

智能化建设在细胞毒性药物集中调配中的应用与实践

华小黎, 辜明, 王旭, 李秋琪, 罗苗, 熊响, 汪难喜, 葛苗苗, 高雪琴, 史琛^{*}(华中科技大学同济医学院附属协和医院药学部, 武汉 430022)

摘要: 目的 总结静脉用药集中调配中心(pharmacy intravenous admixture services, PIVAS)在集中调配细胞毒性药物各环节中的智能化建设情况和成效, 为其他 PIVAS 细胞毒性药物集中调配工作提供参考。方法 介绍华中科技大学同济医学院附属协和医院 PIVAS 智能化建设情况, 统计在建立智能医嘱审核系统后, 细胞毒性药物不合理医嘱的比例及干预率; 比较应用智能贴签设备与人工操作在工作效率和工作差错等方面的差异; 比较智能配液机器人与人工操作在冲配速度、残液量、调配差错率等指标的差异, 以此评价智能化建设在细胞毒性药物集中调配中的应用成效。结果 智能医嘱审核系统上线前后 3 个月, 不合理医嘱干预成功率由 88.64%逐步提高到目前的 100%。智能贴签机贴签效率 $[(15.50 \pm 1.20) \text{张} \cdot \text{min}^{-1}]$ 优于人工贴签 $[(10.11 \pm 0.39) \text{张} \cdot \text{min}^{-1}]$, 且统计时间内贴签机每千袋出现 0.41 次差错, 相对于人工(每千袋出现 0.79 次)差错更少。智能配液机器人配置效率 $[(0.23 \pm 0.04) \text{袋} \cdot \text{min}^{-1}]$ 不及人工 $[(0.49 \pm 0.07) \text{袋} \cdot \text{min}^{-1}]$, 但是在统计时间内, 配液机器人每百袋出现 0.30 次差错, 相对于人工(每百袋出现 0.56 次)差错更少。在残液量指标方面, 西林瓶包装药品: 智能配液机器人 $[(0.21 \pm 0.06) \text{mL} \cdot \text{支}^{-1}]$ 优于人工配置组 $[(0.46 \pm 0.23) \text{mL} \cdot \text{支}^{-1}]$; 安瓿瓶包装药品: 智能配液机器人 $[(0.08 \pm 0.02) \text{mL} \cdot \text{支}^{-1}]$ 略优于人工配置组 $[(0.09 \pm 0.04) \text{mL} \cdot \text{支}^{-1}]$, 但无统计学差异。结论 通过细胞毒性药物集中调配工作的流程再造, 依托 PIVAS 智能医嘱审核系统、智能贴签设备及智能配液机器人等智能系统, 提高工作效率, 减少工作差错, 提高了成品输液质量, 对保证输液安全具有重要意义, 但在工作效率上, 智能化设备部分指标仍不及人工操作, 需要进一步改进完善。

关键词: 静脉用药调配中心; 智能化建设; 细胞毒性药物; 智能化医嘱审核; 智能贴签机; 智能配液机器人

中图分类号: R952

文献标志码: B

文章编号: 1007-7693(2022)21-2762-08

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2022.21.009

引用本文: 华小黎, 辜明, 王旭, 等. 智能化建设在细胞毒性药物集中调配中的应用与实践[J]. 中国现代应用药学, 2022, 39(21): 2762-2769.

Application and Practice of Intelligent Technology of Cytotoxic Drugs in Pharmacy Intravenous Admixture Services

