

# 最小时间算法优化自动发药机初始储位的效果分析

鲁萍\*, 崔亮, 漆新文#, 李倩(新疆生产建设兵团医院/石河子大学医学院第二附属医院, 乌鲁木齐 830000)

中图分类号 R95 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2015)22-3112-03

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2015.22.27

**摘要** 目的:优化自动发药机中药品储位以提高工作效率。方法:采用最小时间算法原则,即将使用频率高的药品存放在距离出药口近的储药槽中;同时从大量的处方信息中提取药品使用规律,将具有关联性的药品存放在临近的储药槽中。以每日加药时间、处方平均调配时间、最大储药数量为评价指标,优化自动发药机初始储位,统计分析药品初始储位优化前后3个月各指标变化。结果:通过计算各药品包装三维尺寸及其上一年的分发频率数据选择354种药品存储在自动发药机中,并根据其分发频率高低及药品间的关联程度安排其在发药机中储位的远近。与优化前比较,储位优化后每日加药时间平均缩短了54 min(218 vs. 165 min),处方平均调配时间缩短了8 s(24 vs. 16 s),最大储药数量平均增加了1 333盒(13 113 vs. 14 446盒),差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。结论:自动发药机药品初始储位经最小时间算法优化后缩短了加药时间和处方调配时间,增加了最大储药数量,提高了工作效率。

**关键词** 最小时间算法;自动发药机;初始储位;分发频率;优化

## Effect Analysis of the Optimization of Initial Drug Placement in the Automated Drug Dispensing Machine by Minimum Time Algorithm

LU Ping, CUI Liang, QI Xin-wen, LI Qian(Xinjiang Production and Construction Corps Hospital/The Second Affiliated Hospital of the Medical College, Shihezi University, Urumqi 830000, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To optimize the drug placement in the automated drug dispensing machine to improve work efficiency. METHODS: Based on the principle of the minimum time algorithm, the drug which would be used at a high frequency was placed in the drug storage tank nearest to the drug outlet. Meanwhile, the rule of drug use was drawn from the information on a large number of prescriptions, based on which the drugs correlated with each other were placed in the drug storage tanks that were adjacent. With daily time it takes to add drugs, average time it takes to make up a prescription and the maximum number of drugs stored as the evaluated indexes, the initial drug placement in the automated drug dispensing machine was optimized. The changes in the indexes within 3 months before and after the above-mentioned optimization were statically analyzed. RESULTS: After calculating the three-dimensional sizes of the packages of drugs and the dispensing frequency data of the previous year, 354 drugs were selected and placed in the nearer or farther storage tanks in the automated dispensing machine according to the dispensing frequency and the correlation among them. After the optimization of the placement, daily time it takes to add drugs reduced by 54 min (218 vs. 165 min) on average, average time it takes to make up a prescription reduced by 8 s (24 vs. 16 s) and the maximum number of drugs stored increased by 1 333 boxes (13 113 vs. 14 446 boxes) on average. There was statistical significance in differences ( $P < 0.05$ ). CONCLUSIONS: The initial drug placement in the automated drug dispensing machine that was optimized by minimum time algorithm has reduced daily time it takes to add drugs and average time it takes to make up a prescription and increased the maximum number of drugs stored and thus improved work efficiency.

**KEYWORDS** Minimum time algorithm; Automated drug dispensing machine; Initial placement; Dispensing frequency; Optimization

- [2] Coen M, Lenz EM, Nicholson JK, *et al.* An interated metatonic investigation of acetaminophen toxicity in the mouse using NMR spectroscopy[J]. *Chem Res Toxicol*, 2003, 16(3):295.
- [3] Bollard ME, Keun HC, Beckonert O, *et al.* Comparative metabonomics of differential hydrazine toxicity in the rat and mouse[J]. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2005, 204(2): 135.
- [4] Waters NJ, Waterfield CJ, Farrant RD, *et al.* Metabonomic deconvolution of embedded toxicity: application to thioacetamide hepatoand nephrotoxicity[J]. *Chem Res Toxicol*, 2005, 18(4):639.
- [5] Wang XB, Liu P, Tang ZP, *et al.* Cordyceps mycelia extract decrease portal hypertension in rats with dimethylnitrosamine induced liver cirrhosis[J]. *J Chin Integr Med*, 2008, 6(11):1 136.
- [6] Shin JW, Son JY, Oh SM, *et al.* hepatotherapeutic effects on dimethylnitrosamine-induced chronic injury model in rats[J]. *World J Gastroenterol*, 2006, 12(38):6 142.
- [7] Lin Y, Si D, Zhang Z, *et al.* An integrated metabonomic method for profiling of metabolic changes in carbon tetrachloride induced rat urine[J]. *Toxicology*, 2009, 256(3): 191.
- [8] 滕杨, 谭天, 罗时旋, 等. 金银花醇提物的抗氧化及保肝作用[J]. *食品研究与开发*, 2014, 35(24):57.

