

基于排队论数学模型评估并提升门诊药房服务质量与效率

吴玲, 谭秋红, 罗圣平

作者单位: 株洲市中心医院药学部, 湖南 株洲 412007

摘要: **目的** 基于排队论数学模型和理论方法评估医院门诊药房服务质量与效率, 并根据结果进行优化配置。**方法** 利用 Minitab 软件分别对周一至周日门诊药房病人到达情况及工作人员服务时间进行分步分析。建立排队论模型, 用 Queuing Toolpak 4.0 软件分析排队情况和服务水平。根据病人集中到达时间曲线和药房岗位工时长度, 提出人员配置方案。**结果** (1) 门诊药房病人处方到达时间服从 Poisson 分布。平均到达率 λ 为 5~11 处方张次/分。(2) 病人到达门诊发药窗口时段主要集中在上午 10:00~12:00 的时段。8:00~10:00 时段与下午相对空闲。(3) 目前的发药窗口数, 门诊药房出现排队与拥挤现象, 并且服务水平较低。(4) 流程优化的潜力点不应是提高药师工作效率(当前已引入自动发药和医嘱打印, 平均服务率已达 3.15 处方数/分, 每张处方调剂时间已不足 20 s), 而应是多增设 1 个窗口, 使排队系统处于“正常工作”状态, 服务水平能提高 61%。同时应考虑增加审方岗位和药学咨询岗位。**结论** 通过合理优化药房人员配置与信息技术, 在略微增加人力成本的基础上, 增加一个窗口, 以提高药学服务质量。

关键词: 药学服务/利用; 门诊药房; 排队论; 信息技术

Evaluation and improvement of efficiency of outpatient pharmacy service based on queuing theory mathematical model

WU Ling, TAN QiuHong, LUO Shengping

Author Affiliation: Department of Pharmacy, Zhuzhou Central Hospital, Zhuzhou, Hunan 412007, China

Abstract: **Objective** To evaluate and improve the service quality and efficiency of outpatient pharmacy service based on queuing theory mathematical model and theoretical method, and optimize the allocation based on the results. **Methods** The patient-arrival of out-patient pharmacy on Monday to Sunday and the service hours of staff were analyzed by Minitab. Queuing model was established by Queuing Toolpak 4.0 software to analyze the queuing situation and service level. According to the patient's concentrated arrival time curve and the length of working hours in the pharmacy post, a staffing plan is proposed. **Results** (1) The arrival time of prescription in outpatient pharmacy followed a Poisson distribution. Average arrival rate (λ) is 5-11 prescriptions per minute. (2) 10:00-12:00 was the busiest time in out-patient pharmacy. The others were relative inactivity. (3) Long and crowded queues and poor quality services occurred in out-patient pharmacy on the number of windows at present. (4) The Queuing Theory analysis mode show: More Pharmacies will resolve this issue of process optimization rather than improving pharmacist's work efficiency, which will bring 61% improvement in service level and ordered state. The reason is that the average service rate has reached 3.15 prescriptions per minute, and the dispensing time of each prescription is less than 20 seconds, although automatic dispensing and order printing have been introduced. Prescription-checking and the medicine consultation also can improve the pharmaceutical care. **Conclusion** By rationally optimizing pharmacy staffing and information technology, a window was added on the basis of a slight increase in labor costs to improve the quality of pharmaceutical care.

Key words: Pharmaceutical services/utilization; Outpatient pharmacy; Queuing theory; IT

排队论是研究系统随机聚散现象和随机服务系统工作过程的数学理论和方法, 又称随机服务系统理论, 使服务系统既能满足服务对象的需要, 又能使机构的费用最经济或某些指标最优, 为运筹学的一个分支^[1]。本研究通过构建排队论的数据模型, 探讨门诊药房发药流程的特点及规律, 定量分析发药服务强度、病人平均队长、平均排队等候时

间等指标, 探寻门诊药房服务流程中需要改进的主要环节。以提高病人门诊就诊满意度和优化门诊药房的资源配置。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选取株洲市中心医院门诊药房发药窗口为研究地点, 研究时间为 2019 年 6 月, 观察对象为来门诊药房发药窗口的病人。本研究符合

