

基于互联网信息技术构建智能医药供应链管理新平台

郭瑞¹, 孙嫣^{1*}, 王江涛², 吴晓磊², 王刚^{2*}, 罗震宇², 倪斌², 韩胆², 俞春红², 潘碧航²[1.杭州市第一人民医院城北院区(杭州市老年病医院)药学部, 杭州 310022; 2.杭州市第一人民医院药学部, 杭州 310006]

摘要: 目的 构建智能医药供应链管理平台, 并探索医药供应链全流程闭环管理模式。方法 梳理医疗机构传统药品供应链管理模式下存在的问题, 提出建设智能医药供应链管理平台的思路。同时, 系统介绍了该平台的架构与管理, 并评价了其应用效果。结果 该平台实施后, 在信息化智能化方面提升了医院药品供应链环节水平, 提高了药品供应链环节工作效率, 实现了医疗机构、两定机构医疗保障信息平台、医药企业之间药品信息互联互通, 实现了三方之间“资源共享、技术扶持”, 并实现了区域内药品供应链全流程可追溯。结论 基于互联网信息技术构建智能医药供应链管理平台有助于推进医院数智化改革, 加强药事管理水平, 提升医疗服务质量, 具有行业内广泛推广的应用价值。

关键词: 医药供应链; 信息化; 全流程闭环; 二维码技术

中图分类号: R951 文献标志码: B 文章编号: 1007-7693(2023)24-3445-07

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.20231334

引用本文: 郭瑞, 孙嫣, 王江涛, 等. 基于互联网信息技术构建智能医药供应链管理新平台[J]. 中国现代应用药学, 2023, 40(24): 3445-3451.

Building a New Intelligent Medical Supply Chain Management Platform Based on Internet Information Technology

GUO Rui¹, SUN Yan^{1*}, WANG Jiangtao², WU Xiaolei², WANG Gang^{2*}, LUO Zhenyu², NI Bin², HAN Dan², YU Chunhong², PAN Bihang²[1.Department of Pharmacy, North District of Hangzhou First People's Hospital(Hangzhou Geriatric Hospital), Hangzhou 310022, China; 2.Department of Pharmacy, Hangzhou First People's Hospital, Hangzhou 310006, China]

ABSTRACT: OBJECTIVE To construct an intelligent medical supply chain management platform and explore the closed-loop management model of the entire medical supply chain process. **METHODS** Identify the problems in the traditional drug supply chain management model of medical institutions and propose the idea of building an intelligent medical supply chain management platform. At the same time, systematically introduce the architecture and management of this platform and evaluates its application effect. **RESULTS** After the implementation of the platform, notable enhancements had been observed in the hospital drug supply chain regarding information and intelligence. Moreover, the work efficiency of the hospital drug supply chain had been improved, facilitated the interconnection of drug information between medical institutions, designated medical security information platforms, and pharmaceutical enterprises. Furthermore, the platform had successfully facilitated “resource sharing and technical support” among these three entities, enabling comprehensive traceability of the entire drug supply chain within the region. **CONCLUSION** Building an intelligent medical supply chain management platform based on internet information technology can help promote digital reform in hospitals, strengthen pharmaceutical management levels, improve medical service quality and has widespread application value within the industry.

KEYWORDS: medical supply chain; informatization; closed-loop full process; QR code technology

药品供应链是保障医疗质量和安全的重要环节, 也是医疗改革和创新的关键领域。然而, 传统的药品供应链管理方式存在诸多问题, 如多个环节仍然依靠手工操作, 医院与定点医疗机构和定点药店(以下简称“两定机构”)的医疗保障信息平台、配送企业之间没有建立有效的信息化沟通

机制, 易形成信息孤岛等。为解决这些问题, 智能药品供应链闭环管理平台成为一种有效的药品流通创新模式, 它能够实现药品信息的全程可追溯、可监控和可优化, 提高了医院药品供应链的效率和质量。随着政府对医疗信息化支撑的重视, 新一代信息技术如云计算、大数据、物联网、区

基金项目: 杭州市生物医药和健康产业发展扶持科技专项(2021WJCY029); 浙江省药学会医院药学专项科研资助项目(2020ZYY27)

作者简介: 郭瑞, 女, 硕士 E-mail: ruig0715@126.com *通信作者: 王刚, 男, 主任药师 E-mail: 88485534@163.com 孙嫣, 女, 硕士, 副主任药师 E-mail: 61012796@qq.com

