

比数图法在北京市怀柔区重点传染病 预警中的方法探讨

朱婷婷, 孙利文, 常姗姗, 陈俊涛, 杨丽梅, 崔国强

北京市怀柔区疾病预防控制中心, 北京 101400

摘要: **目的** 研究比数图预警技术是否适用于怀柔区 6 种重点传染病预警分析, 并优选出最适预警界值。 **方法** 利用 2008–2015 年各传染病周发病数分别建立 5 年和 3 年预警模型, 参照流行标准, 计算各预警界值的灵敏度、特异度、阳性预测值、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 曲线), 优选出重点传染病合适预警界值。 **结果** 细菌性痢疾、手足口病、水痘、流行性感冒、肺结核病例分布不符合正态分布, 不适用于比数图法进行预警研究, 其它感染性腹泻病适用于比数图 5 年模型, 最适预警界值为 95% 容许范围, 灵敏度、特异度、阳性预测值均为 100%, 约登指数为 1.00。 **结论** 比数图法对怀柔区其他感染性腹泻病早期预警效果良好。

关键词: 传染病; 比数图法; 预警界值

中图分类号: R183 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006–3110(2017)10–1270–04 **DOI:** 10.3969/j.issn.1006–3110.2017.10.036

Methods of deviation bar chart in early warning for major communicable diseases in Huairou District of Beijing

ZHU Ting-ting, SUN Li-wen, CHANG Shan-shan, CHEN Jun-tao, YANG Li-mei, CUI Guo-qiang

Huairou District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 101400, China

Abstract: **Objective** To select the premium alert threshold for 6 kinds of major communicable diseases by using the odds diagram method based on the local disease information. **Methods** Five-year and three-year early detection models were respectively established by using the weekly reported cases concerning 6 kinds of major communicable diseases from 2008 to 2015. The optimal model and thresholds were ascertained through calculation of sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, Youden index and drawing receiver operator characteristic curve (ROC) with reference to the popular standards.

Results The cases of bacillary dysentery, hand-foot-mouth disease, chicken pox, influenza and pulmonary tuberculosis did not conform to the normal distribution, and were not suitable to deviation bar chart for the early warning. But other infectious diarrhea cases were fit for deviation bar chart based on 5-year early detection model, and the premium alert threshold was 95%, with the sensitivity, specificity and positive predictive values being all 100% and Youden index being 1.00. **Conclusions** Deviation bar chart can be used as the early warning model for other infectious diarrheas.

Key words: communicable disease; deviation bar chart; early alert threshold

早期探测到某个地区传染病的流行或暴发, 及时采取科学措施能够预防和减少危害^[1]。传染病预警技术是基于传染病网络直报历史数据的基础上, 运用科学分析方法和数学模型对可能引起传染病流行或暴发的异常信号进行探测, 早期发现和发出预警信号, 采取一定的防控措施来控制疫情的蔓延^[2]。2002 年开始, 中国疾控中心杨维中等开始进行传染病自动预警信息的理论与技术研究, 并将研究成果应用于建立全国的自动预警系统中, 但由于该系统是面向全国各市区县的, 所以存在不能对局部地区出现的疫情作出灵敏预警等方面的缺项^[3–5], 目前上海^[3]、广东^[6]、安徽^[7]、湖

南^[8]等地相继开展此类研究, 因此非常有必要开展以区、县为单位的预警技术研究^[9]。本文选用比数图法对怀柔区 6 种重点传染病预警技术进行方法探讨, 为确立怀柔区重点传染病预警模型提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 病种选择 通过《中国疾病预防控制中心信息系统》子系统《传染病报告信息管理系统》中历年历史数据及《传染病自动预警信息系统》和《突发公共卫生事件管理信息系统》, 最终确定历年发病率较高、突发暴发疫情较多的 6 个重点病种, 分别为其它感染性腹泻、细菌性痢疾、手足口病、流行性感冒、水痘和肺结核。

1.1.2 资料来源 其它感染性腹泻、手足口病、细菌

基金项目: 2015 年怀柔区优秀人才培养个人资助项目

作者简介: 朱婷婷 (1986–), 女, 硕士, 检验师, 主要从事传染病信息报告及预警预测研究工作。

性病疾、水痘、肺结核以《传染病报告信息管理系统》中 2008–2015 年周报告发病数为历史数据;流行性感
冒病例报告具有延迟性,本研究以《北京市医院传染
病监测预警信息系统》中 2008–2015 年怀柔区各医疗
机构流感样病例周报告就诊数作为历史数据进行预警
模型建立和分析。

