

医院PIVAS智能化建设与实践

黄博, 钱晓萍* (苏州科技城医院药学部, 苏州 215153)

摘要 目的: 探讨医院静脉用药调配中心 (Pharmacy Intravenous Admixture Services, PIVAS) 的智能化建设与实践, 为PIVAS的发展提供参考。方法: 以PIVAS信息系统作为中枢神经系统, 对接智能贴签机、智能摆药机、智能PDA、扫描枪、智能分拣机等智能化设备, 并进行全流程监控, 考察运行效率与质量。结果: PIVAS经过智能化建设后, 提高了医嘱审核、排批、分拣、运输效率, 减少了贴签、摆药、分拣、运输等相应岗位的人员数量, 差错降幅达到61.90%, 输液执行及时率从76.02%提升至92.53%。结论: PIVAS的智能化建设有助于提高工作效率, 保障工作质量, 提升药学服务水平, 提高医院整体管理水平。

关键词: 静脉用药调配中心; 智能化; 信息化; 建设; 实践

中图分类号: R95 文献标识码: A 文章编号: 1002-7777(2022)11-1300-08

doi:10.16153/j.1002-7777.2022.11.013

Intelligent Construction and Practice of PIVAS in the Hospital

Huang Bo, Qian Xiaoping* (Department of Pharmacy, Suzhou Science and Technology Town Hospital, Suzhou 215153, China)

Abstract Objective: To discuss the intelligent construction and practice of pharmacy intravenous admixture services (PIVAS) in the hospital in order to provide references for the development of PIVAS. **Methods:** PIVAS information system is used as the central nervous system to connect with intelligent equipment such as intelligent labeling machines, intelligent drug dispensing machines, personal digital assistants, scanning guns and intelligent sorters, and the whole process is being monitored to investigate the operation efficiency and quality. **Results:** After intelligent construction, PIVAS has improved the efficiency of medical order reviews, batch scheduling, sorting and transportation, and has reduced the number of personnel in corresponding posts such as labeling, dispensing, sorting and transportation. PIVAS has also reduced the error rate by 61.90% and has increased the timely implementation rate of infusion from 76.02% to 92.53%. **Conclusion:** The intelligent construction of PIVAS helps to improve work efficiency, ensure work quality, improve pharmaceutical care level and improve the overall management of the hospital.

Keywords: pharmacy intravenous admixture services; intellectualization; informationization; construction; practice

基金项目: 2019年度苏州市科技发展计划 (民生科技-医疗卫生应用基础研究) 科研项目, 《输液执行监测系统在PIVAS闭环管理中的应用研究》 (编号 SYSD2019173)

作者简介: 黄博 Tel: (0512) 69584418; E-mail: m18256970045@163.com

通信作者: 钱晓萍 Tel: (0512) 69584417; E-mail: 3321164@qq.com

静脉用药调配中心 (Pharmacy Intravenous Admixture Services, PIVAS) 是医疗机构静脉输液集中调配和供应的药品调剂部门。PIVAS工作量大、时间紧、环节多且要求高, 如果仅靠前期开发的 HIS 系统及人工操作完成, 存在效率低、无法溯源和安全隐患大等问题。临床科室对输液配送的及时性、输液的质量安全、药学服务的深度以及全程信息化管理有着更实际的需求。随着信息技术和自动化技术的飞速发展, 越来越多的智能化软件、设备应用于 PIVAS, 代替人工完成机械性重复操作, 使药师有更多时间关注药品本身, 提高患者用药合理性; 同时, 智能化的设备在减少差错、提高 PIVAS 运行安全性方面也发挥了重要作用。故现代 PIVAS 建设更注重全程信息化管理, 旨在实现全过程的可追溯性和可查询性, 并提高工作效率和药品调配的安全性^[1-2]。苏州科技城医院 (以下简称我院) 积极探索现代智慧医院管理新模式, 在建筑规划、智能化设备、信息技术、智慧医疗服务、智慧管理等方面均取得一定的成效, 医院的智慧之路已汇编成