区块链、第五代移动通信(5G)等被广泛应用于医疗服务中,推进了智慧医院建设和医院信息标准化建设^[1-2]。同时,药品零加成政策^[3]、两票制管理制度^[4]的实施以及《中华人民共和国药师法(送审稿)》的成型^[5],都对医疗机构药品管理提出了更高的要求,医院药品供应链管理工作的科学化、高效化和经济化成为一个亟待解决的问题。因此,利用计算机信息技术对药品供应链进行智能化管理已经成为提高药库管理水平和质量、满足管理精细化和信息化需求的必要手段^[6-7]。杭州市第一人民医院2023年药品品种数达1500种左右;2022年药品采购总金额>5亿元,占医院总收入约30%。2022年整年涉及医保信息条维护近万条。目前,笔者所在医院是杭州市属医院中首家推行智慧医药供应链管理模式的医院。本研究将探讨智能化药品供应链闭环管理平台的设计与实现,旨在为医院药品供应链管理工作提供一种更为高效、科学的解决方案。

1 医疗机构药品供应链现状分析

医疗机构的药品供应链是保障医疗质量和安全的重要环节,也是医疗改革和创新的关键领域。目前医疗机构药品供应链管理普遍还存在着信息化、数字化水平较为落后,主要依靠人力,工作流程繁琐,需要消耗大量时间成本等问题^[8]。随着医药市场的竞争加剧和患者需求的多样化,医疗机构迫切需要提高药品供应链的外部效率和内部效率,实现药品流通的快速、准确、透明和合理。

其中,医院与两定机构医疗保障信息平台及配送企业存在着标准不统一、数据不互认、系统分割、难以共享、区域封闭、孤岛现象突出等问题^[9]。这些问题会导致:①采购信息传递效率低下,导致采购订单延误或错漏,影响医院物资供应的及时性和准确性。②采购数据信息不对称,导致医院无法及时掌握供应商的资质、价格、库存等情况,影响医院的采购决策和成本控制。③采购业务流程不规范,导致医院无法有效监督和管理供应商的履约情况,影响医院的质量安全和合规风险。④采购数据信息无法留存,导致医院无法进行有效的数据分析和评价,影响医院的运营效率和服务水平。

此外,在医院内部药品采购、验收、入库、出库环节中,由于信息化数字化较为落后,还存在以下几个效率低下、成本过高的环节:①药品

库存管理:由于缺乏精准有效的需求预测和库存控制方法,导致医院药房或仓库出现过多或过少的库存现象,造成资金占用或断货风险。②药品验收入库:由于缺乏统一规范的数字化验收入库流程和标准,导致验收入库工作耗时长、人力多、错误率高。③药品信息养护:由于缺乏及时有效的药品信息更新机制和手段(如包装更改、价格调整、医保变动、效期管理等),导致药房或仓库内存在过期失效或错误标识的药品。④发票管理:由于缺乏无纸化发票管理系统和手段,导致发票开具和报销工作繁琐复杂。

虽然已经有部分医院进行了一些探索性的尝试,比如应用供应—加工—配送(supply-processing-distribution, SPD)供应链管理模式进行信息化管理以提升效率^[10-12],该模式虽然能够在一定程度上解决上述问题,但目前仍处于发展阶段,存在着一些缺点和挑战,比如:①医院与供应商之间仍然缺乏有效的信息化沟通机制,导致信息不能及时共享和交换。②SPD管理系统作为第三方平台,医院对SPD运营商的监管和考核标准不明确,难以保证服务质量和效果。③SPD运营商面临着人员素质不高、设备更新不及时、成本压力大等问题。④SPD系统与医院信息系统(hospital information system, HIS)等其他信息系统的对接和兼容性还有待完善,数据安全性无法保证。

基于以上现状分析,亟需建立一个由医疗机构主导的现代化、数字化、信息化的智能药品供应链管理新平台。

2 智能医药供应链全流程闭环管理新平台的建设

2.1 系统运行环境

2.1.1 系统运行的硬件环境 计算机1台;具有扫描功能的手持移动终端(enterprise digital assistant, EDA);无线网络;无线接收器。

2.1.2 系统运行的软件环境 该软件系统的实现方法主要包括以下几个方面:①采用PowerBuilder语言和数据库Oracle二层框架开发后台处理逻辑,利用甘特图和PERT图工具进行项目管理和依赖管理。②采用Oracle数据库存储各种数据,通过二层应用框架进行数据库操作和映射。③采用HTML、CSS及JavaScript等前端技术开发用户界面,利用Vue.js框架进行页面布局和样式设计。④采用医院私有云服务器部署系统,利用一种基于分布式系统Nginx实现负载均衡和高可用性。⑤采用二维码技

