

【综述】

传染病预测

邢慧娴¹, 杨维中², 王汉章²

[关键词] 传染病; 预测; 数学模型

[中图分类号] R183 [文献标识码] A [文章编号] 1006-4028(2004)06-639-04

20 世纪 40 年代, 德国人费莱泰姆首先提出了预测技术的理论, 60 年代以后, 随着计算机的应用和逐步推广, 预测理论及其应用得到了迅速发展, 并日臻完善, 逐渐成为一门自成体系的学科^[1]。

自预测技术引入到医学领域后, 广泛地应用于传染病流行趋势预测, 人口预测, 患者预后预测, 人才预测, 医院床位、人员、经费预测等方面。

在我国, 传染病预测方法研究起步较晚, 80 年代以后才得到较快的发展, 逐渐成为疾病监测工作中的热点。各级疾病预防控制中心的工作人员和医学院校的科研人员从不同疾病、不同层次、不同方法对传染病的预测进行了大量研究, 所用预测方法多种多样, 研究病种也各不相同, 主要涉及肾综合症出血热、血吸虫病、肺结核病、流行性脑脊髓膜炎、麻疹、乙型脑炎、甲肝、乙肝、痢疾、麻风等多种重点传染病。

1 传染病预测方法分类

传染病预测就是根据传染病的发生、发展规律及有关因素, 用分析判断和数学模型等方法对可能发生的传染病的发生、发展和流行趋势作出的预测,

是制定预防和控制传染病的长远或近期应对策略的前提。

传染病预测方法种类较多, 分类方法各异^[2]。按预测时限长短可以分为短期预测(月、季、半年、1 年), 中期预测(1~3 年), 长期预测(>3 年); 按预测方法可以分为定性预测、定量预测和综合预测。

2 预测步骤

在进行传染病预测之前首先要掌握需预测疾病的流行病学基本因素和过去在人群中的流行情况, 分析发生变化的原因, 要充分考虑影响相关疾病预测的病原、宿主、环境因素, 以及疾病的分类方法、新诊断方法的引进或特别的干预措施的实施等。

2.1 确定预测对象和预测时限 一般来说, 预测都是为预防和控制传染病服务的, 需预测的传染病应该是构成重要卫生问题的重点疾病^[3]; 同时要根据预测的目的确定预测的时限, 如果预测是为了控制近期内传染病的暴发与流行, 可确定为短期预测, 如果预测是为了制定传染病流行控制策略, 则确定为长期预测。

2.2 收集资料 包括疾病监测资料、历史记录、专

2.5 扫描速度的影响 选择不同的扫描速度 200~500 mv/s 进行实验, 结果表明随扫描速度的增加, 峰电流逐渐下降, 峰形变差。故本研究选择 250 mv/s 的扫描速度。

2.6 起始电位的影响 选择不同的起始电位 -1.00~-1.60 v 进行实验, 随着起始电位负移, 峰电流明显降低。故本研究选用 -1.10 v 为起始电位。

2.7 pH 值的影响 对 pH 值为 5.3、5.6、5.9、6.2 的磷酸盐介质进行实验, 结果表明 pH 值 < 7.0 时,

峰电流减小; pH 值为 8.04 时, 峰电流低, 峰形差; 而在 pH 值为 7.0 磷酸盐介质中峰形较清晰, 峰电流较稳定。

3 参考文献

- [1] 李青, 方赤光, 常新. 薄层色谱法快速测定溴敌隆毒饵中的溴敌隆[J]. 中国公共卫生, 1993, 9(11): 523.
- [2] 陈锋, 王宏光, 陈军. 薄层色谱-紫外分光光度法测定溴敌隆乳油中的有效成分[J]. 分析实验室, 2001, 20(2): 39-40.
- [3] 陈玲妹, 陈卫东. 反相高效液相色谱法测定生物检材中的溴敌隆[J]. 中国法医学杂志, 1994, 9(1): 34-35.
- [4] 王河川. 示波极谱在卫生检测中的应用[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 1993.