HUA Xiaoli, GU Ming, WANG Xu, LI Qiuqi, LUO Miao, XIONG Xiang, WANG Nanxi, GE Miaomiao, GAO Xueqin, SHI Chen^{*}(Department of Pharmacy, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To summarize the application of intelligent technology and equipment in the working process reengineering of cytotoxic drug in pharmacy intravenous admixture services(PIVAS), and the performance is also evaluated to provide the reference to other hospital. **METHODS** The application and practice of intelligent technology and equipment in PIVAS of Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology were introduced. Ratio of cytotoxic drug irrational medical order after intelligent medical order review system establishing was calculated. Work efficiency and errors were compared between intelligent labeling machine and manual operation to evaluate the application effect of the equipment. Admixing speed, residual liquid and working error were used to evaluate the performance of intelligent automatic compounding robot. **RESULTS** The successful intervention rate of irrational medical order were gradually increased from 88.64% to 100% in three months, before and after the establishment of intelligent medical order review system. The labeling speed of intelligent labeling machine group and manual labeling group were $(15.50 \pm 1.20) \text{bag} \cdot \text{min}^{-1}$ and $(10.11 \pm 0.39) \text{bag} \cdot \text{min}^{-1}$ with significant difference, respectively. Less labeling errors were observed of machine group (0.41/1 000 bags) than manual labeling group(0.79/1 000 bags). Infusion compounding speed of manual compounding group was significantly higher than that of intelligent compounding robot group, were $(0.49 \pm 0.07) \text{bag} \cdot \text{min}^{-1}$ and $(0.23 \pm 0.04) \text{bag} \cdot \text{min}^{-1}$, respectively. However, the errors of the compounding robot group(0.30/100 bags) were less than those of the manual compounding group(0.56/100 bags). Residual liquid volume of vials and ampoules medicine compounding were also observed, the results showed that the compounding robot group $[(0.21 \pm 0.06) \text{mL} \cdot \text{vial}^{-1}]$ were prior to the manual compounding group $[(0.46 \pm 0.23) \text{mL} \cdot \text{vial}^{-1}]$ of vials medicine compounding, and residual liquid volume of ampoules medicine of manual compounding group $[(0.09 \pm 0.04) \text{mL} \cdot \text{vial}^{-1}]$ were slightly higher than the compounding robot group $[(0.08 \pm 0.02) \text{mL} \cdot \text{vial}^{-1}]$ without significant difference. **CONCLUSION** The working process of cytotoxic drug in PIVAS is significantly improved by establishing intelligent medical order review system

作者简介: 华小黎, 女, 硕士, 副主任药师
whxhchen@163.com

E-mail: 330683348@qq.com

^{*}通信作者: 史琛, 女, 博士, 副主任药师

E-mail:

and intelligent equipment. Quality of finished infusions and working efficiency are improved and working error is reduced, which are important for PIVAS. Furthermore, the infusion compounding speed of intelligent compounding robot is slower than manual group, need to be improved in the further study.

KEYWORDS: pharmacy intravenous admixture service; intelligent technology; cytotoxic drugs; intelligent medical order review system; intelligent labeling machine; automatic compounding robot

自原卫生部于 2010 年 4 月发布《静脉用药集中调配质量管理规范》以来,静脉用药集中调配中心(pharmacy intravenous admixture services, PIVAS)的建设已成为医院药学发展的重要方向之一。PIVAS 严格的净化环境和质控工作,不仅为患者提供了无菌、安全、高品质的输液,也减轻了病区护理人员的工作强度和药物暴露的风险^[1]。集中调配工作模式降低了医院的运营成本,减少药品和耗材浪费,提升了医院的管理水平^[2]。PIVAS 的医嘱合理性审查也体现了医院药师服务转型和专业价值。

细胞毒性药物主要是指在生物学方面具有较大的危害性影响的药物。临床常见细胞毒性药物以抗肿瘤药物为主,具有作用强度较大、刺激性强等特点,杀灭肿瘤细胞的同时也在一定程度上造成人体内正常细胞损伤,通常会引发多系统的不良反应,包括恶心呕吐,血液学毒性,心脏、肝脏、肾脏毒性,手足综合征等^[3]。细胞毒性药物往往选择性差,治疗时间窗窄,因此若在医嘱开具以及配置过程中出现不合理医嘱或差错,极易导致严重后果^[4]。同时在配置细胞毒性药物时,若不注意个人防护,则可能危害人员健康和环境。因此,严格细致的细胞毒性药物全流程管理尤为重要。

