

甘肃省流感流行预警方法探研

杨筱婷 刘新风 孟蕾 刘东鹏 于德山 李红育 姜中毅 张慧

730000 兰州, 甘肃省疾病预防控制中心

通信作者: 刘新风, Email: liuxf606@126.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.03.029

【摘要】 目的 探索适合甘肃省流感流行的预警方法。方法 分别用简单控制图法、移动百分位数法、指数平滑法及累积和控制图法对 2014—2015 年度甘肃省流感样病例监测数据进行预警分析, 结合灵敏度、特异度、阳性预测值、约登指数、Kappa 值等指标, 比较和评价 4 种方法的预警效果。结果 2014—2015 年度甘肃省流感流行高峰起始时间为 2014 年第 50 周, 流行高峰持续 6 周。4 种预警方法中以累积和控制图法预警效果最优, 能及时发出预警信号, 灵敏度及特异度分别为 66.67% 和 93.48%。结论 累积和控制图法适合甘肃省流感流行高峰预警。

【关键词】 流感; 哨点监测; 预警

基金项目: 甘肃省卫生行业科研管理项目 (GWGL2014-83); 国家科技重大专项 (2012ZX10004208)

Study on early warning method for influenza epidemic in Gansu province Yang Xiaoting, Liu Xinfeng, Meng Lei, Liu Dongpeng, Yu Deshan, Li Hongyu, Jiang Zhongyi, Zhang Hui
Gansu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Lanzhou 730000, China
Corresponding author: Liu Xinfeng, Email: liuxf606@126.com

【Abstract】 **Objective** To explore the appropriate early warning method for influenza epidemic in Gansu province. **Methods** By using simple control chart, moving percentile method, exponential smoothing method and cumulative sum control chart method, the annual incidence data of influenza-like illness in Gansu province during 2014-2015 were analyzed, and the sensitivities, specificities, positive predictive values, Jorden indexes and Kappa values of the 4 methods were evaluated and compared. **Results** The 2014-2015 seasonal influenza epidemic occurred in the fiftieth week of 2014 in Gansu, and the epidemic peak lasted for 6 weeks. Cumulative sum control chart method had the best early warning effect with the sensitivity of 66.67% and specificity of 93.48%. **Conclusion** It is feasible to use cumulative sum control chart method to give early warning of influenza epidemic in Gansu.

【Key words】 Influenza; Sentinel surveillance; Early warning

Fund programs: Research Management for Health of Gansu Province (GWGL2014-83); National Science and Technology Major Project of China (2012ZX10004208)

流感样病例 (ILI) 监测是季节性流感防控和流感大流行应对与准备的一项重要策略。对 ILI 进行监测并开展有效的预警分析, 可及时掌握流感流行情况, 为探测季节性流感流行高峰的起始时间提供依据。本研究利用 4 种基于控制图的预警方法 (简单控制图法、移动百分位数法、指数平滑法及累积和控制图法) 对甘肃省 ILI 监测数据进行预警分析, 评价不同方法对甘肃省季节性流感流行高峰的预警效果, 以选择适宜甘肃省流感流行情况的预警方法, 为应对季节性流感流行提供依据。

资料与方法

1. 资料来源: ILI 及病原学监测数据来源于《中

国疾病预防控制中心信息系统》中的《中国流感监测信息系统》。哨点医院医务人员按照 ILI 的定义, 每天登记监测诊室各年龄组的 ILI 数和门/急诊病例就诊总数, 收集汇总后录入《中国流感监测信息系统》; 同时按照《全国流感监测方案 (2010 年版)》, 各家哨点医院在 4—9 月每月采集 5~15 份 ILI 标本, 10 月至次年 3 月每周采集 10~15 份标本, 送相应网络实验室进行流感病毒核酸检测和分离培养, 检测结果亦录入监测系统。

2. 监测哨点: 2006 年甘肃省共有 3 个市 (州) 的 6 家国家级哨点医院开展流感监测, 2009 年国家统一扩大流感监测网络后, 甘肃省国家级哨点医院增至 19 家, 网络实验室增至 16 家, 覆盖全省 14 个市

(州)。监测哨点涵盖省、市、县级综合医院,监测诊室包括内科门/急诊、儿科门/急诊和发热门诊,全年均开展监测,保证了监测数据的代表性。

3. 相关定义:ILI:发热(体温 $\geq 38\text{ }^{\circ}\text{C}$),伴咳嗽或咽痛之一者;ILI比例(ILI%):ILI占门/急诊病例就诊总数的百分比。