1.2 方法

1.2.1 预警方法及原理 本研究采用比数图法。比
数图法原理:比数(R)的计算: $R=A/\bar{X}$;比数(R)的 $1-\alpha$ 容许范围: $1\pm\mu\alpha s/\bar{X}$ 。A 为分析当周某病的发病数,
为该病既往若干年(例如 3 年或 5 年)同周及其前后
各两周的发病数的均数, s 为标准差。由于历史同期
数据相对较少,计算均数与标准差不稳定,因此采用历
史同期及前、后摆动一个时间单位构成历史数据来计
算均数与标准差。本研究以当前 3 年或 5 年周监测数
据向前后各摆动 2 周,共获得 15 或 25 个历史数据,分
别建立 3 年历史数据预警模型和 5 年历史数据预警
模型。

1.2.2 预警界值和预警周期 本研究分别以 3 年历
史数据和 5 年历史数据作为基线数据,预警界值设立

第 50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、
95%、99%共 11 个容许范围。

1.2.3 “流行”标准 经典“流行”定义指某种疾病
的发病水平超过历年一般水平。本研究以杨维中
等^[10]确定的某病前 5 年或前 3 年同周发病数的均数
加上 2 倍标准差作为判定某病“流行”的参照标准。

1.2.4 评价指标 以各预警模型和预警界值的灵敏
度、特异度、阳性预测值、阴性预测值作为评价指标,并
绘制 ROC 曲线进行预警功效比较,优选出最优预警模
型和预警界值。

1.2.5 统计分析 6 种传染病周报告数据整理后,应
用 Excel 2007 软件建立预警模型数据库;应用 SPSS
18.0 绘制 P-P 图、K-S 检验进行数据正态性检验。

2 结果

2.1 总体特征 见表 1。6 种重点传染病比数图预警
模型的灵敏度和阴性预测值随容许范围的升高而降
低,特异度和阳性预测值则随预警界值的升高而升高。
在 50%~95%容许范围时,灵敏度均为 100%,在 99%
容许范围时,灵敏度下降。