对于大型综合性三甲医院 PIVAS 而言,智能化建设已经成为未来 PIVAS 发展的必然方向,通过引入各种智能化设备和信息系统,构建全流程智能化管理平台和流程重整,达到降低各环节的工作强度,提高工作效率和质量水平,降低差错发生的目标^[5]。华中科技大学同济医学院附属协和医院 PIVAS 自 2018 年 12 月成立以来陆续引进了多种智能化设备和信息系统,并构建了统一标准、规范的质量控制体系,通过流程重整构建全流程智能化管理平台,极大发挥了各智能化设备及信息系统的优点,现将笔者所在医院 PIVAS 细胞毒性药物集中调配中的智能化建设工作进行简介,并收集 2019 年 10 月—12 月的相关指标数据对智能化建设工作成效进行评价,以期进一步科学使用人力资源,提高合理用药水平和成品输液质量,保障肿瘤患者用药安全。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集智能化医嘱审核平台建设前后(2019 年 10 月—12 月)时间段内的细胞毒性药物医嘱信息,利用智能化医嘱审核平台结合人工审核对医嘱进行点评,通过计算及分析总体医嘱不合理率及干预率的情况,来评估智能化医嘱审核平台应用效果。统计人工贴签与智能贴签机工作效率和工作差错指标、人工配液与智能配液机器人的工作效率、工作差错及配置残余药液量指标进行比较分析,以此来评价与人工模式相比,智能化设备应用的效果。

1.2 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析,计数资料以例数或百分比表示,采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 PIVAS 智能化建设的内容

2.1 智能化软件及设备

笔者所在医院 PIVAS 引进了相关软件及智能化设备,建立基于静脉用药医嘱审核的智能化医嘱管理平台,并与 KLMT-02 ALM-2020 智能贴签机、WEINAS-PD160 智能配液机器人等相融合。

2.2 基于智能化建设的流程重整

PIVAS 集中调配工作流程分为 3 个阶段,配置前准备阶段、配置阶段及分拣、复核、装箱阶段。细胞毒药物的调配原流程如下:临床医师开具静脉输液医嘱→医嘱进入 PIVAS 系统→智能审方→药师审核→HIS 系统记账→提取数据至 PIVAS 系统→调整用药批次→打印标签→贴签排药→处理病区请包、请退输液→入仓配置→成品输液分拣与复核→成品输液装箱→送至病区→病区护士核对签收。在引入智能贴签机和智能配液机器人等设备后,通过优化完善相关流程,在不同的工作环节减轻了工作人员负担,降低因长时间机械、重复性操作而造成的差错,重整后的工作流程见图 1。