术对药品进行标识和识别,利用 Barcode 程序生成和解析二维码。合作开发单位:联众智慧科技股份有限公司。

2.2 三流合一的数据交互平台

两定机构医疗保障信息平台 HIS 之间的药品数据采购订单涉及药品编码、名称、规格、单位、价格、数量等多种信息,需要遵循国家或地方的相关标准和规范,保证数据的一致性和可比性^[13]。在实现数据交互之前,首先需要对 HIS 内部的药品信息和两定机构医疗保障信息平台产品

ID 码进行数据清洗和格式转换,统一设置成两定机构医疗保障信息平台产品 ID 码,见图 1。为保证数据的一致性和可匹配性,且避免通过外网进行数据传输的安全隐患,本平台采用程序对照工具,对比采购平台的目录和医院的目录,数据匹配算法可以根据药品名称、规格、厂家等关键信息进行匹配,然后将匹配结果写入介质表。最后使用调用服务的方式,一键导入介质表数据到两定机构医疗保障信息平台进行更新。数据交互路线见图 2。

图 1 更新后的院内药品目录与采购平台目录对照

Fig. 1 Comparison between the updated hospital drug catalog and the procurement platform catalog

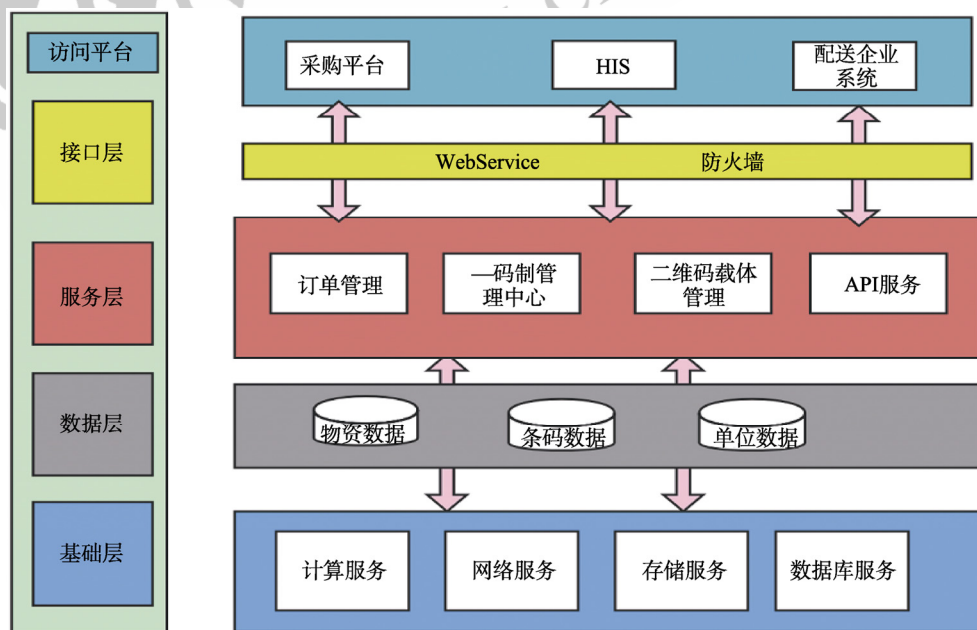


图 2 数据交互路线

Fig. 2 Data exchange route

2.3 一键采购模块

本系统根据各二级部门提交的药品申领清单,自动汇总生成初步的采购订单,并显示当前库存数量。经过人工审核确认无误后,可一键导入两定机构医疗保障信息平台,进行在线下单操作。下单成功后,本系统可直接生成相应的入库二维码,方便后续的入库管理。

2.4 物流信息监测模块

本系统可以通过 pad 终端设备,实时查看物流公司对药品的配送情况,以及医院对药品的收货情况。如果出现二维码丢失或损坏的情况,本系统还可以通过 pad 端重新接收二维码信息,保证药品的信息完整。

2.5 验收入库模块

本系统支持为多票单据生成一个入库二维码,应用二维码技术可以快速准确地识别和记录药品的信息,避免人为因素带来的问题^[14]。具体的二维码信息编码规则见图 3。二维码将与药品一

同由物流公司送至医院药库。药库工作人员使用手持设备扫描二维码,可以自动获取药品的基本信息(包括药品识别码,药品名称、规格、剂型、产地、价格、数量、件数、包装数量、批号、效期,配送企业等信息),并与采购订单进行对比,确认无误后,可以一键完成入库操作。