1 中国协和医科大学公共卫生学院 (北京 100050)

2 中国疾病预防控制中心

第一作者简介: 邢慧娴, 女, 在读研究生, 主管医师, 流行病。

(收稿日期: 2004-06-15)

题调查和纵向调查, 其中疾病监测资料是最全面和最重要的, 是其他资料所不能取代的基础资料。为了保证资料的完整性和可信度, 要采用条件下方法对资料进行认真检查, 对资料中的缺损值、异常值进行校正。

2.3 分析资料 首先确定资料的性质, 分析资料是否属于线性资料, 是否有周期性和季节性变化等; 其次根据资料的性质和预测的目的选择不同的预测方法进行预测。

2.4 考核预测效果 预测结束后, 应对预测效果进行分析和评价, 观察实际值与预测值之间的偏差, 对模型进行修正。

3 预测方法介绍

3.1 定性预测 定性预测是通过当地传染病发生、发展规律及其有关因素的具体分析, 判断该病即将流行的趋势和强度。定性预测主要包括流行控制图法、比数图法、模糊数学理论、马尔可夫链等, 其中流行控制图法和比数图法是目前国外正在应用的传染病预警的基本方法。另外, 地理信息系统 (GIS) 和遥感技术 (RS) 作为新兴的高科技技术, 近年多应用在寄生虫病和虫媒传染病的预测上, 如对血吸虫病和疟疾的预测, 可以准确、快速地预测流行强度和范围^[4~6]。

3.1.1 流行控制图法^[7] 流行控制图法是由美国 W. A. Shewhart 于 1924 年首创, 最早用于检验和判断重复实验的准确度和精密度。控制图法适用于各种分布的传染病, 对于具有季节性流行或周期性流行规律的传染病, 效果较好。图中有 3 条曲线, 分别代表上警戒线、下警戒线和中位数线, 根据发病率的大小和疫势发展的快慢可以推测传染病发生或流行的趋势或强度。警戒线是可以调整的, 如对甲型流感的预测, 即以 $\bar{x} \pm 2s$ 为上下警戒线^[8], 流行控制图法方法简单, 指标容易得到, 在疾病监测中是一种较好的“预警”方法^[8~9]。

3.1.2 比数图法 比数图表法适用于发病数呈正态分布的传染病, 比数 (R) 的计算公式如下:

$$R = A / \bar{x}, R \text{ 的 } 95\% \text{ 的可信区间: } 1 \pm 1.96 s / \bar{x}$$

A 为分析当月某病的发病数, \bar{x} 为该病近 5 年同月及其前后 1 个月 (即 15 个月) 的发病数的月发病均数, s 为标准差, 一般是利用某地近 5 年传染病的月 (或 4 周) 发病数据来计算比数。若比数超出此上限范围, 表示有流行的征兆^[10]。

1990 - 04, 美国首次将比数图法用于国家传染病监测系统, 做出 “Current/ Past Experience Graph”, 公布在《发病率和死亡率周报》上^[11], 供流行病学专家、流行病学工作者参考。随后, 在对系统的评价

中, 认为比数图法在公共卫生监测中是一种可行的好方法^[12~14]

3.2 定量预测技术 定量预测是借助数学手段利用原始资料, 建立恰当的数学模型, 预测未来传染病的发病数和发病率, 其预测精度与可靠性取决于数据的准确性和模型的科学性。根据自变量的多少可分为时间序列模型和多因素模型。

3.2.1 时间序列预测模型 时间序列预测模型假设预测对象的变化仅与时间有关, 根据它的变化特征, 以惯性原理推测其未来状态。时间序列模型主要包括灰色动态模型、B - J 模型和回归预测模型等, 前 2 者是时间序列模型中比较重要的模型。