(收稿日期:2014-11-10 修回日期:2015-01-06)

(编辑:张静)

\* 主管药师, 硕士。研究方向:药事管理、临床药学。E-mail: 317145800@qq.com

# 通信作者:副主任药师, 硕士。研究方向:药事管理。E-mail: btyy2668520@163.com

自动发药机是实现药房自动化补给、密集存储和自动发盒装药品的自动化仓储设备,其拥有复杂多样的储位和大量的存储空间,是一种密集型仓储设备<sup>[1]</sup>。这种设备虽在很大程度上提高了药师调剂效率、节约了存储空间,但如果不加选择地将医疗机构中复杂多样的药品品种随意存储于自动发药机的储位上,由此带来加药和出药效率的不同将使调配速率受到极大影响。

物流学是结合技术工程与管理工程,将货物实体从供应地流向接受地的流程处理科学。合理应用物流学原理于实际需求中,不但能够有效提高其效率,还可以增加时间与空间效益<sup>[2-3]</sup>。最小时间算法属于物流学概念中的一种,自动发药机储位优化过程一般分为3个部分:自动发药机机械手加药顺序设计、升降机的药品分发顺序设计及初始存储位置设计<sup>[1]</sup>。机械手的每一次加药过程及升降机的每一次分发过程都是机械手和升降机分别从原点位置到目标药槽的距离对时间的函数,因此距离越近,加药或调剂分发的消耗时间就越短,而将使用频率越高的药品储存在距离原点位置越近的储位中,其总体消耗时间就会更短,效率会更高。初始存储位置设计是指当以上过程中出现相同消耗时间时,需要根据不同尺寸的自动发药机的储药槽(储位)选择相应尺寸的药盒,从而确定每一种药品的初始储位。

笔者采用最小时间算法优化我院自动发药机的初始储位,并统计分析根据此方法优化后自动发药机的每日加药时间、处方平均调配时间、最大储药数量,为其他医疗机构提供自动发药机储位优化的经验借鉴。

## 1 我院自动发药机简介与工作原理

自动发药机型号:IRON-1200型;外形尺寸:长度4 360 mm、宽度3 000 mm、高度2 840 mm;生产厂家:江苏艾隆科技有限公司。工作原理:IRON-1200型自动发药机信息系统与医院信息系统(HIS)实现无缝连接,当其信息系统接收到HIS上的付费处方的信息后,利用重力原理将斜坡式储药槽中的盒装药品智能滑出,进行自动调配发送;升降机接住已调配发送的药品,经传送和分拣将药品发送到指定窗口。发药机可同时实现机械手自动加药、存储药品,并对药品进行信息化管理。该系统约有1 152条符合不同尺寸药盒的储药斜槽,最多可储备药品20 000盒左右。

## 2 最小时间算法遵循的原则<sup>[4]</sup>

将使用频率高的药品存放在距离出药口近的储药槽中;同时从大量的处方信息中提取药品使用规律,如将具有关联性的药品存放在临近的储药槽,并根据发病的季节性及不同病症对应不同处方等有效信息,合理安排药盒在储药槽中的布局,以便快速拿取药品。

## 3 方法与结果

### 3.1 资料与方法

3.1.1 自动发药机上各储位存储药品纳入与剔除标准 纳入药品包装盒宽度40~110 mm、高度55~110 mm、长度<200 mm的药品;且对同一种规格、药品名称相同而厂家不同的药品只选择其一纳入自动发药机储存。剔除标准:异形包装、口服液、注射剂药品、只能储存于冰箱中的药品及特殊管理药品等。因此,截至2014年7月1日,本院共确定354种药品作为

