

doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2023.02.009

# 医院静脉用药调配中心自动化智能建设与实践

车啸天,唐怡文,王耀磊,王 轶<sup>△</sup>

(复旦大学附属华山医院北院,上海 201907)

**摘要:**目的 为医院静脉用药调配中心(PIVAS)自动化智能建设提供参考。方法 引进智能贴签机和自动化分拣机,并接入医院信息系统。统计医院PIVAS自动化系统启用前、后3个月相关工作环节的用时和差错数等信息并比较。结果 自动化系统启用后,每日贴签用时由启用前的(0.67±0.15)h减至(0.42±0.12)h,每日贴签差错数由(9.20±1.86)件减至(0.20±0.13)件,每日分拣成品输液用时由(1.12±0.21)h减至(0.58±0.16)h,每日分拣差错数由(21.03±2.58)件减至(0.13±0.06)件。结论 医院PIVAS自动化系统的应用提高了工作效率、降低了差错率,减轻了工作人员的劳动强度。

**关键词:**静脉用药调配中心;自动化系统;智能贴签系统;自动化分拣系统

中图分类号:R95 文献标志码:A 文章编号:1006-4931(2023)02-0035-04

## Construction and Practice of Automation and Intelligence of the PIVAS in a Hospital

CHE Xiaotian, TANG Yiwen, WANG Yaolei, WANG Yi

(North Hospital of Huashan Hospital Affiliated to Shanghai Fudan University, Shanghai, China 201907)

**Abstract: Objective** To provide a reference for the automation and intelligent construction of Pharmacy Intravenous Admixture Service (PIVAS) in hospitals. **Methods** The intelligent labeling machine and automatic sorting machine were introduced and connected to the hospital information system (HIS). The time and error number of relevant work links before and three months after the application of PIVAS automation system in the hospital. **Results** After the application of the automatic system, the daily labeling time was shortened from (0.67±0.15) h to (0.42±0.12) h, the number of daily labeling errors was reduced from 9.20±

第一作者:车啸天,男,大学本科,药师,研究方向为医院药学,(电子信箱)157354777@qq.com。

<sup>△</sup>通信作者:王轶,男,硕士研究生,主管药师,研究方向为医院药学,(电子信箱)18121186566@189.cn。

奠定基础。

我院智慧手术室药房的建立将药学服务深入至手术室及手术过程中,拓宽了药学服务的广度,保证了手术中用药品种及数量及时供应的同时,实现了麻醉科医师在手术室内自动化设备上随时为患者取药退药,代替人工领药退药等复杂操作,减小了麻醉科工作人员的工作量,使用药更便捷高效;自动化设备按需自动出药,避免了麻醉师随意接触和使用麻精药品,使特殊药品的管理更严谨规范,同时避免了人为调配发药所致差错,提高了患者用药的安全性。闭环管理模式的运行要求药房管理系统自动生成所有操作记录,实现药品流通全程记录可监测、可追溯,同时自动比对患者用药与计费信息,有效杜绝患者用药信息与处方信息、计费信息不符现象;信息化技术实现了药品库存数量和批号的“双管理”,支持药品尤其是麻醉和精神药品的全程批号跟踪,提高了药师的管理水平,也符合我国医院药房发展的主流趋势<sup>[6]</sup>。但手术室药房的运行尚处在初期阶段,仍存在一些缺陷。由于自动化设备无法制冷,一些需冷藏(2~8℃)的药品无法加入设备,此外,对于尺寸规格较大的安瓿瓶装药品,多支一起自动出药时,易发生破碎。这些情况仍需与设备商反馈沟通,对其进行升级和改善。

综上所述,建立的以自动化设备为媒介的智慧型

手术室药房,实现了患者手术用药的智能化闭环管理,实现了药品流通全程可监测、可追溯,尤其便于高效严格地管理麻精药品,保障了特殊管理药品的用药安全。下一阶段将利用收集的信息记录建立大数据库,通过数据挖掘及分析,对自动化智慧药房的运行及维护进行探索和优化,从而更好地发挥其作用,促进循证药学服务的发展。

### 参考文献

- [1] 董旺青,徐晓娜,张抗怀. 麻醉药房运营模式探索[J]. 中国现代应用药学,2020,37(6):746-749.
- [2] 王群星,宋唤春,朱 亮,等. 综合性医院手术室药学服务体系的探索、构建与实践[J]. 中国临床药学杂志,2020,29(3):216-219.
- [3] 王 玮,沈国荣,王 永,等. 我院智慧中心药房管理模式的建设与应用[J]. 中国药房,2020,31(23):2909-2913.
- [4] 林 艳,蔡志波,黄梦珊,等. 国内门诊药房自动化发药系统发展现状及使用效果评价[J]. 中国现代应用药学,2020,37(9):1131-1138.
- [5] 金 滔,任丹媛,孙 洁,等. 医院发热门诊智慧药房的构建与应用[J]. 中国药业,2022,31(7):14-17.
- [6] 雷 希. 自动化智慧药房建立运行与维护的探索[J]. 世界最新医学信息文摘,2019,19(9):178.

