

采用轨道利用率算法持续优化自动发药机内药品储位管理

沈颖燕*, 陈秀兰, 李桃[#][广东省人民医院(广东省医学科学院)药学部, 广州 510080]

中图分类号 R95 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2017)28-4029-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2017.28.38

摘要 目的:优化自动发药机内药品储位管理,提高发药效率。方法:计算自动发药机内药品的轨道利用率,通过设定轨道利用率最佳值来调整自动发药机内药品的品种和储放轨道数以持续优化储位管理。统计分析优化前(2016年3—6月)、后(2016年7—10月)自动发药机及全部实现自动化调配的实时发药窗口的发药率等并进行比较。结果:设定轨道利用率最佳值为67%,大于此值的药品增加储放轨道数,小于此值的药品减少储放轨道数或撤出发药机;从2016年3—10月,我院2台发药机共调整储放品种75个、127条轨道,储放数增加158盒;与优化前(3月)比较,优化后(10月)自动发药机发药率从73.7%上升至81.3%,实时发药窗口发药率从39.8%上升至51.8% ($P < 0.05$)。结论:采用轨道利用率算法调整机内药品储放品种和轨道数,能有效、持续地优化机内药品储位,增加机内药品的储放量,使自动化设备得到充分利用,提高发药效率。

关键词 自动发药机;轨道利用率;持续优化;药品储位

Continuous Optimization of Drug Storage Position Management in Automatic Dispensing Machine by Orbital Utilization Rate Algorithm

SHEN Yingyan, CHEN Xiulan, LI Tao [Dept. of Pharmacy, Guangdong People's Hospital (Guangdong Academy of Medical Sciences), Guangzhou 510080, China]

应用到PIVAS工作流程的管理中,通过对PIVAS流程中的风险识别、评估,制订改善措施,进行风险应对与监控,在持续改进后更新失效模式分级表,能有效减少PIVAS工作流程中的缺陷。在项目实施过程中,针对系统和流程缺陷,特别强调对改进措施落实的监测与改善效果的追踪,为持续性质量改进提供依据^[10]。

风险评估是PIVAS应持续开展的风险防范与控制活动,风险评估的结果可为各工作流程的安全薄弱环节提供科学依据。我院PIVAS通过应用FMEA方法,对差错发生的处理从以前对员工的惩戒转变为目前对流程的优化,真正实现了事前预防,而非事后纠正。

在应用FMEA方法进行管理中,通过RPN值的计算,从多角度使工作流程中潜在的安全隐患显性量化,从而使复杂多样的质量控制变得易感知、程序化^[11]。然而,作为一种质量管理工具,FMEA方法也有其局限性。在项目进行RPN值的评估时,S、O、D的分值标准界定存在很多主观因素,由此会产生较大的偏差。这就要求在今后的工作中,加强对FMEA方法相关知识及操作手法的培训,减少FMEA方法应用中的主观性偏差。

参考文献

[1] Stamatis DH. *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*[M]. 2nd ed. Milwaukee: American

* 药师。研究方向:医院药学。电话:020-83827812。E-mail: wingyanshen@163.com

通信作者:主任药师,硕士。研究方向:药房管理。电话:020-83827812。E-mail: gzlita02006@163.com

Society for Quality, Quality Press, 2003: 21, 426-427.

[2] 吴洁人,邵征洋,韩颖,等. FMEA在医疗质量管理中的应用[J]. 浙江中西医结合杂志, 2012, 22(3): 235-238.

[3] Duwe B, Fuchs BD, Hansen-Flaschen J. Failure mode and effects analysis application to critical care drug[J]. *Critical Care Clinics*, 2005, 21(1): 21-30.

[4] ISO. *ISO/TS 22367: 2008 medical laboratories-reduction of error through risk management and continual improvements*[S]. 2008-05-01.

[5] American Hospital Association. *Strategies and tips for maximizing mode effect analysis in Your organization*[EB/OL]. (2002-07) [2017-03-06]. http://www.ashrm.org/pubs/files/white_papers/FMEAWhitepaper.pdf.

[6] 吴玮哲,岑茵婧,丁春光,等. 运用FMEA降低住院患者静脉用药治疗风险[J]. 中国药房, 2014, 25(10): 938-941.

[7] 余丽,付琳. 基于FMEA原理的静脉用药调配中心安全管理模型[J]. 医药导报, 2014, 33(2): 268-271.

[8] 梁毅,黄雪. 基于固体制剂生产工艺的质量风险管理研究[J]. 中国药房, 2016, 27(13): 1733-1736.