自动发药机系统分发的药品品种,并统计每种药品药盒包装的三维尺寸,以及在2013年7月1日至2014年6月31日期间药品的分发频率。表示方法为 $\{L_i, W_i, H_i, N_i\}$ ( $i=1, 2, 3, \dots, 354$ ),其中 $L_i, W_i, H_i$ 分别代表第 $i$ 种药品药盒的长、宽、高, $N_i$ 代表第 $i$ 种药品的分发频率。根据每种药品药盒 $W_i$ 确定初始储位;根据我院药房实际需求,每天加药1次,即储存系数 $\eta=1$ 。为保证实际运行过程中不会发生患者到药房交处方刷卡后,而自动发药机不能及时出药,导致药师需要手工调配而延长患者等待时间的情况,此处假定 $\eta=1.5$ ,即第 $i$ 种药品的药盒储存最大储存数为 $1.5N_i$ ,每条药槽的长度为1 650 mm,即第 $i$ 种药品所需的储药槽数量= $1.5N_i \times L_i / 1\ 650\ \text{mm}$ 。

3.1.2 存储在自动发药机系统中的354种药品根据出药频率依次递减排序 在出药侧,升降机所在平面(记为第0行)作为中轴线,并且对应各个药槽宽度,按照由高到低的出药频率将药品分配在0行的上下两侧。0行的出药频率是最高的,距离0行的药品越远,药品分发的频率越低。

在加药侧,同理以机械手为零点所在平面(即第0行)为中轴线的药槽中,药品按照由高到低的频率存储,即距离机械手0行距离越近的药品,分发频率越高。

根据以上方法,最先得到出药频率最高的药品的初始储位,以此类推,直到得到最后一种药品的初始储位。

3.1.3 资料选取 在上述方法确定好各药品储位后,在储位优化前(2014年4月至6月)、储位优化后(2014年7月至9月)分别抽取每月第1个星期一的处方信息进行统计分析;如当月第1个星期一遇法定节假日则顺延至该月第2个星期一,以此类推。

3.1.4 评价指标 (1)自动发药机每日加药时间:本院设置自动发药机的库存预警值为60%,即自动发药机各药品实际库存数量低于该药品最大储存数的60%时,自动发药机提示可加药数量,加药药师开始加药至提示需要加药的药品全部到达该药最大存储数,记为自动发药机每日加药时间。(2)自动发药机每张处方平均调配时间:本院共设2个发药窗口、1个刷卡窗口。患者取药流程采用实时取药模式,即患者持纸质处方及带有处方信息的就诊卡到药房刷卡、交方,处方信息立即传送到自动发药机系统。由于处方可以分为3类:A类处方是指处方中的药品全部均在发药机内(如片剂等整盒药品),由发药机自动调配传送至发药窗口(持这类处方的患者分配至自动调配窗口取药);B类处方是指处方中的部分药品在发药机内,由发药机和药师手工共同调配(持这类处方的患者分配至发药机和手工共同调配窗口取药);C类处方是指处方中的药品都不在发药机内(如麻醉药品、注射剂等),全部由药师手工调配(持这类处方的患者分配至发药机和手工共同调配窗口取药)。因此自动发药机每张处方平均调配时间纳入标准为A类处方和B类处方中自动调配的药品(此处将B类处方中的自动发药机自动调配的药品纳入每张处方平均调配时间计算范围内,研究对象中剔除B类处方需要手工调配的药品及剔除C类处方)。计算公式为:每张处方平均调配时间=各处方调剂时间之和/处方数。(3)最大储药数量:本院自动发药机约有1 152条符合不同尺寸药盒的储药斜槽,最大可储备药品20 000盒左右。但在实际工作中,由于部分口服药品包装为异

形及其他原因,不能及时更新储位导致不能充分利用该系统,因此,本文统计了储位优化前后自动发药机的最大储药数量,并进行对比。

3.1.5 统计方法 统计分析各指标数据,进行初始储位优化前、后各指标的自身对照。计量资料采用 $t$ 检验,计数资料采用 $\chi^2$ 检验。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

### 3.2 结果

根据以上方法及评价指标计算得到相应数据,见表1。

表1 自动发药机初始储位优化前、后评价指标对比

Tab 1 Comparison of the evaluation indexes before and after optimizing the initial drug placement in the automated drug dispensing machine

评价指标	储位优化前				储位优化后			
	4月	5月	6月	平均	7月	8月	9月	平均
每日加药时间,min	216	234	205	218	151	174	169	165*
处方平均调配时间,s	25	23	23	24	16	17	16	16*
最大储药数量,盒	13 146	13 174	13 019	13 113	14 741	14 782	13 814	14 446*