《世界医学协会赫尔辛基宣言》相关要求,病人或近亲属知情同意并签署知情同意书。

1.2 研究方法 考虑到一周内不同时段门诊药房服务的病人分布不同,通过美康 Pharmssist 工作站采用随机数字表法分别采集周一至周日每天的门诊药房发药窗口处方到达量,利用秒表记录发药窗口处方每分钟到达人次及药师为每张处方服务时间,建立排队模型,分析服务效率。按照门诊排队量化指标的要求,取药服务窗口等候时间 ≤ 10 min,提出优化资源配置方案^[2]。

1.3 统计学方法 利用 Minitab 软件对门诊药房处方到达情况进行 Poisson 分布拟合优度的 χ^2 检验,对门诊发药窗口工作人员为每张处方服务的时间进行负指数分布拟合优度的 χ^2 检验^[3]。

通过 Queuing ToolPak 4.0 软件,分别计算周一至周日每天的工作效率,指标包括处方平均到达率 λ 、处方每日到达的平均时间间隔 $1/\lambda$ 、服务台平均服务率 μ 、服务强度 ρ 、平均排队等待处方数 L_q 、平均窗口逗留处方数 L 、平均排队等待时间 W_q 、平均窗口逗留时间 W 、空闲概率 P_0 、到达后等待概率 $P_{C>N}$ ^[4-5]。

2 结果

2.1 门诊药房发药窗口处方到达资料的 Poisson 分布拟合优度检验 从美康 Pharmssist 工作站采集调查日期的病人到达数量(每日总计 390 min);利用秒表记录每日内处方每分钟到达发药窗口为 0、1、2、3、4、5 张/次实际频数,对其进行 Poisson 分布拟合优度的检验实际频数与理论频数比较后得出 7 日的 χ^2 ,按 $P=0.05$ 标准,不拒绝 Poisson 分布假设,可认为门诊药房发药窗口处方平均到达率(λ)服从 Poisson 分布。处方每日到达的平均时间间隔为 $1/\lambda$ (表 1)。其中门诊每天工作 7 h,每个窗口一天共计半小时休息时间,共计工作时间 390 min^[6-7]。

由表 1 得出,周一至周日处方到达门诊发药窗口的情况属于 Poisson 分布。

表 1 门诊药房发药窗口处方到达情况的 Poisson 分布拟合优度检验

时间	计数 时间/min	到达处 方数量/张	χ^2 值	λ 值	$1/\lambda$
周一	390	4 532	8.32	11.620 512 82	0.086 054 7
周二	390	4 157	19.99	10.658 974 36	0.093 817 7
周三	390	3 713	19.94	9.520 512 82	0.105 036 4
周四	390	3 895	23.57	9.987 179 49	0.100 128 4
周五	390	3 639	18.41	9.330 769 23	0.107 172 3
周六	390	2 807	17.21	7.197 435 90	0.138 938 4
周日	390	2 255	13.26	5.782 051 28	0.172 949 0

2.2 门诊药房发药窗口病人到达规律分析 人流高峰期集中在周一及周二(表 1)。周一至周日处方到达门诊发药窗口时段主要集中在上午 10:00~12:00 的时段。8:00~10:00 时段与下午相对空闲(图 1)。

由表 2 可计算出 $1/\mu = 19.01$ s = 0.317 min, $\mu = 3.155$ 。大多数药学服务时间仅有 0.2 min,平均服务时间为 0.317 min。即平均服务时间不超过 20 s。

门诊药房共配备 16 名药师,其中调剂药师 12 名,管理人员 4 名。

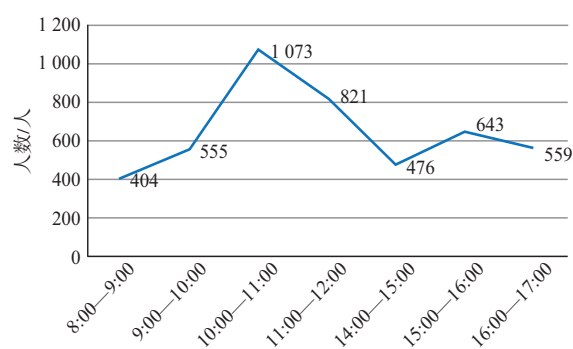


图 1 周一处方到达门诊发药窗口人数分时段图

表 2 发药窗口的平均服务时间

药学服务时间	实际频数	概率
0~0.2 min	61	0.632 121
> 0.2~0.4 min	29	0.144 749
> 0.4~0.6 min	9	0.173 343
> 0.6~1 min	1	0.043 049
> 1 min	0	