[9] 鲁萍,崔亮. 质量风险管理在医院药房退药环节的应用[J]. 中国药房, 2017, 28(13): 1809-1812.

[10] Thornton E, Brook OR, Mendiratta-Lala M, et al. Application of failure mode and effect analysis in a radiology department[J]. *Radiographics*, 2011, 31(1): 281-293.

[11] 黄菊,杨坚娥,肖瑜,等. 基于FMEA法的医院感染预防与控制风险评估[J]. 中国医药导报, 2016, 13(4): 156-159.

(收稿日期:2017-03-10 修回日期:2017-06-08)

(编辑:刘萍)

ABSTRACT OBJECTIVE: To optimize the drug storage position management in automatic dispensing machine, and improve the dispensing efficiency. METHODS: The orbital utilization rate of drugs in automatic dispensing machine was calculated, the optimum value of orbital utilization rate was set up to adjust the drug varieties and numbers of storage tracks for continually optimizing the storage position management. Dispensing rates of automatic dispensing machines and real-time dispensing windows with fully automated deployment before (Mar.-Jun. 2016) and after (Jul.-Oct. 2016) optimization were statistically analyzed and compared. RESULTS: The optimum value of orbital utilization rate was set up as 67%. Drugs more than the value were increased the numbers of storage tracks, while drugs less than the value was decreased the numbers of storage tracks or removed out of dispensing machines. From Mar. to Oct. 2016, 2 dispensing machines in our hospital adjusted 75 varieties and 127 orbits in total, storage numbers was increased by 158 boxes. Compared with before optimization (Mar.), dispensing rate of automatic dispensing machines was increased from 73.7% to 81.3% after optimization (Oct.), dispensing rate of real-time dispensing window was increased from 39.8% to 51.8% ($P < 0.05$). CONCLUSIONS: Applying the orbital utilization rate algorithm for adjusting drug variety and track number in machine can effectively and continually optimize the drug storage position, increase the storage capacity in machine, make full use of automatic equipments and improve the dispensing efficiency.

KEYWORD Automatic dispensing machine; Orbital utilization rate; Continuous optimization; Drug storage position

医院门诊药房是医院直接面对患者的一个重要服务窗口,随着科学信息化的技术发展,近几年,快速发药系统在我国各地的许多医院相继开始应用,药房智能化也已经成为医院发展的必然趋势。欧美发达国家已经有多年的智能化药房管理经验,但我国智能化药房管理仍处于起步发展的阶段,各方面均有待探索和改进,比如如何提高机内药品储放品种和数量以最大限度地利用机器摆药、提高调配速率^[1-2]。

我院门诊药房于2013年6月引进德国韦乐海茨公司生产的CONSID型全自动发药机及CONSI B型半自动发药机各1台,初期多根据药品的发药数量和药盒包装尺寸决定放入机内的药品品种和数量。但随着医院用药目录品种的不断调整以及药品包装盒的改变,需要不断调整机内药品品种、数量及储位^[3],以充分利用机内空间,减少向机内加药次数,提高调剂工作效率。

目前,已有文献报道对入机药品的品种、数量和机内储位可通过多种方法进行调整^[4-5],但上述文献报道的方法更适合用于工程师设置机内药品的初始储位,且计算方法较复杂,不利于药房人员对药品储位进行持续优化。笔者结合我院药房实际工作,探索一种相对较简单、易懂的算法用于调整入机药品的储放品种及数量,为同行提供参考。

1 资料来源

调取我院门诊药房CONSID系统2016年3月1日—10月31日期间的药房发药数据,按月统计机内药品平均日发药量、入机药品品种数、使用的轨道数、机内最大库存容量以及机内药品轨道利用率。

2 方法

2.1 轨道利用率算法

(1)轨道利用率(F)是指某药品在自动发药机内的轨道使用情况,即某药品经发药机发药的平均日发药量(N ,盒)占其在机内的最大库存量(S ,盒)之比,即 $F=N/S=N/(Q \times V)$, Q 为某药品占用的轨道数(条), V 为每条轨道储放药盒数(盒)。

(2)机内最佳储放量($S_{最佳}$)是指某药品每天只需加药1次即能满足药房高峰期用药需求的数量。根据本药房实际情况,设置某药品 $S_{最佳}$ 为该药品 N 的1.5倍,即 $S_{最佳}=1.5N$ 。