《现代智慧医院管理新模式 - 苏州科技城医院的修炼法》一书^[3]。我院 PIVAS 于 2017 年 8 月 1 日启用, 依托医院的整体智慧化建设工程, 借助信息技术管控整个流程与智能化设备的运作, 逐步建立了一个智能化的管理模式, 现将该部门的建设与实践内容进行总结与分析。

1 PIVAS 建设

我院 PIVAS 严格按照《江苏省医疗机构静脉用药调配中心 (室) 验收评价标准 (试行)》(苏卫办医[2011]120号) 建设, 并于 2020 年通过江苏省卫生健康委员会现场验收。PIVAS 工作围绕信息系统及智能化设备开展, 其中 PIVAS 信息系统为整个工作的中枢神经系统, 通过其接入智能贴签机、智能摆药机、移动手持电脑设备 (Personal Digital Assistant, PDA)、扫描枪、智能分拣机等, 使大部分人工操作被智能化设备取代, 从而达到增加效率、减少差错、可溯源的目的。PIVAS 总体构建见图 1。

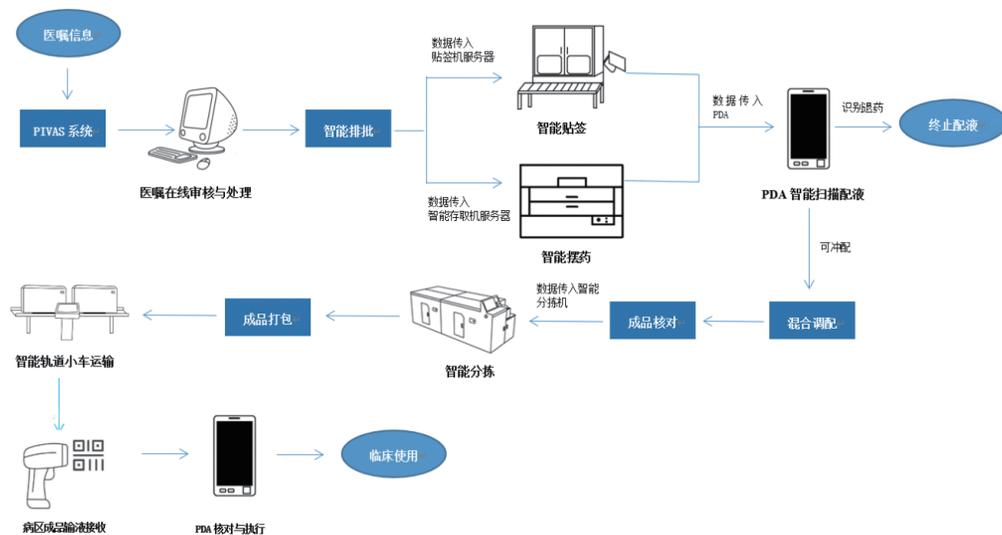


图 1 苏州科技城医院 PIVAS 总体构建图

1.1 医嘱在线审核与处理模式

PIVAS 系统中嵌入了大通审方软件, 医嘱传输至 PIVAS 后, 药师点击“处方分析”, 系统自动判断医嘱是否合理。在审核界面, 同时增加电子病历一键打开功能、说明书要点提示一键打开功能, 故对于有疑问的医嘱, 药师可借助这两项功能进行人

工审核。对于不合理医嘱, 药师通过与病区医护人员电话沟通后, 可通过“拒绝”按钮进行在线处理, 将医嘱退回至病区, 所有拒绝过的不合理医嘱均会在系统报表中留下处理痕迹, 便于后期统计分析。医嘱在线审核界面见图 2。



图2 PIVAS系统在线审核界面

1.2 智能排批与手工排批模式相结合

PIVAS系统可按照容量规则、频次优先规则、药品规则进行排批,且可按照每个病区设置其个性化的规则^[4]。容量规则的设定主要是为了保证每个批次的输液袋数合理,既能满足该批次使用,又不至于输液接不上或者有过多的输液堆积在临床。频次优先规则是针对bid、tid、qid、q4h、q6h、q8h、q12h等频次,把第一次医嘱优先放置在第一批,使药物更符合药代动力学的用药原则,充分发挥药物疗效。药品规则是针对一些有特殊使用要求的药品,可将其设定在固定的批次。

