

国内门诊药房自动化发药系统发展现状及使用效果评价

林艳^a, 蔡志波^a, 黄梦珊^a, 高向波^a, 俞刚^{b*} (浙江大学医学院附属儿童医院, a.药剂科, b.信息中心, 杭州 310003)

摘要: 目的 了解我国门诊药房自动化发药系统的使用现状和效果, 为智慧药房的建设和发展提供参考。方法 以“自动化发药系统”“自动发药机”以及“使用”“效果评价”等为关键词, 检索中国生物医学文献数据库、CNKI、VIP 和万方数据库, 按照纳入和排除标准, 使用 PRISMA 流程图筛选符合标准的文献, 并提取研究数据。结果 共检索到文献 1 372 篇, 经筛选获有效文献 196 篇; 有 120 家医院至少 1 位作者介绍了本单位的门诊自动发药系统的建设(装机量 121 套), 或进行了使用效果评价。装机量前 3 位的品牌为韦乐海茨(Willach Heise)、艾隆(Iron)和欧蜗(Rowa), 分别占总量的 28.1%, 22.3%, 9.9%。设备使用可实现 40%~70% 的整处方自动化发放率, 与传统人工模式相比, 处方配发效率提高 30.0%~50.0%, 调配差错率下降 32.0%~66.0%, 劳动强度下降 18.4%~65.5%, 明显缩短患者取药时间, 优化门诊工作流程, 提高满意度; 但同时也存在机器故障多, 运行不稳定, 投入成本大的缺点。结论 门诊自动化发药系统发展迅速, 相对传统发药模式有较为明显的优势, 但也存在诸多不足。如何优化机器质量控制能力, 减少故障发生率, 发挥设备的最大优势, 还需要不断摸索和持续改进。

关键词: 自动化发药系统; 智慧药房; 信息化建设; 门诊流程优化

中图分类号: R952 文献标志码: B 文章编号: 1007-7693(2020)09-1131-08

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2020.09.020

引用本文: 林艳, 蔡志波, 黄梦珊, 等. 国内门诊药房自动化发药系统发展现状及使用效果评价[J]. 中国现代应用药学, 2020, 37(9): 1131-1138.

Evaluation of Development Status and Application Effect of Outpatient Pharmacy Automatic Dispensing System in Mainland China

LIN Yan^a, CAI Zhibo^a, HUANG Mengshan^a, GAO Xiangbo^a, YU Gang^{b*} (*The Children's Hospital, Zhejiang University School of Medicine, a.Department of Pharmacy, b.Information Center, Hangzhou 310003, China*)

ABSTRACT: OBJECTIVE This study aimed to investigate the current situation and effect of automatic dispensing system in the outpatient pharmacy in China, and to provide reference for developing “smart” pharmacy. **METHODS** CBM, CNKI, VIP and Wanfang literature databases were searched with the key words of “automatic drug distribution system” “automatic drug distribution machine” combined with “application” “effect evaluation”. According to the inclusion and exclusion criteria and PRISM flow diagram, valid literatures were included and analyzed. **RESULTS** A total of 1 372 studies were retrieved from the database, and 196 studies were finally included into the analysis after screening. At least one author in 120 hospitals introduced the construction of the automatic drug delivery system (121 units installed), or evaluated the user effect. Willach Heise, Iron and Rowa were the top three brands installed, accounting for 28.1%, 22.3% and 9.9% of the total brands, respectively. The overall automated prescription dispensing rate reached 40%–70%. Compared with the traditional manual mode, the dispensary efficiency increased by 30.0%–50.0%, the dispensary error rate decreased by 32.0%–66.0%, and the labor intensity decreased by 18.4%–65.5%, which significantly shortened the time for patients to obtaining medicine, optimized the outpatient service workflow, and improved patients' satisfaction. But at the same time, it also had many disadvantages including unstable operation and large investment cost. **CONCLUSION** The automatic dispensing system of outpatient service is developing rapidly and has obvious advantages over the traditional dispensing system. But there are also many disadvantages how to optimize quality control ability of automatic drug dispensing machine, reduce the failure rate and maximize the advantages of the equipment still needs to be explored and improved continuously.

KEYWORDS: automatic dispensing system; intelligent outpatient pharmacy; information construction; outpatient process optimization

基金项目: 浙江省基础公益研究计划项目(LGF18H260004)

作者简介: 林艳, 女, 硕士, 主管药师 Tel: (0571)88873414 E-mail: yflinyan@126.com *通信作者: 俞刚, 男, 硕士, 高级工程师 Tel: (0571)86670098 E-mail: yugbme@zju.edu.cn

近年来,随着医院信息化建设的推进以及对患者安全意识的提升,门诊药房自动化建设也随之迅速发展^[1]。据中国医学装备协会药房装备与技术专业委员会不完全统计,我国用盒装药品自动发药设备已超过 500 台^[2]。自动化发药设备通过条码以及无线射频识别等技术手段减少用药差错,提高患者用药安全^[3-4];机器自动化代替人力可将药师从繁重的调剂工作中解放出来,使药师有更多的时间提供药学服务,也契合药师转变药学服务模式的新趋势。为此,药房自动化建设不仅赢得了专业人士的认可,也得到了医院管理者的关注和重视^[5-6]。在医院新建或改建项目中配备一套自动发药机已成为重要内容,特别是大型综合性医院。

