

· 论 著 ·

检验仪器自动报警通知系统应用效果评价*

赵文玲¹, 胡 静¹, 胡朝军², 翟建昭¹, 李德均³, 武永康^{1△}

(1. 四川大学华西医院实验医学科, 四川成都 610041; 2. 中国医学科学院北京协和医学院
北京协和医院风湿免疫科/风湿免疫病学教育部重点实验室, 北京 100730;
3. 成都信通网易医疗科技发展有限公司, 四川成都 610045)

摘要:目的 评价检验仪器自动报警通知系统在临床检验工作中的应用效果。方法 建立检验仪器自动报警通知系统, 当仪器出现报警信息时可实时通过短信和微信将报警信息定向传输给指定操作人员, 提醒相关人员及时处理。以监控 7 台仪器 7 d 时间进行对比分析, 比较该系统使用前后检验标本完成时间及操作人员的满意度。结果 未使用报警通知系统时, 36 次需处理的报警信息每次使仪器待机, 较使用该系统延迟 (7.39±3.84) min, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 平均每天延迟 38 min; 对于“检测完成”提醒信息中共 20 次需要立即准备下一批次实验, 较使用该系统延迟 (8.95±5.85) min, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 平均每天延迟 25 min。未使用该系统会造成发现仪器待机不及时和实验中断时间过长而导致实验失败和试剂浪费。结论 检验仪器自动报警通知系统可显著节约人力配置, 提高工作效率, 避免试剂浪费, 亦可用于评价仪器故障率, 为实验室仪器智能化集中管理和仪器性能评价提供依据。

关键词: 检验仪器; 报警; 比对; 通知; 人工智能

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2020.09.004

中图法分类号: R-331; R446

文章编号: 1673-4130(2020)09-1038-04

文献标识码: A

Effect evaluation of automatic alarm notification system for clinical laboratory equipments*

ZHAO Wenling¹, HU Jing¹, HU Chaojun², ZHAI Jianzhao¹, LI Dejun³, WU Yongkang^{1△}

(1. Department of Laboratory Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China; 2. Department of Rheumatology and Immunology, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College/Key Laboratory of Rheumatology and Immunology, Ministry of Education, Beijing 100730, China; 3. Chengdu Xintong Netease Medical Technology Development Co., Ltd., Chengdu, Sichuan 610045, China)

Abstract: Objective To evaluate the application effect of automatic alarm notification system for clinical laboratory equipments in clinical testing. **Methods** A system using artificial intelligence and image identification technology have been created which can send alarm information to designated operator through SMS and WeChat to remind relevant personnel to deal with it in time. Seven clinical laboratory equipments were monitored for 7 days for comparative analysis to compare the testing time before and after the use of the system and the satisfaction of operators. **Results** When the alarm notification system was not used, 36 times of alarm information needed to be processed was delayed (7.39±3.84) min for each standby of the instrument compared with the use of the system, the difference was statistically significant ($P < 0.05$), the average delay was 38 min per day; the next batch of experiments should be prepared immediately for 20 times of "detection completed" reminder information, which was delayed (8.95±5.85) min compared with the use of the system, the difference was statistically significant ($P < 0.05$), with an average daily delay of 25 min. If the system was not used, the instrument would not be found in time and too long interruption of the experiment, which would lead to the experiment failure and waste of reagents. **Conclusion** The automatic alarm notification system of testing instrument can save manpower, improve work efficiency, avoid waste of reagents, and can also be used to evaluate the failure rate of instruments, which provides basis for intelligent centralized management of laboratory instruments and performance evaluation of instruments.

* 基金项目: 四川大学华西医院学科卓越发展 1·3·5 工程项目(ZYJC18042)。

作者简介: 赵文玲, 女, 技师, 主要从事临床免疫相关疾病研究。△ 通信作者, E-mail: vipwyk@163.com。

本文引用格式: 赵文玲, 胡静, 胡朝军, 等. 检验仪器自动报警通知系统应用效果评价[J]. 国际检验医学杂志, 2020, 41(9): 1038-1041.