4. 预警方法:以流感病毒检测阳性率作为流感高峰起始的金标准,分析甘肃省2014—2015年度(2014年4月1日至2015年3月31日)每周流感病毒检测阳性率,按流感病毒检测阳性率超过流行季峰值的40%水平作为季节性高峰形成的指标^[1-3],确定2014—2015年度甘肃省流感高峰起始的时间。

(1)简单控制图法:计算2009年4月至2014年3月每周的ILI%及其 P_{95} ,剔除每周ILI%高于 P_{95} 的异常点,以余下的点作为历史基线数据。分别以历史基线数据的 P_{75} 、 P_{80} 、 P_{85} 、 P_{90} 及 P_{95} 作为预警线对2014—2015年度ILI%进行预警^[4],从中选择适宜的预警线。

(2)移动百分位数法:取历史5年(2009年4月至2014年3月)同期及前、后摆动1周的ILI%构成历史基线数据,以每期历史基线数据的 P_{55} 为预警阈值^[5]。

(3)指数平滑法:将历史序列数据的加权平均数作为当前预期数的估计值,距今越近的数据权重越大,反之权重越小。以 $\lambda=0.4$, $k=2.0$ 构建预警模型,计算每周ILI%的估计值及对应的预警阈值,当估计值超过预警阈值时发出预警,具体参见文献^[6-7]。

(4)累积和控制图法:基本思想是计算实际值和期望值之间差值的累积和,通过对信息的累积,将过程的小偏移累加,达到放大的效果,提高检测过程小偏移的灵敏度,其基本公式: $C_0=0$, $C_i=\max\{0, X_i - (\mu_i + k\sigma) + C_{i-1}\}$,预警界值 $H=k'\sigma$,以 $k=0.8$,预警值 $H=5\sigma$ 构建预警模型,当 $C_i \geq H$ 时发出预警^[5-6,8-9]。

5. 预警效果比较:将4种预警方法的结果分别与流感高峰起始的金标准比较,计算灵敏度、特异度、阳性预测值、约登指数、符合率及Kappa值^[2,4],比较和评价预警效果。

结 果

1. ILI监测:2014年4月至2015年3月甘肃省19家流感监测哨点医院平均ILI%为1.64%,2014—2015年度ILI%出现2个峰,分别为2014年第52周(2.79%)和2015年第8周(2.86%),其中2014年第52周为真实峰,第2个峰是由于2015年春节长假期间门/急诊病例就诊总数骤降(ILI%分母下降)导致ILI%上升,见图1。

2. 2014—2015年度流感流行高峰:2014年4月至2015年3月全省16家网络实验室共检测ILI标本11 974份,流感病毒阳性1 413份,总阳性率为11.80%。流感病毒阳性率最高值在2014年第52周(47.91%),阳性率达到最高值40%水平(19.16%)的周次有2014年第50、51、52和2015年第1、2、3周。按照流感高峰判定的金标准,2014—2015年度甘肃