(3)由以上两个公式推算出 $F_{最佳}=N/S_{最佳}=N/1.5N=67%$,即药品的 F 为67%时,为其在机内储位中最理想的状态。但由于自动发药机的空间有限,轨道数量和轨道尺寸是固定不变的,结合实际工作情况,可将 F 定为50%~80%,根据此范围来计算某药品应增加或减少的轨道数。某药品所需的轨道数($Q_{需}$)= $N/(F_{最佳} \times V)$ 。

2.2 利用 F 值调整机内药品储放轨道数

计算现有自动发药机内的371种药品的 F 值,并递减排序,找出 F 值不合理的药品。当某药品 F 值远大于67%时,表明该药在机内的最大库存量未能满足该药品日发药量的需求。若药师对该药未能及时补药,则容易造成机内缺货,延长该药的调配时间。所以针对 F 值过高的药品,需增加其在机内的轨道数。反之,某药 F 值过低,则表明该药品占用轨道数过多,机内空间未充分利用,需减少其储放轨道数,将多余的轨道分配给其他药品。

例如,笔者统计2016年3月倍他乐克缓释片(7片/盒)储放的轨道数为16条,每条轨道容量为11盒,机内最大储放量为176盒,工作日平均日发药量为191盒。经计算得出该药的 F 值为108.5%,远大于67%。因此,对其进行轨道调整:增加8条轨道,使机内最大储放量为264盒。结果, F 值降为72.3%。

2.3 利用 F 值分配调整2台自动发药机内储放的药品品种

本药房的CONSID型全自动发药机采用滑轨式自由落药的发药方式,CONSI B型半自动发药机是由机械手出药,其补药方式为手动加药,后者补药速度和发药速度都较前者慢,耗时较长^[6]。所以,CONSID适合发放用量大的盒装药品,而CONSI B更适合相对用量少、包装异形的药品。

由于医师用药习惯、季节变化等原因,药品 F 值也会随之改变。当药品 F 值远远偏离 $F_{最佳}$ 时,由于储放空间的局限性,药师无法完全按照 $F_{最佳}$ 来调整机内药品轨道数量。于是,我院药师定期统计 CONSYS B、D 机器内药品的 F 值,按需调整两部机器内的药品。将 CONSYS B 内 F 值高的药品,移入 CONSYS D 中,以加快调配速度;同时将 CONSYS D 内 F 值低的药品移入 CONSYS B 中,并合理分配 CONSYS B、D 内药品储放的轨道数,优化机内药品储位。

2.4 评价指标

2.4.1 自动发药机发药率 即自动发药机发药量(盒)占门诊药房总发药量(盒)之比。其值越高,表明更多药品能够通过机器调配;反之,表明机器未得到充分利用。

2.4.2 实时发药窗口发药率 是指通过实时发药窗口发药的药品量(盒)占门诊药房总发药量(盒)之比。本

表1 优化前、后药品 F 值分布情况

Tab 1 Distribution of drug F values before and after optimization

F	优化前								优化后							
	3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月	
	品种数	品种比例, %	品种数	品种比例, %	品种数	品种比例, %	品种数	品种比例, %	品种数	品种比例, %	品种数	品种比例, %	品种数	品种比例, %	品种数	品种比例, %
$0 \leq F \leq 20\%$	106	28.6	110	28.9	82	21.1	91	23.6	107	27.2	97	27.2	96	24.2	91	22.9
$20\% < F \leq 40\%$	96	25.9	128	33.6	119	30.7	125	32.5	102	25.9	129	32.7	128	32.2	129	32.4
$40\% < F \leq 60\%$	90	24.3	85	22.3	106	27.3	107	27.8	108	27.4	111	28.3	115	29.0	126	31.7
$60\% < F \leq 80\%$	53	14.3	41	10.8	53	13.7	41	10.6	54	13.7	45	11.4	44	11.1	45	11.3
$F > 80\%$	26	6.9	17	4.4	28	7.2	21	5.5	23	5.8	12	3.0	14	3.5	7	1.7

(2016年10月) F 值过低($0 \leq F \leq 20\%$)的药品品种数比例减少5.7%, F 值较合适($40\% < F \leq 60\%$)的药品品种数比例增加7.4%, F 值过高($F > 80\%$)的药品品种数比例减少5.2%。由于减少了 F 值过高或过低的药品,使更多药品的机内储位达到最佳。

