

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20193704

· 论 著 ·

采用信息化技术实时标识与预警耐药菌

糜琛蓉¹, 王 群¹, 王亦晨¹, 倪语星^{1,2}, 张祎博¹, 李文慧¹, 石大可¹, 王 晨³, 韩立中²

(上海交通大学医学院附属瑞金医院 1. 院感科; 2. 微生物科; 3. 计算机中心, 上海 200025)

[摘要] **目的** 探讨通过信息化技术实时标识与预警耐药菌的方法, 以便临床及时获取耐药菌信息。**方法** 2015年对 HIS、LIS、医院感染监测三方系统接口进行改造, 以 HL7 为接口框架设计标准、LIS 为基准数据来源以及 HIS 为患者信息库, 在常用界面实现多方信息交互, 对检出的耐药菌进行标识和预警, 比较信息化前后耐药菌识别情况。**结果** 通过信息化建设, 信息化界面显示, 耐药菌判定规则可以随意变动, 数据结果更准确、及时。每日人工审核判定时间由 30 min 缩减至 2 min, 在任何内网计算机临床工作人员均可实时并方便地获得耐药菌信息。对耐药菌进行及时标识及干预后, 2015—2017 年医院感染控制重点科室耐药菌检出株数分别为 284、289、309 株, 耐药菌床日获得率分别为 9. 23%(284/30 773)、8. 91%(289/32 429)、8. 34%(309/37 031), 耐药菌床日获得率略有下降。**结论** 利用信息化技术, 实时发现耐药菌, 并对新发耐药菌进行及时标识与干预, 有效降低耐药菌感染率。

[关键词] 医院感染; 软件; 信息化; 接口; 耐药菌; 标识; 预警

[中图分类号] R181. 3⁺ 2

Real-time identification and early warning on drug-resistant bacteria by information technology

MI Chen-rong¹, WANG Qun¹, WANG Yi-chen¹, NI Yu-xing^{1,2}, ZHANG Yi-bo¹, LI Wen-hui¹, SHI Da-ke¹, WANG Chen³, HAN Li-zhong² (1. Department of Healthcare-associated Infection Management; 2. Department of Clinical Microbiology; 3. Computer Center, Ruijin Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200025, China)

[Abstract] **Objective** To explore the method of real-time identification and early warning of drug-resistant bacteria through information technology, timely obtain information about drug-resistant bacteria in clinic. **Methods** Interface of Hospital Information System(HIS), Laboratory Information Management System(LIS) and healthcare-associated infection(HAI) surveillance system were reconstructed in 2015, HL7 was used as interface framework to design standard, LIS was as baseline data source and HIS as patient information database, multi-information exchange was implemented on the commonly used interface, identification and early warning of detected drug-resistant bacteria was conducted, identification of drug-resistant bacteria before and after informationization was compared. **Results** Through the information construction, the information interface showed that the rules of drug-resistant bacteria determination can be changed at will, data results were more accurate and timely. The judgment time of manual review was reduced from 30 minutes to 2 minutes every day, information of drug-resistant bacteria can be obtained timely and conveniently on any internal network computer by clinical staff. After timely identification and intervention of drug-resistant bacteria, 284, 289 and 309 strains of drug-resistant bacteria were detected in key departments of HAI control in 2015 - 2017, drug-resistant bacteria per 1 000 bed-day were 9. 23%(284/30 773), 8. 91%(289/32 429), and 8. 34%(309/37 031) respectively, with a slight decrease. **Conclusion** Through information technology, drug-resistant bacteria can be found timely, and new drug-resistant bacteria can be identified and intervened in time, so as to effectively reduce the infection rate of drug-resistant bacteria.