3 PIVAS 智能化建设工作效果评价

3.1 智能化医嘱审核平台

由于临床化疗用药的复杂性,医师常结合患者病情设计多种细胞毒性药物及其辅助用药的联

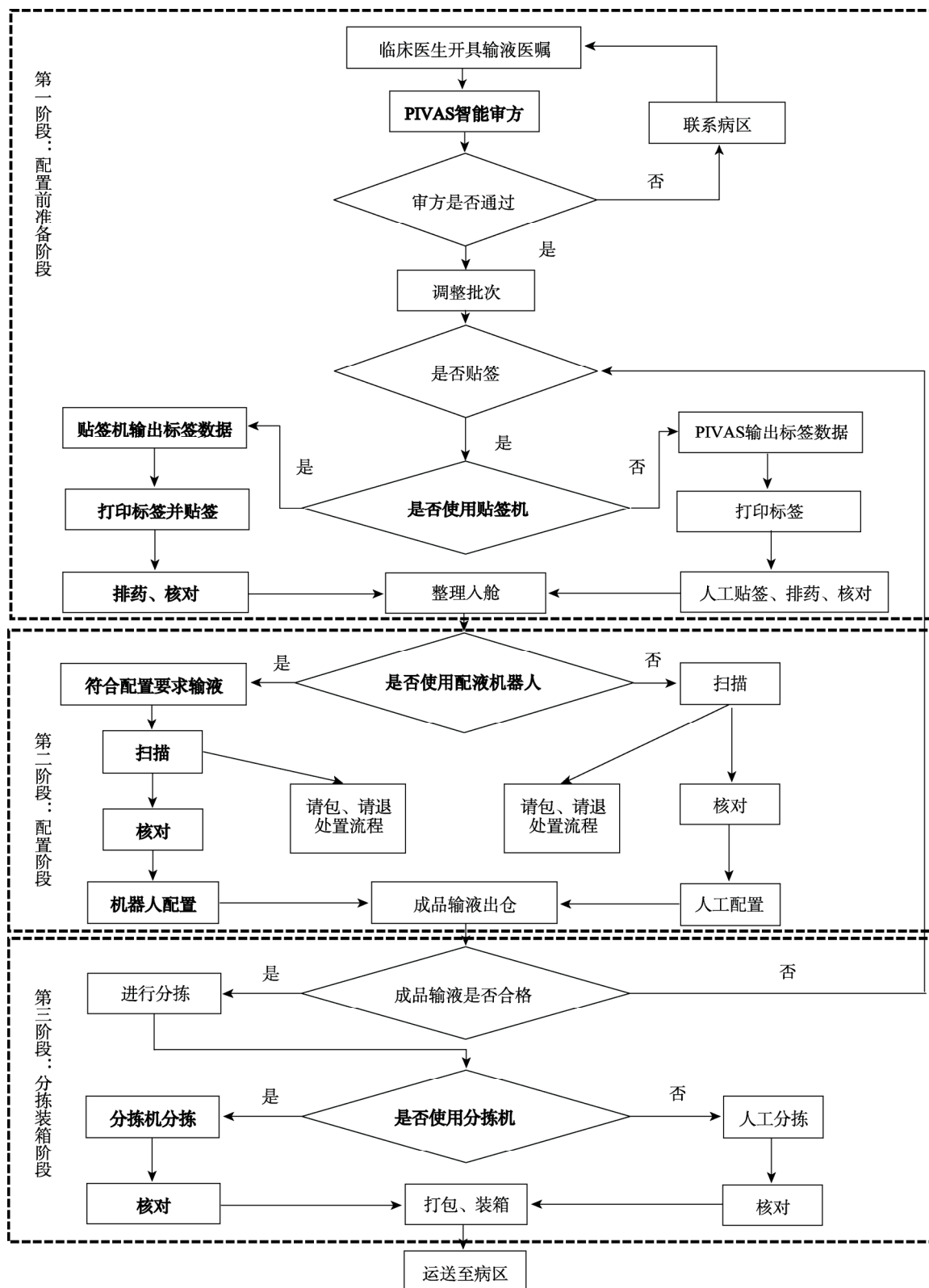


图1 重整后的PIVAS日常工作流程图

图中字体加粗部分为智能技术优化后重整的流程。请包：因需观察病情等原因，病区提前请求将药品打包回病区，PIVAS不予配置。请退：因病人出院等原因，病区提前请求药品退费，PIVAS不予配置。

Fig. 1 Reformed daily workflow chart of PIVAS

The bold part in the figure is the reforming process after intelligent technology optimization. "Request drug packaged": Due to observe a patient's changing condition, his(or her) treatment medicine needs to be packaged and sent to the ward for temporary admixture. "Request drug return": Due to the patient discharge or other reasons, his(or her) treatment medicine needs to be refunded in advance.

合用药方案,存在用药顺序、用药时间和频次差异及药品使用剂量的差异等问题。为提高合理用药水平和化疗方案药效,笔者所在团队采用 PIVAS 管理软件医嘱审核模块+人工干预的方式,为细胞毒性药物的医嘱审核提供多重保障。医师开具经初步审核的化疗医嘱后,PIVAS 管理软件会在<2 s 的时间内对一组化疗药物医嘱中的“序贯用药顺序”“药物溶媒”“药物浓度”等各项指标实现精准的审核、计算和核对,杜绝了不合理医嘱的产生。依据《静脉用药集中调配质量管理规范》《临床静脉用药调配与使用指南》^[6]、《药品注射剂使用指南》^[7]以及化疗药品说明书,并结合静脉用药特性和实际配置经验,将静脉用药和输液相关规则录入到 PIVAS 系统数据库后台中,作为 PIVAS 管理软件医嘱审核模块的审方依据。同时药品说明书信息在审方过程中可以随时调取查看,供药师参考,重要警示内容用红色加粗体进行重点标识。对于系统发现的不合理医嘱,PIVAS 管理软件会自动对问题医嘱进行警示(图 2~3),药师审核确定医嘱不能配置后,联系病区医生更改医嘱或沟通后打包送至病区。系统还能自动生成、导出合理医嘱的汇总表单,内容包括病区、患者姓名、住院号、医嘱信息、医嘱问题等,实现数据的追溯和分析。系统警示举例如下:①医嘱:高三尖杉酯碱注射液/2 mg+0.9%NS/100 mL;警示内容:应加入 5%或 10%GS 250~500 mL;②医嘱:依托泊苷注射液/150 mg+0.9%NS/250 mL;警示内容:浓度不应超过 0.4 mg·mL⁻¹(图 2 为前台警示弹框);③医嘱:注射用紫杉醇/100 mg+