3.2.1.1 灰色动态模型 灰色动态模型是我国学者邓聚龙教授于 1982 年创立的, 后在各个领域得到了广泛的应用。它以颜色的深浅代表系统信息的完备程度, 由于人们对传统传染病的发病因素还未完全掌握, 所以构成了传染病发病或明或暗的灰色系统。其中应用最广泛的是 GM (1, 1) 模型。近年来, 我国的疾病监测工作者也在尝试将灰色系统理论引入到传染病的预测中, 目前关于这方面的应用实例比较多^[15~17]。从这些研究看, 灰色动态模型对样本容量和概率分布没有严格要求, 模型简单, 预测效果好, 适合于对流行因素较稳定的疾病进行短期预测^[17~18]。

3.2.1.2 Box - Jenkins 模型 Box - Jenkins 模型简称 B - J 模型, 是时间序列预测模型中最复杂、最高级的模型。它将预测对象随时间变化形成的序列, 看作是一个随机序列, 并呈现一定的规律性, 可以用数学模型近似描述。国外曾有人对 12 种不同的预测方法进行比较, 认为 B - J 模型仍是最好的预测模型之一, 适用 $n < 50$ 的非平稳时序^[19], 是一种精确度较高的短期预测模型^[20]。B - J 模型的缺点是计算过于复杂, 影响其在实际工作中的推广应用。

3.2.2 多因素模型 多因素分析是同时对观察对象的 2 个或 2 个以上变量进行分析, 从相互联系与制约的复杂关系中把握事物的本质。多元回归模型、逐步判别模型、小波模型等均属多因素模型。小波模型是统计学家新近引入预测领域的模型^[21], 正在成为国际上的一个研究热点。由于传染病流行特征的复杂性和多变性, 模型中的变量在不同地区、不同病种、不同时段都有不同的参数, 在实践中需不断进行调整, 限制了多因素模型的应用和推广。

3.3 综合预测法 综合预测主要是指应用 2 种或 2 种以上的预测模型对某种传染病进行预测, 在实际运用中更多的是把定性预测与定量预测相结合的方法。这种方法常常是将专家们评议的意见集中起来

综合评价、建模和分析,克服了过去预测方法的单一性、笼统性^[22],提高了预测结果的准确性。综合预测是现代统计预测方法本身发展的必然结果。

总之,目前传染病预测的方法很多,但因为所用资料和选择的病种不同,各种方法相互之间的可比性不强。定性预测方法简单、易懂,主要对流行趋势预测,而定性预测方法复杂,预测精度高,且越是精度高的方法,对资料的要求越高,计算越复杂。

4 传染病预测效果分析

在传染病预测中,任何预测方法都难免有误差,可以通过建立传染病预测预报跟踪信号,根据预测结果与实际发病情况之间的偏差对预测模型的有效性作出判断^[23];当预测无偏时,跟踪信号以预先设定的概率落在某一范围内,此时预测模型是有效的;当预测发生偏差时,跟踪信号则落在该范围之外,此时应对预测模型进行修正或重新建立新模型;也可以通过引进预测精度的概念和公式,判断某次预测是否正确,且通过多次的预测精度分析,评价某一预测技术是否适用^[24]。目前国际上也有通过计算灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值以及符合率来评价预测效果^[25]。

5 预测与预警

预警是利用预测技术,及早发现传染病异常变化的苗头,发出警示,提醒流行病学专家和工作人员及时调查核实,以达到早发现早处理的目的。传染病预警是预测技术在实际中的重要应用,世界卫生组织正大力宣传建立预警系统的必要性,并在 2000 - 2004 年相继帮助苏丹、伊拉克、塞尔维亚、摩洛哥和马其顿等国家建立了传染病早期预警系统^[26]。用于预警的预测技术,应当能体现短期化、简单化、经常化和模型自动化的特点^[27]。

