

## · 传染病早期探测与自动预警 ·

浙江省传染病自动预警系统暴发预警  
效果评价

徐旭卿 鲁琴宝 王臻 赖圣杰 李中杰

**【摘要】** 目的 分析国家传染病自动预警系统(预警系统)在浙江省传染病暴发早期探测中的效果。方法 以浙江省 2008 年 7 月 1 日至 2010 年 6 月 30 日移动百分位数法预警相关病种的预警信号数及初步核实、现场调查结果和突发公共卫生事件报告系统报告结果作为研究对象,以灵敏度和错误预警率评价预警系统的有效性。结果 预警系统共发出预警信号 26 446 条,涉及 17 种传染病,平均每县每周预警信号 2.83 条。99.95% 的预警信号得到响应,预警信号经过初步核实后,254 条(0.90%)预警信号被判断为疑似事件,经过现场调查共确认暴发 30 起,预警系统的灵敏度为 69.77%,预警错误率为 1.39%。结论 预警系统可初步实现传染病暴发的早期自动预警,但仍需进一步研究以减少假阳性预警信号,合理设置阈值,提高暴发探测来源数据的质量。

**【关键词】** 传染病; 预警系统

**Evaluation on the performance of China Infectious Disease Automated-alert and Response System (CIDARS) in Zhejiang province** XU Xu-qing<sup>1</sup>, LU Qin-bao<sup>1</sup>, WANG Zhen<sup>1</sup>, LAI Sheng-jie<sup>2</sup>, LI Zhong-jie<sup>2</sup>. 1 Zhejiang Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou 310051, China; 2 Chinese Center for Disease Control and Prevention

Corresponding author: XU Xu-qing, Email: xqxu@cdc.zj.cn

This work was supported by grants from the National Science and Technology Support Projects for the "Eleven Five-Year Plan" of China (No. 2006BAK01A13, 2008BAI56B02), the China-WHO Regular Budget Cooperation Project (No. WPCHN0801617, WPCHN1002405) and the National Science and Technology Key Projects (No. 2009ZX10004-201).

**【Abstract】 Objective** To evaluate the performance of China Infectious Disease Automated-alert and Response System (CIDARS). **Methods** A retrospective analysis was conducted on data related to the warning signals, the outcome of signal verification, the field investigation of CIDARS, and the emergent events reported through Public Health Emergency Events Surveillance System from July 1, 2008 to June 30, 2010 in Zhejiang province. The performance of CIDARS was qualitatively evaluated by indicators on its sensitivity and rate of false alarm. **Results** In total, 26 446 signals were generated by the system which involving 17 diseases, with an average of 2.83 signals per country per week. Among all the signals, 99.95% of them were responded. 0.90% of the signals were judged as suspected events via the preliminary verification, and 30 outbreaks were finally confirmed by field investigation. The sensitivity of the system was 69.77% with the false alarm rate as 1.39%. **Conclusion** The system seemed to have worked on the outbreak early warning of infectious diseases and could directly reflect the anomaly event emerged from the infectious disease reporting system. However, more efforts should be paid to the following areas as how to decrease the false positive signals, select suitable thresholds and increase the quality of data in order to enhance the accuracy of the system.

**【Key words】** Infectious disease; Early-warning system

传染病暴发早期预警系统的研究是全球公共卫

生领域研究的热点<sup>[1-4]</sup>。早期识别传染病暴发的存在,并迅速采取控制措施,可以降低相关传染病的发病率和死亡率,具有重要的公共卫生意义。我国从 2006 年 8 月 1 日至 2007 年 12 月 31 日在 10 个省份 33 个县(区)开展了国家传染病自动预警系统(预警系统)现场试点,并于 2008 年 4 月 21 日启动了国家传染病自动预警(时间模型)试运行工作。本研究

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.05.004

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划(2006BAK01A13, 2008BAI56B02); 中国-世界卫生组织合作项目(WPCHN0801617, WPCHN1002405); 国家科技重大专项(2009ZX10004-201)