表 1 北京市怀柔区 6 种传染病 5 年和 3 年预警模型预警结果

疾病名称	指标	50%		55%		60%		65%		70%		75%		80%		85%		90%		95%		99%	
		5 年	3 年	5 年	3 年	5 年	3 年	5 年	3 年	5 年	3 年	5 年	3 年	5 年	3 年	5 年	3 年	5 年	3 年	5 年	3 年	5 年	3 年
其它感染性腹泻	灵敏度(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	48.15
	特异度(%)	86.45	78.54	89.03	80.69	92.90	82.40	93.55	83.69	94.19	85.41	95.48	87.98	96.13	90.56	97.42	90.99	99.35	93.99	100.00	100.00	100.00	100.00
	阳性预测值(%)	4.55	35.06	5.56	37.50	8.33	39.71	9.09	41.54	10.00	44.26	12.50	49.09	14.29	55.10	20.00	56.25	50.00	65.85	100.00	100.00	100.00	100.00
	阴性预测值(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.36	94.33
	约登指数	0.86	0.79	0.89	0.81	0.93	0.82	0.94	0.84	0.94	0.85	0.95	0.88	0.96	0.91	0.97	0.91	0.99	0.94	1.00	1.00	0.00	0.48
	约登指数	0.86	0.79	0.89	0.81	0.93	0.82	0.94	0.84	0.94	0.85	0.95	0.88	0.96	0.91	0.97	0.91	0.99	0.94	1.00	1.00	0.00	0.48
细菌性痢疾	灵敏度(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	62.50	57.14
	特异度(%)	85.81	83.74	85.81	84.96	86.49	86.18	87.84	87.40	89.86	89.02	90.54	90.65	94.59	93.09	96.62	94.31	99.32	97.15	100.00	99.59	100.00	100.00
	阳性预测值(%)	27.59	25.93	27.59	27.45	28.57	29.17	30.77	31.11	34.78	34.15	36.36	37.84	50.00	45.16	61.54	50.00	88.89	66.67	100.00	93.33	100.00	100.00
	阴性预测值(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	98.01	97.62
	约登指数	0.86	0.84	0.86	0.85	0.86	0.86	0.88	0.87	0.90	0.89	0.91	0.91	0.95	0.93	0.97	0.94	0.99	0.97	1.00	1.00	0.63	0.57
	约登指数	0.86	0.84	0.86	0.85	0.86	0.86	0.88	0.87	0.90	0.89	0.91	0.91	0.95	0.93	0.97	0.94	0.99	0.97	1.00	1.00	0.63	0.57
手足口病	灵敏度(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	53.33	46.67
	特异度(%)	95.42	86.12	95.42	86.53	97.39	87.35	98.04	88.57	98.04	90.20	98.69	91.84	99.35	93.06	99.35	94.69	99.35	97.14	100.00	99.18	100.00	100.00
	阳性预测值(%)	30.00	30.61	30.00	31.25	42.86	32.61	50.00	34.88	50.00	38.46	60.00	42.86	75.00	46.88	75.00	53.57	75.00	68.18	100.00	88.24	100.00	100.00
	阴性预测值(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.35	96.84
	约登指数	0.95	0.86	0.95	0.87	0.97	0.87	0.98	0.89	0.98	0.90	0.99	0.92	0.99	0.93	0.99	0.95	0.99	0.97	1.00	0.99	0.53	0.47
	约登指数	0.95	0.86	0.95	0.87	0.97	0.87	0.98	0.89	0.98	0.90	0.99	0.92	0.99	0.93	0.99	0.95	0.99	0.97	1.00	0.99	0.53	0.47
水痘	灵敏度(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	50.00	55.56
	特异度(%)	94.16	87.25	95.45	89.24	95.45	90.04	96.10	91.63	96.75	92.83	98.05	94.02	99.35	94.82	100.00	96.02	100.00	97.61	100.00	99.20	100.00	100.00
	阳性预测值(%)	18.18	21.95	22.22	25.00	22.22	26.47	25.00	30.00	28.57	33.33	40.00	37.50	66.67	40.91	100.00	47.37	100.00	60.00	100.00	81.82	100.00	100.00
	阴性预测值(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.35	63.22
	约登指数	0.94	0.87	0.95	0.89	0.95	0.90	0.96	0.92	0.97	0.93	0.98	0.94	0.99	0.95	1.00	0.96	1.00	0.98	1.00	0.99	0.50	0.56
	约登指数	0.94	0.87	0.95	0.89	0.95	0.90	0.96	0.92	0.97	0.93	0.98	0.94	0.99	0.95	1.00	0.96	1.00	0.98	1.00	0.99	0.50	0.56
流感样病例	灵敏度(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	73.08	64.44
	特异度(%)	60.00	72.03	65.38	74.15	70.00	76.27	74.62	76.69	77.69	79.66	80.77	81.78	84.62	83.05	86.92	85.17	92.31	87.29	99.23	90.25	100.00	100.00
	阳性预测值(%)	33.33	50.00	36.62	52.94	40.00	56.25	44.07	56.96	47.27	62.50	50.98	67.16	56.52	70.31	60.47	76.27	72.22	83.33	96.30	95.74	100.00	100.00
	阴性预测值(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	94.89	93.07
	约登指数	0.60	0.72	0.65	0.74	0.70	0.76	0.75	0.77	0.78	0.80	0.81	0.82	0.85	0.83	0.87	0.85	0.92	0.87	0.99	0.90	0.73	0.64
	约登指数	0.60	0.72	0.65	0.74	0.70	0.76	0.75	0.77	0.78	0.80	0.81	0.82	0.85	0.83	0.87	0.85	0.92	0.87	0.99	0.90	0.73	0.64
肺结核	灵敏度(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	71.43	46.67
	特异度(%)	85.23	81.22	87.25	83.27	89.93	85.31	91.28	87.35	91.95	89.39	93.29	91.02	95.97	92.65	97.32	95.10	98.66	97.96	100.00	99.59	100.00	100.00
	阳性预测值(%)	24.14	24.59	26.92	26.79	31.82	29.41	35.00	32.61	36.84	36.59	41.18	40.54	53.85	45.45	63.64	55.56	77.78	75.00	100.00	93.75	100.00	100.00
	阴性预测值(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	98.68	96.84
	约登指数	0.85	0.81	0.87	0.83	0.90	0.85	0.91	0.87	0.92	0.89	0.93	0.91	0.96	0.93	0.97	0.95	0.99	0.98	1.00	1.00	0.71	0.47
	约登指数	0.85	0.81	0.87	0.83	0.90	0.85	0.91	0.87	0.92	0.89	0.93	0.91	0.96	0.93	0.97	0.95	0.99	0.98	1.00	1.00	0.71	0.47