Key words: clinical laboratory equipments; alarm; comparison; notice; artificial intelligence

准确的检验结果是临床医生进行疾病诊治的重要依据^[1-2]。目前,大中型医院检验项目可达近千个,大部分检验项目均采用半自动或全自动检验仪器进行检测。对于中型医院,即二级或三级医院而言,开展的检验项目至少包括生化、血常规、肝炎标志物、肿瘤标志物及自身抗体等 100 多项检验指标^[3],由于不同检验仪器所能检测项目有限,因此,中型医院通常使用 10 台左右检验仪器进行临床检验,而几乎所有的检验仪器均通过电脑进行控制。当仪器出现需要人为干预的状况时电脑显示器会弹出提示或警报,这时提示操作人员应及时处理,否则仪器将处于待机停滞状态,实验也无法继续进行。为避免此类问题的产生,实验室内每台运行的仪器都要有相关工作人员值守,反之,则可能导致较为严重的后果^[4]。因此,四川大学华西医院实验医学科研发了检验仪器自动报警通知系统,当检验仪器显示器出现报警提示信息时,若通过手机短信和微信通知操作人员,操作人员即使不在现场,也可在收到短信和微信后,及时到现场进行处理,有效提高工作效率,避免不必要的损失。四川大学华西医院实验医学科课题组采用人工智能图像比对方式^[5]实现报警信息的提取和推送(专利申请号 201910384610.9),现将该系统的运行效果介绍如下。

1 材料与方法

1.1 自动报警通知系统设计 自动报警通知系统包括硬件和软件两部分。

1.1.1 硬件 包括人工智能图像比对服务器,内存 16 G,硬盘 1 T,CPU i3,Windows7 操作系统,安装 SQL Server 2016。

1.1.2 软件 编写的应用程序包括 3 部分,即报警信息采集端、报警信息比对端、报警信息传送端。报警信息采集端:编写适用于不同系统的屏幕截图程序,其承担两项任务,即当仪器出现报警信息时,操作人员点击“PrtSc”截屏并填写报警信息及处理方法等内容,确定后上传至服务器保存作为报警信息库的一

条记录;其次,任务为定时截屏(1 帧/秒),并实时将截屏图片通过网络上传至报警信息比对端。报警信息比对端:报警信息数据库保存有各个仪器上传的报警信息记录,报警信息比对端逐条实时对比上传的截屏图片,当屏幕截图信息与报警信息知识库中的图片一致时,即触发报警信息传送端发送短信和微信。报警信息传送端:当前述程序触发信息推送平台时,可将报警信息(包括仪器名称、地点、报警信息内容、处理方法及紧急联系人等)通知给预先设定的相关操作人员,另微信推送除上述信息外,还包括报警图片。

1.2 监控仪器 Addcare ELISA 500 酶标仪 1 台,欧蒙 EUROBlot One 免疫印迹仪 3 台,欧蒙 Sprinter XL 荧光检测仪 2 台,欧蒙 EUROIMMUN Analyzer 全自动酶免分析仪 1 台。

1.3 方法

1.3.1 系统运行比较方法 将上述系统安装监控仪器运行 7 d(软件系统自动记录监控信息),之后系统停止运行 7 d(人工记录仪器出现的问题),除此之外,还对实验时间造成的影响和因重复实验造成的试剂浪费情况进行记录,以评价该系统运行效果。

1.3.2 操作人员体验评分方法 通过 9 位实验操作人员对报警通知系统的体验进行评分,总分为 10 分,分数越高,表示满意度越高。

1.4 统计学处理 采用 SPSS21.0 进行统计学分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,检验仪器自动报警通知系统使用前后的自身对照数据采用配对 t 检验,满意度调查结果采用独立样本 t 检验, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 自动报警通知系统运行结果 以 7 d 监控 7 台免疫检测仪为例,系统自动记录报警信息,按照报警信息是否需要人工干预分为两类,即需人工处理的仪器报警信息种类及发生频率和不需要人工处理的提醒信息种类及发生频率。见表 1、2。

表 1 需人工处理的仪器报警信息种类及发生频率

仪器名称	仪器台数(n)	报警信息种类(次/周)				
		样本量不足	缺少枪头	未放质控	缺少标本	试剂量不足
Addcare ELISA 500 酶标仪	1	3	4	0	1	0
欧蒙 EUROBlot One 免疫印迹仪	3	3	0	0	0	0
欧蒙 Sprinter XL 荧光检测仪	2	15	0	3	0	7
欧蒙 EUROIMMUN Analyzer 全自动酶免分析仪	1	2	0	0	0	0