6 传染病预测中需注意的几个问题

6.1 资料的完整性和可信度 在资料收集过程中,资料的完整性和可信度是非常重要的,直接影响到预测结果的准确性。所以,对一些能对将来传染病的模式变化可能起作用的相关因素的资料也应列在收集的范围中,如气候变化、人的生产方式和行为变化、遗传学变异等因素,特别是干预措施的引进及其对人群免疫有影响的因素,都应考虑在我们收集的范围中。同时,对收集到的资料,要调查资料的来源,采用统计学方法对资料认真检查,对资料中的缺损值、异常值进行校正。

6.2 预测的及时性 对于疾病监测工作人员来说,利用常规监测资料,及时、准确地预测传染病的发

生、发展和结局,是一个很大的挑战^[28]。过去人们对预测效果的评估主要针对他的准确性而忽略了它的及时性,特别是当预测在预警中应用以后,及时性问题已经越来越受到重视^[29]。预警的及时性可以用事件发生的时间减去预测的时间来计算,并通过选择不同的预警阈值来提高^[25]。

6.3 重视预测效益 预测效益是指通过预测活动可能带来的效益,包括收益者或收益者的社会效益和经济效益,他是现代传染病预测的一个重要特征,是市场经济和社会时代发展的必然。在传染病预测效果评价中,预测效益评价也是一项重要的内容,目前国内还未开展这类研究。

6.4 预测的局限性 由于我国预测预警所用的历史资料,主要来源于法定传染病报告系统,其完整性和可信度各地差异很大,因此应充分考虑其局限性,对其结果的解释和利用要审慎。

目前,随着人们对传染病流行规律认识的不断深入和传染病报告管理制度的不断加强,传染病预测的精度也有了很大提高。但是由于流行因素的复杂多变,许多与预测有关的问题还需我们不断研究探讨,同时,新的历史时期对传染病预测研究也提出了更新更高的要求。

7 参考文献

- [1] 于爽. 医院统计 [M]. 西安: 第四军医大学出版社, 1995: 61 - 62.
- [2] 孙振球. 医学统计学 [M]. 北京: 人民出版社, 2002: 352.
- [3] 曾四清, 李燕编译. 传染病预测 [J]. 广东卫生防疫, 2000, 4: 91 - 93.
- [4] 杨国静, 周晓农, J. B. Malone, 等. 应用遥感资料预测疟疾流行趋势的可行性研究 [J]. 中国寄生虫病防治杂志, 2002, 6(15): 339 - 341.
- [5] 杨国静, 周晓农, J. B. Malone, 等. 江苏省疟疾流行地理信息系统预测模型的研究 [J]. 中华预防医学杂志, 2002, 2(36): 103 - 105.
- [6] 周晓农, 胡晓抒. 地理信息系统应用于血吸虫病的监测 [J]. 中国血吸虫病防治杂志, 1998, 6(10): 321 - 324.
- [7] 赵仲堂. 流行病学研究方法与应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [8] Quenel p, Dab w. Sensitivity specificity and predictive values of health service based indicators for the surveillance of influenza A epidemics [J]. International Journal of Epidemiology, 2000, 29: 905 - 910.
- [9] 杨倬. 流行控制图法在预测传染病发病趋势中的应用 [J]. 现代预防医学, 2003, 5(30): 665 - 667.
- [10] Current trends proposed changes in format for presentation of notifiable disease report data [J]. MMWR, 1989, 38(47): 805 - 809.

