

• 论 著 •

# 急诊复用器械智能化管理系统的设计及应用效果评价

胡夏晴<sup>1</sup>,冯春玲<sup>1</sup>,鲍丹琼<sup>1</sup>,范培红<sup>2</sup>,罗守军<sup>3</sup>,徐琴鸿<sup>4</sup>

**摘要:**目的 研发急诊复用器械智能化管理系统并探讨其在急诊复用器械管理中的应用效果。方法 通过设计急诊复用器械智能化管理系统并应用于临床。通过管理柜的硬件设计及触控管理模块、人脸识别模块、刷卡识别模块、集散控制模块及射频识别模块等的软件嵌入设计,形成急诊复用器械智能化管理系统。以系统上线时间为分界点,将2023年6—11月传统管理模式下的急诊复用器械2 103件作为应用前组,将2023年12月至2024年5月应用急诊复用器械智能化管理模式后的急诊复用器械1 477件作为应用后组,比较智能化管理系统应用前后的器械管理效果。结果 应用急诊复用器械智能化管理系统后,复用器械的回收及时率较应用前提升,遗失率较应用前下降,医护人员满意度评分较应用前提升,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。结论 通过急诊复用器械智能化管理系统的设计与应用实现了急诊复用器械的全流程智能化管理,提高了急诊复用器械的流转效能。

**关键词:**复用器械; 智能化; 射频识别; 集散控制系统; 信息化建设; 护理信息化; 门诊急诊管理; 消毒供应中心

**中图分类号:**R47;C931.6 **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2026.10.102

## Design and evaluation of application effects of intelligent management system for reusable medical devices in emergency departments

Hu Xiaqing, Feng Chunling, Bao Danqiong, Fan Peihong, Luo Shoujun, Xu Qinhong. Emergency Department, The First Affiliated Hospital of Ningbo University, Ningbo 315010, China

**Abstract:** **Objective** To develop an intelligent management system for reusable emergency medical devices and explore its application effectiveness in the management of such devices. **Methods** By designing an intelligent management system for emergency reusable medical devices and applying it in clinical practice, an intelligent management system for emergency reusable devices was developed through hardware design of the management cabinet and the embedding of software such as the touch control management system, facial recognition system, card swipe recognition system, distributed control system (DCS), and Radio Frequency Identification (RFID) system. Using the system implementation time as the cutoff point, 2,103 emergency reusable devices under the traditional management model from June to November 2023 were designated as the pre-application group, while 1,477 emergency reusable devices under the intelligent management model from December 2023 to May 2024 were designated as the post-application group. The application effects of the intelligent management system in the management of reusable devices were analyzed. **Results** After the implementation of the intelligent management system for reusable emergency medical devices, the timely recovery rate of reusable devices increased, the loss rate decreased, and healthcare staff satisfaction improved compared to the pre-application period. The differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The design and application of the intelligent management system for emergency reusable medical devices have enabled comprehensive intelligent management of the entire process, thereby improving the circulation efficiency of these devices.

**Keywords:** reusable medical devices; intelligence; radio frequency identification; distributed control system; informationsystemconstruction; nursinginformatics; outpatient and emergency management; centralsterilesupplydepartment

复用器械是指在保证患者安全以及医疗质量的前提下,经去污等处理流程后可以进行循环使用的器械<sup>[1]</sup>。急诊床旁操作或手术较为频繁,复用器械的种类、使用频率较高。而目前传统的急诊复用器械管理模式主要存在以下问题:复用器械管理仍停留在由护士人工清点及手工记录阶段,当发生复用器械遗失时人员取用信息追溯困难,存在较大安全风险或可造成一定的医疗资源损失;由于消毒供应中心和急诊科间