在智能排批的基础上,护士可根据病人的实际情况进行批次调整,调整过的批次以红色显示,审方药师具备人工调整批次与最终确认的权限。对于已确认排批、等待冲配的输液,如果医生需要更改给药时间,则可电话药师使用“改空包”功能来保留该医嘱,即不改变医嘱发放批次,但改变医嘱是否冲配的属性。舱内药师通过PDA扫描可识别出该医嘱,直接打空包发放。

1.3 智能贴签系统

排批之后的医嘱信息,通过HIS系统传递至智能贴签系统,由该系统整合信息,按照溶媒种类、药品种类进行统排。该系统事先将溶媒拍照储存,使用时,运用机器视觉识别溶媒,真空吸附高速打印标签,实现边打标签边贴标签。如果溶媒错误,

则机器停止贴签动作,同时语音提示“溶媒错”;如果更换批次,则语音提示“换批次”。该系统配有电脑操作系统,可安排1名药师边贴边看,方便提前做好准备工作,提高工作效率^[5]。另一名工作人员负责接贴好标签的输液,及时更换不同批次的药筐,并搬运药筐至摆药台面。

1.4 智能摆药系统

排批之后的医嘱信息在传入贴签机的同时,亦传递至智能存取机和定位机。由1名药师根据机器提示准备药品,机器定位准确,需要拿的药品逐个亮红灯提示,数量亦显示在屏幕上,最大程度降低人工拿错药的风险^[6]。多名药师将准备好的药品与已贴签的输液一一匹配,正常应完全匹配,如有匹配不上的,则提示操作有差错,需查找原因。

1.5 PDA智能冲配识别系统

舱内药师用PDA扫描待配输液,屏幕显示该袋输液的批次、住院号、患者姓名、病区、床号、医嘱信息。同时,借用交通信号灯的原理,设定红、黄、绿3种颜色的底色,红色代表停止冲配(针对已退药或者改打空包的输液,无需冲配),黄色代表谨慎冲配(针对非全量药品、重复执行等情况起到警示作用),绿色代表可以冲配,每个执行操作均配有语音提示,起到双重提示作用^[7]。PDA操作界面见图3。



图3 PDA操作界面图

1.6 智能分拣系统

冲配后的成品输液，由舱外药师用PDA进行核对。核对完成的输液，经智能分拣系统进行输液的按病区分拣工作。工作人员将输液贴有标签的一面放在传送带上，机器通过扫描输液袋上的二维码后由主机对条码信息进行判断，通过传送带将成品输液按病区自动分拣到相应病区的储位上，根据设定的容量，满筐后由工勤人员分批取出打包。另外，该系统还具有对上游工序出现的未计费、停药误

配、未核对、批次错误、病区错误、重复标签等异常输液的检查功能^[8]，如出现上述情况，则该袋输液掉落在尾部分拣筐中，并且电脑界面会有差错提示。该分拣系统的信息管理平台功能较全面，具备“实时分拣状态”显示和“病区分拣汇总”等统计功能，并以绿色代表该病区分拣完成，红色代表该病区尚未分拣完成，分拣动态情况一目了然，杜绝应加未加的情况发生。分拣机操作界面见图4。