作者单位:310051 杭州,浙江省疾病预防控制中心(徐旭卿、鲁琴宝、王臻); 中国疾病预防控制中心(赖圣杰、李中杰)

通信作者:徐旭卿, Email: xqxu@cdc.zj.cn

以灵敏度和错误预警率为指标评价预警系统的效果,并就如何进一步优化预警系统的暴发早期探测效果进行探讨。

### 资料与方法

1. 研究对象:选取浙江省2008年7月1日至2010年6月30日,预警系统中移动百分位数法预警相关病种的预警信号数、预警信号初步核实和现场调查结果、以及突发公共卫生事件报告管理信息系统(突发网)报告结果等作为研究对象。预警信息数据来源于预警系统。同年传染病发病数据和突发公共卫生事件报告数据则从疾病监测信息报告管理系统(大疫情网)及突发网获得。

2. 预警方法:移动百分位数法是以县(区)为空间范围,每日动态计算和比较当地当前观察周期(7 d)内病例数与过去3~5年的同期历史基线数据,历史基线数据的第50百分位数( $P_{50}$ )作为预警阈值<sup>[5,6]</sup>,当观察周期内发生的病例数达到预警阈值时,预警系统即生成预警信号。预警系统借助现代通讯手段将探测到的疾病异常增加或聚集信号,通过手机短信及时发送至所在县(区)疾病预防控制中心疫情监测人员,监测人员收到信息后,通过分析监测数据和电话核实,初步判断预警信号是否为疑似事件,若为疑似事件,进一步进行现场调查确认是否为一起真实的暴发,并通过预警系统进行反馈。

3. 预警病种:移动百分位数法预警病种共19种,包括甲型肝炎(甲肝)、丙型肝炎(丙肝)、戊型肝炎(戊肝)、麻疹、流行性出血热(出血热)、流行性乙型脑炎(乙脑)、登革热、细菌性和阿米巴性痢疾(痢疾)、伤寒和副伤寒、流行性脑脊髓膜炎(流脑)、猩红热、钩端螺旋体病(钩体病)、疟疾、流行性感冒(流感)、流行性腮腺炎(流腮)、风疹、急性出血性结膜炎(急性结膜炎)、流行性和地方性斑疹伤寒(斑疹伤寒),除霍乱、痢疾、伤寒和副伤寒以外的感染性腹泻病(其他感染性腹泻)<sup>[5,6]</sup>。

4. 暴发事件的判定标准:以现场调查上报至突发网的突发公共卫生事件作为暴发判定的标准。暴发事件是指详细核查预警系统中的每一个疑似事件信息和大疫情网上报告的传染病个案及突发网报告的事件,按照国家《突发公共卫生事件报告管理规范》,纠正自动预警系统中错报、重复报告和未达到突发事件标准的暴发事件。暴发事件的相关数据来源于预警系统和突发网。错报指预警信号经现场核实后为暴发事件,但在预警系统中上报为排除或继

续关注的暴发;重复报告指预警系统对同一起暴发事件发出多个信号。突发事件是指到突发网中报告的突发公共卫生事件。

5. 评价指标:本研究选择灵敏度、错误预警率综合评价暴发预警的效果<sup>[7,8]</sup>,灵敏度指实际发生的暴发事件中预警系统探测到的暴发事件的百分比。错误预警率指未发生暴发期间移动百分位数法预警发出信号的天数占未发生暴发总天数的百分比。

6. 统计学分析:应用Microsoft Excel 2003软件建立和整理数据库,采用SPSS 11.5软件进行统计学分析。

### 结 果

1. 预警信号及响应情况:2008年7月1日至2010年6月30日,预警系统在浙江省共发出预警信号26 446条,涉及90个县(区)的17种传染病。全省平均每天发出信号36.23条,平均每县每周发出信号2.83条。预警系统发出的预警信号中,99.95%得到响应,发出预警2 h内信号核实率为74.23%,24 h内信号核实率为93.64%。