注:50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、99%表示病例数的容许范围。

2.2 基线长度比较 流行性感冒在低容许范围(50%~75%)时3年模型优于5年模型,在高容许范围(80%~95%)时5年模型优于3年模型,其余5种传染病均为5年模型优于3年模型。

2.3 预警界值比较 综合表1、图1比较各病种最适预警界值,例如其它感染性腹泻病,在95%容许范围及以下,5年预警模型的特异度、阳性预测值、约登指数均优于3年模型,灵敏度、阴性预测值均为100%,因此5年模型预警功效更高,在95%容许范围时,灵敏度、特

异度、阳性预测值均为100%,约登指数1.00,各指标均保持在较高水平,因此确定适用于其它感染性腹泻病的预警模型为5年比数图法,预警界值取95%容许范围。按照同样的道理,细菌性痢疾、肺结核均选择5年预警模型,预警界值均选取95%容许范围,手足口病、流行性感冒均选择5年预警模型,预警界值选取90%容许范围,水痘选择5年预警模型,预警界值选取85%容许范围。优选出的最优预警界值见表2。

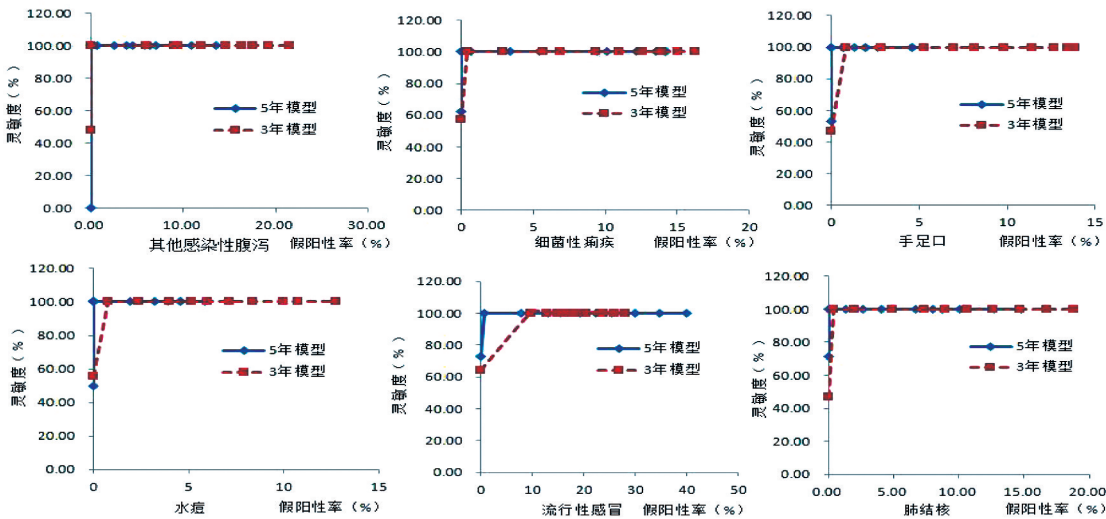


图1 怀柔区6种重点传染病预警界值ROC曲线

表2 怀柔区6种传染病比数图预警模型优选结果

病种	预警周期	预警界值	灵敏度 (%)	特异度 (%)	阳性预测值 (%)	阴性预测值 (%)	约登指数
其它感染性腹泻	5年	95%	100.00	100.00	100.00	100.00	1.00
细菌性痢疾	5年	95%	100.00	100.00	100.00	100.00	1.00
手足口病	5年	90%	100.00	99.35	75.00	100.00	0.99
水痘	5年	85%	100.00	100.00	100.00	100.00	1.00
流行性感冒	5年	90%	100.00	92.31	72.22	100.00	0.92
肺结核	5年	95%	100.00	100.00	100.00	100.00	1.00

2.4 模型适用性评价 通过SPSS 18.0绘制P-P图、K-S检验对上述6种传染病数据进行正态性检验,结果见图2、表3。其它感染性腹泻病周报告病例数服从近似正态分布,其余5种均不服从正态分布,因此,细菌性痢疾、手足口病、水痘、流行性感冒、肺结核均不适用于比数图法,仅其它感染性腹泻病适用于比数图法进行传染病预警方法的研究。