2.6 药品信息养护模块

药品信息养护是医院管理信息化的重要组成部分,能够及时准确地更新药品的相关信息,对于提高医院的管理效率和降低医疗成本具有重要意义^[15]。本节将介绍药品信息养护模块,并详细探讨药品价格调整、药品包装更改 2 个方面的内容。

2.6.1 药品价格调整 药品价格是医疗成本的重要组成部分,价格调整的及时性和准确性对于医院管理至关重要。本系统通过与医保局下发调价文件的数据比对,导入调价模板,并通过 HIS 的自动匹配功能实现价格的快速更新,见图 4。医保局下发文件中有 277 项药品调价与笔者所在医院



图 3 二维码编码规则

Fig. 3 QR code encoding rules

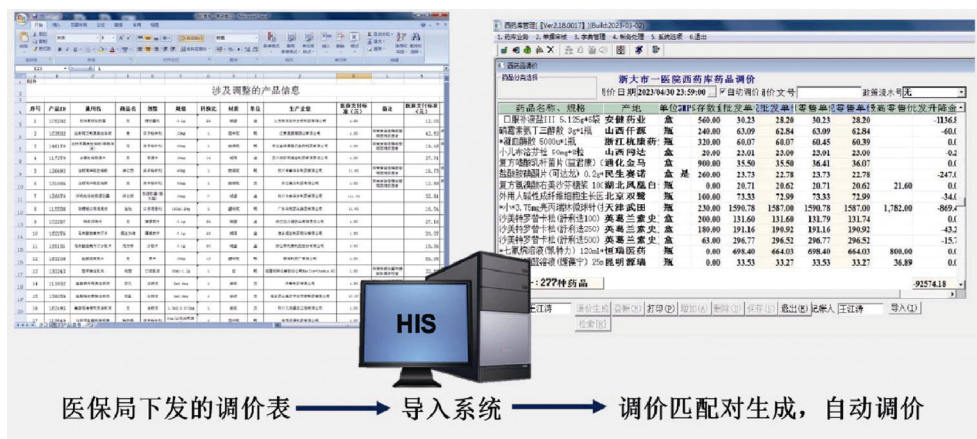


图 4 药品调价流程
Fig. 4 Drug price adjustment process

相关，并成功进行一键调价。

2.6.2 药品包装更改 药品的包装变更是常见的情况之一，及时更新药品的包装信息对于医院库存管理具有重要意义。本系统能够及时推送药品包装的变更，并更新药品的相关信息。同时，本系统还提供了药品新旧包装对比查询，为医院管理提供了参考依据，见图 5。

3 讨论

3.1 实现信息互享互通

该平台实现了浙江省医院药品信息与两定机构医疗保障信息平台产品 ID 码的精确匹配，为医疗机构、两定机构医疗保障信息平台、医药企业之间的药品信息互联互通提供了技术支持，见图 6。本系统可通过两定平台上药品唯一的产品



图 5 药品包装变更
Fig. 5 Drug packaging changes

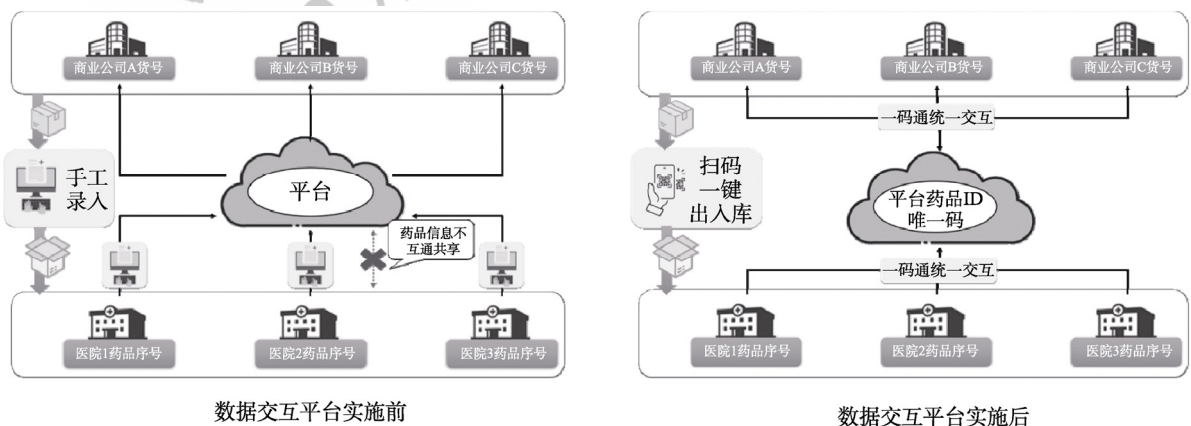


图 6 数据交互平台实施前后工作模式对比
Fig. 6 Comparison of work modes before and after implementation of data exchange platform