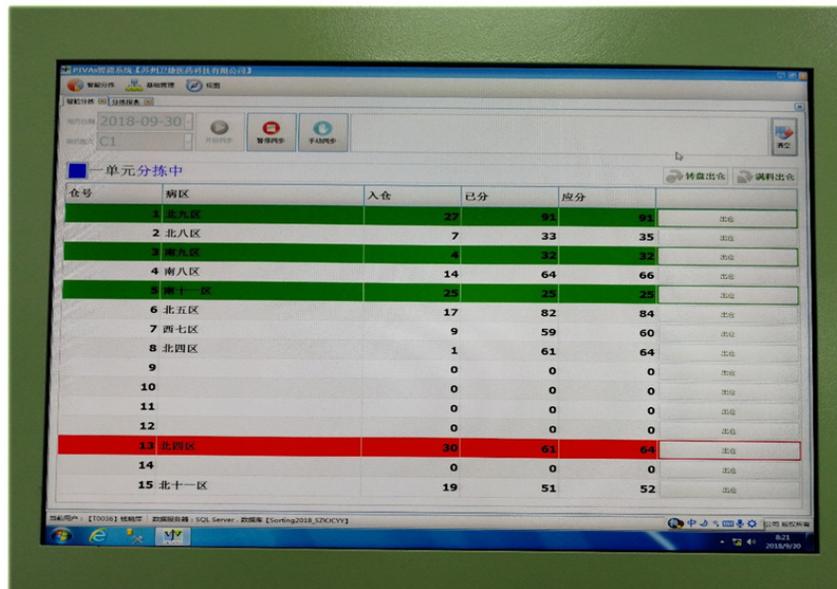


图4 分拣机操作界面

1.7 智能轨道小车运输系统

分拣完成的成品输液，经HIS系统打印出汇总标签，包含批次、病区、数量、打包时间、二维码等信息，贴在包装袋外部。由工勤人员将成品输液通过智能轨道小车运输系统运至各个病区，

无需人工运送与交接^[9]。在使用过程中，为节省运输时间，PIVAS对轨道小车系统进行升级：①设置PIVAS为优先使用站点，在PIVAS密集发车时间节点，轨道小车停靠在PIVAS附近车站，提高小车呼叫成功率；②增加一键呼叫功能，一键即可自动补

满8辆小车,节约人工呼叫时间;③开启自动解锁功能,自动解锁到站小车,使发车更快捷;④配备称重系统,超重时提醒分装,保证顺利发车;⑤多个病区同时发车时,根据行车路程,优先发送路程远的病区^[10]。

1.8 全流程监控系统

我院PIVAS系统,以二维码为载体,运用系统后台、贴签机、分拣机、扫描枪、智能PDA等硬件,将人工智能与机械传输手段相结合,实现对输液状态的全流程监控。全流程监控信息系统

开放给临床护士站,护士可自行查看每袋输液的运行状态,有利于临床决策的更改。全流程信息系统中,嵌入了输液执行监控系统,可跟踪输液从配置至临床科室执行阶段每一步所耗费的时间及总时长,分析和判断输液在临床使用状况,考察其是否符合输液稳定性要求,对即将过期的输液及时弹窗提醒。定期根据结果调整PIVAS内部流程,并调查临床科室不合理使用的原因,促进临床合理用药^[11-13]。信息系统全流程监控见图5。

操作状态	操作时间	操作人员
开医嘱	2021-11-02 14:52:26	窦文欢
护士审核	2021-11-02 14:54:25	蔡瑜
审核	2021-11-05 10:31:44	孙大可
排批	2021-11-05 11:39:48	黄博
打签	2021-11-05 12:41:35	黄博
贴签	2021-11-05 12:41:41	朱梦春
核对	2021-11-05 12:41:41	黄博
配置	2021-11-06 08:15:18	朱梦春
复核	2021-11-06 08:23:10	黄博
打包待接收	2021-11-06 08:36:55	尤舜源
病区接收	2021-11-06 09:02:52	周园园
护士执行	2021-11-06 09:17:00	蔡瑜

图5 信息系统全流程监控图

2 PIVAS实践

2.1 调配效率

医嘱在线审核与处理模式的使用,降低了医嘱审核时间,平均每天节省30 min,并完全省去了不合理医嘱的记录时间;电脑智能排批系统的启用,药师每个病区的排批时间从平均10 min降为2 min;智能贴签系统的使用,每天仅需1名药师贴签,1名药师摆筐,即可在1小时内完成1300袋输液的贴签工作,效率与人工操作相当;智能摆药系统因采用统排模式,每天仅需1名药师进行汇总摆药;PDA智能冲配识别系统,平均每天可识别115袋退药,执行5次改空包功能,分别占输液总量的11.25%和0.49%,此功能的启用,减少了医嘱的反复开停,也减少了药师进仓找药的繁琐操作,简化了医疗工作流程;智能分拣系统每小时可分拣