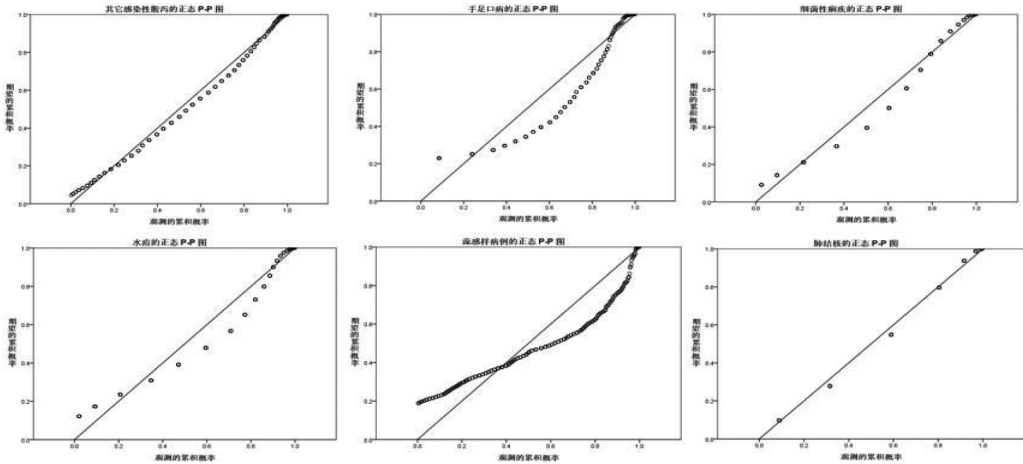


图2 怀柔区6种重点传染病周报告病例数的正态P-P图

表 3 怀柔区 6 种重点传染病周报告病例数 K-S 检验结果

病种	Kolmogorov-Smirnov Z 值	P 值
其它感染性腹泻	1.334	0.057
手足口病	4.696	<0.001
细菌性痢疾	3.486	<0.001
水痘	3.883	<0.001
流行性感冒	3.915	<0.001
肺结核	3.646	<0.001

3 讨 论

比数图法又称历史极限法 (historical limits method), 是一种基于历史资料建立的定性预警方法, 1990 年 4 月美国首次将比数图法用于国家传染病监测系统^[11], 证明该方法在公共卫生监测中是一种可行的方法; 目前我国学者对该方法的应用并不多, 邓志红等^[8]将比数图应用于甲型病毒性肝炎流行趋势预测, 证实预测效果良好。虽然本研究所选 6 种传染病中仅其它感染性腹泻病服从近似正态分布, 但是为了比较不同基线长度、不同预警界值之间预警功效的大小, 故均纳入研究中。目前对于“流行”的判定仍无国际统一标准, 国内研究^[12-15]对杨维中等^[10]采用的“流行”标准较为认可, 与本文一致。

评价预警效能的基本指标是灵敏度、特异度和阳性预测值, 在优选预警界值时, 一个重要原则是取得这三项指标的平衡^[12]。ROC 曲线可以很直观地显示出这个较好的平衡点, 即曲线上最靠近坐标轴左上角的那点, 代表此点的界值功效最大。在实际工作中, 合适界值的选取既要考虑预警的功效, 又要考虑传染病的危害程度、发病水平、暴发频率等, 从而灵活设置预警界值。例如手足口病、水痘和流行性感冒, 易引起集体单位暴发, 为避免因漏掉疫情产生严重后果, 应提高灵敏度; 对于其它感染性腹泻病和细菌性痢疾, 则考虑提高特异度, 尽可能剔除假阳性, 提高疫情处置的效率。另外, 对于基线水平较低的病种 (例如肺结核), 较高的预警界值与较低的预警界值均能及时探测到暴发, 但较高的预警界值可以减少预警信号, 而对于基线水平较高的疾病 (例如其它感染性腹泻、细菌性痢疾), 则需要较低的预警界值以确保及时、灵敏地预警^[16]。

预警技术的研究是建立在历史数据的收集和基线建立的基础上, 本研究分别选择 5 年和 3 年作为历史基线长度, 发现 5 年模型的功效优于 3 年模型, 与高艳青^[17]、杨维中^[10]、邓志红^[8]等研究一致。分别用前 3 年或前 5 年的历史数据对第 4 年或第 6 年进行验证并对预警效能进行评价, 最后将每年的结果进行累加进行评价的方法。研究表明, 以月报数据为基础和以周报数据为基础的预警比较, 在进行短潜伏期的传染病