(收稿日期:2022-05-02;修回日期:2022-09-19)

1.86 to  $0.20 \pm 0.13$ , the daily sorting time for finished products infusion was shortened from  $(1.12 \pm 0.21)$  h to  $(0.58 \pm 0.16)$  h, and the number of daily sorting errors were reduced from  $21.03 \pm 2.58$  to  $0.13 \pm 0.06$ . **Conclusion** The application of the hospital PIVAS automation system has improved the working efficiency, reduced the error rate and reduced the labor intensity of the staff.

**Key words:** pharmacy intravenous admixture service; automation system; intelligent labeling system; automatic sorting system

在现今药品零加成的大环境下,静脉用药调配中心(PIVAS)的建设无疑是医院药学服务发展的重要方向之一<sup>[1]</sup>。我院于2018年7月建立了PIVAS,目前每天为16个病房提供2600余袋静脉配药。为进一步提高工作效率,减少工作差错,让药师专注于医嘱审核、药物咨询、不良反应监测等临床药学服务中,全面提升合理用药和药学服务质量及科室满意度<sup>[2]</sup>,我院与毕伐思(上海)医疗科技有限公司合作,于2020年12月对PIVAS进行信息化和自动化改造,引进高科技自动化机械设备,通过与医院信息系统(HIS)对接,实现数据联通并组成智能贴签系统和自动化分拣系统<sup>[3]</sup>。在此,拟探讨自动化智能建设提高PIVAS药学工作人员工作效率,减少工作差错,优化管理规范进而提升药学服务质量的效果,介绍如下。

### 1 PIVAS 工作流程

根据《静脉用药集中调配质量管理规范》,我院PIVAS工作流程见图1<sup>[4]</sup>。

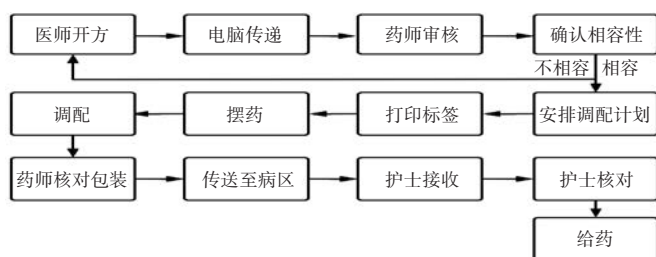


图1 我院PIVAS工作流程图

Fig. 1 Workflow chart of PIVAS in our hospital

目前,国内大部分医院PIVAS的工作仍以人工操作为主,其中贴签摆药与成品输液分拣存在工作强度大、效率低、差错率高及环境差的缺点。针对流程中存在的特定问题进行信息化、智能化改造,以机械化设备代替繁重大量的人工操作,提高了工作效率,减少了人为导致的差错,且全程以电脑记录信息,各岗位职责清晰可追溯。不仅实现了整个工作流程的管理优化,其整体工作环境也得到了明显改善。

### 2 自动化管理系统

#### 2.1 智能贴签系统

医院PIVAS的工作模式为审方药师对病区医嘱进行审核后,依据用药时间、给药方式、药物特性、患者液体量等信息分为7个调配批次,再按不同病区逐个打印输液标签贴签摆药。若同一药物在不同病区的医嘱中

均有出现,则工作中需多次取药摆放,导致重复往返劳动。智能贴签系统应用前,至少需8名药师承担人工贴签摆药和分批次摆筐(图2),长时间重复机械化的操作易使人发生疏忽导致所贴输液品种错误<sup>[5]</sup>;应用后实现了按药品品种进行的统排工作模式(图3)。智能化的贴签机打印与流水化的人工摆药相结合,简化流程环节,明显提高摆药贴签工作效率,也减少了相关差错事件,并降低了人员劳动强度<sup>[6]</sup>(仅需1名工勤人员、5名药师参与作业)。