的沟通主要通过人为联系核查的方式进行,在夜间等特殊时段无法根据急诊临床需求及时调整复用器械的种类、数量,存在物流供应链断裂进而影响救治工作的风险;此外,复用器械回收及供应信息不连贯,流转速度慢,人力成本升高。射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)技术<sup>[2-3]</sup>作为一种无线通信技术,利用电磁场或射频波识别和追踪带有标签的物体,能够自动记录或反馈被包装产品信息,具有柔性、低成本的优势,目前已有研究<sup>[4-6]</sup>将其用于医疗器械的信息追溯,但主体需求多聚焦于器械生产商或消毒供应中心,无法满足急诊高密度、快节奏、专科化、效率化的复用器械管理需求。小型集散控制系统<sup>[7-8]</sup>由一个上位机和众多的终端组成,上位机通过通信网络向终端发送命令,控制终端的工作状态以及获取终端

作者单位:宁波大学附属第一医院 1. 急诊科 2. 消毒供应中心

3. 转化实验室 4. 护理部(浙江 宁波, 315010)

通信作者:徐琴鸿, xuqinhong2013@163.com

胡夏晴:女,本科,副主任护师,护士长, 103958686@qq.com

科研项目:浙江省医药卫生科技计划项目(2023KY266)

收稿:2025-12-29;修回:2026-02-18

采集的数据,实现分散控制和集中管理。本研究将消毒供应中心视为上位机,急诊科作为其中的一个终端,结合 RFID 技术研发了急诊复用器械智能化管理系统并应用于临床,旨在进一步提升急诊复用器械流转效能,降低安全风险。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 本研究采取类实验设计,研究场所为宁波大学附属第一医院,将 2023 年 6—11 月传统管理模式下的急诊复用器械 2 103 件作为应用前组,将 2023 年 12 月至 2024 年 5 月应用急诊复用器械智能化管理模式后的急诊复用器械 1 477 件作为应用后组。目前急诊复用器械的种类包括:扩创包、切排包、拆线包、呼吸球囊、骨穿包、胸穿包、腰穿包、气切包。本研究已通过医院伦理委员会审核(伦审 2022 研第 070A 号)。

### 1.2 方法

**1.2.1 应用前组** 本组急诊复用器械采用传统管理模式。①取用:医护人员按照“左进右出”的原则按需取用普通存放柜内的复用器械,若发现器械已过效期则按照污染器械处理。②归还:医护人员直接将污染器械放至普通污物桶内。③回收:专班护士逐个清点确认污染器械,由供应室工作人员统一送至供应室清洗、消毒、打包、灭菌。④发放:无菌器械由供应室工作人员自供应室送至急诊科,专班护士逐个采集确认器械信息,并按照近效期“左进右出”的原则放置对应器械。⑤日常管理:由专班护士人工进行巡视、核查、联系,手工记录复用器械的使用及备包情况,如备包不足电话联系供应室提醒其补货。若核查清点时发现器械遗失,与供应室工作人员共同核查器械流转情况,需人工进行监控追踪。若确认有器械遗失情况,则由供应室工作人员在登记本上进行补包登记。若发现器械损坏,由供应室工作人员联系厂家对接,并在登记本上进行报损登记。

### 1.2.2 应用后组

本组急诊复用器械采用智能化管理系统进行管理,具体如下。

**1.2.2.1 团队人员组建** 团队包括急诊科护士长 1 名,消毒供应中心护士长 1 名,信息科主任 1 名,急诊科护士 2 名,信息科科员 2 名,技术工程师 2 名。其中急诊科护士长、消毒供应中心护士长及信息科主任负责项目的设计、对接与调度工作;急诊科护士、信息科科员及技术工程师负责项目的具体实施、日常管理、数据收集。

**1.2.2.2 硬件设计** 管理柜包括 1 个主柜(出借柜)和 1 个副柜(归还柜),主柜由 RFID 天线、触屏电脑、摄像头、刷卡识别器、网络模组、温湿度传感器、无菌器械分类存放格组成,副柜由 RFID 天线、网络模组、污染器械分类存放格组成。主柜用于存放无菌器械,