自动发药机价格昂贵,市场上各种品牌林立,质量性能参差,实际使用效果迥异。如何选择一套适合自己医院规模、业务流程、药品品种特点的机器,使它能发挥最大的潜能,也成为医院决策者最关心的问题。本研究通过文献检索,收集相关参数,分析各种品牌自动发药机在我国的使用现状、设备性能和特点,从文献角度评价自动发药机的实际使用效果以及存在的问题,为自动化药房建设的前期调研提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 定义

门诊自动发药系统(简称:自动发药机)是指集合加药、储药、发药 3 个功能的自动化发药成套设备,可添加智能药柜、拆零药品机、智能药篮以及传送带等辅助设备,实现门诊药房自动化发药功能,系统由硬件和软件 2 部分组成^[7]。

1.2 文献纳入和排除标准

①研究对象:门诊药房自动化发药系统,剔除智能存储柜以及住院药房、急诊药房、静脉用药集中调配中心、中药房等部门使用的其他自动化发药系统;②干预措施:使用新的门诊发药模式(自动化发药);③研究方法:随机对照试验、前后对照研究、观察性研究及使用经验介绍均可;④结局指标:任何一项评价设备性能参数以及使用效果的定量评价指标均可,如设备储药量、出药速度、加药速度以及处方调配能力、取药或排队等候时间、调剂差错率、患者满意度、劳动强度等,剔除无结局评价指标的综述或经验报道。

1.3 文献检索

计算机检索中国生物医学文献数据库(CBM, 1978 年—2019 年 5 月)、中国学术期刊数据库(CNKI, 1915 年—2019 年 5 月)、中国科技期刊全文数据库(VIP, 1989 年—2019 年 5 月)、万方数据库(Wanfang, 1997 年—2019 年 5 月),同时查看纳入文献的参考文献清单作为补充。中文检索词:自动化发药系统、自动发药机、自动化药房、智能药房、智慧药房、发药机、药房自动化、自动化调剂系统以及使用、建设、效果评价。

1.4 研究方法

使用文献管理软件 NoteExpress 管理已检索到的文献,根据纳入和排除标准,由 2 位研究者使用 PRISMA 流程图对文献进行筛选,如遇分歧,与第 3 位研究者讨论。研究者使用预先设计的数据提取表提取数据,内容包括:文献研究类型、作者机构、发药机品牌、设备性能参数、使用效果评价数据(如处方调配能力、取药或排队等候时间、调剂差错率、患者满意度、劳动强度、存在缺陷)。若文中未提及发药机品牌,电话联系作者确认。无法联系确认的标记为“不清楚”。

2 结果及讨论

检索到相关文献共 1 372 篇,根据纳入和排除标准,最终入选文献 196 篇,文献筛选过程见图 1。共有 120 家医院至少 1 位作者介绍了本单位门诊自动发药系统的建设(装机量 121 套),或进行了使用效果评价。通过文献、电话询问或厂家宣传资料共获得 119 家医院的装机品牌信息。

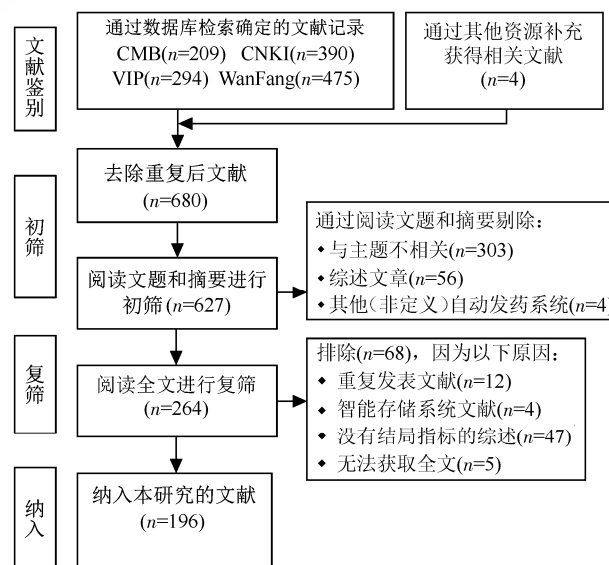


图 1 文献筛选流程图

Fig. 1 Flow chart of selected literature

2.1 各品牌门诊药房自动化发药系统使用现状评价

2006 年 8 月解放军总医院引进德国欧姆(Rowa)自动化发药系统,标志着我国首家自动化门诊药房的建成^[8]。从纳入文献的年发布量来看,我国近十年的门诊自动化发药系统发展迅速(图 2)。市场上可供选择的品牌多达十几种,进口品牌有德国韦乐海茨(Willach Heise)、德国欧姆、荷兰乐博(Robophama)、瑞士瑞仕格(Siwisslog)、日本汤山(YUYAMA),国产品牌有艾隆(苏州)、华康(北京)、瑞驰(深圳)、蝶和(北京)、国控(深圳)等。120 家医院药房装机量前 3 位的品牌为韦乐海茨、艾隆、欧姆,分别占总量的 28.1%(34/121)、22.3%(27/121)和 9.9%(12/121)。常用发药机品牌中,韦乐海茨、艾隆等市场的地域分布较广,欧姆主要分布于杭州、北京、南京等城市。区域上发展极不均衡,在中心城市及沿海发达地区的大学医疗机构,装机量多;而在内地、偏远地区及中小型医疗机构,装机量远远落后于上述发达地区,装机品牌数量和区域分布见表 1。需要指出的是,我国药房目前使用的发药机大多为商业公司通过物流延伸等合作项目捐赠或租赁,非主动投入,因此品牌选择受很多因素影响,不一定能反映使用单位对该品牌的认可度^[9-10]。