2. 各种病种预警结果:预警系统发出的预警信号中,各病种预警信号数、预警信号初步核实后判断为疑似事件信号数、现场调查确认暴发数存在较大差异。其中其他感染性腹泻(8827)、流腮(6921)、麻疹(2662)、痢疾(2362)、风疹(1927)信号最多,共85.83%。而钩体病、斑疹伤寒无信号。预警信号数与报告病例数成正比,即报告病例越多,预警信号越多。总体上,报告病例数与预警信号数的比值为11.2:1,其中登革热(30.3:1)和其他感染性腹泻(20.9:1)的比值较高。预警信号经初步核实后,大部分被排除,共10种传染病的254条预警信号被判断为与疑似事件相关,占全部预警信号的0.90%。分析疑似事件信号占预警信号的比例,虫媒及自然疫源性传染病(2.79%)总体上高于呼吸道传染病(1.62%)和肠道传染病(0.25%)。其中登革热的疑似事件信号比例最高,占登革热预警信号的71.43%,流脑和流感次之,分别为8.33%和5.32%。通过对疑似事件的进一步核查,纠正错报、重复预警及未达到突发事件报告标准的暴发,调查确认了8种疾病的30起传染病暴发事件,其中流腮(11起)最多,流感、风疹和其他感染性腹泻(各4起)次之,而戊肝、伤寒和副伤寒、猩红热、流脑等10种疾病未探测到暴发事件(表1)。突发网报告的暴发事件共87起,涉及10种疾病。再将突发网报告的但预警系统

表 1 2008 年 7 月 1 日至 2010 年 6 月 30 日浙江省预警系统不同病种预警

传染病种	大疫情网 报告 病例数	预警系统				突发 事件数
		预警 信号数	排除 信号	疑似事件 信号	调查确认 暴发起数	
<b>肠道传染病</b>						
戊肝	3 861	485	485(100.00)	0	0	0
其他感染性腹泻	184 873	8 827	8 802(99.72)	25(0.28)	4	4
痢疾	17 800	2 362	2 357(99.79)	5(0.21)	3	6
伤寒和副伤寒	1 966	330	330(100.00)	0	0	0
甲肝	2 118	240	240(100.00)	0	1	1
小计	210 618	12 244	12 214(99.75)	30(0.25)	8	11
<b>呼吸道传染病</b>						
麻疹	3 624	2 662	2 651(99.59)	11(0.41)	0	0
猩红热	1 127	91	91(100.00)	0	0	0
流脑	41	12	11(91.67)	1(8.33)	0	0
流腮	44 788	6 921	6 822(98.57)	99(1.43)	11	25
风疹	12 426	1 927	1 891(98.13)	36(1.87)	4	12
流感	10 010	1 110	1 051(94.68)	59(5.32)	4	21
小计	72 016	12 723	12 517(98.38)	199(1.62)	19	58
<b>虫媒及自然疫源性传染病</b>						
疟疾	589	51	51(100.00)	0	0	0
出血热	955	83	83(100.00)	0	0	3
乙脑	172	110	108(98.18)	2(1.82)	1	6
钩体病	16	0	0	0	0	0
登革热	212	7	2(28.57)	5(71.43)	0	4
斑疹伤寒	9	0	0	0	0	0
小计	1 953	251	244(97.21)	7(2.79)	1	13
<b>其他传染病</b>						
急性结膜炎	8 471	593	582(98.15)	11(1.85)	2	5
丙肝	3 946	635	635(100.00)	0	0	0
小计	12 417	1 228	1 217(99.10)	11(0.90)	2	5
合计	297 004	26 446	26 192(99.10)	254(0.90)	30	87

注:括号外数据为病例数,括号内数据为百分比(%)

未探测到的 57 起事件逐一进行分析,发现未探测到的事件中,有 33 起是集中病例录入上报、11 起是单病例事件、13 起是单个病例网络直报后由医院、学校报告的聚集性疫情(表 2)。