[收稿日期] 2018-05-07

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目(81772245); 国家卫生计生委医药卫生科技发展研究中心课题(2017ZX01001S1-04); 第四轮上海公共卫生三年行动计划重点学科建设项目传染病与卫生微生物学(15GWZK0102)

[作者简介] 糜琛蓉(1974-), 女(汉族), 江苏省苏州市人, 副主任护师, 主要从事医院感染防控研究。王群为共同第一作者。

[通信作者] 倪语星 E-mail: nyx64132@rjh. com. cn

[Key words] healthcare-associated infection; software; informationization; interface; drug-resistant bacteria; identification; early warning

随着耐药菌的检出增多,因耐药菌感染致死的病例越来越多,耐药菌的种类也在悄然发生变化,据推论,2050 年耐药菌所致死亡病例比癌症所致死亡比例高^[1-2]。人们开始意识到滥用抗菌药物的危害,并越来越重视耐药菌的监测与防控。结合耐药菌判断规则的变化,及时标识耐药菌,发现耐药菌感染病例,针对性地进行治疗和防控是耐药菌防控工作的重中之重。以往是通过微生物室对耐药菌化验单盖章标识,医生、护士在繁多的化验单中查阅化验单结果,耐药菌往往未被及时识别出。随着信息化的发展,利用信息化手段及时辨识和预警耐药菌显得越来越重要。国外学者在实行 AMS(antimicrobial stewardship)管理时的障碍之一是缺少信息化技术^[3]。国内文献^[4-13]显示,不同学者开始关注信息化技术在耐药菌防控中的应用与效果。本研究通过信息化技术实时对耐药菌进行标识与预警,现将实现的方式阐述如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象 2012 年、2015—2017 年某院微生物室临床标本培养分离的病原菌。

1.2 研究方法 2012 年在化验单上人工标识耐药菌,2015 年对 HIS (Hospital Information System)^[14]、LIS(Laboratory Information Management System)^[15]、医院感染三方系统接口进行改造,以卫

生信息交换标准 HL7(Health Level 7)^[16]为接口框架设计标准,LIS 为基准数据源,以及 HIS 为患者信息库,在常用界面实现多方信息交互,对检出的耐药菌进行标识和预警。标识时可以根据不同的耐药菌判定规则(如耐亚胺培南的耐药菌,对三种及以上不同抗菌药物耐药的多重耐药菌等)进行自由标识。选用医院日常开展的重症监护病房监测的所有数据进行统计分析,计算耐药菌千床日获得率,比较耐药菌标识信息化前后相关数据的变化。

2 结果

2.1 耐药菌信息化标识界面 在 LIS 中添加各类耐药菌判定规则,微生物室发报告时,LIS 服务端自行按照设置的规则进行后台运算和耐药菌判定(见图 1),对于危害大的耐药菌在微生物室发送报告前自动提示,提请微生物室人员确认检验结果是否正确(见图 2),将符合判定规则的耐药菌数据在化验单报告上进行标识。同步将耐药菌信息推送至 HIS,在患者一览表上进行标识(见图 3),同时将住院期间第一次检出耐药菌的报告以邮件的方式发至耐药菌公共邮箱,告知医院感染管理科专职人员。邮箱可自动维护不同专职人员分管科室,从而使医院感染管理科专职人员可及时在微生物室发报告的第一时间获得耐药菌信息,及时采取隔离措施。