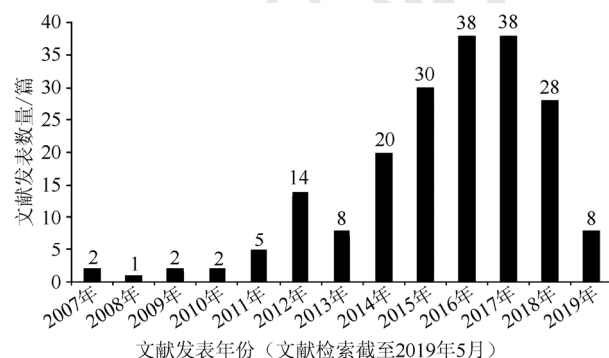


图 2 2007 年—2019 年入选文献年发表量趋势图(n=196)

Fig. 2 Annual publication trend of selected literatures from 2007 to 2019(n=196)

2.2 各品牌门诊药房自动化发药系统性能的比较

自动化发药系统的主机部分一般都由加药、储药以及出药部件组成,但各品牌的性能存在不小差异(表 2)。按照出药模式可分为机械手抓取式、斜槽定位落药式、水平槽动力驱动式以及机械手斜槽组合式 4 种模式。

表 1 120 家医院门诊药房自动发药机装机品牌及地域分布情况(n=121)

Tab. 1 Installed brand and geographical distribution of automatic dispensing machine in 120 outpatient pharmacies (n=121)

品牌	总装机量	装机医院地域分布(装机量)
韦乐海茨	34	上海(8)、广东广州(5)、北京(2)、江苏扬州(2)、湖北武汉(2)、广东佛山(1)、广东珠海(1)、广东中山(1)、江苏淮安(1)、江苏昆山(1)、广西南宁(1)、贵州贵阳(1)、湖北荆州(1)、山东济南(1)、山西太原(1)、山西晋城(1)、天津(1)、云南大理(1)、云南昆明(1)、重庆(1)
艾隆	27	江苏苏州(2)、江苏盐城(2)、安徽合肥(2)、北京(2)、福建福州(1)、广东开平(1)、广东东莞(1)、河南濮阳(1)、湖南长沙(1)、江苏南京(1)、江苏宿迁(1)、山东莱芜(1)、山东威海(1)、山西太原(1)、陕西宝鸡(1)、陕西西安(1)、天津(1)、新疆乌鲁木齐(1)、云南昆明(1)、浙江嘉兴(1)、浙江台州(1)、浙江温州(1)、广西南宁(1)
欧姆	12	浙江杭州(4)、北京(3)、江苏南京(2)、浙江义乌(1)、广东深圳(1)、福建厦门(1)
瑞驰	8	山东潍坊(1)、山东滕州(1)、江苏张家港(1)、河南郑州(1)、广西钦州(1)、广东清远(1)、甘肃兰州(1)、浙江杭州(1)
华康	8	湖北武汉(2)、北京(1)、吉林(1)、湖北黄石(1)、湖北襄阳(1)、山东青岛(1)、浙江杭州(1)
乐博	7	北京(1)、广东广州(1)、江苏无锡(1)、江苏高邮(1)、江苏宜兴(1)、山东济宁(1)、广东肇庆(1)
瑞仕格	7	广东广州(2)、河南郑州(2)、广西玉林(1)、浙江杭州(1)、福建福清(1)
蝶和	5	北京(1)、重庆(1)、内蒙古(1)、河南郑州(1)、贵州遵义(1)
汤山	4	福建莆田(2)、湖北武汉(1)、山东滨州(1)
国控	3	广东广州(1)、江苏南京(1)、贵州铜仁(1)
迅捷	2	广东梅州(1)、湖北荆州(1)
三维	2	浙江温州(1)、山西大同(1)
美智	1	广东中山(1)
不清楚	1	河北张家口(1)

注: 其中的 1 家医院先后引进了 2 个品牌的发药机。

Note: One of the hospitals had introduced two brands of dispensing machines in different periods.

槽式(水平动力或斜槽定位落药)出药发药机是我国药房目前选用的主流发药机型, 占总装机量的 90.1%。代表品牌有艾隆、韦乐海茨(H 或 D 系列)、华康、瑞驰等, 槽式出药发药机出药速度快, 单处方多种药品可同时出药, 单组机器处方处理能力几乎为机械手出药发药机的 2 倍, 这种模式较适合国内医院门诊处方量大, 药品品种多、数量大的实际情况。瑞驰等水平动力槽设计克服了斜槽式发药机出药容易受药品自身重量、环境温湿度、静电以及灰尘等因素影响导致不出药的

缺点,使出药更顺畅、迅速,药槽布局上也充分利用了储药空间,设计上有一定优势。韦乐海茨 CONSYS B 型机械手抓取机型用于储存异形包装药物,可搭配于 H 型和 D 型,大大增加机器整处方发放率,提高自动化水平。但也因为机械手抓取速度慢、需要人工补药等缺点,该环节成了整个调配流程中的限速步骤,目前厂家已较少推荐。欧姆发药机采用纯机械手抓取模式,其设计初衷是解决欧美零售药店的自动化药品调剂问题,而不是为医院大处方药量设计。机械手移动路径长、耗时,发药速度慢,高峰时不能同时补药和出药。即使是最新款的双机械臂发药机,目前报道的单日最大出药量约为 6 000 盒^[11],日处方处理能力为

1 500~2 000 张左右^[12],更适用于零售药店或者处方量少的医院^[13];门诊量大的医院除非有足够场地和资金投入,采用多组机器^[11,14],否则机器只能作为“人工调配模式”的辅助^[15-16]。为了能更适应中国医院药房的处方量以及发药模式,欧姆新推出的 Cmax 型斜槽式自动发药机正在浙江几家医院加紧测试中。4 种出药模式发药机的代表品牌及优缺点见表 3。