暴发可能存在时间滞后性的缺陷^[18], 因此本研究采用周报数据进行研究。

综合考虑, 其它感染性腹泻、细菌性痢疾、肺结核选择 5 年模型、95% 容许范围作为合适的预警界值, 手足口病、流行性感冒选择 5 年模型、90% 容许范围作为合适的预警界值, 水痘选择 5 年模型、85% 容许范围作为合适的预警界值; 因仅有其它感染性腹泻病数据服从近似正态分布, 最终确定其它感染性腹泻病适用于比数图 5 年预警模型, 最适预警界值为 95% 容许范围, 细菌性痢疾、手足口病、水痘、流行性感冒和肺结核均不适用于比数图法进行传染病预警。

本研究通过建立数学模型计算流行事件数量, 其结果仅是理论数值, 然后计算灵敏度、特异度、约登指数等指标, 并未考虑实际发生的传染病暴发的数量, 亦未对历史基线数据的暴发进行校正, 这是本研究存在的一个局限性, 在实际工作中, 还应根据资料的特点和现实意义应用多种模型进行综合预警。

参考文献

[1] 赖圣杰, 廖一兰, 张洪龙, 等. 2011-2013 年国家传染病自动预警系统中时间模型和空间模型应用效果比较 [J]. 中华预防医学杂志, 2014, 48 (4): 259-264.

[2] 孙兆丹, 马玉杰, 闫滨, 等. 运用移动平均法对黑龙江省麻疹发病情况进行统计预测 [J]. 黑龙江医学, 2012, 36 (11): 820-823.

[3] 王瑞平, 龙云, 刘会会, 等. 上海市松江区 8 种重点传染病控制图法预警界值优选研究 [J]. 中华预防医学杂志, 2014, 48 (1): 53-57.

[4] Nájera JA, Kouznetsov RL, Delacollette C. Malaria epidemics: detection and control. Forecasting and prevention [EB/OL]. [2013-04-10] (2016-5-10). http://whqlibdoc.who.int/hq/1998/WHO_MAL_98.1084.pdf.

[5] WHO. Early warning systems. Communicable disease surveillance and response (CSR) [EB/OL]. [2013-04-15]. <http://www.who.int/csr/labepidemiology/projects/earlywarnsystem>.

[6] 李健艺, 陈惠欢, 麦炜, 等. 肇庆市传染病自动预警系统运行情况分析与评价 [J]. 实用预防医学, 2016, 23 (7): 861-864.

[7] 陈伟. 移动平均线在合肥市肺结核疫情监测预警中的应用 [J]. 中国防痨杂志, 2011, 33 (10): 689-691.

[8] 邓志红, 胡世雄, 谭红专, 等. 甲型病毒性肝炎流行预警方法研究 [J]. 中国预防医学杂志, 2007, 15 (8): 635-639.

[9] 钱杰, 钟培松, 陈时千, 等. 某区腹泻症状监测控制图法预警技术研究 [J]. 中国医药指南, 2012, 10 (1): 3-5.

[10] 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.

[11] 尹志英, 方春福. 传染病预警预测方法探讨 [J]. 中国卫生统计, 2010, 27 (2): 218-220.

[12] 陈冬华, 钱杰, 李强, 等. 上海市嘉定区流感控制图法预警技术研究 [J]. 上海医药, 2013, 34 (1): 42-43.

[13] 钱程, 许妮娜, 马焰, 等. 江阴市两种丙类传染病控制图法预警界值优选研究 [J]. 职业与健康, 2016, 32 (2): 215-217.

[14] 李健艺, 麦炜, 陈惠欢, 等. 肇庆市其它感染性腹泻监测数据预警效果分析 [J]. 热带医学杂志, 2015, 15 (1): 119-121.

[15] 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.

[16] 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.

[17] 高艳青, 刘海博, 李冬梅, 等. 利用控制图法对不同流行状态下猩红热预警界值的研究 [J]. 中国卫生统计, 2012, 29 (6): 879-880.

[18] Najera J, Kouznetsov R, Dilacollette C. Malaria epidemics. Detection and control. Forecasting and prevention [R]. Geneva: World Health Organization, 1998.