各层分别安置隔板用于器械的分类放置,上层主要用于存放拆线包、扩创包等外科常用器械包,下层用于放置呼吸球囊、引流瓶等大件器械,医护人员无菌器械取用及供应室工作人员无菌器械上架及维护均在主柜进行。副柜用于存放污染器械,医护人员污染器械归还及供应室工作人员污染器械回收操作需主柜控制副柜配合完成。该管理柜已取得外观设计专利(专利号:ZL 2024 3 0349484.5)、实用新型专利(专利号:ZL 2024 2 1465444.8)。智能化管理柜实物图,见附件 1。

**1.2.2.3 软件设计与开发** 本系统软件通过 .Net/.Net core 框架体系 C#/h5/及工控端 Android 实现。对 Mysql /oracle /sqlserver 等主流数据库支持,海量集群存储、并结合 nosql/mq 等分布式提升技术,Windows/Linux/docker 多容器布署支持。平台提供标准化的系统接口(WEB API),以方便对接第三方系统。系统包括触控管理、人脸识别、刷卡识别、温湿度监控、集散控制及 RFID 六大模块,各模块的详细功能描述见表 1。系统试运行期间,根据实际测试使用场景发现金属器械对实际 RFID 芯片的识别干扰问题,对 RFID 天线的功率,RFID 识别算法等方面进行了软硬件调整。同时结合医护人员及供应室工作人员的反馈意见,对未开关门等情况进行了软件提示,并根据需求加入了查找其他借还柜库存的功能,优化数据库结构,降低了多地借还等操作带来的延迟。本系统已取得软件著作权(登记号:2024SR1953239)。此外,本研究利用小型集散系统(由上位机和下位机组)原理部署智能化管理柜,服务器(上位机)负责决策与管理,下位机(智能化管理柜)负责执行与感应,见附件 2。我院将服务器部署在医院信息中心或云端,将下位机(智能化管理柜)部署在器械使用较频繁的科室,如急诊科、外科。当某病区智能化管理柜(下位机)缺货时,系统自动匹配到缺货器械所在的最近智能化管理柜位置,避免引起备货不足时医护人员无法就近获取器械的问题。

### 1.2.2.4 复用器械智能化管理系统的临床应用

**1.2.2.4.1 取用** 医护人员根据权限,凭人脸识别或刷卡打开主柜门,按照“左进右出”的原则规范取用,降低器械丢失风险及无权限人员取用的安全风险。取用器械操作后自动完成医护人员信息与器械信息的绑定,更新器械取用的信息追溯,同时在其对应科室进行费用登记,若未关闭柜门系统进行语音报警提示。

**1.2.2.4.2 归还** 复用器械凭人脸识别或刷卡归还至副柜后同样完成归还人员信息与器械信息的绑定,更新器械归还的信息追溯,若未关闭柜门系统进行语音报警提示,若复用器械持续未归还时间大于等于器械自身效期,系统根据绑定的医护人员信息进行短信推送提醒。

表 1 急诊复用器械智能化管理系统软件模块及功能描述

模块	功能描述
触控管理	用户维护:增减科室、相关医护人员、供应室人员等使用权限 器械管理:根据急诊复用器械临床实际使用量灵活设置种类及基数,同时设置安全库存 出入库记录:器械取用记录追溯 查询统计:器械查询及统计 报警记录:显示操作人的错误操作(如未关闭柜门)以及器械余量不足报警等提示
人脸识别	医护人员及供应室工作人员的身份识别
刷卡识别	医护人员及供应室工作人员的身份识别
温湿度监控	监控智能化管理柜储存空间内的温湿度情况(合格标准:温度<24℃,相对湿度<70% <sup>[9]</sup> )。若监控到温湿度失控情况,实时发送报警提醒至供应室终端及临床终端
集散控制	供应室(上位机)实时监测急诊智能器械柜(下位机)的工作状态及获取器械数据;当存在多个病区智能化管理柜(下位机)缺货时,系统自动匹配到缺货器械所在的最近智能化管理柜位置
RFID	器械标签自动化存取及盘点,器械的 RFID 追溯码内置于定制的硅胶储物袋内,该储物袋耐高温、可耐受消毒液等腐蚀