0.9%NS/50 mL,警示内容:浓度应为 5 mg·mL⁻¹(图 4 为 PIVAS 系统已操作退药的界面,可同时双击后进入后台查看审方规则)。



图 2 化疗药“依托泊苷”的前台浓度警示提示框
Fig. 2 Warning message of the unreasonable drug concentration of “etoposide”

此外,在各病区端也安装了 PIVAS 工作站,针对审核不合格的医嘱,临床医护人员如对审核结果有疑问,可进入 PIVAS 系统病区端,点击医嘱查看药品说明书和审方规则,方便临床及时修改,提高细胞毒性药物不合理医嘱的干预成功率。图 4 为乳甲外科病区护士在 PIVAS 工作站上查看审核结果,点击某患者的医嘱用药,即显示:“化疗药物注射用紫杉醇(白蛋白结合型),溶媒不能使用某种盐水配置,容易产生气泡,不符合配液要求。”病区接到静配药师联系电话并查看结果后,会按要求申请退药并通知医生重新开具医嘱。该项审方规则为 PIVAS 配液人员在配液实践中发现,报告审方药师后,由药师在系统后台录入到审方规则库中。图 5 为更改不合理医嘱前、后的输液标签,左图药物浓度不符合要求,临床已退药;右图为更改医嘱后的输液标签,药物浓度符合要求(5 mg·mL⁻¹)。

统计了 2019 年 10 月—2019 年 12 月内共计审核细胞毒性药物医嘱 4 169 条,其中不合理医嘱 110 条,不合理医嘱率为 2.64%,干预成功率随着智能

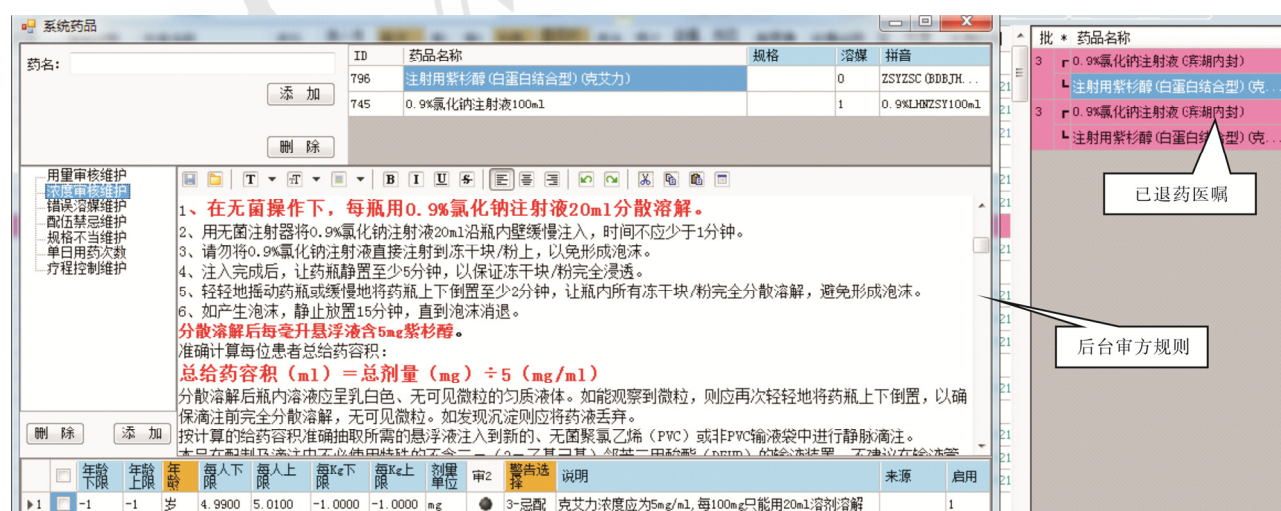


图 3 不合理的化疗医嘱退药界面
Fig. 3 Withdrawal interface for unreasonable orders of cytotoxic drugs