1200~1500袋输液,分拣人员从4人减少为2人,远超人工分拣速度。智能轨道小车运输系统经过升级后,每车能运输约130袋100毫升的输液,并缩减每一步操作时间,平均10~15 min可到达相应病区,运输人员从3人降为1人。病区成品输液接收,有逐袋接收及一键扫描接收2种模式,接收最快可在几秒内完成。可见,现有模式整体调配效率优于传统模式。

2.2 多环节保障调配质量

数据传入贴签机后,贴签时进行第一次输液识别,已贴签输液传输至尾部时利用红外扫描仪进行第二次识别,保证所贴输液的正确率;智能摆药与智能贴签相结合的模式,可互相验证摆药药品的正确性;PDA采用语音及不同屏幕底色显示双重提醒,最大程度指导药师按指令进行冲配。但药师在

冲配时,可能由于注意力不集中,仍有未计费或误冲配的现象,下游工序的成品复核及智能分拣阶段,能及时发现该类错误,防止内差衍变成外差。

多重环节保障了调配质量,最大程度地减少了差错的产生。比较6个月内两种模式下的差错数量,降幅达到61.90%,具体内容见表1。

表1 两种模式下的差错比较

差错类别	人工操作 / 次	使用智能设备 / 次
未计费	16	0
停药误配	14	0
批次错误	5	0
重复标签	3	0
大输液错误	3	0
其他错误(例如:加药数量错、加药品种错、药品溶解后忘加等)	22	24
合计	63	24

2.3 提升药学服务质量

依托于智能化的信息系统,护士端操作简单,护士可按需修改批次、可无纸化扫码接收输液、可在护理工作站自行查询目标输液进展状态等,护士使用反馈良好。在PIVAS的病区回访工作中,各病区的满意度在95%以上。输液执行监控系统的使用,使医嘱开出至输液使用的每个阶段均有时间记录,经统计发现,成品输液在PIVAS的滞留时间较长、智能小车运输时间较长、输液批次分配不合理导致第一批次输液在临床堆积、护士存在未及时执行静脉用药医嘱等因素均影响了静脉输液的

执行及时率。静脉输液的执行及时率=稳定时间内执行输液袋数/总输液袋数,稳定时间指的是药品配置后可放置的时间。PIVAS通过调整输液调配批次,将第一批次输液数量控制在50%左右,减少临床第一批次输液的堆积;在每批次的最后阶段冲配稳定性差的输液;多措并举缩短轨道小车运输时间;在护士工作站对即将过期的输液进行使用提醒;规范护理PDA及时使用等措施,将静脉输液的执行及时率从76.02%提升至92.53%,通过SPSS25.0软件分析,配对样本t检验, $t=4.621, P=0.044 (P<0.05)$, 差异具有统计学意义,见表2。

表2 输液执行监控系统使用前静脉输液的执行及时率比较

分类	统计时间	稳定时间内执行输液袋数 / 袋	总输液袋数 / 袋	执行及时率 / %
使用前	2020年10月	30834	41876	73.63
	2020年11月	33549	44132	76.02
	2020年12月	29181	37070	78.72
	总计	93564	123078	76.02
使用后	2021年01月	30283	33154	91.34
	2021年02月	33470	34011	98.41
	2021年03月	38061	42869	88.78
	总计	101814	110034	92.53

3 讨论

我院现有智能化设备使用良好,故障率较低,但仍存在一些使用缺陷,例如,智能贴签机仅有1个机械臂工作,适用于每天贴签数量在2000~3000袋以下的医院,而输液数量大的医院,则需要购置多台设备,否则效率不及多人操作;智能贴签机仅能贴软袋或塑料瓶等表面平整的输液,营养液及玻璃瓶均不适用,这部分输液仍需人工贴签。智能摆药系统储位较小,且需要预先将药品脱包装后放入,前期药品整理工作量较大,较适合放用量中等以下的药品。智能分拣机通过机械臂将输液推入不同病区的卡槽,有极小概率夹破输液袋而导致漏液,一年发生3次左右,故细胞毒性药物不适宜放入分拣机分拣;智能分拣机偶尔分错病区,一年发生10次左右;智能分拣机仅能分拣软袋及塑料瓶装输液,不能分拣玻璃瓶装输液或者营养液。智能轨道小车运输系统因使用率太高,涉及面较广,需要工程师驻点维护,以进行相关故障排除。信息系统与设备之间偶尔发生信息传递故障,一年发生2次左右,应做好人工操作应急预案。