**1.2.2.4.3 回收** 供应室工作人员通过人脸识别或刷卡的方式将污染器械自副柜取出,步骤结束后自动完成供应室人员信息与器械信息的绑定,更新复用器械回收的信息追溯,若未关闭柜门系统进行语音报警提示。统一将污染器械送至供应室清洗、消毒、打包、灭菌。若供应室工作人员在污染器械采集回收时确认有器械遗失情况,在消毒供应系统上进行电子补包登记。若发现器械损坏,由供应室工作人员联系厂家对接,并在消毒供应系统上进行报损登记。

**1.2.2.4.4 发放** 当急诊复用器械低于设定数值,系统自动发送报警至供应室,供应室工作人员接收提醒后及时凭人脸识别或刷卡将无菌器械上架至智能化管理柜对应的分类隔板,按照“左进右出”的原则规范放置,系统自动捕捉柜内新增器械信息,并更新参数,若未关闭柜门系统进行语音报警提示。

**1.2.2.4.5 日常管理** ①不需要专班护士人为巡视、核查器械数量;②当备包不足时系统自动发送报警至供应室后台提醒其自动补货;③管理员登陆供应室系统后台(上位机),可以对器械种类及基数进行修改,并创建安全库存;④管理员通过登陆供应室系统后台(上位机),或点击智能化管理柜触控屏(下位机)上的“库存查询/盘点”,查询统计所有器械的总清单历史,并显示器械名、RFID 编号、灭菌时间、失效时间、取用归还操作人员信息。⑤消毒隔离:每日由专人配制 2 000 mg/L 含氯消毒液<sup>[10]</sup>并消毒擦拭,每月由经过培训的院级院感专员进行柜体的空气、物表培养。

**1.3 评价方法**

由团队小组成员在消毒供应中心在线平台上统计获取研究周期内复用器械及时回收、遗失、损坏情况。

**1.3.1 复用器械回收及时率** 本研究中,将复用器械于 24 h 内被回收至消毒供应中心定义为回收及时。回收及时率=周期内急诊复用器械及时回收的数量/周期内急诊复用器械使用总数×100%。

**1.3.2 复用器械遗失率** 遗失率=周期内急诊复用器械登记补包数/周期内急诊复用器械使用总数×100%。

**1.3.3 复用器械损坏率** 损坏率=周期内复用器械登记损坏件数/周期内急诊复用器械使用总数×100%。

**1.3.4 医护人员满意度** 采用自设量表,以问卷星的形式由课题组成员在线收集急诊复用器械管理系统使用前后医护人员的满意度。内容包括取用满意度、回收满意度、发放满意度、管理满意度 4 个方面。采用 Likert 5 级评分法,“非常不满意”计 1 分,“不满意”计 2 分,“一般”计 3 分,“满意”计 4 分,“非常满意”计 5 分。该问卷采用自评方式,评分越高,满意度越高。本研究中该量表的 Cronbach's α 系数为 0.818。应用前后各发放 37 份问卷,均有效收回。

**1.4 质量控制** ①统一培训研究相关人员,均熟练掌握急诊复用器械智能化管理系统功能模块的操作方法。②统一由研究者本人进行数据收集工作。③采用统一指导语进行问卷调查,及时解答研究对象提出的问题,避免暗示性语言。④资料由 2 名研究人员录入至 Excel 表中并核对,存在差异时,查找原始资料。

**1.5 统计学方法** 采用 SPSS26.0 软件进行数据处理和统计学分析。非正态分布的计量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料以频数(%)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验及 Fisher 精确概率法。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

**2 结果**

**2.1 两组急诊复用器械回收及时、遗失及损坏情况比较** 见表 2。

表 2 两组急诊复用器械回收及时、遗失及损坏情况比较 件(%)

