

## 医院感染实时监控系统中疑似感染病例智能判断的实现

杜明梅<sup>1</sup>, 邢玉斌<sup>1</sup>, 索继江<sup>1</sup>, 薛万国<sup>1</sup>, 史洪飞<sup>1</sup>, 保鹏飞<sup>1</sup>, 霍 瑞<sup>2</sup>, 陈春平<sup>2</sup>, 刘运喜<sup>1</sup>

(1 中国人民解放军总医院, 北京 100853; 2 杭州杏林信息科技有限公司, 浙江 杭州 310053)

**[摘要]** **目的** 研发医院感染实时监控系統, 实现疑似医院感染病例的自动筛查与智能判断。**方法** 依据《医院感染诊断标准(试行)》中的感染诊断条件, 参考手工查阅病历的诊断经验, 制订出疑似医院感染病例的筛查策略和预警条件。从医院管理信息系统中实时提取感染相关信息, 系统根据各类信息与感染发生相关程度进行自动排序、整合、分析, 按科室输出疑似感染病例预警信息。与手工查阅病历的回顾性调查结果作比较, 验证系统的灵敏度与准确性。**结果** 3 600 张床位的医院应用该监控系统后, 每日发现疑似医院感染病例 30~40 例, 针对每例病例生成直观形象的感染相关信息时序图, 1 名感染管理专职人员每日处理所有病例时间只需 1~1.5 h; 同时可自动生成各种感染数据报表。与回顾性调查数据比较, 该监控系统确认的医院感染病例数增加 20%, 包含率 >95%。**结论** 该医院感染实时监控系統具有实时、高效、准确等特点。疑似医院感染病例的智能判断节约了感染管理专职人员病例筛查与感染诊断的时间, 为临床干预赢得最佳时期。

**[关键词]** 医院感染; 实时监控系統; 智能判断; 计算机; 信息系統; 信息获取

**[中图分类号]** R197.324 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9638(2012)02-0115-04

## Intellectual judgement on suspected healthcare-associated infection cases in the real-time HAI surveillance system

DU Ming-mei<sup>1</sup>, XING Yu-bin<sup>1</sup>, SUO Ji-jiang<sup>1</sup>, XUE Wan-guo<sup>1</sup>, SHI Hong-fei<sup>1</sup>, BAO Peng-fei<sup>1</sup>, HUO Rui<sup>2</sup>, CHEN Chun-ping<sup>2</sup>, LIU Yun-xi<sup>1</sup> (1 General Hospital of PLA, Beijing 100853, China; 2 Xing Lin Information Technology Limited Company, Hangzhou 310053, China)

**[Abstract]** **Objective** To achieve auto-screen and intellectual judgement on suspected healthcare-associated infection(HAI) cases in the real-time HAI surveillance system. **Methods** The screening strategy and prewarning condition of suspected HAI cases were formulated according to *Diagnostic Criteria of Healthcare-associated Infections* and experience in manually looking up HAI in medical records. The system can extract infection-related information from hospital information system (HIS), lab information system (LIS), radiology information system (RIS), and electronic medical record (EMR) system. All the information can be sorted, integrated and analyzed according to the correlativity between extracted information and development of infection. Then the pre-warning information of suspected infection cases are output according to different departments. The sensitivity and correctness of the system is validated through comparing with the result of retrospective study by manually looking up medical records. **Results** 30-40 suspected HAI cases in the hospital with 3 600 beds are found by the system everyday, one infection management professional can deal with all suspected cases between 1 and 1.5 hours; then all the infection data can be obtained automatically. Comparing with the result of retrospective study by manually looking up medical records, HAI cases confirmed by the system increases by 20%. **Conclusion** Real-time HAI surveillance system has the features of timeliness, high efficiency, and correctness. Auto-screen and intellectual judgement can save time for infection management professionals to screen and diagnose infection, and improve efficiency and effectiveness in preventing and controlling infection.

[收稿日期] 2011-08-01

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(30872155)

[作者简介] 杜明梅(1981-), 女(汉族), 山东省潍坊市人, 主治医师, 主要从事医院感染临床监测、控制与实验室研究。

[通讯作者] 刘运喜 E-mail: yunxiliu6511@yahoo.com.cn

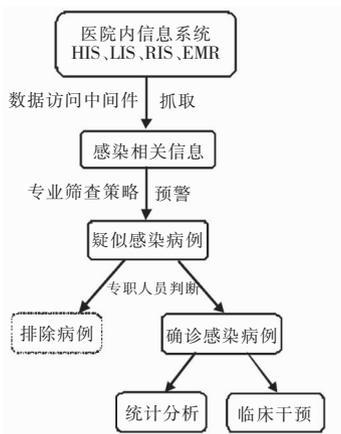
**[Key words]** healthcare-associated infection; real-time surveillance system; intellectual judgment; computer; information system; information obtainment

[Chin Infect Control, 2012, 11(2): 115 - 118]