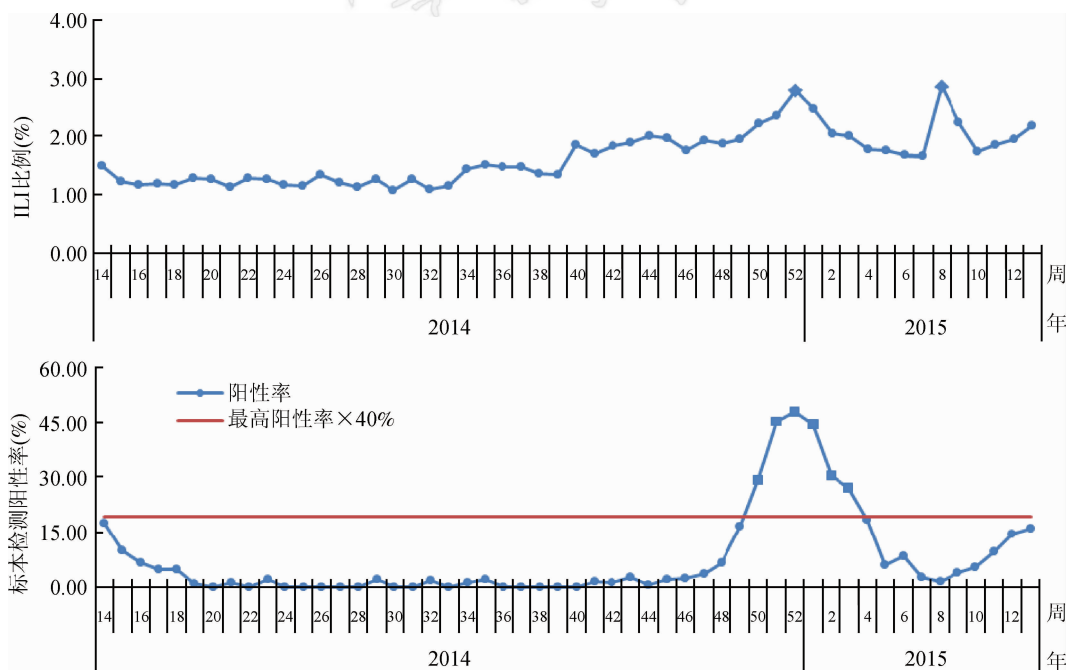


图1 2014—2015年度甘肃省ILI比例及标本检测阳性率

省流感流行高峰为 2014 年第 50 周至 2015 年第 3 周, 共 6 周, 见图 1。

3. 简单控制图法预警: 根据不同阈值的预警结果, 结合灵敏度及特异度的需求, 最终选择 $P_{75}=2.10\%$ 为预警线, 2014—2015 年度共发出 7 个预警信号, 分别为 2014 年第 50、51、52 周、2015 年第 1、8、9、13 周, 见图 2。

4. 移动百分位数法预警: 随着时间的推移, 历史基线数据也随之移动, 因此预警阈值也不断变动, 形成的预警线非水平直线。2014—2015 年度共发出 9 个预警信号, 分别为 2014 年第 42、43、44、45 周、2015 年第 1、8、9、11 和 12 周, 见图 2。

5. 指数平滑法预警: 2014—2015 年度共发出 3 个预警信号, 为 2014 年第 50、51、52 周, 见图 2。

6. 累积和控制图法预警: 2014—2015 年度共发出 7 个预警信号, 分别为 2014 年第 47、48、49、50、51、52 周至 2015 年第 1 周, 见图 2。

7. 预警效果比较: 简单控制图法与累积和控制图法预警灵敏度及特异度最高, 均为 66.67% 和 93.48%; 指数平滑法特异度及阳性预测值均为 100.00%, 灵敏度为 50.00%; 移动百分位数法对流感流行高峰预警的灵敏度为 16.67%, $\kappa < 0$ 。比较不同方法对流行高峰

来临发出预警信号的时间, 简单控制图法从 2014 年第 50 周发出预警信号, 累积和控制图法从第 47 周发出预警信号, 从图 1 可以看出, 标本阳性率在第 50 周之前即出现明显上升, 因此累积和控制图法预警信号及时性好。综合各项指标判断, 累积和控制图法预警效果最优。见表 1。