2.2 报警通知系统未运行对实验的影响 根据人工记录的仪器报警信息种类及数量,7 d 必须处理的报警有 36 次,每次延迟处理时间为 3~20 min,平均延迟为 (7.39 ± 3.84) min,7 d 共延迟 266 min,平均每天延迟 38 min。而使用自动报警通知系统,操作人员可

及时赶到仪器旁进行处理,工作时间显著低于未使用系统的工作时间($t = 11.54, P < 0.05$)。

对于不需要马上处理或者根本不需要处理的提醒信息有 100 次,其中“检测完成”为 55 次。在“检测完成”中 20 次需要立即准备下一批次实验,这 20 批

次实验中每次延迟处理时间 5~30 min, 平均延迟为 (8.95 ± 5.85) min, 累及共延迟 179 min, 平均每天延迟 25 min, 工作时间显著长于使用系统的工作时间 ($t=6.83, P<0.05$)。

在未使用自动报警通知系统期间, 欧蒙 EURO-IMMUN Analyzer 全自动酶免分析仪酶联免疫吸附试验法检测抗中性粒细胞胞浆抗体特异性抗体时, 操作人员午饭后回来发现“缺少枪头”报警, 根据进度条显示报警时间为 15 min 前, 因此, 该批次实验失败需

要重新检测, 患者取检验报告时间推迟 150 min, 浪费试剂成本达 3 000 元。

2.3 技术人员满意度调查 本研究中 9 位日常操作人员对检验仪器自动报警通知系统使用前后的体验满意度进行了评分, 使用该系统前得分为 (6.56 ± 0.52) 分, 使用后得分为 (9.11 ± 0.48) 分, 使用该系统后的满意度明显高于未使用时 ($t=10.69, P<0.05$)。

表 2 不需要人工处理的仪器提醒信息种类及发生频率表

仪器名称	仪器台数(<i>n</i>)	提醒信息种类(次/周)		
		检测完成	离线	未监测
Addcare ELISA 500 酶标仪	1	7	0	2
欧蒙 EUROBlot One 免疫印迹仪	3	21	8	2
欧蒙 Sprinter XL 荧光检测仪	2	24	14	2
欧蒙 EUROIMMUN Analyzer 全自动酶免分析仪	2	18	8	2

注: 电脑开机时报警通知系统自动启动, 仪器控制电脑关机时提示离线状态。

3 讨 论

检验报告对于患者疾病的诊治至关重要^[6]。临床医生及患者尽早拿到准确可靠的检验报告是检验管理人员及操作人员共同努力的目标^[7]。近几十年来, 检验制造厂商、检验人员都在不断努力, 使检验报告向更快更准的方向进步^[8]。临床检验方法和仪器经历了手工操作、半自动分析和全自动分析的发展过程^[9]。目前, 大部分的检测项目均采用电脑控制的自动化检验仪器进行检测, 在一定程度上, 大型检验设备的应用体现了检验部门的水平^[10]。但无论哪种检验仪器, 都会出现一些报警信息, 一类为仪器本身故障信息, 这类问题需要及时通知维修工程师到现场进行处理; 另一类为标本、试剂及质控等问题的信息(即本研究中记录的报警/提醒信息), 这些信息需要操作人员进行及时干预, 即可使实验继续进行下去, 这就需要检验操作人员高度的责任心或者每台仪器均配备专职值守人员, 但这将浪费大量的人力。通常情况下, 一名操作人员管理多台检验仪器, 特别是操作人员忙碌间隙当中, 可能会由于去吃饭、去卫生间等花费一定的时间, 而恰在此时, 检验仪器可能会出现一些提示报警信息, 需要工作人员及时处理。

四川大学华西医院实验医学科课题组采用人工智能图片对比的方法设计并编程建立检验仪器自动报警通知系统, 实现所监控仪器的报警信息自动识别和报警。表 1 的结果显示, 使用人工智能检验仪器自动报警通知系统后, 相关工作人员每天可以节省 38 min, 可以实现 7 台仪器 1 台手机集中移动综合监控, 即 1 名工作人员即可高效监控多台仪器, 综合考虑, 可以减少 1 名操作人员值守仪器。表 2 的结果显示, 使用人工智能检验仪器自动报警通知系统后, 相关工作人员每天可以节省 25 min。按每人每天工作