- [11] Changes in format for presentation of notifiable disease report data [J]. MMWR, 1990, 39(14): 234.
- [12] Melinda Wharton, William Price. Evaluation of a method for detecting outbreaks of diseases in six states [J]. American Journal Prevention Medicine, 1993, 9(1): 45 - 49.
- [13] Donna F Stroup, Melinda Wharton. Evaluation of a method for detecting aberrations in public health surveillance data [J]. American Journal of Epidemiology, 1993, 137(3): 373 - 380.
- [14] Jose G Rigau - Perez, Peter S Millard. A deviation bar chart for detecting dengue outbreaks in Puerto Rico [J]. American Journal of Public Health, 1999, 89(3): 374 - 378.
- [15] 胡明, 赵春暖. 灰色模型在传染病预测中的应用[J]. 铁道医学, 1991, 3(19): 167 - 168.
- [16] 姜培安. 用灰色 GM(1, 1) 模型对间日疟流行态势的研究[J]. Journal of Mathematical Medicine, 1998, 2(11): 106 - 108.
- [17] 吴晓清, 丁筱竹. 应用灰色模型预测流脑发病率[J]. 江苏预防医学, 2000, 3(11): 35 - 36.
- [18] 冯丹, 罗艳侠. 流行性脑脊髓膜炎流行特征的灰色预测模型[J]. 数理医药学杂志, 2003, 2(16): 97 - 99.
- [19] P. Jack. Interactive Comparison of Forecasting Method [J]. Time Series Analysis, 1984: 444 - 459.
- [20] 丁守奎, 康家琦. ARIMA 模型在发病率预测中的应用[J]. 中国医院统计, 2003, 1(10): 23 - 26.
- [21] Li Yuan. Wavelet analysis is for change points and nonlinear wavelet estimates in time series. China statistics press, 2002.
- [22] 赵仲堂. 流行病学研究方法与应用[J]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [23] 马希兰. 疾病预测预报跟踪信号[J]. 中国卫生统计, 1997, 6(14): 39 - 40.
- [24] 王晓燕. 医学预测方法的精度分析[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2001, 5(14): 390 - 391.
- [25] Michael M Wagner, Fu - Chiang Tsui. The emerging science of very early detection of disease outbreaks [J]. Journal of Public Health Management and Practice, 2001, 7(6): 51 - 59.
- [26] Early warning systems. <http://www.who.int/csr/labepidemiology/projects/ewarn/en>.
- [27] 王启栋, 王贞洁, 刘荣甫. 现代卫生事业管理中的统计预测[J]. 中国卫生统计, 2001, 18(4): 245 - 248.
- [28] Stroup DF, Thacker SB. A Bayesian approach to the detection of aberrations in public health surveillance data [J]. Epidemiology, 1993, 4(5): 435 - 443.
- [29] Guthrie Birkhead, Terence L. Timeliness of national reporting of communicable diseases: the experience of the national electronic telecommunications system for surveillance [J]. American Journal of Public Health, 1991, 81(10): 1313 - 1315.

(收稿日期: 2004 - 11 - 15)

《第三军医大学学报》(半月刊) 征订启事

《第三军医大学学报》为国内外公开发行的综合性医药卫生类学术刊物。先后被确定为《中国科技论文统计源期刊》和中国自然科学类核心期刊; 并被《俄罗斯文摘杂志(AJ)》和《美国化学文摘(CA)》及国内所有相关收录机构所收录。2003 年荣获第二届国家期刊奖百种重点期刊。

本刊面向国内、外征稿, 报道医疗、教学、科研工作者在医药科研领域及临床工作中所取得的新理、新成果、新经验、新技术、新方法。主要栏目设有: 专家论坛、基础医学、临床医学、军事医学、预防医学、综述、技术方法、经验交流与个案短篇等。

本刊为半月刊, 铜版纸彩色印刷, 大 16 开, 96 页, 每期定价 10.00 元, 全年 240.00 元。国内统一刊号: CN51 - 1095/R, 国际标准刊号: ISSN 1000 - 5404, 国内邮发代号: 78 - 91, 国外邮发代号: M6529。请及时向当地邮局订阅, 漏订读者可直接汇款至我刊编辑部。欢迎订阅, 欢迎投稿!

地址: 重庆市高滩岩第三军医大学学报编辑部 邮编: 400038

联系人: 王红, 曾颖

电话: (023) 68752187 68752189

电子信箱: aammt@mail.tmmu.com.cn