近年来,医院感染发病呈上升趋势,暴发事件频发,警示我们采用当前以依靠医生上报和回顾性调查为主的工作模式进行医院感染监测,不能有效避免医院感染的发生。自 20 世纪 90 年代末开始,国内不少医院相继开发出自己的监测软件<sup>[1]</sup>,从最初的单机录入辅助统计分析,到目前依托医院信息系统建立的医院感染监测系统,均不同程度地提高了感染监测效率。从 2008 年开始,我们进行文献检索与现场调研,学习借鉴国内外 10 余所医院监控系统的研发思路与使用经验,自主研发“医院感染实时监控系统”,实现了住院患者疑似感染病例的自动筛查与智能判断,现报告如下。

## 1 材料与方法

**1.1 设计思路** 如何利用计算机从所有住院患者中自动筛查出疑似感染病例,将人的诊断思路转化成计算机“智能判断”条件? 如何确定筛查条件之间内在的逻辑性,使“智能判断”更为科学合理,保证筛查出的疑似感染病例具有较高的特异性和灵敏度。感染病例筛查策略的制订和实现尤为重要,这是系统研发的难点和核心问题。所有的疑似感染病例得到医院感染管理专职人员确认后,系统进行统计分析得到各种感染相关数据报表,用于反馈、干预临床科室及为感染管理提供数据支持。具体的设计结构与流程见图 1。



HIS: 医院信息管理系统; LIS: 实验室信息管理系统; RIS: 放射信息管理系统; EMR: 电子病历管理系统

图 1 感染病例的自动筛查与智能判断设计流程图

Figure 1 The flowchart of auto-screening and intellectual judgement on infection cases

**1.2 运行模式** 采用医院局域网浏览器运行模式,独立的服务器不影响院内局域网络的运行速度;系统根据设置每天定时自动启动数据加载,也可任意时间手动加载。3 600 张床位的医院,每天的感染相关数据 3~5 min 采集、分析完毕。

**1.3 专业策略的制订** 根据《医院感染诊断标准(试行)》和《医院感染监测规范》设定的感染诊断条件和危险因素,参考手工查阅感染病例的诊断经验,实时提取医嘱、检验结果、影像学结果、病程记录与护理记录中各种患者感染相关信息,如抗菌药物使用、培养出病原菌、血白细胞升高、发热、影像学检查结果、病程记录等。感染关键词,利用计算机“爬虫”技术抓取,即利用链接自动获取相关电子病历的文本内容,并采用中文分词技术提取特定主题及与该主题相关的关键词<sup>[2]</sup>。

按某感染部位诊断条件进行策略的设定,如“腹泻”的筛查预警策略为:大便常规白细胞异常升高;或 5 d 内送检大便常规 > 3 次(除去入院 48 h 内送检第 1 次大便常规);或病程记录中出现感染关键词“腹泻”二字;或护理记录每日大便 > 3 次。根据各信息与感染发生的相关程度进行权重排序,整合分析后输出疑似感染病例预警信息。各个筛查条件“或”“与”组合其他筛查条件,运行后筛查出疑似病例,进行特异性与灵敏度分析,不断调整筛查策略。

## 2 结果

**2.1 预警展示方式** 系统将自动筛查出的疑似感染病例预警按患者所在病区展示。系统将感染信息(病原菌、发热、血白细胞升高、抗菌药物使用等)和感染危险因素(呼吸机、导尿管、大静脉插管使用情况)集中在一起,组成针对患者感染部位的简单明了的预警展示图(图 2)。简单的病例,通过此预警展示图,可根据相关的感染信息和危险因素直接点击操作按钮进行诊断或排除。新预警为红色,确认后变黑色,排除后变灰色。既往已确认的感染部位和病原菌,以黑色标识,新预警中不再出现;出现新的感染部位及病原菌则重新预警;重点病原菌通过加“星标”进入重点关注预警栏,用于感染管理专职人员关注及临床干预处理。3 600 张床位的医院每日

产生疑似感染病例 30~40 例, 1 名感染管理专职人员处理时间只需 1~1.5 h。



图 2 疑似感染病例个案预警展示图

Figure 2 Pre-warning diagram of one suspected infection case

2.2 疑似感染病例预警的诊断 为方便感染管理专职人员处理预警病例, 提高感染诊断的效率和准确性, 系统设置不同的感染诊断判别方式, 用于诊断不同复杂程度的感染病例。稍复杂的病例, 可以查看病例的感染相关信息时序图(图 3)。各种感染信息以不同的形象化图标绘制成时序图(各项感染指标发生的时间、合并出现情况、演变动态情况), 一目

了然, 感染管理专职人员能对患者的感染病情迅速作出判断。如发热、病原菌、抗菌药物使用、呼吸机、尿管等侵入性操作, 分别以不同的图识标识出来, 以时间为横坐标绘制成时序图。将鼠标放在图识上可以显示具体信息, 如鼠标放在抗菌药物图标上, 会显示抗菌药物的具体名称。