ID 码, 商业公司与医院系统各自关联, 商业公司从两定平台获取医院药品采购订单信息以后, 通过 ID 码转化成公司内对应的药品信息, 根据订单把相应药品配送到医院, 附带 ID 码关联的药品信息二维码, 医院通过扫描读取二维码信息, 根据关联的产品 ID 码转化成院内药品信息进行入库。通过产品 ID 码可以实时追踪到从商业公司到医院全流程的药品流转信息。为了确保数据的准确性和安全性, 该平台建立了安全的数据交换和共享机制, 并且建立了高效的数据处理和应用能力, 以确保数据的高效处理和使用。

3.2 优化工作流程, 提升工作效率, 降低医院运行成本

该平台自 2021 年 8 月正式开始投入使用。该平台的使用实现了采购订单一键下单, 药品到货一键入库, 一键更新药品信息等功能, 简化了多个药品供应链关键环节的工作流程, 使得医院药品采购流程更加简便、高效, 避免了传统采购方式中出现的不对称和效率低下等问题。在该平台实施之前, 药库每周大采购下订单工作人员平均所需工作时长为 1 795 min, 实施该平台后平均工作时长缩短为 257.5 min, 显著提高了医院药品采购的效率。实施新平台后, 药库工作人员由 6 人精简为 5 人。此外, 以新平台实施前后 6 个月的库存周转率为例(图 7), 并进行统计学分析(T 检验), 可以发现新平台的实施可以显著降低医院药品库存周转率($P<0.05$), 降低医院的运行成本。从而实现医院内药品管理的现代化和自动化, 符合当前医改要求。

3.3 有利于过程回查

该平台实现了区域内药品供应链全流程可追

溯, 对医院药事管理和监管部门的过程回查提供了极大的便利。在该平台的使用过程中, 每个药品流通环节均进行了信息化管理, 可以实现药品全流程的跟踪和回溯, 确保药品安全 and 质量。

3.4 具有普适性, 在行业间易推广

该平台的技术和管理模式具有较高的普适性, 在行业间易推广。该平台可以应用于不同的医疗机构和药品供应链管理场景, 尤其是该平台的二维码编码规则在设计之初就考虑到了推广问题, 预留了不同医院对应的序号位列, 可在笔者所在医院所相关的医联体甚至全省范围内广泛推广。商业公司从两定平台获取医院药品采购订单信息以后, 通过 ID 码转化成公司内对应的药品信息, 下载到商业公司 ERP 系统里, 根据医院的药物信息, 把所有的药品信息包括品名、规格、批号、数量、发票号码等, 根据软件要求, 由各个字段排好序, 生成好之后推送到打印标签的打印机上, 打印二维码标签。因为各家医院都是通过同一个两定平台采购, 只要院内药品信息通过产品 ID 号关联, 再接收端系统增加扫码插件, 可实现区域内其他医院的药品信息实时导入其相应系统。通过推广该平台, 可以提高药品供应链管理的效率和精确度, 为医疗卫生事业的发展添砖加瓦。

综上所述, 本研究介绍了智能医药供应链管理新平台的构建和实施, 该平台利用信息技术标准化了从药品采购订单生成到发放养护等流程, 提高了工作效率, 降低了人力成本。同时该平台实现了医疗机构, 采购平台、配送企业的数据安全互通, 避免信息孤岛, 顺应了国家的药品质量控制和药品可追溯的要求^[16], 可为其他医疗机构提供有益借鉴。同时, 本平台仍存在以下不足,