组别	件数	回收及时	遗失	损坏
应用前组	2 103	2 092(99.5)	20(1.0)	2(0.1)
应用后组	1 477	1 477(100.0)	2(0.1)	1(0.6)
$\chi^2$			9.450	
P		0.004*	0.002	1.000*

注:\*为 Fisher 精确概率法。

**2.2 智能化管理系统应用前后医护人员满意度评分比较** 见表 3。

表 3 智能化管理系统应用前后医护人员满意度评分比较

分,  $M(P_{25}, P_{75})$

时间	人数	取用	回收	发放	管理	总分
应用前	37	4.0(3.0,4.0)	4.0(3.0,4.0)	4.0(3.0,4.0)	4.0(3.0,4.0)	14.0(13.0,16.0)
应用后	37	5.0(4.0,5.0)	5.0(4.0,5.0)	5.0(4.0,5.0)	5.0(4.0,5.0)	19.0(16.0,20.0)
Z		-5.219	-5.178	-4.804	-5.395	-6.025
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

### 3 讨论

#### 3.1 急诊复用器械智能化管理系统的应用有利于提升急诊复用器械的流转管理效能

在信息化手段快速发展的时代背景下,各类新技术不断被应用到医疗器械、标本转运及物资管理中<sup>[11-13]</sup>。本研究中的急诊复用器械智能化管理系统将 RFID 技术与小型集散控制系统相结合,使用了全新的急诊复用器械管理模式,适应了医院信息化发展的管理要求<sup>[14]</sup>。研究结果显示,应用急诊复用器械智能化管理系统后的器械回收及时率较应用前提高( $P < 0.05$ ),与许彦<sup>[15]</sup>采用消毒物品质量追溯系统的研究结论类似。急诊室与消毒供应中心作为两个独立的科室,在临床工作中可能因沟通不及时或信息交换错误等原因导致复用器械循环周期延长<sup>[16]</sup>,而急诊复用器械智能化管理系统以消毒供应中心为上位机,急诊室为下位机,使急诊复用器械智能化管理系统成为二级供应系统,将复用器械的取用、回收和发放等各个环节紧密衔接,大大提升了器械回收及时率;能够自动对器械进行盘点、核对,弥补了传统模式下人工清点及手工记录的不足,提高了急诊复用器械的流转管理效能。

#### 3.2 急诊复用器械智能化管理系统的应用有利于降低急诊复用器械遗失率

传统的急诊复用器械存放柜箱体结构简易且较为开放,任意进入清创室的人员均可拿取,因无法追溯器械使用者,器械丢失时有发生且难以及时追溯,甚至出现无法找回的现象,存在较大安全隐患。本研究结果显示,应用急诊复用器械智能化管理系统后的器械遗失率较应用前降低( $P < 0.05$ ),与李潇等<sup>[17]</sup>采用改进二维码技术在手术室链式管理信息系统中的应用的研究结果相似。急诊复用器械智能化管理系统以智能化终端管理的形式,能对器械流转的各个环节进行追溯,若出现器械遗失或损坏事件可即刻查询到相关责任人,有效规范医护人员行为,避免医疗资源损失;同时系统通过权限设置功能对取用人员进行严格限制,需人脸识别通过后才能打开柜门取用器械的方式能够避免无关人员取用导致的器械遗失,降低了急诊复用器械遗失风险。

#### 3.3 急诊复用器械智能化管理系统的应用提升了医护人员对急诊复用器械管理的满意度

复用器械的日常管理工作包括专科医生的取用、归还及护士的每日清点、巡视、核查等环节,调查医护人员对器械管理的满意度能从用户体验方面直观反映系统的应用效果。本研究结果显示,急诊复用器械智能化管理系统