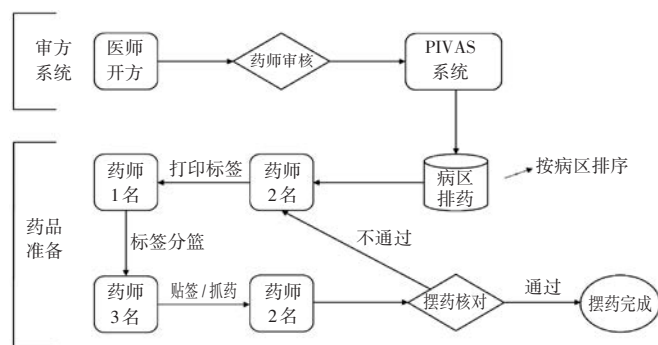


图2 人工操作贴签模式

Fig. 2 Manual operation labeling mode

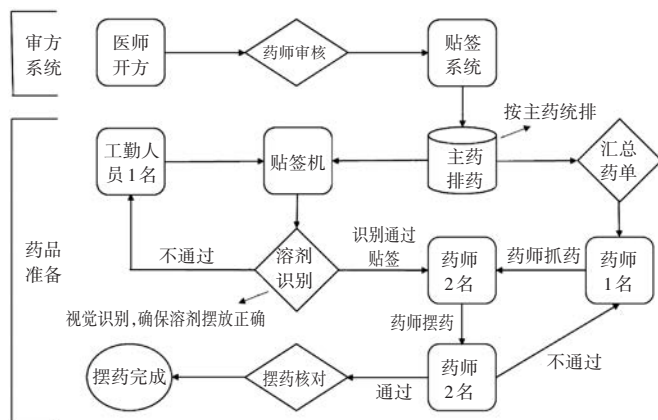


图3 智能贴签系统模式

Fig. 3 Intelligent labeling system mode

设备及工作原理:智能贴签机由贴签系统、传送带、高清视觉识别器、贴标手臂及打印机组成。通过贴签系统与医院信息平台对接,通过医院PIVAS数据处理及管理软件(SPD)接口获取相关瓶签输液信息<sup>[7]</sup>。由工勤人员将输液袋放入贴签机传送带,利用视觉识别系统检测输液袋型号、规格参数,并及时匹配当前瓶签的溶剂信息。对匹配不合理输液袋进行过滤、不贴签,将合理正确输液袋通过传送带流入贴签机手臂下方,

由贴签机打印标签并将标签贴敷在输液袋上,完成批量输液袋贴签。但目前该系统仅可对规格为50, 100, 250, 500 mL的非瓶装软袋成品输液袋进行自动贴签,玻璃制品与圆瓶输液暂不支持<sup>[8]</sup>。同时机器自带的电子屏上可显示相关贴签作业信息便于统计追溯查询(包括病区、批次、袋数和医嘱信息)。

## 2.2 自动化分拣系统

成品输液的分拣一直是PIVAS工作流程中较繁杂的一环,由于舱内冲配是按药品而非按病区分类,因此,仓外人员将冲配好的输液分放到指定区域(图4)不仅耗时费力、浪费人员,且常出现病区混淆错误,且需4名工勤人员、2名药师参与作业,不但会引起临床科室不满,还可能产生严重的用药安全问题甚至造成医疗事故。以往成品输液习惯采取人工分拣的操作模式。随着科学技术的发展,PIVAS自动化分拣系统被用于输液配置完毕后的出仓核对环节<sup>[9]</sup>,即用自动化智能分拣系统(图5)代替传统药筐分病区分拣,节省了大量的工作时间和人力分配,改善了整个分拣区域工作环境。智能分拣系统可以做到精确分拣,与PIVAS信息系统数据共享,可及时发现数量错误,提高成品输液分拣的时效性和准确性<sup>[10]</sup>(仅2名工勤人员,2名药师参与作业)。