2.3 自动化发药系统的使用效果评价

自动化发药系统的使用效果评价在文献中一般通过调剂速度、劳动强度、调剂差错率以及患者满意度等参数来体现。因纳入文献评价结局指标异质性较大,无法进行数据合并,故采用描述性评价。

表 2 国内主要品牌门诊药房自动化发药设备关键性能参数介绍¹⁾

Tab. 2 Introduction of key performance parameters of domestic major brands of outpatient pharmacy automatic drug dispensing equipment

品牌	型号	主机存储量 ²⁾	出药量	补药量	处方处理能力	可储存药品尺寸(长×宽×高)	自主研发的配套辅助设备(功能)
韦乐海茨	CONSYS H 型 CONSYS D 型 CONSYS B 型	H 型 14 400~24 300 盒 D 型 3 027~24 300 盒 B 型 4 400~8 800 盒	H 型、D 型: 每小时 2 500 盒 B 型: 每小时 1 800 盒	H 型: 每小时 3 000 盒 D 型: 每小时 1 200 盒 B 型: 每小时 300~400 盒	发药: H、D 型: 每小 时 500 张 B 型: 每小时 240 张 配药: 每张 8~10 s	50~200 mm× 25~100 mm× 10~80 mm 最重: 500 g	CONSYS B 型机械手抓取式 发药系统(可储存异形包装 药品)、智能剂管理柜、毒 麻药品管理柜、智能电子摇 篮、智能预配货架
艾隆	IRON-1200 型	18 000~20 000 盒	未知	每小时 2 500 盒	发药: 每小时 300~500 张 ^[17] 配药: 每张约 8 s	50~200 mm× 38~108 mm× 67~150 mm (可定制)	嵌入式(或单独)高发系统、双 位发框机(应急)、前台发药 核对系统、拆零药品机、 智能存取柜、麻精药品管 理机、高危药品管理机、 智能电子药篮
欧姆	Vmax 160 型 (10 m×1.6 m× 3.3 m)	30 000~60 000 盒	双机械臂: 每天 约 4 724~ 5 939 盒 ^[11] 单机械臂: 每天 约 3 000 盒 ^[15]	每天 5 000 盒(60% 人工补药) ^[11] Prolog: 每 16 h 2 000 盒 ^[15]	双机械手: 每小时 250~285 张 ^[12,18] 单机械臂: 每处方(3.68 种药品)抓取 2.55 次,耗时 45.92 s,每 盒耗时 12.46 s ^[19]	15~100 mm× 15~140 mm× 35~230 mm 最重: 1 000 g	无人值守入药系统 ProLog、 内置自动存取冷藏系统、 自动清洁功能、远程故障 监控系统
瑞驰	F 系列和 B 系列	16 500~34 500 盒	未知	全自动: 每小时 3 000 盒 半自动: 每小时 500 盒	发药: 每小时 350~ 500 张 配药: 每张 5~6 s	50~200 mm× 24~76 mm× 72 mm (长宽可定制)	拆零药品机、电子药篮、药 篮提升系统、智能药柜、 智能传输系统、智能登记 平台、智能传输系统
华康	SND 系列 (900/1200/ 1500/1800)	最大 30 000 盒	最大每天 10 000 盒 (2 台) ^[20]	每小时 1 200~ 2 400 盒	发药: 每小时 450~550 张,高峰可达每小时 650~700 张	可定制	异形药品柜、电子药篮、高 空和地面传输系统、智能 配发系统、智能存取系统 (柜)、全自动拆零分包机
瑞仕	UniPick2 39 型 格 UniPick2 58 型	39 型: 312 000~ 27 000 盒(瓶) 58 型: 未知	39 型: 每小时 2 500 盒 58 型: 未知	39 型: 每小 时 2 500~3 000 盒 58 型: 未知	发药: 每小时 350~500 张,每天 2 500~3 000 张 配药: 约每张 8~12 s	40~200 mm× 15~150 mm× 10~100 mm 最重: 500 g	高速发药机、自动提篮机、智 能预配货架、智能存储柜、 可上下移动的机内传送带

注: ¹⁾未列参考文献的数据来源于厂家宣传手册,未经验证; ²⁾主机储药量随药品包装尺寸不同而不同,厂家的数据是根据标准药盒推算,储药量结果往往偏大。

Note: ¹⁾The unreferenced data were from the manufacturer's product brochures and had not been verified; ²⁾The storage capacity of the main machine varies with the size of the drug package. The data of the manufacturer was calculated according to the standard cartridge

表 3 4 种出药模式发药机优缺点的比较

Tab. 3 Comparison of the advantages and disadvantages of the four automatic dispensing modes