虽然我院PIVAS在智能化、信息化方面做了一些工作,但仍未达到全智能化管理,比如未进行前置审方、未采用加药机进行药品的混合调配、未实现智能轨道系统与HIS系统的对接等。而通过文献查阅发现,我国不同医院PIVAS的智能化建设各有特点,投入使用的设备不同,关注的环节也不尽相同^[14-16]。目前,急需国家出台相关标准,对将来PIVAS信息化和自动化建设提供依据和发展方向。未来我国医院PIVAS信息化和自动化建设应大力推行前置审方系统、自动摆药系统、智能配液系统、智能分拣系统、自动运送系统,将输液及时送达病区供患者使用,实现药品从医师开药到患者用药全程自动化、信息化的闭环管理模式。

PIVAS工作特性是高风险的流水线型密集劳动,故智能化、信息化是PIVAS的发展趋势,在提升效率、进行全程质量监控及大数据分析等方面值得探索^[17]。所以,近年来PIVAS智能化设备的引入成为医院药学发展中不可缺少的一部分,然而如何选择及管理好这些昂贵的智能化设备,最大程度地发挥其社会效应与经济效益是一个值得研究的课题。目前市场上的智能化设备良莠不齐,大部分设备在功能、效率、性价比方面或多或少存在问题,

有的设备甚至与PIVAS的工作流程脱节,不具备实际使用价值。故对于拟采购的智能化设备,应做好前期调研工作,并进行成本效益分析,为医院采购部门提供参考依据。智能化设备与医院信息系统的对接效果也是需要重点考虑的内容,设备与系统间只有具备兼容性与可塑性,才能保证智能化设备使用的流畅性,发挥设备该有的作用。

参考文献:

- [1] 杨春松, 杨亚亚, 张伶俐, 等. 我国静脉用药集中调配中心信息化和自动化现状调查[J]. 儿科药学杂志, 2021, 27(1): 35-38.
- [2] 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.
- [3] 沈洁. 现代智慧医院管理新模式-苏州科技城医院的修炼法[M]. 北京: 研究出版社, 2019.
- [4] 孙大可, 钱晓萍, 曹馨, 等. 依托医院信息系统优化PIVAS输液调配工作[J]. 药学与临床研究, 2019, 27(5): 398-400.
- [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] 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.
- [7] 田志成, 赵海茵, 袁芳. 二维码技术在我院PIVAS管理信息系统中的应用[J]. 中国药房, 2014, 25(9): 825-827.
- [8] 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.
- [9] 朱建波, 李桂明, 王永胜, 等. 我院智能化轨道小车物流传输系统管理方法探讨[J]. 中国医疗设备, 2019, 34(8): 145-148.
- [10] 钱晓萍, 金涛, 陈喆, 等. 现代物流系统在一体化中心药房的应用与管理[J]. 中国现代应用药学, 2020, 37(12): 1504-1507.
- [11] 刘馨, 李然, 薛苏冬, 等. 静脉输液合理用药监控平台的建立和应用[J]. 中国医院药学杂志, 2020, 40(23): 2479-2483.
- [12] 陈霓, 叶旭辉, 胡和立, 等. 静脉用药闭环监控信息系

- 统在PIVAS与临床中的应用实践[J]. 全科护理, 2019, 17(16): 2007-2009.
- [13] 黄博, 钱晓萍. 静脉用药调配中心静脉输液安全执行模式的构建与应用[J]. 中国药业, 2021, 30(13): 9-12.
- [14] 杨春松, 杨亚亚, 张伶俐, 等. 我国静脉用药集中调配中心信息化和自动化现状调查[J]. 儿科药学杂志, 2021, 27(1): 35-38.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 金岚, 丁亦凡, 张健, 等. 智能自动化在降低静脉用药调配中心用药风险中的作用[J]. 儿科药学杂志, 2019, 25(11): 42-45.

(收稿日期 2021年12月5日 编辑 肖妍)