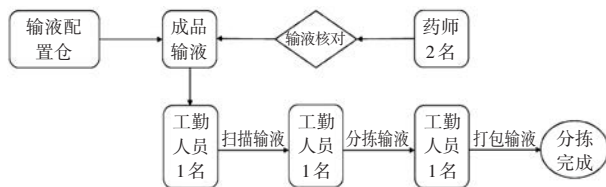


图4 传统分拣模式

Fig. 4 Traditional sorting mode

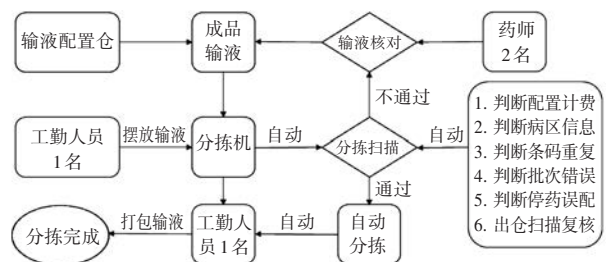


图5 自动化分拣机模式

Fig. 5 Automatic sorter mode

设备及工作原理:自动化分拣系统由分拣系统、传送带、高扫扫码器以及3个分拣单元组成,其中每个分拣单位划分15个仓位,共45个分拣仓位。通过分拣系统与医院信息平台对接,获取相关成品输液医嘱信息。由工勤人员将成品输液袋放入分拣机传送带,分拣机扫码识别成品输液袋标签二维码。利用条码技术,实时匹配核对医院信息平台医嘱数据进行判断,将人工分拣成品输液中出现的差错项目包括“未计费类、停药误配类、未核类、批次错误、病区错误、重复标签”等异

常输液成品通过扫码排除,并单独对异常输液再次进行计费、核对、分拣等纠错处理<sup>[11]</sup>。扫描复核后将合理成品输液袋分拣到对应分拣仓位,同时在分拣机系统操作界面上显示分拣病区、分拣数量以及分拣进度。最终分拣完成,生成成品输液科室统计清单。

## 2.3 自动化系统改造效果评价

选取医院PIVAS自动化系统设备启用前后各3个月作为样本研究期比较,结果分拣工作总量无明显变化。统计每日贴错输液与贴毁标签数,比较改造前后每日分拣过程中各差错类型次数(见表1、表2)。改造后,PIVAS贴签摆药和分拣输液差错明显改善,贴签与分拣的差错数均大幅减少。

表1 改造前后贴签差错比较

Tab. 1 Comparison of labeling errors before and after the reconstruction

项目	人工贴签(次)	智能贴签(次)	降幅(%)
贴错输液	267	0	
贴毁标签	561	18	
合计	828	18	97.83
日均差错	9.2	0.2	99.78

表2 改造前后分拣差错比较

Tab. 2 Comparison of sorting errors before and after the reconstruction

项目	人工分拣(次)	智能分拣(次)	降幅(%)
配置取消	561	0	
未计费	288	0	
未复核	528	0	
批次错误	237	0	
病区错误	267	12	
重复标签	12	0	
合计	1893	12	99.37
日均差错	21.03	0.13	99.38

改造后,每日贴签排筐人员减少2人,每日成品输液分拣人员减少2人,工序环节均有缩减(表3)。启用智能化贴签系统和自动化分拣系统后,排筐、贴签、摆药、核对、分拣成品输液用时明显缩短,工作效率显著提高,差错率均大幅降低(表4)。不仅药师工作强度减轻,成品输液错分、漏分等相关差错事件基本杜绝,整个过程也到了“留痕”可追溯<sup>[12]</sup>。

## 3 讨论

### 3.1 优化工作流程,改善工作环境

在传统的人工贴签分拣模式下,贴签摆药人员常频繁穿插,且摆药排筐占地面积大,来回走动耗时费力;同时分拣现场车(摆药车)多、人(分拣者)多、筐(成品)多,分拣现场环境嘈杂、空间杂乱无序。启用自动化

表3 改造前后流程环节与人员数量比较

Tab.3 Comparison of flow chart links and personnel before and after the reconstruction

时间	贴签流程		分拣流程	
	工序环节数	药师数量	工序环节数	人员数
改造前	5	8	4	6
改造后	4	6	3	4
Δ(%)	-20.00	-25.00	-25.00	-33.33

表4 改造前后贴签机、分拣机工作效率比较( $\bar{X} \pm s$ )

Tab.4 Comparison of working efficiency of labeling machine and sorting machine before and after the reconstruction ( $\bar{X} \pm s$ )

时间	每日贴签用时(h)	每日贴签差错(件)	每日分拣用时(h)	每日分拣差错(件)
改造前	0.67±0.15	9.20±1.86	1.12±0.21	21.03±2.58
改造后	0.42±0.12	0.20±0.13	0.58±0.16	0.13±0.06

贴签分拣系统后,采用统排模式由智能贴签、统一摆药、自动分拣形成流水线操作,流程清晰简明,工作现场安静有序。

### 3.2 提高工作效率,减少人员成本

传统人工工作环节较多,人员工作效率参差不齐,总体工作效率低<sup>[13]</sup>。自动化改造后,简化了工序环节,由机器代替人工进行繁杂重复的工作,不仅大幅缩减了贴签分拣的时间,提高了工作效率;同时减少了2名贴签药师与2名分拣工人,节省了人员成本。