出药模式	代表品牌	优点	缺点
机械手抓取	欧姆	①置药槽位不固定, 由系统自动分配, 根据使用频次自动调整出药最短路径 ②储药主机体积较槽式发药机大, 储药量大, 落药通过旋转滑梯, 受高度限制少 ③各种规格尺寸药品可任意位置摆放, 空间利用灵活 ④可配备无人值守自动加药系统 Prolog, 节省人力, 但速度有限(每小时 100 盒) ⑤除盒装药品外, 还可存储包装合适的口服溶液以及冷藏药品 ⑥储药柜计划全封闭, 灰尘不易积聚	①出药速度慢, 同品种多盒药需要多次抓取或提前手工打包 ②高峰时段不能同时进行补药和出药 ③单机体积大, 对空间高度有一定要求 ④柜体封闭, 无应急取药模式 ⑤单处方多种药品需多次抓取, 费时 ⑥无内置电子药篮
斜槽式定位落药	艾隆、华康、汤山、乐博 ¹⁾ 、瑞仕格	①自由落体定位滑落, 出药速度快 ②出药借助重力, 无需附加动力 ③后台独立机械臂加药, 速度快 ④单处方多种药品可同时出药 ⑤除几个进口品牌外(如汤山), 一般都能整合电子药篮、智能货架等, 使发药流程更加流畅 ⑥有些机器在应急时可打开药柜玻璃门手动取药	①置药槽位固定, 需手动调整 ②药品摆横排列, 容易叠加 ③重量轻的药品会出现不出药, 需要放置于较高的储药槽 ④新规格药品需要定制轨道 ⑤重量大的药品掉落容易损坏, 声音响, 主机高度受限(瑞仕格机内有上下移动的传送带可避免) ⑥出药受环境温湿度、灰尘、静电影响大 ⑦储药柜无法全封闭, 容易积聚灰尘
水平槽动力驱动	瑞驰、蝶和	①实现盒装和瓶装药品一体存储, 较轻的药品无需放置较高的储药槽也能顺利出药 ②重量轻的或异性药品不会出现卡药和叠加现象 ③动力传送, 出药速度快、稳定 ④药槽水平排列, 储药密集, 空间利用率高 ⑤单处方多种药品可同时出药 ⑥内置电子药篮(瑞驰), 使配发药流程更加优化	①槽位与动力传送带对应, 调整槽位或者增加槽位时比较困难 ②动力皮带容易老化、磨损, 需定期更换 ③重量大的药品掉落容易损坏, 掉落时声音响, 主机高度受限 ④重量轻的西林瓶药品出药时在机内传送带上容易打转, 影响出药 ⑤储药柜无法全封闭, 容易积聚灰尘
斜槽式定位落药+机械手抓取组合式 ²⁾	韦乐海茨(H 或 D 型+B 型)	兼有斜槽式和机械手抓取的优点, 可以储存盒装、瓶装以及异形包装药品, 包装包容性好, 组合使用提高自动化率	机械手抓取部件储药容量小, 需手动人工加药; 出药速度慢, 会影响整个设备的配发药速度, 成为限速因素

注: ¹⁾乐博早期发药机有机械手抓取型号; ²⁾厂家已较少推荐该组合。

Note: ¹⁾Robophama early dispensing machine had manipulator grasping model; ²⁾Manufacturers had less recommended this combination.

2.3.1 调剂速度 采用槽式落药的自动化发药设备调配速度比机械手出药发药机快(表 2), 一般在 5~10 s 内完成, 因此能大幅提高后台的药品调配速度, 但发药受限于前台药师的速度以及用药交代的时间, 与传统纯人工模式相比, 槽式出药发药机调配速度可增加 30.0%~50.0%, 显著减少患者等候时间^[14-15,21-23]。通过业务流程改善, 使机器的利用效率提高, 可大幅提高调配速度^[24-27], 如: ①通过槽位调整, 增加机内药品品种数, 提高整处方率^[15,28-29]; ②分设现配窗口和预配窗口, 减少整处方调配等候时间; ③调整常用药品的槽位(或储位), 预打包药品(机械手抓取模式), 加快出药速度^[24]; ④日使用量大的药品(每天 200 盒), 或者单品种发药数量大的(>4 盒), 移出主机药槽(长度 1.2~1.6 m, 储药量有限), 增设独立或嵌入式高频次发药设备(如 Iron-600), 或者手工发放^[30]; ⑤将口服液和检查用药放入虚拟轨道, 提高完整处方

发放率^[31]; ⑥通过修改系统程序, 重新配置机器出药各环节的顺序与时间等^[32]。另外, 可利用后台调配效率提高而节约的人力, 增设发药窗口, 可大大减少患者取药等候时间, 提高自动发药机的效率。

2.3.2 调剂差错率 自动化发药设备通过扫描药品条形码、包装三维尺寸、图像比对以及指示灯定位指引等技术, 可以杜绝人员经验不足、工作疲劳、包装相似或药名相似等混淆导致的人为错误, 可大幅降低调剂差错率(32.0%~66.0%)^[11,33-36]。在补药无误的情况下, 药品品种的准确率可达 100%, 数量准确率可>97%^[37-39]。但是, 设备的引入也带来了新的用药错误, 增加了新的安全风险, 值得注意^[40]。据 INRUD 中国中心组临床安全用药组统计, 2017 年全年共收集到盒装药品发药设备相关的用药错误报告有 595 例, 占总报告案例数的 5.67%^[2]。发生频率最高的是数量错误, 一般为

机器卡药、缺药等因素造成。特别是有些设备还有人工加药组件,如韦乐海茨的 CONSIG B 型组件、瑞驰异形包装组件等,均采用手动加药模式,尽管有 PDA 等设备辅助核对,但仍会增加错加药物的风险。因此,要保证调剂的准确率,杜绝差错发生,需要工作模式和流程的配合,信息与设备程序的支持,药师的熟练操作以及药盒的标准化。

2.3.3 劳动强度 使用自动发药机搭配合适的辅助设备,如智能药柜、智能存取柜、传输系统以及电子药篮,通过传统“人找药”调剂模式向现在“药找人”模式的转变,可以大大减少工作人员的走动距离,减少 18.4%~65.5%步行劳动强度^[12,18,41-43]。