2.3 构建排队模型 排队模型的表示 $X/Y/Z/A/B/C$, X -顾客相继到达的间隔时间的分布; Y -服务时间的分布; M -负指数分布、 D -确定型、 $Ek-k$ 阶爱尔兰分布; Z -服务台个数; A -系统容量限制(默认为 ∞); B -顾客源数目(默认为 ∞); C -服务规则(默认为先到先服务 FCFS)。表 1 和表 2 的分析结果显示,门诊药房发药窗口病人到达时间服从 Poisson 分布,服务台的服务时间为负指数分布。当医院服务模型符合顾客源无限、系统容量无限、遵循先到先服务的原则、采用单队列(电脑队列派到各窗口)多服务台并联模式时,各窗口排队模型应为 $M/M/Z/\infty/\infty/FCFS$ 。据此建立排队论模型,用 Queuing Toolpak 4.0 软件分析排队情况和服务水平^[8]。

当 ρ 在 60%~70% 时,排队系统处于“正常工作”状态,排队等候取药的人不是很多。当 ρ 大于 70% 时,服务机构处于“超负荷工作”状态。当 ρ 大于 80% 时,排队系统就会出现“排队成龙与拥挤”现象。从表 3 可以看出,周一至周二,门诊药房出现排队成龙与拥挤现象,只有周日门诊药房才能处于

表3 门诊药房发药窗口(及添加假定窗口)不同日期的工作效率分析表

时段	基本参数			基本性能量值							预期参数		预期参数量值	
	λ (张/分钟)	μ (张/分钟)	窗口/个	$\rho/\%$	L_q	L	W_q /分	W/分	$P_0/\%$	$P_{C>N}/\%$	阈值时间/min	预期服务水平/%	目前服务水平/%	应设置服务台数
周一	11.620	3.155	4	92	9.646 7	13.3297	0.8302	1.147 1	1	83	10	100	25	7
	11.620	3.155	5 ^a	74	4.972 1	7.1267	0.1055	0.422 5	1	44	10	100	71	6
周二	10.659	3.155	4	85	3.742 9	7.1267	0.3512	0.668 6	2	68	10	100	44	6
	10.659	3.155	5 ^a	68	0.708 7	4.0877	0.0665	0.383 4	3	34	10	100	80	6
周三	9.521	3.155	4	76	1.604 7	4.6272	0.1685	0.486 0	4	52	10	100	62	6
	9.521	3.155	5 ^a	60	0.366 2	3.3840	0.0385	0.540 7	5	24	10	100	87	6
周四	9.987	3.155	4	79	2.229 1	5.3995	0.2232	0.355 4	3	58	10	100	55	6
	9.987	3.155	5 ^a	63	0.457 0	3.5939	0.0462	0.363 1	4	27	10	100	85	6
周五	9.331	3.155	4	74	1.409 2	4.3714	0.1510	0.468 5	4	49	10	100	64	6
	9.331	3.155	5 ^a	59	0.326 9	3.2844	0.0350	0.352 0	5	23	10	100	88	5
周六	7.197	3.155	3	76	1.871 3	4.1561	0.2600	0.577 5	7	59	10	100	53	5
	7.197	3.155	4 ^a	57	0.332 3	2.6134	0.0462	0.363 1	10	25	10	100	85	5
周日	5.782	3.155	3	61	0.583 4	2.4189	0.1009	0.418 4	14	61	10	100	74	4