时间为 8 h 计算, 使用自动报警通知系统后, 每位相关工作人员平均每天可以节省约 1/8 的工作时间, 总的来说可以节约 2/9 的人力配置。综上所述, 使用自动报警通知系统在一定程度上可以减少人员的配置, 从而提高工作效率、缩短工作时间。

对于免疫学实验, 虽然近些年自动化程度突飞猛进, 但是完成一轮检测仍用时较长^[11-12], 对于标本量大的实验室, 通常需要 2 轮甚至 3 轮检测才能完成当天的标本, 如欧蒙 EUROBlot One 免疫印迹仪检测抗核抗体谱, 检测 1 轮大约需要 3 h^[13], 四川大学华西医院实验医学科有时需要检测 3 轮才能完成当天标本检测。表 2 结果显示, 使用人工智能检验仪器自动报警通知系统亦可以监测仪器是否处于运行状态, 以及检测完成后可以及时进行下一轮的实验, 尽可能减少等待时间。另外, 四川大学华西医院实验医学科在下午下班前将标本及试剂准备好即可下班, 手机监控显得更有必要, 若有需要人为干预的信息提示, 则及时赶到科室处理, 至少可以避免顺延到次日而影响第 2 天的工作进度。若得到仪器检测完成的提醒信息, 工作人员也可以安心在家休息。

检验仪器自动报警通知系统对于提高管理及工作效率均具有重要的意义, 在实际实验过程中, 若以“非立即补加须进行复查”的原则^[14], 由于检验待机延长会有很多实验未及时发现待机状态而需要复查, 不仅增加检测成本, 更会延迟患者报告时间而造成潜在的医患纠纷。此外, 四川大学华西医院实验医学科课题组对该系统在使用过程中技术操作人员的满意度调查结果显示, 实验操作人员能切实感受到使用该系统后工作效率得到提高, 工作时间得以缩短。

检验仪器自动报警通知系统是人工智能产品在临床中的应用, 人工智能可以达到解放人力, 提高效

率的目的^[15]。建立该系统服务器可以共用临床信息系统服务器,其对计算能力要求并不高,由于软件系统功能并不复杂,投入成本较低,而且可以长期运用在日常临床工作当中,能够解决临床实际问题,因此,该系统必然会带来更多的经济收益。

4 结 论

总之,检验仪器自动报警通知系统可实现多台仪器移动集中监控,减少了仪器的人员值守,可远程了解仪器运行状态,操作人员满意度显著提高。此外,该系统可拓展应用于任何一种自动化检验仪器上,对于提高整体工作效率和评价仪器故障率提供数据支撑,值得在检验科及仪器厂商中推广使用。

参考文献

- [1] 解东涯,吴惠霞,李小红. 不合格检验标本的原因并探讨相应护理管理措施分析[J]. 中外女性健康研究,2018,26(11):190-191.
- [2] 欧志强. 医院检验科生化项目检验中室内质量控制失控研究[J]. 中国保健营养,2017,27(27):409.
- [3] 钟堃,王薇,何法霖,等. 全国医院检验科临床检验项目基本情况现状调查与分析[J]. 中华检验医学杂志,2015,38(9):637-641.
- [4] 朱镜飞. 临床医学检验质量控制的影响因素探讨及应对措施[J]. 当代医学,2015,21(19):78-79.
- [5] KRITANAWONG C,ZHANG H,WANG Z. et al. Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine[J]. J

Am Coll Cardiol,2017,69(21):2657-2664.