### 3.3 降低工作差错,提高临床满意度

人工模式下,每天7个批次的多次重复操作,体力严重消耗下难免产生烦躁情绪,导致精力不集中,从而增加因疏忽大意引起的贴错标签、贴毁标签、分错批次、分错病区、摔漏输液等差错。系统改造后,通过视觉识别输液与系统生成唯一身份“二维码”,基本杜绝上述主观差错。确保每袋成品输液能及时、准确送达病区,大幅提升临床科室对PIVAS工作的满意度及依赖度。

### 3.4 优化管理,促进智能PIVAS发展

自动化智能改造后,每个机器环节均需工作人员登录个人工号及密码。通过系统的数据统计查询功能,可实现根据特定条件(日期、科室、批次)查询各人员的工作量及差错情况,并生成报表,方便对员工进行绩效考核,也利于责任追溯,优化PIVAS的整体管理。当今科技发展日新月异,“智能静配”备受关注,运用现代技术手段,联合自动化设备,将PIVAS各工作环节通过数据信息链接,实现流水线式快捷、智能高效的工作模式已逐步可行<sup>[14]</sup>。智能贴签系统的应用有效避免了人工贴签错误和混淆输液批次情况的发生,贴签用时明显缩短,贴签的准确性和效率均显著提高,且节省了人力成本,而自动化分拣机则在此基础上更是几乎

完全杜绝了人工分拣的差错并保障了流程的可追溯性。

综上所述,自动化设备用于医院PIVAS推动了智能信息化药学服务的建设,既顺应了医院现代化药学服务发展模式,也是信息化社会发展的必然趋势<sup>[15]</sup>。该系统的使用可将药师从繁忙、机械的劳动中解脱出来,使其有精力开展更实用、更专业、更有意义的药学服务,真正实现自身价值<sup>[16]</sup>。

### 参考文献

- [1] 于荣,张迅,朱利军,等. 医院药事管理信息化建设的发展[J]. 中国药事,2017,31(12):1456-1462.
- [2] 连玉菲,任炳楠,尚清,等. PIVAS自动分拣系统应用效果评价[J]. 中国药事,2018,32(6):784-790.
- [3] 丁亦凡,金岚,陆晓彤. 我院静脉用药调配中心自动化建设的应用与实践[J]. 儿科药学杂志,2020,26(6):48-50.
- [4] 黄继勋,陈凯霞. 我院静脉用药集中调配中心自动化智能建设与实践[J]. 中国药房,2017,28(34):4839-4842.
- [5] 李新燕,秦宗玲,王喆,等. 医院静脉用药调配中心的自动化系统建设与实践[J]. 中国医院药学杂志,2019,39(11):1194-1197.
- [6] 沈国荣,尤晓明,李轶,等. 我院PIVAS的自动化建设与实践[J]. 中国药房,2017,28(7):940-943.
- [7] 赵耀,彭霄霞,仇锦春,等. 某三甲医院静脉用药集中调配中心智能化、信息化、均质化建设的实践[J]. 中国医院药学杂志,2019,39(17):1808-1811.
- [8] 连玉菲,赵海静,邱博,等. 自动分拣系统的应用对我院PIVAS成品输液分拣工作的影响[J]. 中国药房,2018,29(18):2462-2466.
- [9] 王干城,杜雅薇,赵荣生. 静脉用药调配中心自动分拣系统功能改进与应用效果[J]. 临床药物治疗杂志,2020,18(8):75-77.
- [10] 王竹云,张文军,翟畅. 自动化建设提升我院PIVAS药学服务质量[J]. 天津药学,2020,32(3):74-76.
- [11] 尤晓明,李轶,郁文刘,等. 智能分拣系统在我院PIVAS中的应用[J]. 中国药房,2016,27(16):2248-2250.
- [12] 王冠元,刘婧琳,施琪,等. 全程信息化管理在我院PIVAS的应用实践[J]. 中国药房,2018,29(7):873-878.
- [13] 耿魁魁,徐文,魏泽元,等. 医疗机构静脉用药调配中心智能化发展现状与展望[J]. 中国医院用药评价与分析,2020,20(6):756-759.
- [14] 连玉菲,尚清,段宝京,等. DS8000智能分拣系统在我院PIVAS的应用效果[J]. 中国药房,2017,28(7):933-937.
- [15] 马昭朝,贾云,司延斌,等. 静脉用药调配中心自动分拣系统应用效果评价[J]. 中国药事,2020,34(9):1109-1114.
- [16] 齐雷,高婕,吕飞飞,等. 我院PIVAS主要工作环节优化及成效分析[J]. 中国药房,2017,28(7):937-939.

(收稿日期:2021-12-21;修回日期:2022-06-29)