注:a表示假定设置添加后的窗口数, λ 为指标包括处方平均到达率, μ 为服务台平均服务率, ρ 为服务强度, L_q 为平均排队等待处方数,L为平均窗口逗留处方数, W_q 为平均排队等待时间,W为平均窗口逗留时间, P_0 为空闲概率, $P_{C>N}$ 为到达后等待概率

“正常工作状态”^[9]。解决这类问题的常见对策是:

(1)将病人分流,必要时还可限制“队列的人数和空间”,使后来的病人自动离去。但取药步骤处于就诊的最后一个环节,无法限制已经就诊和交费的病人。(2)增加服务窗口和药师的数量,表3表明,将窗口数提高到5,能极大地改善服务水平和减少 ρ 值,但涉及人力成本的提高。(3)提高药师工作效率。在提高效率上,已经引入自动发药机,直接打印医嘱单,但目前服务台平均服务率已达3.15处方数/分,每张处方调剂时间已不足20 s。

3 讨论

公立医疗机构服务质量病人满意度调查中,门诊病人满意度是一个重要指标。在我院公立医疗机构服务质量病人满意度调查中,其中,“我对门诊诊疗中的等候时间满意”的比例较低。门诊病人在医院的逗留时间提高,影响了病人的总体满意率和对医生服务的满意^[10]。

而门诊药房服务是门诊就诊的最后一个环节,关系着门诊病人在医院的逗留时间以及病人对医院的最后印象。因此改进门诊药房服务流程,提高药房服务水平十分重要。因此引入先进的工业管理理论对建设现代化医院十分必要。本研究是利用排队论通过构建排队论模型,对门诊药房服务效率进行测量和评价,为下一步优化流程和改进服务奠定基础^[11]。

对于门诊药房服务的优化应符合以病人为中心的原则、效益原则、均衡原则、整体与局部结合原则。

以病人为中心的原则中,参考工作效率分析表可知,在目前原有的4个窗口上再多设置一个窗口,能够降低 ρ 值。通过在原有4个窗口的基础上增设一个窗口,能使周一至周六 ρ 值低于70%,从超负荷状态降至正常工作状态。增加窗口还能提高服务水平,能使平均服务水平从54提高至87,提高61%。

而效益、均衡原则,则应考虑成本以及工作强度。在现有人员配置的前提下,平衡各岗位各时段的劳动效率。如调剂岗位在上午10:00后进入工作高峰期,而药品管理岗位及财务管理岗位则相对时间较灵活。可以采用工业生产中多能工^[12]的概念,使相对空闲的岗位人员在人流高峰进入调剂岗。而在上午8:00~9:00及下午时段,调剂岗位相对空闲时,负责一部分上药、入库、计算收入的一些职责。

根据整体与局部结合原则,在进行流程优化时,应当以全局为优化对象。从本次定量分析结果看,61%药学服务时间仅有0.2 min,平均服务时间为0.317 min,即平均服务时间不超过20 s。对于防范处方差错和用药交代的时间是不足的。因此应引入实行审方系统,减少处方差错率和不合理率。应引入自动化的打印用药交代小纸条和药学咨询岗来解决用药交代的问题^[13-14]。

建议:根据本次定量分析结果,建议优化人员配置与加强信息化建设。(1)再增加一个发药窗口能极大地缓解病人领药排队现象与提高服务水平。(2)实行门诊药房管理信息化管理,将人员更多的