应用后医护人员满意度较应用前提高( $P < 0.05$ ),与何璐等<sup>[18]</sup>采用全流程可追溯信息化管理系统提升了手术医生对器械管理满意度的研究结果相似。通过信息化技术简化取用及清点流程能够提高医护人员工作效率,有效降低其在物资管理方面花费的时间及精力<sup>[19-20]</sup>。传统管理模式中,需要每班责任护士对复用器械进行人为的清点、巡视、核查工作,环节繁杂,若出现器械遗失或未归还等情况需通过监控等形式追查,费时费力;此外,传统管理模式无法根据急诊临床需求及时调整复用器械的种类、数量,专科医生在取用时易发生器械种类缺失或备货数量不足的情况,导致器械供应链断裂。本研究中,急诊复用器械智能化管理系统的研发针对医护人员对复用器械管理的实际临床需求,通过 RFID 系统用于器械标签自动化存取、盘点及余量不足自动报警的方式简化了复用器械的日常管理流程,不需要专班护士人为巡视、核查器械数量;当备包不足时系统自动发送报警至供应室后台提醒其自动补货。使急诊复用器械的管理更加便捷、高效、安全,提升了医护人员的工作效率,同时有利于医护人员将更多的时间投入到急诊患者的诊治及护理中,进一步保障患者安全。

### 4 结论

本研究借鉴 RFID 技术及小型集散管理系统的优势研发了急诊复用器械智能化管理系统并进行初步应用,对门急诊等单个离散单位的复用器械进行了闭环管理,实现了急诊复用器械的全流程智能化管理。由于回顾性数据获取不全的限制,本研究未能完全统计专班护士管理器械所需时间、人力成本及相关院感指标,目前正在完善智能化管理柜二代机的紫外线自动消毒功能模块,未来将考虑扩大结局指标的收集范围,并进一步推广至门诊区域及其他病区单元。

附件 1 智能化管理柜实物图

附件 2 小型离散系统示意图

请用微信扫码查看



附件 1 智能化管理柜实物图 附件 2 小型离散系统示意图

### 参考文献:

[1] 李爱琴,白春梅,王小丽,等.一种新型复用器械多功能清洗消毒装置的设计与应用[J].中国消毒学杂志,2024,40(8):581-584.

pilot study of a clinical decision support tool[J]. Res Nurs Health,2018,41(5):440-447.

[67] Roukema J, Steyerberg E W, van der Lei J, et al. Randomized trial of a clinical decision support system: impact on the management of children with fever without apparent source[J]. J Am Med Inform Assoc,2008,15(1):107-113.

[68] Di Pietro T L, Nguyen H, Doran D M. Usability evaluation: results from " evaluation of mobile information technology to improve nurses' access to and use of research evidence"[J]. Comput Inform Nurs,2012,30(8):440-448.

[69] Alvey B, Hennen N, Heard H. Improving accuracy of pressure ulcer staging and documentation using a computerized clinical decision support system[J]. J Wound Ostomy Continence Nurs,2012,39(6):607-612.

[70] 张淑欣,李心雨,刘晏宁,等. 针灸临床决策支持系统: AI 技术在针灸诊疗中的应用[J]. 中国针灸,2025,45(7):875-880.

[71] Strockbin V L, Gehrie E A, Zhou Q P, et al. Reducing unnecessary phlebotomy testing using a Clinical Decision Support System[J]. J Healthc Qual, 2020, 42 (2): 98-105.

[72] Lopez K D, Febretti A, Stifter J, et al. Toward a more

robust and efficient usability testing method of clinical decision support for nurses derived from nursing electronic health record data[J]. Int J Nurs Knowl, 2017,28(4):211-218.

[73] Fossum M, Ehnfors M, Fruhling A, et al. An evaluation of the usability of a computerized decision support system for nursing homes[J]. Appl Clin Inform,2011,2(4):420-436.

[74] Salmasian H, Rubins D, Bates D W. Using the electronic health record user context in clinical decision support criteria[J]. Appl Clin Inform,2022,13(4):910-915.