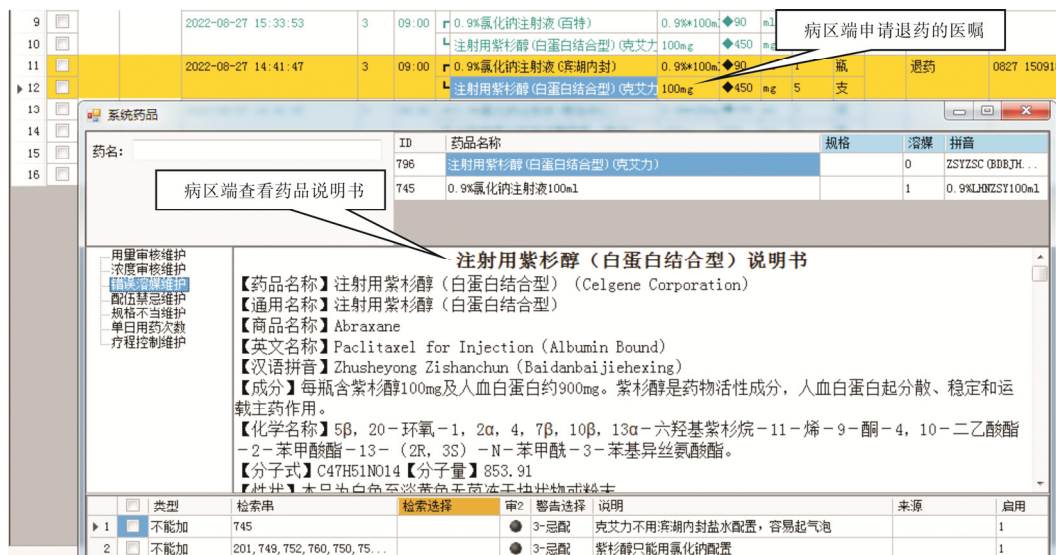


图4 病区端 PIVAS 工作站查询医嘱审核结果和退药界面

Fig. 4 Interface of query and withdrawal medical order at Ward-end client of PIVAS workstation

化医嘱管理平台的上线及病区医护操作知晓度的提高,逐步上升。由2019年10月的88.64%到2019年11月的93.75%,直至2019年12月至今基本实现细胞毒性药物不合理医嘱的干预成功率100%,见表1。

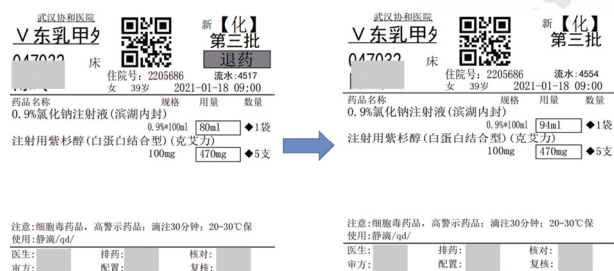


图5 化疗药物更改不合理医嘱前、后的输液标签

Fig. 5 Infusion label for chemotherapy therapy before and after changing unreasonable medical orders

表1 常见不合理医嘱类型及干预成功统计

Tab. 1 Common types of irrational medical orders and the success intervention medical orders

时间	医嘱录入错误/条目	溶媒选择不合理/条目	用法用量不适宜/条目	配伍禁忌/条目	其他/条目	合计/条目	干预成功/条目	干预成功率/%
2019年10月	15	21	3	2	3	44	39	88.64
2019年11月	16	23	5	2	2	48	45	93.75
2019年12月	10	4	1	0	3	18	18	100
合计	41	48	9	4	8	110	102	-

3.2 智能化贴签设备

目前本 PIVAS 接受全院 128 个病区的化疗长期医嘱和临时医嘱的调配工作,药师审核后根据

医生说明、药物特性、用药频次、患者输血量等信息将医嘱分为 1~7 批,其中 1~4 批为长期医嘱,5~7 批为临时医嘱,每批之间间隔约 1~2 h,输血量>350 mL。针对每日贴签量较大,并且个别种类输液袋相似度较高,长时间贴签容易疲劳,增加贴错输液品种的风险(尤其细胞毒药物的标签一旦贴错,后果极为严重),笔者所在医院引进了智能贴签设备用于输液贴签工作,并针对细胞毒及其辅助药物,设置了专门的标签模块,专药专用。PIVAS 管理系统将相关医嘱标签信息从后台自动分批传输至智能贴签设备,1 名工作人员按照智能设备提示的顺序将对应的输液袋放在传送带上,另外 1 名工作人员负责核对和整理已贴好的输液袋。该设备具有图像识别功能,当放置的溶媒与读取的输液信息不一致时会进行报警提示,大大降低了贴错输液标签的风险^[8]。在操作人员人数相同的情况下,统计了2019年10月1日—2019年12月31日时间段内使用该设备的相关数据,贴签机平均每日贴签总量为(523.12±48.30)张,人工组(526.52±42.52)张,相比于贴签机[(33.55±4.18)min],人工组用时更长[(51.82±5.08)min]。贴签机效率为(15.50±1.20)张·min⁻¹高于人工组效率(10.11±0.39)张·min⁻¹,并且差异具有统计学意义(P<0.001)。见表2。因此,智能贴签机在贴签效率上要高于人工贴签。在观察期内,人工组一共出现 25 袋的差错,即每千袋出现 0.79 次差错,而贴签机组一共出现 13 袋的差错,即每千袋出现 0.41 次差错,因此智能贴签设备在贴签效率和差错上要优于人工。