- [6] 匡萃峰. 浅谈临床医学检验重要环节的质量控制[J]. 医学信息,2015,29(20):124-125.
- [7] 陈维刚,太扎姆,文艺蓉. 浅谈基层医院检验科质量管理体系的建立[J/CD]. 临床检验杂志(电子版),2018,7(4):773-774.
- [8] 汪德宇. 临床检验工作的问题分析[J]. 中国卫生产业,2016,13(35):31-33.
- [9] 金红,富宏然,姜蕾,等. 浅谈检验医学及检验实验室的发展与未来展望[J]. 实验室科学,2015,18(3):196-198.
- [10] 陈宏文,李作家,温锐. 浅谈我国临床检验设备的发展现状[J]. 中国医疗设备,2016,31(7):180-183.
- [11] 张原琪. 自动化技术在临床免疫学检验中的应用与发展[J]. 国际医药卫生导报,2016,22(13):2017-2018.
- [12] 雷和月,王红旗,郭远瑜,等. 免疫学检验结果自动审核程序的建立及其应用[J]. 临床检验杂志,2015,33(5):388-390.
- [13] 高启健,向波,刘忠民. 抗核抗体两种检测方法在系统性红斑狼疮中的诊断性能比较[J]. 实用医学杂志,2017,33(9):1498-1502.
- [14] 武永康,胡朝军. 自身抗体检测问题及对策[J]. 中华检验医学杂志,2018,41(12):913-916.
- [15] 郑红颖,杨艳,倪佳琪,等. 人工智能临床应用研究进展[J]. 护理研究,2019,33(3):454-458.

(收稿日期:2019-10-18 修回日期:2020-01-15)

(上接第 1037 页)

- [6] ORHAN Z,HAMIT Y,ZEYNEP H D,et al. Rheumatoid factor and anti-cyclic citrullinated peptide(anti-CCP) antibodies with hepatitis B and hepatitis C infection[J]. Adv Clin Exp Med,2017,26(6):987-990
- [7] ISABELA S,LIDIA B,VIOREL B,et al. Serum biomarkers for discrimination between hepatitis C-Related arthropathy and early rheumatoid arthritis[J]. Int J Mol Sci,2017,18(6):1304.
- [8] PALAZZI C,BUSKILA D,D'ANGELO S,et al. Autoantibodies in patients with chronic hepatitis C virus infection; pitfalls for the diagnosis of rheumatic diseases[J]. Autoimmun Rev,2012,11(9):659-663.
- [9] ACAY A,DEMIR K,ASIK G,et al. Assessment of the frequency of autoantibodies in chronic viral hepatitis[J]. Pak J Med Sci,2015,31(1):150-154.
- [10] ARISTOTELIS T,THEOHARIS V,ALEXANDROS P,et al. Circulating autoantibodies to endogenous erythropoietin are associated with chronic hepatitis C virus infection-related anemia[J]. Hepatobiliary Pancreat Dis Int,2017,6(3):289-295.
- [11] 钟运华,庄俊华,赵蓉,等. 丙型肝炎病毒感染者 17 种自身抗体的检测及其临床意义[J]. 国际检验医学杂志,2014,35(3):275-279.
- [12] AMICO E D,PALAZZI C,CACCIATORE P E,et al. Anti-ENA antibodies in patients with chronic hepatitis C

virus infection[J]. Dig Dis Sci,2002,47(4):755-759

- [13] TRIER N H,NIELSEN I Ø,FRIIS T,et al. Comparison of antibody assays for detection of autoantibodies to Ro 52,Ro 60 and La associated with primary Sjögren's syndrome[J]. J Immunol Methods,2016,433(1):44-50.
- [14] CONWAY R,O'DONNELL R,FAHY R,et al. Anti-Ro 52 positive dermatomyositis presenting as rapidly progressive interstitial lung disease[J]. QJM,2014,107(7):593-594.
- [15] PATRICE C,CLOËC D,DAVID S,et al. Hepatitis C virus infection and rheumatic diseases; the impact of Direct-Acting antiviral agents[J]. Rheum Dis Clin North Am,2017,43(1):123-132.
- [16] 赵丹彤,闫惠平,檀玉芬,等. 抗 RO-52 抗体在自身免疫性肝病中的检测[J]. 中华微生物学和免疫学杂志,2009,29(7):656-659.
- [17] MONTANO-LOZA A J,SHUMS Z,NORMAN G L,et al. Prognostic implications of antibody to RO/SSA and soluble liver antigen in type 1 autoimmune hepatitis[J]. Liver Int,2012,32(1):85-92.
- [18] FATEMEH A,FARAH B S,MARYAM E,et al. The presence of autoantibodies to cytoplasmic rod and ring particles in the serum of patients with chronic hepatitis C virus infection[J]. Hepat Mon,2016,6(12):e4238.

(收稿日期:2019-09-02 修回日期:2020-01-02)