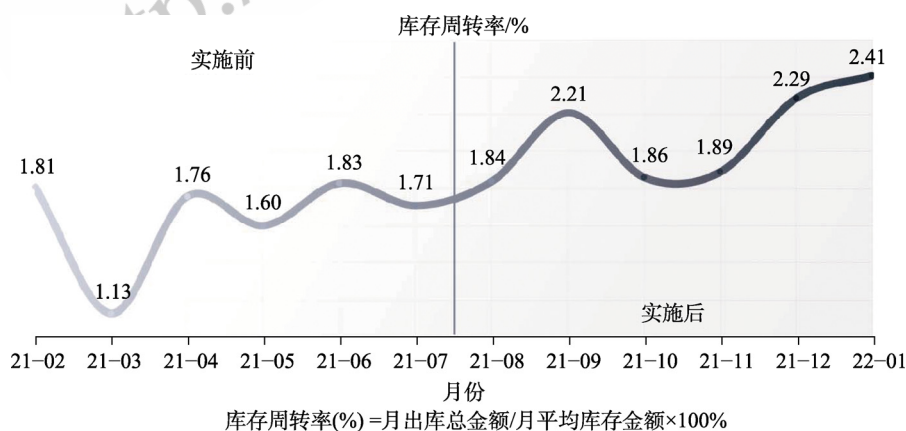


图 7 平台实施前后库存周转率变化

Fig. 7 Comparison of inventory turnover before and after implementation of data exchange platform

比如在药品采购订单生成环节,仍然采取二级部门上报需求再进行精简的方式,未能实现药库零库存周转,有待继续进行优化研究。

REFERENCES

- [1] KWON H, AN S, LEE H Y, et al. Review of smart hospital services in real healthcare environments[J]. *Health Inform Res*, 2022, 28(1): 3-15.
- [2] 中华人民共和国国务院公报. 国务院办公厅关于推动公立医院高质量发展的意见[EB/OL]. (2021-05-14)[2023-01-13]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5618942.htm.
- [3] ZHU Z, WANG J F, SUN Y, et al. The impact of zero markup drug policy on patients' healthcare utilization and expense: An interrupted time series study[J]. *Front Med*, 2022(9): 928690.
- [4] DONG P Z, LI Y, LI Z H, et al. Improvement effects of SPD system on the implementation of "two-invoice system" in drug procurement in our hospital[J]. *China Pharm(中国药房)*, 2019, 30(7): 865-869.
- [5] WANG L Y. Chinese pharmacists law modification, how to protect patients' interests?[J]. *Health Inform Int J*, 2022, 11(4): 1-10.
- [6] WU F, SHEN A Z, CAI Q, et al. Construction and system practice of intelligent pharmaceutical care system driven by data and knowledge[J]. *Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学)*, 2022, 39(21): 2751-2756.
- [7] DONG X H, JIANG S P, LU X Y, et al. Digital and intelligence promoting pharmaceutical reform, pharmaceutical care improving medical quality[J]. *Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学)*, 2022, 39(21): 2717-2720.
- [8] WANG Y. Research on sharing coordination and application of drug information in China[D]. Shenyang: Shenyang Pharmaceutical University, 2019.
- [9] YAN H. Study on the decision and coordination contract of pharmaceutical supply chain under the group procurement policy[D]. Chongqing: Chongqing University of Posts and Telecommunications, 2021.
- [10] WEI M L, SHENG Y W, GU M, et al. Establishment and application of a visualization system based on supply, processing and distribution system of medicines[J]. *Pharm Clin Res(药学与临床研究)*, 2022, 30(4): 381-384.
- [11] CHEN L F, WU Y F, HUANG R H, et al. Effectiveness analysis of collaboration application of SPD and HIS in drug logistics management[J]. *China Pharm(中国药房)*, 2017, 28(13): 1797-1800.
- [12] WANG L F. Implementation effect of hospital SPD smart supply chain project[J]. *Eng Manag(物流工程与管理)*, 2023, 45(1): 56.
- [13] WANG X, SHI J. The status quo and policy research of centralized bidding procurement of medicine in Zhejiang[C]// *Proceedings of the 2018 Annual Meeting and Symposium of the Professional Committee on Pharmacy Management of the Chinese Pharmaceutical Society*. Jinan. 2018: 1-9.
- [14] WANG N M, DONG H Y, YOU C Y, et al. Application of low cost 2D bar code in hospital drug storehouse management[J]. *Chin J Hosp Pharm(中国医院药学杂志)*, 2017, 37(13): 1298-1301.
- [15] FANG W J, WU T T. Exploration on fine classification management of basic drug information in hospitals[J]. *Mod Hosp Manag(现代医院管理)*, 2019, 17(4): 40-43.
- [16] XU X X, YU S S. Brief analysis on the standards of drug quality management in China[J]. *China J Pharm Economics(中国药物经济学)*, 2019, 14(9): 123.

收稿日期: 2023-05-15

(本文责编: 曹粤锋)