表2 人工贴签与智能贴签机效率及差错对比

Tab. 2 Comparison of efficiency and errors between manual labeling and intelligent labeling

贴签方式	平均每日贴签/张	平均每日用时/min	效率/ 张·min ⁻¹	差错类型/袋					
				溶媒品种贴错	溶媒规格贴错	药品数量排错	药品种类排错	标签重复	合计
人工	526.52±42.52	51.82±5.08	10.11±0.39	3	5	12	3	2	25
贴签机	523.12±48.30	33.55±4.18	15.50±1.20	0	1	5	1	6	13
P<0.001									

3.3 智能配液机器人

相关研究结果显示,频繁接触化疗药物与护理人员化疗药物所致的不良反应有关^[9]。为进一步降低职业暴露风险,降低配置工作强度,提高冲配效率,针对细胞毒性药物,笔者所在医院引进了2台智能配液机器人。该机器人可以智能识别并复核医嘱和药品,保证药品冲配准确无误,工作全程实时监控^[10]。通过测试,该配液机器人的抽吸精度%(误差)在±3%以内,可以调配大多数、各种规格药品与溶媒包装,包括便携式化疗泵。同时满足非整支用药、不同药品混合调配等差异化调配需求。药品核对完成后,扫码送进配药仓内,按照设备提示放置好输液袋、西林瓶药品、安瓿瓶药品后,设备将自动完成整个调配过程,熟练的操作人员可以一人操作多台设配,极大地减少了人员的需求^[11]。笔者所在医院每天安排2人使用智能配液机器人进行部分细胞毒性药物的配置工作,其余细胞毒性药物由人工配置。

同样以2019年10月—2019年12月为观察期,选取一组2人进行人工配置的相关数据来与配液机器人组的数据进行比较。结果显示人工组平均每日配置袋数为(23.90±3.41)袋,配液机器人组为(11.07±2.65)袋。而在平均每日配置用时上,人工组为(49.35±3.86)min而配液机器人组为(47.58±6.00)min。因此,人工组效率为(0.49±0.07)袋·min⁻¹高于配液机器人组[(0.23±0.04)袋·min⁻¹],并且差异具有统计学意义(P<0.001)。见表3。因此,人工组在配置效率上要明显优于配液机器人组。观察期内,人工组出现8次配置差错,即每百袋出现

0.56次差错,而配液机器人组为2次,即每百袋出现0.30次差错。因此,配液机器人的差错率要低于人工组。综上,人工组在配置效率上优于配液机器人组,而在差错率上配液机器人组要优于人工组。对于智能机器人配液的剂量精准度,以2019年10月14日—2019年10月23日为观察期,以配置完成后的残余药液量为指标,与人工组进行了比较,结果显示对西林瓶和安瓿瓶包装的药品,智能机器人组均优于人工组,特别对于西林瓶药物的混合冲配更为明显,见表4。

表4 细胞毒性药品配置后残余药液量智能配液机器人与人工操作比较

Tab. 4 Comparison of residual liquid quantity after cytotoxic drugs compounding between intelligent compounding robot and manual operation

冲配方式	西林瓶残留量/mL(支数)	安瓿残留量/mL(支数)
人工	0.46±0.23(756)	0.09±0.04(135)
智能配液机器人	0.21±0.06(347)	0.08±0.02(82)
P值	P<0.05	P>0.05