表 2 2008 年 7 月 1 日至 2010 年 6 月 30 日浙江省预警系统探测的事件分析

传染病种	突发 事件数	自动预警系统			
		探测到 事件数	未探测到事件数		
			集中 录入	直接 上报	单病例 事件
肠道	11	8	3	0	0
呼吸道	58	19	26	13	0
虫媒及自然疫源性	13	1	1	0	11
其他	5	2	3	0	0
合计	87	30	33	13	11

3. 灵敏度与错误预警率:以现场调查上报到突发网的突发公共卫生事件作为暴发判定的标准。突发网报告的 87 起事件中,除去病例集中上报和单病

例事件共 44 起,实际真实暴发为 43 起;以探测到的暴发事件除去错报与重复预警,预警系统实际探测到的事件数共 30 起;预警系统的暴发探测灵敏度为 69.77%。错误预警率为 1.39%。

### 讨 论

早期探测发现暴发事件并及时采取有效控制措施,降低疾病造成的发病和死亡,是公共卫生领域关注的热点问题<sup>[5]</sup>。预警系统基于控制图法原理、采用法定报告的传染病数据作为暴发探测数据来源,使收集的法定传染病报告数据资料得到充分利用,对聚集性疫情起到一定的提示作用,初步实现传染病暴发的早期自动预警<sup>[9]</sup>,具有积极的现实意义。从目前的试运行情况来看,平均每县每周发出预警信号 2.83 条,预警信号 99% 以上得到响应,24 h 内信号核实率为 93.64%,说明系统响应及时性良好。此外,通过回顾性分析,发现移动百分位数法预警灵敏度为 69.77%,错误预警率为 1.39%。说明移动百分位数法预警系统可利用

现有的传染病信息报告资源,探测可能的传染病暴发与流行,在早期阶段对将要发生的或正在发生的传染病暴发疫情进行预警。

但预警系统仍需进一步完善,可以考虑以下几点:第一,进一步探索如何减少假阳性预警信号:传染病自动预警目的在于通过合理设置预警阈值,灵敏、高效地提示可能发生的传染病暴发。但是,目前系统假阳性预警信号较多,移动百分位数法仅 0.90% 的信号被判为疑似事件,存在大量应排除的信号,错误预警和重复预警一定程度上会影响系统响应的及时性和准确性,提示在考虑灵敏度、特异度和及时性等指标的最佳平衡点后,需进一步探索减少假阳性预警信号的策略。第二,根据不同疾病、不同地区、不同发病水平和趋势及其公共卫生意义合理设置不同的阈值:不同病种间的假阳性预警信号差别较大。病例数报告较多而暴发较少的疾病预警效果较差,如其他感染性腹泻、痢疾等,而对于登革热、

流脑、流感等疾病的预警效果较好。提示参数设置采取不同疾病全国统一的原则并不适合预警工作开展,需要考虑不同疾病发病水平、潜伏期、传播力等差异。不同传染病发病的长期趋势也不同,如果不考虑疾病的长期趋势,对于暴发减少的疾病,局部预警基线水平会偏高,假阳性的预警信号较多;反之亦然。因此,应识别和估计不同传染病的发病趋势,将疾病的长期趋势拟合到预警阈值中。传染病事件的流行暴发情况复杂,各地疫情在时间空间上存在自然的波动和不同的流行特征,疫情管理情况也不尽相同,因此,应考虑研究开发适用于不同地区、不同公共卫生控制要求的多种预警方法和阈值。第三,提高暴发探测来源数据的质量:良好的监测数据质量是有效预警的基础。预警系统采用法定报告的传染病数据作为暴发探测数据来源具有明显的优势<sup>[5]</sup>,真实可靠的传染病疫情报告资料对是否成功预警至关重要。通过个案回顾,发现未能成功实现预警的事件中33起是由于疫情发生后集中报告所致。另外,法定传染病报告系统中,病例个案均登记的是现居住地址,基本不注明工作单位或就读学校,一定程度上会影响系统的暴发探测。因此,要不断提高暴发探测来源数据质量。此外,还可以关注新的预警数据资源,如学校或单位的因病缺课、缺勤监测、医疗机构的症状监测、药店的药品监测等资料对提高预警效果也是值得重点探讨的。