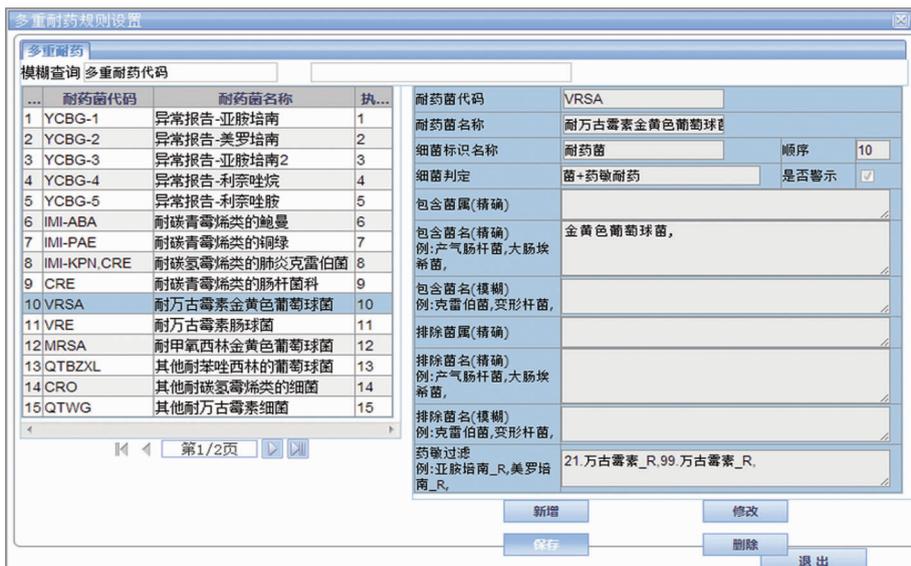


图 1 耐药菌规则设定界面(模拟耐万古霉素金黄色葡萄球菌)

Figure 1 Interface for drug-resistant bacteria (simulated vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*)



图2 耐药菌报告发送时对微生物室的自动提示界面(模拟耐万古霉素金黄色葡萄球菌)

Figure 2 Interface of automatic suggestion to microbiology room when drug-resistant bacteria was reported(simulated vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*)



图3 HIS患者一览表上耐药菌标识界面

Figure 3 Interface of drug-resistant bacteria identification on the list of HIS patients

2.2 耐药菌信息化标识前后获取相关数据的比较
 以往耐药菌标识是在微生物室审核发送并打印出纸质报告时,对耐药菌进行人工判定,人工盖“耐药菌”图章。医院感染管理科每周对微生物室报告导出原

始数据进行查询。耐药菌信息化标识前后获取相关数据的比较见表1。

2015年进行耐药菌及时标识后,2015—2017年医院感染控制重点科室(冠心病重症监护病房、急诊

重症监护病房、呼吸重症监护病房、外科重症监护病房、高干重症监护病房、骨髓移植科、心外重症监护病房、移植重症监护病房)耐药菌检出株数分别为 284、

289、309 株,耐药菌床日获得率分别为 9.23% (284/30 773)、8.91% (289/32 429)、8.34% (309/37 031),获得率略有下降。见表 2。

表 1 耐药菌信息化标识前后获取相关数据的比较

Table 1 Comparison of relevant data obtained before and after information identification of drug-resistant bacteria

项目	信息化前	信息化后
耐药菌使用判定规则(条)	3	18
每日人工审核判定时间(min)	30	2
临床获得耐药菌信息在微生物报告发送后的时间(min)	120	1
查看耐药菌界面	每张化验单	任何计算机内网界面
医院感染管理科获得耐药菌信息在微生物报告发送后的时间	1 d~1 w	1 min
医院感染管理科与微生物室对耐药菌界定人员	不统一	统一
医院感染管理科与微生物室每周对耐药菌界定不一致数(株)	0~5	0
临床知晓耐药菌与采取隔离措施时间	4 h~1 周	0 h~1 d
临床知晓耐药菌方法	看各病区患者化验单	刷新患者一览表

表 2 2015—2017 年瑞金医院医院感染重点科室获得性耐药菌检出情况(株)

Table 2 Obtaining of drug-resistant bacteria in key departments of HAI in Ruijin Hospital in 2015 - 2017(No. of isolates)

项目	2015 年	2016 年	2017 年
耐甲氧西林金黄色葡萄球菌	19	11	31
其他耐苯唑西林葡萄球菌	25	12	28
耐万古霉素肠球菌	2	0	1
其他耐万古霉素细菌	1	0	0
耐碳青霉烯类的肠杆菌科和/或产超广谱 β-内酰胺酶菌	78	105	137
耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌	123	105	91
耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌	33	46	17
其他耐碳青霉烯类细菌	3	10	4
合计	284	289	309