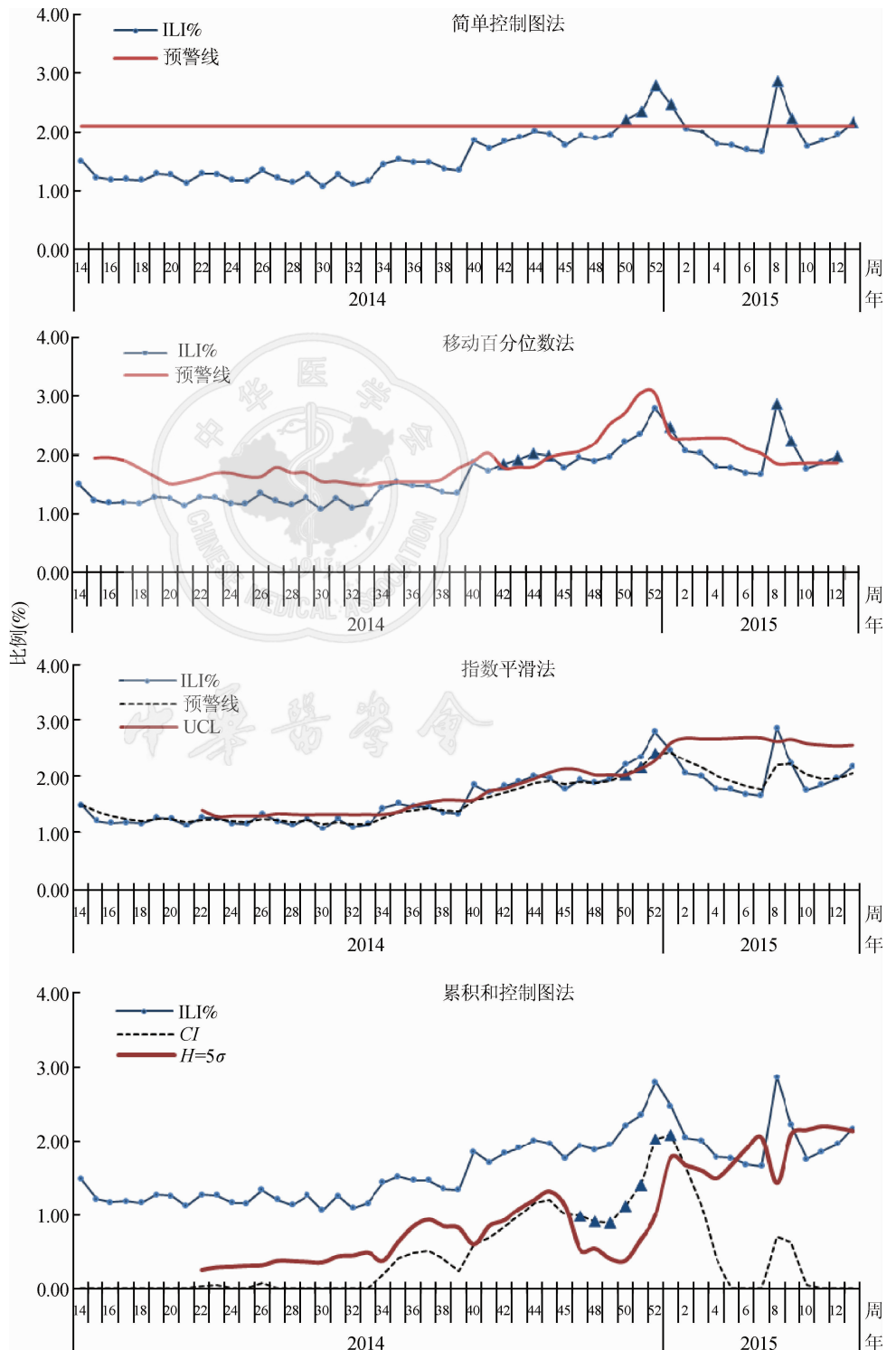


图 2 4 种方法对 2014—2015 年度甘肃省流感流行高峰预警结果

讨 论

虽然流感病毒检测阳性率可作为判断流感流行高峰来临的指标,但流感样病例标本送检及检测存在一定的滞后性,相比之下ILI%数据上报的及时性较好,通过选择适宜的预警方法对ILI%进行预警,可及时掌握流感流行高峰起始时间,有助于及早采取应对措施。

预警方法、预警参数及预警线的选择均影响预警功效,选择预警方法时应充分考虑流行性感胃的传播特点及症候群特征。此外,还应根据数据分布的特点,以及对灵敏度和特异度的不同需求,选择适宜的预警模型参数及预警线^[10-12]。

本研究显示,2015年第8周ILI%突然升高,导致简单控制图法和移动百分位数法发出预警,由于ILI%存在长假效应(即长假期间门急诊病例就诊总数减少导致ILI%升高),因此节假日期间出现预警信号时,应谨慎判断。

简单控制图法虽然简单易行且能较好的发出预警,但其需要5年的ILI%作为基线数据,期间发生的2009年流感大流行,以及流感监测网格扩大,均会影响预警界值,需要不断对预警阈值进行调整。移动百分位数法对季节性流感流行高峰来临的预警效果不佳,是由于在流行起始期ILI%上升时,历史同期ILI%水平也在上升,导致预警线抬升。相比之下,指数平滑法及累积和控制图法在收集近期数据的基础上既能实现预警,其数据资料的可信度高,有利于预警模型的构建。

比较4种预警方法的适用性,简单控制图法需要的历史基线数据较长,预警效果易受到传染病流行及长期趋势等因素的影响,因此基线数据宜选用发病趋势较平缓的年份,若期间有流行,应将流行期数据排除在计算之外,另外,选用基于百分位数的控制图,不受历史数据分布的限制及极端值的影响。移动百分位数法对甘肃省流感流行预警效果不佳,但可用于较小地域范围内暴发的探测。指数平滑法与累积和控制图法均能发现监测数据微小变化,但相比之下累积和控制图法的灵敏度更高。累积和控制图法不需要长期的历史数据做基线,能在流感流行高峰的起始时间及时发出预警,且数据计算过程简单,适于向流感监测工作起步晚的各级基层疾控