图 3 病例感染相关信息时序图

Figure 3 Timing diagram of infection-related information of one infection case

更为疑难的感染,如需查看同一项检验指标(如 C-反应蛋白)变化情况,双击即可查看该指标的多次检查结果动态变化时序图,了解患者住院期间感染动态变化;如需查阅患者电子病历,系统可自动链接病程记录,“爬虫”技术标识的感染关键词,使感染管理专职人员翻阅病程记录时可以“一目十行”,大大节约其判断感染病例的时间,并提高诊断准确性。

**2.3 感染统计分析** 本系统对确认后的感染病例另行存储和统计分析,同时自动生成各种医院感染数据报表,如日报、周报、月报,主要内容包括:医院感染现患率、发病率、漏报率、病原菌、感染部位构成比、医生的感染专率等。并可分层次进行统计分析与结果展示,即对全院、每个病区均能提供任何时段、任何时段的分析结果,同时可提供感染发病率周变化趋势。各类统计分析结果均以表格、图形等多种方式展示,并可随时导出 Excel、Word 等格式,方便专职人员使用,并为上报至上一级医院感染管理部门预留数据上传接口。

**2.4 系统灵敏度与准确性验证** 为验证系统的敏感度与准确性,我们随机抽取 2009 年 2 个月的病例,与手工查阅病历回顾性调查方式获得的数据进行比较,结果显示,系统获得确认的感染病例数增加约 20%,包含率 >95%。

### 3 讨论

在医院感染管理工作中,监测是基础,管理是手段,防控是目的,组成一个循环,不断地减少医院感染的发生。而更重要的是我们如何做到早发现、早诊断、早干预,减少感染的发生,将损失降至最低。已有的国内监测系统<sup>[3-4]</sup>感染病例的获取大多来自临床医生上报,这依赖于临床医生的上报自觉性,而国内感染病例的漏报率较高,大大影响了监测的敏感度与有效性;或者有些监测系统<sup>[5]</sup>依靠条件查询筛查出疑似感染病例,而查询条件较单一(如:体温 >37.5℃),得到的疑似病例特异性差,灵敏度低;同时诊断时仍需手工查阅病历或检验结果,没有将感染相关信息作计算机系统形象化处理。因此,监测和诊断效率低、实时性差的问题未得到很好解决。

我们研发的“医院感染实时监控系統”对住院患者感染相关因素进行实时主动监测,自动预警,使用

灵活方便,获取信息及时、准确,实现疑似医院感染病例的自动筛查与智能判断。系统具备快速确诊或排除界面、病例感染相关信息时序图、“爬虫”技术标识病程记录中的感染关键词等功能,方便感染管理专职人员迅速判断患者感染情况;与手工诊断方法比较,每例判别速度提高 9 倍以上,大大提高了工作效率和准确性。同时,系统强大的数据采集及统计分析功能,可以得到大量的手工查阅病历无法获取的感染数据,如:每日现患率、全院及各病区导管(呼吸机、导尿管、大静脉置管)使用率、千日发病率等。

与手工查阅病历的回顾性调查数据相比,系统确认的病例包含率 >95%,系统未筛查出约 5% 的病例(多为上呼吸道感染),查找原因为:痰中检出草绿或奈瑟菌——这一筛查策略,由于特异性太低,假阳性太高,且感染多为上呼吸道感染,对医院感染控制关系不大,系统删除了这一策略,漏掉了部分上呼吸道感染病例。难以解决的感染病例医生漏报率高的问题,自本系统应用以来,由 70% 下降至 10% 以下。我们的工作经证实,感染管理专职人员带着感染数据对临床进行督导,容易取得医生的重视和信任,同时医生感染防控意识得到不断提高。系统研发的最终目标是为降低医院感染率,但由于本系统应用时间较短,尚未进行医院感染率数据变化的比较;同时,本系统的筛查感染病例策略依赖于微生物送检率及医生病程记录,而目前国内医院病原微生物学送检率较低及临床病程记录不完善等现实情况影响筛查灵敏度的进一步提高。

### [参考文献]

- [1] 史锋庆,高建宏,韩雪玲,等. 医院感染监测系统研制进展[J]. 中医药管理杂志, 2010,18(1): 29-31.
- [2] 何莘,王琬芫. 自然语言检索中的中文分词技术研究进展及应用[J]. 情报科学, 2008,26(5): 787-791.
- [3] 白波,王韬. 医院感染信息预警监测系统的设计与实施[J]. 中华医院感染学杂志, 2008,18(7): 988-990.
- [4] 赵岚,吴洁人,凌枫,等. 应用数据挖掘技术建立智能化医院感染监控平台[J]. 中华医院感染学杂志, 2010,20(12): 1733-1735.
- [5] 靳桂明,董玉梅,王琳,等. “医院信息系统”医院感染信息流监控方法的建立[J]. 中国感染控制杂志, 2008,9(7): 326-328.