注:与优化前比较,\* $P<0.05$

Note: vs. before optimization,\* $P<0.05$

由表1可知,储位优化后,每日加药时间比储位优化前平均缩短了54 min,处方平均调配时间比储位优化前缩短了8 s,最大储药数量比储位优化前增加了1 333盒;且经SPSS17.0软件中ANOVA分析,各指标优化后与优化前对比差异有统计学意义( $P<0.05$ ),表明自动发药机初始储位优化后提高了自动发药机的工作效率,并增加了其最大储药数量。

## 4 讨论

最小时间算法应用于自动发药机初始储位优化,其计算程序少、设计简单、易于理解,可将复杂多样的药盒尺寸最大化地适用于药房实际情况,以最优化的方式匹配于自动发药机的大量存储位置,使得升降机从处方中目标药品位置至原点的距离最短;同时,有效实现自动发药机加药时间最短,从而提高自动发药机的工作效率、提升药师工作质量、提高患者满意度。

考虑到疾病的季节性,如冬季为呼吸道感染的高发季节,则此时感染类药品储位不宜距离升降机原点位置太远;部分病症需要药品联合使用,故相关药品储位之间距离不宜太远。因此,最小时间算法在计算每种药品的使用频率时,考察了每种药品储位优化前1年时间的使用频率,充分发掘其内部规律及相互关联,并以频率的方式表示,从而为初始储位的优化奠定了基础。

自动发药机中存储的药品品种并不是一成不变的,因此,需要对储位进行动态分配<sup>[5]</sup>。随着医院用药目录的改变或药

品包装盒改变等原因,自动发药机的储位需要不断定期更新,以使更多的处方药品能通过自动发药机进行调配。

药房自动化设备科学合理地使用虽能使药师工作模式发生转变,极大提高药师工作效率,但在其使用过程中却需要全面的日常维护。因此,为保障设备自动化的顺利实施,美国卫生系统药师协会(ASHP)提出医疗机构应综合考虑以下问题:评估自动化设备的售后、经济性和文化氛围;安全性和获益性;获益性的评估方法;与HIS的接口;自动化设备的厂家和医疗机构应在自动化设备安装、调试、维修、培训、操作和故障解决等问题上明确各自的责任;评估自动化对医疗机构人员特别是药师或护士的影响;确保对自动化用户进行有效的培训以及制订应急预案等<sup>[6-7]</sup>。

药品调剂工作是医院药学的主体工作,也是药品质量体系的终端环节<sup>[8]</sup>。我院以自动发药机为依托探索建立的自动化药房,不仅使得调剂效率提升,而且使得药房调剂工作模式和工作质量有了突破性进展,使得药师有更多的时间进行药学服务。自动化药房的建设体现了现代化药房的建设和发展方向,而以最小时间算法进行的自动发药机中的药品储位优化则促进了自动化药房的建设。

[注:该文系新疆生产建设兵团医院院级课题(No.YX2014005)]

## 参考文献

- [1] 赵贤,张志强,黄民,等.基于最小时间算法的自动化药房系统优化设计[J].北京信息科技大学学报,2013,28(3):40.
- [2] 杨樟卫,张梅玲,丁昆山,等.自动摆药设备应用于住院药房前后的工作模式和效益评价[J].药学服务与研究,2008,8(3):171.
- [3] 吴清一.现代物流概论[M].北京:中国物资出版社,2003:1-54.
- [4] 甘永祥,张淑兰.数据挖掘在自动化药房中的应用[J].中国医院药学杂志,2013,33(19):1 621.
- [5] 杨志刚,邢海霞,马自琴.基于数据仓库的PVC型材销售预测应用研究[J].数字技术与应用,2009,10(9):139.
- [6] ASHP. Guidelines on the safe use of automated dispensing devices[J]. *Am J Health Syst Pharm*, 2010, 67(6):483.
- [7] 闫雪莲,徐小薇,吴斌,等.自动化药品管理柜对护士工作模式改变的分析[J].中国药学杂志,2012,49(17):1 420.
- [8] 刘丽萍,孙丽华.我院现代化药房建设的探索和实践[J].中国药房,2010,21(45):4 265.

(收稿日期:2015-03-09 修回日期:2015-04-30)

(编辑:刘 萍)

《中国药房》杂志——中国科技论文统计源期刊,欢迎投稿、订阅