配置到窗口服务。(3)增加事前审方、打印服药相关事项、和增加药学咨询岗,以提高药学服务质量。

参考文献

- [1] 张雪梅,岳德权,张玉英.具有不耐烦顾客的M-X/M/1多重工作休假排队系统[J].工程数学学报,2019,36(3):285-297.
- [2] 宋文琪,李启亮,金芳,等.基于排队论的门诊化验服务效率评估与改进[J].中国医院管理,2014,34(1):51-53.
- [3] 高淑芝,李少阳.Minitab软件在六西格玛统计质量控制方法中的应用[J].电子技术与软件工程,2017,24(6):70.
- [4] 周文正,尹平,马玉全,等.排队论模型M/D/c在医疗服务系统中的应用[J].中国卫生统计,2009,26(6):608-610.
- [5] 姚月朋,季昕昱,韦云.基于排队论的门诊服务队列研究中评价结果的优化分析[J].中国卫生产业,2017,14(4):170-172.
- [6] 冯水.Poisson-Dirichlet分布及可逆测度值过程[J].中国科学:数学,2019,49(3):377-388.
- [7] 胡良平.一般计数资料Poisson分布模型回归分析[J].四川精神卫生,2018,31(5):394-398.
- [8] MUSTAFA S, NISA S. A Comparison of single server and multiple server queuing models in different departments of hospitals [J]. Journal of Mathematics, 2015, 47(1): 1-8.
- [9] BELCIUG S, GORUNESCU F. Improving hospital bed occupancy and resource utilization through queuing modeling and evolutionary computation [J]. J Biomed Inform, 2015, 53: 261-269.
- [10] 王彤,陈丹妮,范关荣,等.上海市公立医疗机构门诊病人满意度及其影响因素分析[J].中国卫生资源,2017,20(6):460-463,480.
- [11] 王松建.基于排队论的内科门诊排队系统模型分析[J].数理医药学杂志,2015(2):159-160.
- [12] 沈侃,汤宏,励文光.精益“多能工”分析、管理及评估——生产线节拍管理实施分析[J].科技创新与用,2013(15):293-295.
- [13] 金昭,廖赞,袁波,等.我院医嘱事前审方信息系统的建立与应用结果分析[J].中国药师,2019,22(5):898-901.
- [14] 宋沛然,张旭,丁妍华,等.我院门诊用药咨询情况分析[J].海峡药学,2019,31(3):263-264.

(收稿日期:2019-08-05,修回日期:2019-10-20)

doi:10.3969/j.issn.1009-6469.2020.08.050

◇ 医院药学 ◇

药品说明书中妊娠及哺乳期用药信息标注情况调查

代雪飞,王建青

作者单位:安徽医科大学第四附属医院药剂科,安徽 合肥 230601

通信作者:王建青,女,副教授,硕士生导师,研究方向为临床药理学和肝病机制,E-mail:jianqingwang81@126.com

摘要:目的 调查药品说明书中关于妊娠及哺乳期用药信息的标注情况,提出标注建议,加强合理用药。方法 统计安徽医科大学第四附属医院药品目录中1 541份药品说明书妊娠及哺乳期用药信息,调查2018年8月16日至2019年2月16日住院妊娠期病人使用的药物品种情况。结果 西药说明书妊娠和哺乳期用药信息标注率分别为84.02%、78.75%,中成药分别为50.74%、14.81%;妊娠及哺乳期药品说明书普遍存在缺乏人体试验信息、FDA妊娠分级标注率低、不同妊娠分期标注率低、缺乏妊娠及哺乳期药代动力学研究、用药指导不确定性标注率高等问题;有妊娠及哺乳期用药信息的药品以口服给药及静脉给药比例较高,外用及其他剂型比例较低;非处方药妊娠及哺乳期用药信息标注率低;妊娠期住院病人所用部分药品在妊娠期使用的安全性尚未确立,部分药品对胎儿有潜在风险。结论 常用药品说明书妊娠及哺乳期用药信息标注率不佳,需要药品监管部门、药品研发生产企业、医疗机构共同推动药品说明书关于妊娠及哺乳期用药信息的完善,保障特殊人群合理用药。

关键词:药物标签; 说明书; 妊娠期; 哺乳期; 用药信息

Investigation of drug use labeling for pregnant and lactating women in drug package inserts

DAI Xuefei, WANG Jianqing

Author Affiliation: Department of Pharmacy, The Fourth Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230601, China

Abstract: Objective To analyze and evaluate the labeling information of the drug instructions for women in pregnancy and lactation, and to put forward suggestions for labeling to promote rational drug use. **Methods** Statistical analysis was made of the drug directory of The Fourth Affiliated Hospital of Anhui Medical University, summarizing a total of 1 541 medication information for women in pregnancy and lactation, and investigating the drug use among 119 pregnant inpatients hospitalized from August 16, 2018 to February 16, 2019. **Results** The rates of drug use labeling for pregnant and lactating women in Western medicine instructions and Chi-