另外,机器自带的自动盘库功能使定期盘点药品效率提高 1~3 倍^[19,44]。但由于目前自动发药机一般更适合存储包装尺寸合适(六面体)的盒装药品,完全由机器调配的处方率约在 40%~70%^[11,21,35,39,45-46]。注射剂、口服溶液剂、冷藏药品、特殊管理药品、大包装大质量或者异形包装的药品还需要人工调配;因发药机储药量有限,需要人工持续补充药品以及机器故障需要人员维护和保养。一般来说,门诊自动化发药系统并不能直接减少人员(或者减少有限)^[42,47],但能够通过工作模式的改变优化工作人员的结构^[24]。资深药师可负责审方、核对、咨询、特殊药品和临时处方调配;一般药师负责普通处方调配、加药、请领、设备维护等;药工或辅助人员承担药品拆包装上架、清洁卫生等,使各岗位工作职责更加明确,人员结构更加合理^[9]。

2.3.4 患者满意度 使用自动发药机需要对药房空间、环境进行改造,可使药房的整体环境大有改观;取药登记叫号系统使患者无需提前在窗口排队等候取药,减少患者等候取药的焦急情绪;加药、预调配岗位一般设置在发药机的后面或侧面,远离取药患者视线范围,使药房整体环境更加整洁、有序;电子药篮和传送系统可准确定位发药窗口和发药药篮,使药师有更多的精力专注于发药交代;自动化发药设备设计精良、美观(如欧姆),本身就是一道风景,增加取药患者愉悦感。以上因素均可提高患者的取药体验,提高患者满意度^[48-50]。

2.3.5 应急响应措施 随着药房自动化程度的提高,药师工作对设备的依赖程度也较传统药房显著提升,设备一旦故障,整个药房将处于瘫痪。

因此,在选择故障率低、稳定性好的机器的基础上,还应制定一套完整的应急响应方案。据文献报道,现有的应急方案有采用预留备用药房的^[24];也有在自动化药房二级库增设库位的,可在故障时切换到人工模式,药师按照预先编制的库位码取药^[17,20,51];有些机器还支持机内取药,比如瑞仕格 UniPick2。深圳瑞驰智能登记平台和苏州艾隆的双位智能发筐机是目前较为科学的应急解决方案,该辅助设备可以自动绑定处方和电子药篮,在主机故障时应急使用,也可作为高峰时段的处方分流手段,减轻机器的压力,减少患者滞留。

2.4 自动发药系统存在的问题及建议

机器对药品包装的要求高,“软、散、糙”包装、过大过小、过重过轻以及易受温湿度影响变形的包装容易不出药或者少出药^[52];因机器本身故障导致不出药或者出药数量错误也常见^[43,53-54],有学者发现各主流品牌发药机的出错次数可达每天 10~20 次^[42,55-58];机器槽位尺寸固定,新包装尺寸的药会不适用,槽位利用率下降;处方量大时,有些设备加药速度跟不上发药速度,造成机器缺药;机器故障停机,无完备的应急发药措施,容易引起取药患者滞留;异形包装药品无法上机,影响设备整体速度;自动化发药设备投入巨大,后期维修保养成本可观,而节约的人力成本有限,总体的运行成本会偏高,不易在中小型或者欠发达地区的医院普及。

针对以上问题,建议生产厂家:①提高生产工艺,优化系统软件,提高机器精度,减少机器故障;②开发机器远程预警及控制功能,及时发现和处理机器故障,提高应急响应能力;③可设计适用于小型医院或卫生院的“迷你”版发药机,减少成本,提高普及度;④升级或加强关键部件,如图像、射频识别部件、计数部件等,提高质量控制能力;⑤开发前台发药核对系统,进一步减少差错发生,提高药学服务质量。

2.5 本研究局限性

纳入文献评价使用效果的结局指标多为经验描述,文献质量较低,少数回顾性试验也普遍存在试验设计缺陷问题;有关发药机是否符合成本效益原则以及能否增加药学服务时间等涉及可持续发展的关键问题,没有设计良好的研究可供参考。本研究纳入的是已公开发表的文献,因地域、文化的差异可能存在发表偏倚。

3 结论

门诊自动化发药系统发展迅速, 引入设备可提高药师的配发药效率, 缩短患者取药等候时间, 减少差错发生, 提高患者满意度, 相对传统药房有较为明显的优势, 但也存在诸多不足。设备厂家还应优化和持续改进机器软硬件设计, 提高机器质量控制能力, 减少故障发生率, 发挥设备的最大优势。