3.2 优化前、后 CONSYS B、D 机内药品品种数和轨道数比较

在2016年3月1日—10月31日,调整了 CONSYS D 机内药品品种(包括增加轨道、减少轨道、新入或移出机器的药品品种)44个、共91条轨道;与3月比较,10月时 CONSYS D 机内品种增加12个,使用轨道数增加7条,机内最大库存量增加29盒(见表2)。同时,调整了 CONSYS B 机内药品品种31个、共36条轨道;与3月比较,10月时 CONSYS B 机内品种增加15个,使用轨道数增加12条,机内最大库存量增加129盒(见表3)。

由表2、表3可见,应用 F 值可及时、简便地调整机内药品的品种和轨道数,并能增加机内药品最大库存量,使自动发药机被充分利用。

3.3 优化前、后自动发药机、实时发药窗口发药率比较

优化前、后自动发药机、实时发药窗口发药率比较结果见表4。

由表4可见,储位优化后,自动发药机发药率从优化前(2016年3月)的73.7%上升到优化后(2016年10月)的81.3%,平均上升4.9%;实时发药窗口发药率从优化前(2016年3月)的39.8%上升到优化后(2016年10月)

药房共设置2个实时发药窗口和2个预配发药窗口。实时发药窗口的药品全部由自动发药机调配,预配发药窗口的药品由发药机和药师手工共同调配。合理优化机内药品储位,可提高实时发药窗口发药率,减少药师手工配药量,提高药师工作质量,并有助于药师有更多的时间与患者沟通交流,提高患者对药师服务的满意度^[7]。

采用 SPSS 22.0 软件中配对样本 t 检验对优化前(2016年3—6月)和优化后(2016年7—10月)各数据进行分析, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

3 结果

3.1 优化前、后轨道使用的变化情况

应用 F 值调整 CONSYS D 和 CONSYS B 机内药品轨道的数量,并记录优化前(2016年3—6月)和优化后(2016年7—10月)机内药品 F 值,见表1。

由表1可见,与优化前(2016年3月)比较,优化后

的51.8%,平均上升10.1% ($P < 0.05$)。结果表明,持续优化机内药品储位能提高自动发药机、实时发药窗口的发药效率。

表2 CONSYS D 机储位优化前、后机内药品品种数和轨道数比较

Tab 2 Comparison of drug varieties and orbits numbers in CONSYS D storage positions before and after optimization

项目	优化前				优化后			
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
调整药品品种数	11	6	6	10	2	4	3	2
调整的轨道数,条	24	13	7	21	4	10	9	3
入机品种数	255	259	262	261	265	265	266	267
轨道使用数,条	981	983	980	977	980	980	983	988
机内最大库存量,盒	10 360	10 385	10 351	10 315	10 324	10 325	10 339	10 389

表3 CONSYS B 机储位优化前、后机内药品品种数和轨道数比较

Tab 3 Comparison of drug varieties and orbits numbers in CONSYS B storage positions before and after optimization

项目	优化前			优化后				
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
调整药品品种数	8	6	3	6	0	5	1	2
调整的轨道数,条	9	8	3	8	0	5	1	2
入机品种数	116	122	126	124	129	129	131	131
轨道使用数,条	158	161	163	160	166	166	169	170
机内最大库存量,盒	1 778	1 788	1 809	1 780	1 841	1 841	1 898	1 907

表4 优化前、后自动发药机、实时发药窗口发药率比较

Tab 4 Comparison of the automatic dispensing rate and real-time dispensing window dispensing rate before and after optimization

评价指标	优化前				优化后					
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	平均	
自动发药机发药率, %	73.7	75.6	75.2	76.6	75.3	81.4	78.1	80.1	81.3	80.2
实时发药窗口发药率, %	39.8	42.9	41.9	41.2	41.5	53.3	48.5	52.6	51.8	51.6

4 讨论

4.1 F 算法的优势

F 算法适用于自动发药机的储位持续优化,其方法简单、计算方便,可为同行智能化药房的规划和建设提供有价值的参考数据。该算法能快速有效地判断机内药品最大库存数能否满足药房需求,并优化机内储放药品的品种和最大储放量,使自动发药机得到充分利用。药师结合本药房的药品品种、数量和发药需求规律等重要依据,通过定期统计机内药品 F 值,可及时调整机内储放药品的品种和轨道数,减少机器缺货情况,从而提高自动发药机发药率、缩短患者候药时间。