数据来源:2015—2017 年瑞金医院重症监护病房医院感染监测报告

3 讨论

医院感染监测中的实验室数据包括:生化、免疫、血、尿等各个实验室的各项检测项目,其中以微生物室检测结果的耐药菌判定最为复杂、多变,耐药菌的识别和预警最为重要。本次信息化的工作重点放在微生物耐药菌判定过程的信息化处理和同步预警上,主要包括:触发点、自定义规则、同步预警、检验报告单标识显示、数据传输、HIS 与医院感染监测软件标

识、邮件发送邮箱。

3.1 耐药菌实时信息化标识实现的关键点

3.1.1 耐药菌标识的时间点 常规医院感染监测软件往往在夜间读取 LIS 内数据后进行处理,对耐药菌的识别往往滞后 24 h,且无法与手机联系,无微生物室专业人员判定。目前的耐药菌标识时间点选取微生物室发报告时,且发邮件到公共邮箱。及时对耐药菌进行识别和标识,以利于临床尽早发现耐药菌和采取隔离措施。

3.1.2 耐药菌的判定维护界面宜用户自行界定和维护 耐药菌分特殊抗菌药物耐药、多重耐药、泛耐药、全耐药。随着微生物的进化,不断有新的耐药菌出现,所以判定规则时常会发生变化,同一细菌可能会产生不同的耐药机制,因此,在本信息化建设中设置了灵活可变的后台判定规则。

3.1.3 特殊耐药菌的确定需考虑判定的正确性 特殊耐药菌,如耐万古霉素的金黄色葡萄球菌(VR-SA)、耐万古霉素的肠球菌(VRE)极少,相对危害也较大。对此种耐药菌需在标识前进行拦截和重点提示,确保结果正确和方便微生物室人员及时发现特殊耐药菌,通知医院感染管理科和临床科室。

3.1.4 标识界面需方便临床医务人员查看,并提供需要的信息 耐药菌信息化标识实现前以人工电话通知临床为主,接电话的人员可能是不需要得知耐药菌信息的人员,由他通知临床相关人员存在信息中断和传递误差的可能。目前耐药菌标识“耐”,与其他临床常用信息标记汇总显示在一起,点开“耐”字,即

可查看耐药菌名称、检出时间和标本来源。

3.1.5 通过多重信息化通信手段,做到风险自动及时准确上报。利用电子邮件、微信、企业号等信息化工具,做到信息多重发布,有效利用生活中的通信工具,方便临床及时获得风险预警信息。通过预先设置的上报流程,满足各阈值要求的风险信息传达到临床,从而做到自动、及时、准确发送耐药菌信息。

3.2 耐药菌实时信息化标识的益处 全球对细菌耐药性的关注推动了政府和医院管理部门对病原学检测和抗菌药物使用政策化和法规化^[17]。耐药菌的判断规则并非像其他检测项目一样,超出某个临界值即可判定为耐药菌,而是需要将细菌培养结果与使用的药物敏感性结合起来判定。多数规则在各级菌(科/种/属/菌)、单个或多种药敏、唯一或同时耐药,三者都发生时才能判定。

通过信息化建设建立了便捷的后台维护界面,临床界面预警和邮件发送及时、准确。可按耐药菌的发生和耐药程度发展情况,实时更新耐药菌判定规则,可自由增加、删除、修改判定规则。可自定义各耐药菌规则是否在触发点提示微生物检验人员对耐药菌的复检,可自定义各耐药菌规则在触发判断时的优先判断顺序,可自定义各耐药菌规则在打印报告单时耐药菌标记显示的内容等。在耐药菌信息化标识后,医院感染管理科专职人员不再需要将耐药菌信息人工电话通知各病区医生、护士,可以将时间放在关注耐药菌预警后消毒隔离措施的落实和治疗方案的及时调整上,将耐药菌防控尽可能落到实处;耐药菌的错判率及漏判率均为 0,工作效率、数据准确性、预警及时性大大提高。在信息化技术和各系统软件平台的支持下,提升了医院感染管理科的信息化管理水平,将数据从产生、同步提示、预警、汇总到耐药菌标记报告单的输出打印,实现了不同数据库全电子后台无干扰运行模式,简单有效地提高了耐药菌的自动判别能力,保障了耐药菌精准的辨识度,为及时有效地实现实验室、临床科室、医院感染管理科多方同步提示提供了保障^[18]。