REFERENCES

- [1] 廖文俊, 刘文景. 中国药房自动化系统细分市场研究及趋势分析[J]. 医学信息, 2013(27): 784-786.
- [2] 合理用药国际网络中国中心组临床安全用药组, 中国药理学学会药源性疾病专业委员会, 中国药学会医院药专业委员会, 等. 盒装药品发药设备应用环节用药错误防范指导原则[J]. 药物不良反应杂志, 2018, 20(1): 9-14.
- [3] 华旭东, 周哈瑛, 沈惠琴. 给药流程条码化管理的实践[J]. 中华医院管理杂志, 2010(2): 135-136.
- [4] 陈赛贞, 徐珊珊, 陈方亮, 等. 基于条形码的调剂流程管理系统的设计与实现[J]. 中华医院管理杂志, 2013, 29(2): 111-113.
- [5] LIU Y P, WANG Y W, ZHU S W, et al. The inspiration of the digital mode of American hospital dispensaries for construction of Chinese hospital dispensaries [J]. Pharm Care Res(药学服务与研究), 2013, 13(6): 410-414.
- [6] 杜小莉, 李大魁, 朱珠, 等. 2012 年度中国医院药学科技发展[J]. 协和医学杂志, 2013, 4(4): 362-366.
- [7] ZHANG Y, LI X H. Situation analysis and suggestion on the construction and development of outpatient automated pharmacy in China [J]. China Pharm(中国药房), 2018, 29(1): 11-16.
- [8] CHEN H G, ZHU S W. Setting up and running of automatic outpatient pharmacy [J]. China Pharm(中国药房), 2007(31): 2426-2470.
- [9] 张晓乐. 中国药房自动化的现状与前景[J]. 中国信息界(医疗), 2014(7): 30-31.
- [10] WANG C M, LI W P, KONG X M, et al. The challenge and countermeasure of pharmacy automation construction in public hospital [J]. China Pharm(中国药房), 2015(34): 4810-4813.
- [11] WEI M L, DOU D H, ZHANG D L, et al. Analysis of the effect and problem of the automatic medicine dispenser used on a large scale in outpatient pharmacy [J]. Mod Hosp(现代医院), 2019, 19(4): 518-521.
- [12] LV Z J, CAI J W, YIN M F, et al. Establishment and continuous quality improvement of outpatient pharmacy work pattern based on the application of the automatic drug dispensing machine [J]. China Pharmacist(中国药师), 2016(9): 1770-1772.
- [13] 李晓平, 唐秀能. 医院门诊药房快速发药系统的设备选型[J]. 医疗装备, 2016, 29(13): 34-36.
- [14] 李飞, 辛海莉. 整包装发药机应用下新型门诊药房工作模式的建立[J]. 医药导报, 2018, 37(6): 780-782.
- [15] FAN W S, LI W, LIANG L M, et al. Development and evaluation of the rapid dispensing area in the outpatient pharmacy of the special hospital [J]. China Pharm(中国药房), 2015, 26(10): 1377-1380.
- [16] 吕宁, 任梓华, 高安娜, 等. 门诊药房自动化信息管理的应用[J]. 医药前沿, 2015, 5(9): 274.
- [17] FU C X, LIN G Y, BAI S H, et al. Implementation of the automation pharmacies mode in the children's outpatient [J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学), 2013, 30(11): 1253-1256.
- [18] 张亚坤, 李小玲, 黄艺玲, 等. 浅谈我院门诊药房自动化建设[C]//2018 年中国药学会药物临床评价研究专业委员会学术年会暨临床研究高峰论坛论文集. 广州, 2018: 105-108.
- [19] 常翠娥, 黄育文, 徐翔, 等. 综合性医院门诊自动化药房的实践探索[J]. 中国医药指南, 2014, 12(19): 384-386.
- [20] 寿张轩. 我院门诊药房自动化实践与体会[J]. 中国药师, 2011, 14(8): 1232-1234.
- [21] ZHANG Y, LI P, LI J T, et al. Influence of automated pharmacy system on waiting time in outpatient pharmacy [J]. Chin Hosp Pharm J(中国医院药学杂志), 2014, 34(1): 63-66.
- [22] YANG Y D, YAO G Q, WANG W, et al. Effects of automated outpatient pharmacy on dispensing efficiency and work intensity [J]. Chin Hosp Pharm J(中国医院药学杂志), 2015, 35(19): 1772-1774.
- [23] XIAO H P. Analysis of the effect of consis D and B series intelligent manipulator automatic dispensing medicine in outpatient pharmacy of our hospital [J]. China Pharm(中国药房), 2014, 25(45): 4308-4310.
- [24] ZHAO R, ZHOU Z, MA K. Process optimization of automatic dispensing machine in outpatient pharmacy [J]. Chin Pharm J(中国药理学杂志), 2016, 51(8): 668-670.
- [25] LI E Z, LIU Y F, LIU Y J, et al. Simultaneous determination of six components in *Scutellaria baicalensis* Georgi from different districts by HPLC [J]. Chin J Hosp Pharm(中国医院药学杂志), 2018, 38(9): 946-948.
- [26] LIU S N. Design and optimization of automated pharmacy dispensing process [J]. China Digit Med(中国数字医学), 2015, 10(4): 104-106.
- [27] ZENG Y, LAI H W, ZHU H Q. Establishment and optimization of automatic dispensing system mode in large-scale integrated outpatient pharmacy [J]. China Pharm(中国药房), 2017, 28(19): 2670-2673.
- [28] LU P, CUI L, QI X W, et al. Effect analysis of the optimization of initial drug placement in the automated drug dispensing machine by minimum time algorithm [J]. China Pharm(中国药房), 2015, 26(22): 3112-3114.
- [29] SHEN Y Y, CHEN X L, LI T. Continuous optimization of drug storage position management in automatic dispensing machine by or-bital utilization rate algorithm [J]. China Pharm(中国药房), 2017, 28(28): 4029-4032.
- [30] CHEN R, ZHU J, GU B C. Reason analysis of long queue-up time for outpatients to get prescribed drugs in the automatic outpatient dispensary and related countermeasures [J]. Pharm Care Res(药学服务与研究), 2015, 15(6): 463-465.
- [31] 孙家艳, 朱静. 韦乐海茨发药机在本院门诊药房应用的实践与体会[J]. 北方药学, 2015, 12(11): 125-126.
- [32] WANG H, ZHANG W L, LIN P. Discussion on application practice and improvement program of outpatient pharmacy automation system in our hospital [J]. China Pharm(中国药房), 2017, 28(4): 526-529.
- [33] CHEN L J, ZHU Y M, LIANG M B. Influences of automated dispensing pattern on the dispensing quality control of outpatient pharmacy [J]. Anhui Med Pharm J(安徽医药), 2017,