4.2 F 算法的应用限制

药师虽然可根据药房发药量结合 F 值快速调整机内储放药品品种数和轨道数,但自动发药机空间有限,总轨道数和轨道宽度是固定不变的,药师无法将机内所有药品都按照本药房的 $F_{最佳}$ 来调整轨道数。很多药品会因为尺寸不合适而不能入机,或因一些轨道尺寸过小没有合适的药品放入其中造成轨道的浪费。

自动发药机对入机药品的质量和药盒的包装也有较高的要求,若药品较轻或较重,包装盒材质不光滑,都易导致出药失败,从而引起发药差错^[6]。易碎或液体药品在滑落、挤压后易受损^[9],同样会造成机器和药品不同程度的损害。所以这类药品都不允许入机,从而无法更好地提高 F 值。

由于药品入机受发药机和自身条件的限制,药师无法将机内所有药品皆按本药房 $F_{最佳}$ (67%)来调整轨道数。且每月若将所有药品按 $F_{最佳}$ 调整机内药品品种数和轨道数,则无疑会大大增加药师的工作量。因此,本药房结合实际工作情况,每月统计1次机内所有药品 F 值,并适当调整6~8种 F 值不合理的药,使其达到50%~80%,让机内药品储位尽量处于最佳状态。

4.3 智能化药房对药师提出更高的要求

相对于传统人工调配模式,智能化药房虽然提供了很多便利,但同时也对药学人员提出了更高的要求:(1)在智能化药房运行过程中,出现设备故障是无法避免的,所以药师除了完成好本身的药事服务外,还要学习相关的计算机、机械知识等,掌握基本的设备维护知识和处理常见故障的能力^[10],保证自动化设备的正常运转。(2)智能化药房需要专门的药师根据药房用药量的变化,及时调整机内品种和轨道数,并针对更换厂家、包

装的药品重新设置轨道,从而提高自动发药率。所以美国卫生系统药师协会提出医疗机构(自动发药系统的用户)需综合考虑智能化药房设备的经济性、安全性、获益性等多方面问题,并制订设备发生故障时的应急预案以及确保使用人员能接受有效的培训^[11]。

4.4 结语

智能化药房是我国医院药房建设的长远目标,其中设备的长期维护和程序的持续改进尤为重要,智能配药系统需要不断优化现有软件和工作流程以满足医院的个性化需求。采用 F 算法,可较好地实现自动发药机机内药品储位的持续优化,提高药师工作质量,符合智能化药房建设的要求。药师还可结合数据挖掘等新方法^[12],通过处方信息充分挖掘药品之间的使用规律和关联性^[13],持续优化机内药品的位置,设计出最优的出药路径,加快自动发药机的调配速度,进一步完善智能化药房工作流程,促进其发挥最大效能。

参考文献

- [1] 谭冰,熊毅.医院药房自动化管理系统应用进展[J].中国药房,2014,25(29):2780-2782.
- [2] 赵贤,张志强.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(自然科学版),2013,28(3):39-42.
- [3] 鲁萍,崔亮.最小时间算法优化自动发药机初始储位的效果分析[J].中国药房,2015,26(22):3113-3114.
- [4] 高善荣,田佳鑫. EIQ-ABC分析方法在药房自动化方案设计中的应用[J].中国药房,2014,25(33):3118-3121.
- [5] 熊军华,沈海莲.求解自动化药房储位优化问题的GA-PSO混合粒子群算法[J].华北水利水电大学学报,2014,35(6):84-88.
- [6] 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.
- [7] 叶卿,陈念祖.自动发药机在我院药房使用的利弊[J].临床合理用药杂志,2015,8(6):165-166.
- [8] 陈智,苏银法.门诊药房快速发药系统在使用中发现问题分析[J].中国药房,2015,26(4):568-569.
- [9] 肖厚平. CONSYS D、B系列智能机械手自动发药机在我院门诊药房的应用效果分析[J].中国药房,2014,25(45):4308-4310.
- [10] 张智灵,李志宏,陈维红.自动化智慧药房建立运行与维护的探索[J].中国药物与临床,2012,12(11):1506-1508.
- [11] ASHP. Guidelines on the safe use of automated dispensing devices[J]. *Am J Health Syst Pharm*, 2010, 67(6):483-490.
- [12] 王汾雁,李志蜀.数据挖掘技术在中药自动发药系统中的应用[J].计算机应用研究,2007,24(9):31-33.
- [13] 王文青,刘津.聚类分析方法在建立自动化药房快速配药区中的应用[J].中国药房,2015,26(22):3115-3118.

(收稿日期:2017-01-12 修回日期:2017-06-20)

(编辑:刘萍)