3.3 耐药菌信息化标识中需注意的问题 在信息化运转过程中,需定期检查更新耐药菌的规则与抽取查验数据的准确性,避免基础数据变更、数据库迁移、数据库接口损坏、意外断网等因素对耐药菌标识准确性和效率的影响。及时关注发现微生物的变迁进程,对新发耐药菌及时进行标识和干预,是今后耐药菌防控工作的新重点。

控制多重耐药菌感染的发生与传播,最重要的

是需要提高医护人员对控制措施的执行力度^[8]。在耐药菌信息化标识的同时,还需要及时采取防控耐药菌传播的措施,常规做好标准预防工作,降阶梯使用抗菌药物,减少食物链中抗菌药物的使用,研发新型抗耐药菌抗菌药物,研究传统抗感染中药在耐药菌治疗中的应用等,才能真正有效减少耐药菌的产生及降低其对人类的危害。

致谢:向上海腾程医学科技有限公司对本研究所提供的支持与帮助表示衷心的感谢!

[参考文献]

- [1] Bassetti M, Poulakou G, Ruppe E, et al. Antimicrobial resistance in the next 30 years, humankind, bugs and drugs: a visionary approach[J]. Intensive Care Med, 2017, 43(10): 1464 - 1475.
- [2] Sirijatuphat R, Sripanidkulchai K, Boonyasiri A, et al. Implementation of global antimicrobial resistance surveillance system (GLASS) in patients with bacteremia[J]. PLoS One, 2018, 13(1): e0190132.
- [3] Howard P, Pulcini C, Levy Hara G, et al. An international cross-sectional survey of antimicrobial stewardship programmes in hospitals[J]. J Antimicrob Chemother, 2015, 70(4): 1245 - 1255.
- [4] 马文晖,王力红,张京利,等. 信息化监测在多重耐药菌防控中的应用[J]. 中国医院管理, 2012, 32(3): 80.
- [5] 茅艇华,李阳洋,蒋卓娟,等. 院感信息化上报平台对重症监护室护理管理质量的影响[J]. 解放军医院管理杂志, 2017, 24(10): 933 - 934, 948.
- [6] 王广芬,袁妍妍,陈士勇,等. 多药耐药菌信息化预警在医技科室中的应用评价[J]. 中华医院感染学杂志, 2015, 25(11): 2589 - 2590, 2640.
- [7] 邵小平,蒋卓娟,俞荷花,等. 重病监护病房医院感染信息化管理效果评价[J]. 解放军护理杂志, 2017, 34(18): 55 - 57.
- [8] 赵文英,王琴,金章英,等. 信息化与危急值管理在提高多药耐药菌预防控制执行力中的应用[J]. 中华医院感染学杂志, 2015, 25(24): 5716 - 5718.
- [9] 顾国浩,邱骏,李勇,等. 临床微生物实验室数字化与信息化建设[J]. 临床检验杂志, 2013, 31(11): 805 - 808.
- [10] 佟青,张一兵,白璐. 医院感染多系统网络信息化交互性管理的实践与实效[J]. 中华医院感染学杂志, 2013, 23(23): 5759 - 5761.
- [11] 朱会英,韩鹏,田燕,等. 信息化技术在医院感染管理与监控中的应用[J]. 中华医院感染学杂志, 2012, 22(17): 3808 - 3810.
- [12] 蒋景华. 医院信息化感染管理系统的开发与应用[J]. 中国消毒学杂志, 2012, 29(2): 170 - 171.
- [13] 易滨,王芳,刘军,等. 医院感染管理信息化建设的初步探讨[J]. 中华医院感染学杂志, 2010, 20(21): 3364 - 3365.
- [14] 吴秋燕,王力华,张瑾,等. 浅谈医院信息系统体系架构[J]. 管

理观察,2016(14):136-138,141.

