收稿日期: 2017-08-07)

(本文编辑: 斗智)