[75] Cornick R, Picken S, Wattrus C, et al. The Practical Approach to Care Kit (PACK) guide:developing a clinical decision support tool to simplify, standardise and strengthen primary healthcare delivery [J]. BMJ Glob Health,2018,3(Suppl 5):e000962.

[76] Manaktala S, Claypool S R. Evaluating the impact of a computerized surveillance algorithm and decision support system on sepsis mortality[J]. J Am Med Inform Assoc, 2017,24(1):88-95.

[77] 陈媛,林碧霞,陈瑞娥,等. 住院患者跌倒预防护理决策支持系统的开发与应用[J]. 中国卫生质量管理,2024,31(7):12-16.

(本文编辑 赵梅珍)

(上接第 105 页)

[2] 尹霄朦,郭小庆,程聪,等. 基于血库前移的全流程智慧输血管理模式的建设与应用[J]. 护理学报,2024,31(22):12-17.

[3] 邵兴华. 基于 RFID 技术的消毒供应追溯系统的应用研究[J]. 中国卫生产业,2024,21(7):227-231.

[4] 王娟. RFID 技术追溯系统对消毒供应中心器械消毒灭菌效果及医院感染风险的影响[J]. 国际护理学杂志,2022,41(16):2896-2899.

[5] 胡帅军,张流波. 射频识别与单件手术器械追溯[J]. 中华医院感染学杂志,2020,30(5):780-786.

[6] 胡玲,王晓婷,傅燕. 基于 RFID 技术的医疗器械信息化追溯系统[J]. 机械设计与制造工程,2024,53(6):111-115.

[7] 王发,艾红. 基于嵌入式和 ZigBee 的小型集散控制系统设计[J]. 制造业自动化,2014,36(8):5-9.

[8] 邹志云. 小型精细化工生产过程的集散控制系统设计[J]. 流程工业,2025(3):14-18.

[9] 孙海荣,甘志连,黄丽,等. 一种新型智能无菌器械包储备箱的储存效果评价[J]. 中国消毒学杂志,2024,41(11):869-871.

[10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 医疗机构环境表面清洁与消毒管理规范 WS/T512-2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.

[11] 朱娟,尹世玉,刘于,等. 消毒供应中心设备管理 App 的设计与应用[J]. 护理学杂志,2023,38(16):104-106.

[12] 韩璐,陈宏,汪莎,等. 标本转运智慧化管理系统的应用效果[J]. 护理学杂志,2022,37(19):64-67.

[13] 黄雨佳,李永刚,兰俊,等. 智能物资柜的研发和应用[J]. 中华护理杂志,2021,56(2):194-198.

[14] 国务院办公厅. “十四五”国民健康规划[EB/OL]. (2022-05-20)[2025-11-10]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7659/201703/d9eb87ae30344b669bb7a39e2ecb3ff9.shtml>.

[15] 许彦. 采用消毒物品质量追溯系统管理可复用医疗器械的应用效果研究[J]. 现代医药卫生,2020,36(8):1265-1267.

[16] 吴春玲,王文莉,黎燕卿,等. 手术室复用器械信息化闭环管理流程再造研究[J]. 中国当代医药,2024,31(7):160-163.

[17] 李潇,姚利,富桂彬,等. 改进二维码技术在手术室链式管理信息系统中的应用[J]. 中国医疗设备,2023,38(8):92-98,137.

[18] 何璐,汤国娇,徐旻,等. 手术室器械全流程可追溯信息化管理实践[J]. 护理学杂志,2023,38(24):52-55.

[19] Metsämuuronen R, Kokki H, Naaranlahti T, et al. Nurses' perceptions of automated dispensing cabinets:an observational study and an online survey[J]. BMC Nurs, 2020,19(1):27.

[20] Ruutiainen H K, Kallio M M, Kuitunen S K. Identification and safe storage of look-alike, sound-alike medicines in automated dispensing cabinets[J]. Eur J Hosp Pharm, 2021,28(Suppl 2):e151-e156.

(本文编辑 赵梅珍)