- [15] Pantanowitz L, Henricks WH, Beckwith BA. Medical laboratory informatics[J]. Clin Lab Med, 2007, 27(4): 823-843.
- [16] 赵海宁,徐凌忠. 实验室信息系统在医学检验中的应用探讨[J]. 中国卫生标准管理,6(29):1-2.
- [17] 国家卫生和计划生育委员会. 2013 年全国抗菌药物临床应用专项整治活动方案[S]. 北京,2013.
- [18] 沈定霞. 实验室主任在临床微生物检验中的作用及培训途径探讨[J]. 中华临床实验室管理电子杂志,2015,3(2):72-75.

(本文编辑:文细毛)

本文引用格式:糜琛蓉,王群,王亦晨,等. 采用信息化技术实时标识与预警耐药菌[J]. 中国感染控制杂志,2019,18(2):105-110. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20193704.

Cite this article as: MI Chen-rong, WANG Qun, WANG Yi-chen, et al. Real-time identification and early warning on drug-resistant bacteria by information technology[J]. Chin J Infect Control, 2019,18(2):105-110. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20193704.

· 信息 ·

全国医院感染监控管理培训基地 2019 年度 医院感染管理岗位培训计划

培训班名称及时间	培训目的	培训对象
第 140 届医院感染控制培训班—岗位基础知识班 (2019 年 3 月 10 日—3 月 15 日, 医院感染管理岗位培训合格证和国家继续医学教育 I 类学分证书)	提高转岗和新上岗医院感染管理专/ 兼职人员医院感染的监控管理水平, 持证上岗	各级公立医院和民营医院的医院感染监控专兼职人员和新上岗及转岗尚未进行医院感染专业知识培训人员
第 141 届医院感染控制培训班—多重耐药背景下抗菌药物临床合理应用与管理新进展培训班 (2019 年 3 月 15 日—3 月 19 日, 医院感染管理岗位培训合格证和国家继续医学教育 I 类学分证书)	提高感染性疾病诊断和治疗的水平, 并能参与抗菌药物合理使用管理, 推动合理用药	参加医院感染控制培训班人员
第 142 届医院感染控制培训班—医院感染预防与控制高级研修班 (2019 年 6 月 16 日—6 月 20 日, 医院感染管理岗位培训合格证和国家继续医学教育 I 类学分证书)	提高医院感染预防与控制的理论与实际操作能力, 推进医院感染管理工作, 优化医院感染控制队伍, 培养复合型医院感染管理专业人才	医院感染管理专/ 兼职人员的临床科主任
第 143 届医院感染控制培训班—检验专题培训班 (2019 年下半年时间待定, 医院感染管理岗位培训合格证和国家继续医学教育 I 类学分证书)	提高学员对检验技术的实际工作和操作能力 (限制招生 60 人)	医院感染管理科检验人员 (通知备案 0731-84327429)
第 68 届医院感染进修培训班 (2019 年 3 月—6 月或 2019 年 3 月—9 月)	提高医院感染监控管理工作水平	医院感染管理专/ 兼职人员 (10 人)
第 69 届医院感染进修培训班 (2019 年 9 月—12 月或 2019 年 9 月—2020 年 3 月)	提高医院感染监控管理工作水平	医院感染管理专/ 兼职人员 (10 人)
预防医学住院医师规范化培训招生 (每年 9 月招生)	培养适合医院感染管理工作的预防医学专业毕业生为主要目标	住院医师 (通知备案 0731-84327429)