- 21(9): 1720-1723.
- [34] 宋金芝, 毕月玲, 杨作龙. 自动化调配系统在本院门诊和住院药房的应用与分析[J]. 天津药学, 2018, 30(6): 72-74.
- [35] 魏娟, 祝宇. 自动化发药系统在门诊药房的应用效果[J]. 广西医学, 2017, 39(10): 1615-1617.
- [36] YE X Y, QIN T, WANG X D, et al. Dispensing error contrast analysis in the use of automated equipment in outpatient pharmacy [J]. J China Prescription(中国处方药), 2016, 14(10): 9-11.
- [37] 王喜丹, 贾富平, 孙青, 等. 智能快速发药机结合预摆药模式创建自动化智慧药房[J]. 医药导报, 2014, 33(3): 413-415.
- [38] YANG Y, LU X T, ZHANG L M, et al. Practice and exploration of automatic outpatient pharmacy dispensing system in our hospital [J]. J Pediatric Pharm(儿科药科学杂志), 2014, 20(11): 42-44.
- [39] ZHOU D C, YAN S H, XIAO L, et al. Automation system in the outpatient pharmacy [J]. Central South Pharm(中南药学), 2015(5): 550-554.
- [40] 陈秀兰, 李桃, 沈颖燕, 等. 降低自动发药机调剂差错率的实践研究[C]//2017年广东省药师周大会论文集. 广州, 2016: 907-915.
- [41] 曾庆成. 我院门诊药房自动发药机工作流程优化实践[J]. 海峡药学, 2018, 30(2): 293-294.
- [42] CHEN X J, SHI L Y, ZHOU X Y. Evaluation and analysis of the advantages and disadvantages about introducing the automatic drug dispensing machine in outpatient pharmacy of hospital [J]. China Med Her(中国医药导报), 2016, 13(19): 143-146.
- [43] ZHANG T, CHEN Y P, ZHANG L L, et al. Practice and experience of the application of automatic pharmacy system in outpatient pharmacy of our hospital [J]. China Pharm(中国药房), 2016, 27(19): 2666-2670.
- [44] 楼霆, 诸梦露, 吴赛伟. 现代化门诊药房的自动化管理模式探讨[C]//2016年临床药学高峰论坛暨浙江省医学会临床药学会分会学术会议论文集. 宁波, 2016: 164-165.
- [45] QIU X A, DENG X F, XIE N J, et al. Application of automatic dispensing system in outpatient pharmacy [J]. J Clin Med Literature(Electr Ed)(临床医药文献电子杂志), 2017, 4(37): 7147-7148.
- [46] SHOU Z X, JIN X. Changes of outpatient pharmacy in our hospital by automation [J]. China Pharm(中国药房), 2012, 23(1): 45-47.
- [47] ZHANG L, YANG Q, WEI L L, et al. Application of the intelligent dispensing system in outpatient pharmacy in our hospital [J]. China Pharm(中国药房), 2015, 26(13): 1805-1807.
- [48] YANG J, ZHOU W J, ZHANG Y, et al. Exploration of key driver analysis for outpatient satisfaction [J]. Chin Hosp Admin(中华医院管理杂志), 2016, 32(8): 578-581.
- [49] HUANG Z R, ZHAO P Y, WANG Z J, et al. Multivariate analysis of influencing factors of outpatients' satisfaction in hospitals of different types [J]. Chin Hosp Admin(中华医院管理杂志), 2018, 34(2): 93-98.
- [50] 梁茂本, 薛泳, 陈丽娟, 等. 门诊药房现行自动化调剂模式下患者满意度调查[J]. 中国临床研究, 2017, 30(2): 287-289.
- [51] XIE M H, GE M, PENG J B, et al. Practice and experience of automatic drug dispensing system in outpatient pharmacy of our hospital [J]. China Pharm(中国药房), 2014, 25(41): 3889-3891.
- [52] 李民, 沈爱宗, 柯林芳. 自动化药房调剂效率的影响因素分析[J]. 安徽医药, 2013, 17(2): 332-334.
- [53] 陈智, 苏银法. 门诊药房快速发药系统在使用中发现的问题分析[J]. 中国药房, 2015, 26(4): 568-569.
- [54] FANG Y, CHEN B, SUN L, et al. Optimization of automatic system in outpatient pharmacy based on pdca cycle management [J]. China Pharm(中国药房), 2015, 26(19): 2684-2686.
- [55] 李民, 沈爱宗, 吴葵. IRON 快速发药机原理与常见故障处理[J]. 中国医药科学, 2012, 2(13): 139-140.
- [56] 詹乐, 李雪钰. 自动化药房快发系统的出药差错分析[J]. 海峡药学, 2018, 30(1): 291-293.
- [57] ZHAO Y, LIANG M B. Application effect of automatic drug dispensing machine before and after analysis on simple errors [J]. China Pharm(中国药业), 2018, 27(19): 93-95.
- [58] 杨斌. 品管圈在提高儿童医院门诊药房自动化发药系统工作效率的实践. 第二十九届全国儿科药科学学术年会暨第十届全国儿科药科学中青年药师论文报告会, 第二十九届全国儿科药科学学术年会暨第十届全国儿科药科学中青年药师论文报告会论文集[C]. 中国江苏苏州, 2018: 9.

收稿日期: 2019-09-06

(本文责编: 蔡珊珊)