表1 4种方法对2014—2015年度甘肃省流感流行高峰预警结果的比较

预警模型及结果	参照标准判断结果		灵敏度 (%)	特异度 (%)	阳性预测值 (%)	约登指数	符合率 (%)	κ值
	预警	非预警						
简单控制图法	预警	4	66.67	93.48	57.14	0.601 5	90.38	0.560 8
	非预警	2	43					
移动百分位数法	预警	1	16.67	83.61	11.11	0.002 8	75.00	-0.006 0
	非预警	5	38					
指数平滑法	预警	3	50.00	100.00	100.00	0.500 0	94.23	0.638 9
	非预警	3	46					
累积和控制图法	预警	4	66.67	93.48	57.14	0.601 5	90.38	0.560 8
	非预警	2	43					

机构推广。
利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] 杨鹏,王全意,石伟先,等.北京市2007—2008年流感监测预警分析[J].中华疾病控制杂志,2010,14(2):108-111. Yang P, Wang QY, Shi WX, et al. Pre-warning analysis of influenza surveillance in Beijing, 2007-2008 [J]. Chin J Dis Control Prev. 2010, 14(2):108-111.
- [2] 全振东,蒲柳艳,虞奇跃,等.一种基于流感哨点监测的流感预警分析方法[J].疾病监测,2011,26(5):386-387,391. DOI: 10.3784/j.issn.1003-9961.2011.05.016. Tong ZD, Pu LY, Yu QY, et al. Early warning of influenza epidemic based on influenza sentinel surveillance [J]. Dis Surveill. 2011, 26(5):386-387,391. DOI: 10.3784/j.issn.1003-9961.2011.05.016.
- [3] Cowling BJ, Wong IO, Ho LM, et al. Methods for monitoring influenza surveillance data [J]. Int J Epidemiol, 2006, 35(5):1314-1321. DOI: 10.1093/ije/dyl162.
- [4] 杨维中,邢慧娟,王汉章,等.七种传染病控制图法预警技术研究[J].中华流行病学杂志,2004,25(12):1039-1041. Yang WZ, Xing HX, Wang HZ, et al. A study on early detection for seven infectious diseases [J]. Chin J Epidemiol, 2004, 25(12):1039-1041.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] Linnet K. The exponentially weighted moving average (EWMA) rule compared with traditionally used quality control rules [J]. Clin Chem Lab Med, 2006, 44(4):396-399. DOI: 10.1515/CCLM.2006.077.
- [8] Li Z, Lai S, Buckering 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.
- [9] Sibanda T, Sibanda N. The CUSUM chart method as a tool for continuous monitoring of clinical outcomes using routinely collected data [J]. BMC Med Res Methodol, 2007, 7:46. DOI: 10.1186/1471-2288-7-46.
- [10] 代小秋,刘民.症状监测预警系统中常用的统计学方法及其比较[J].中国卫生统计,2011,28(2):221-224. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2011.02.040. Dai XQ, Liu M. The statistical methods and comparison of syndromic surveillance and early warning system [J]. Chin J Health Stat, 2011, 28(2):221-224. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2011.02.040.
- [11] 王小莉,王全意,栾荣生,等.传染病疫情早期预警的主要模型[J].现代预防医学,2008,35(22):4339-4341. DOI: 10.3969/j.issn.1003-8507.2008.22.006. Wang XL, Wang QY, Luan RS, et al. The main early warning models of infectious diseases [J]. Modern Prev Med, 2008, 35(22):4339-4341. DOI: 10.3969/j.issn.1003-8507.2008.22.006.
- [12] 周鼎伦,杨维中,兰亚佳,等.暴发规模和持续时间对CUSUM预警模型效能的影响[J].中华流行病学杂志,2012,33(6):617-621. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.06.017. Zhou DL, Yang WZ, Lan YJ, et al. Effect of magnitude and duration on the performance of Cumulative Sum [J]. Chin J Epidemiol, 2012, 33(6):617-621. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.06.017.

(收稿日期:2015-08-17)
(本文编辑:万玉立)