本研究用上报至突发网的事件为标准来对预警系统进行评价有一定的局限性。因预警系统的预警对象是可能发生、或已发生需尽早发现、有效控制的传染病聚集性事件,疾病控制人员通过预警系统发出的有暴发“苗头”的信号做出判断、给予有效的措施控制疫情,一定程度上可防止疫情上升至突发公共卫生事件的报告标准<sup>[10]</sup>。而突发公共卫生事件的报告对象则是对达到一定病例数量并确认已发生的传染病暴发或死亡的事件。因此,采用低于突发公共卫生事件报告标准的“准暴发事件”标准进行预警系统的评价会更合理。

综上所述,预警系统已初步实现传染病暴发的早期探测预警,但仍需进一步改进和完善。

#### 参 考 文 献

[1] Henning KJ. What is syndromic surveillance. *MMWR*, 2004, 53 Suppl: S5-11.

- [2] Tsui FC, Espino JU, Dato VM, et al. Technical description of RODS: a real-time public health surveillance system. *J Am Med Inform Assoc*, 2003, 10(5):399-408.
- [3] Valenciano M, Bergeri I, Jankovic D, et al. Strengthening early warning function of surveillance in the Republic of Serbia: lessons learned after a year of implementation. *Euro Surveill*, 2004, 9(5):24-26.
- [4] Xiao SM. The early warning system for public health emergency in China. 2007 International Conference on Public Administration (ICPA 3rd), 184-188.
- [5] Yang WZ, Lan YJ, Li ZJ, et al. The application of National Outbreak Automatic Detection and Response System, China. *Chin J Epidemiol*, 2010, 31(11):1240-1244. (in Chinese)  
杨维中, 兰亚佳, 李中杰, 等. 国家传染病自动预警系统的设计与应用. *中华流行病学杂志*, 2010, 31(11):1240-1244.
- [6] Chinese Center for Disease Control and Prevention. Proposal on pilot operation of China Infectious Disease Automated-alert and Response System. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2008. (in Chinese)  
中国疾病预防控制中心. 全国传染病自动预警(时间模型)试运行工作方案. 北京:中国疾病预防控制中心, 2008.
- [7] Lai SJ, Li ZJ, Jin LM, et al. The overview of evaluating contents and indicators on Early Warning System of Infectious Disease Outbreak. *Chin J Epidemiol*, 2009, 30(6):637-640. (in Chinese)  
赖圣杰, 李中杰, 金连梅, 等. 传染病暴发早期预警系统评价内容及其指标. *中华流行病学杂志*, 2009, 30(6):637-640.
- [8] Yin ZY, Fang CF. A study on early detection for infectious diseases. *Chin J Health Statistics*, 2010, 27(2):218-220. (in Chinese)  
尹志英, 方春福. 传染病预警预测方法探讨. *中国卫生统计*, 2010, 27(2):218-220.
- [9] Yang WZ, Xing HX, Wang HZ, et al. A study on early detection for seven infectious diseases. *Chin J Epidemiol*, 2004, 25(12):1039-1041. (in Chinese)  
杨维中, 邢慧娴, 王汉章, 等. 七种传染病控制图法预警技术研究. *中华流行病学杂志*, 2004, 25(12):1039-1041.
- [10] Feng W, Tao FF, Mao ZS, et al. Analysis on application of Communicable Disease Automatic Warning System in Shanghai. *Chin J Public Health*, 2010, 26(5):558-560. (in Chinese)  
冯玮, 陶芳芳, 毛智盛, 等. 上海市传染病自动预警信息应用分析. *中国公共卫生管理*, 2010, 26(5):558-560.

(收稿日期:2011-01-29)

(本文编辑:万玉立)