3.4 智能化给药注意事项提醒

临床护士接收到成品输液后,在患者给药前,使用移动护理手持系统(PDA)扫描成品输液标签,即可在PDA界面显示细胞毒药物给药的相关注意事项等信息。扫描后PDA显示:①注射用地西他滨(奥地西):细胞毒药品,高警示药品;3d方案:输注>3h;5d方案:输注1h;②高三尖杉酯碱注射液细胞毒药品,避光,高警示药品;缓慢滴注>3h,见图6。这些信息由PIVAS药师提前在系统后台维护,以保障患者的用药安全,维护细胞毒药物输液标签“注意事项”的后台界面见图7。

表3 针对细胞毒性药品智能配液机器人与人工效率及差错比较

Tab. 3 Comparison of efficiency and error rate between intelligent liquid dispensing robot and manual dispensing of cytotoxic drugs

配液方式	平均每日配置量/袋数	平均每日用时/min	效率/袋·min ⁻¹	配置差错类型/次				
				溶媒未抽水	请包、请退误配	针管刺破输液	未收费	合计
人工	23.90±3.41	49.35±3.86	0.49±0.07	1	2	3	2	8
配液机器人	11.07±2.65	47.58±6.00	0.23±0.04	1	0	1	0	2
P<0.001								

武汉协和医院

N8血液科

新【化】

第四批

床号: 2109584

流水: 3398

男 37岁

2020-06-01 10:14

药品名称

规格

用量

数量

0.9%氯化钠注射液(青岛华仁)<中>

0.9%*250ml

250ml

1袋

地西他滨粉针(奥地西)

50mg

42mg

1支

医生: 排药: 核对:

审方: 配置: 复核:

补打: 2020-06-06 17:46:55

1/1

武汉协和医院

N9血液科

新【化】

第三批

床号: 2138063

流水: 3080

女 54岁

2020-06-01 09:00

药品名称

规格

用量

数量

0.9%氯化钠注射液(百特)<小>

0.9%*100ml

100ml

1袋

高三尖杉酯碱针

1mg:1ml

2mg

2支

医生: 排药: 核对:

审方: 配置: 复核:

补打: 2020-06-06 17:48:27

1/1

图6 维护了“注意事项”后的化疗药物输液标签

Fig. 6 Infusion label with special warnings of cytotoxic drugs

4 讨论

PIVAS 的工作特点表现为工作环节多、工作量大、时间紧迫、工作质量管理要求多、工作人员多^[12]。细胞毒性药物由于其特殊性,从医嘱审方到混合调配,任何一个环节的失误都有可能造成严重后果。为尽可能减少差错,这就需要参与各流程工作人员长时间保持高度的注意力,但这很容易导致人员疲劳,反而增加失误的发生率。因此,通过优化重整 PIVAS 工作流程,在各个工作环节进行智能化建设,不断降低人工劳动强度、提高工作效率和质量、降低差错发生是未来 PIVAS 发展的重要方向。

笔者所在医院 PIVAS 自 2018 年底成立以来,

不断致力于智能化建设,完善智能化设备使用流程。在 PIVAS 的智能化建设过程也发现了一些问题,供广大同行探讨。细胞毒性药物与许多药物均存在药物相互作用,可能对其疗效和不良反应的发生产生影响,因此细胞毒性静脉药物的医嘱审核不应仅仅局限于患者静脉用药的全医嘱审核,特别对于可能罹患其他慢性疾病的肿瘤患者,应囊括患者的整体化疗用药方案,包括非静脉给药途径用药信息,以实现静脉用细胞毒性药物的全面管理,切实保障患者用药安全^[13]。同时针对静脉用细胞毒性药物的智能化医嘱审核关口应该前移,在医师开具医嘱前,实时结合患者病情进展提供整体化疗用药方案决策支持,并对其序贯疗法、联合用药、相互作用、用法用量、配伍禁忌、药物浓度、给药方法及频次等进行审核,从源头避免不合理医嘱的产生,也减少因医嘱不合理导致反复沟通协调的人力资源浪费。智能贴签机的设计工作溶媒不能覆盖 PIVAS 日常使用的品种,对于部分外形不规则的输液袋(瓶)无法贴签,包装较大的输液容易导致设备故障,仍需要人工操作。根据实际工作情况,智能配液机器人自动化程度和职业防护水平较高,同时配液的精准度要优于人工操作,特别是对于西林瓶包装的

	静置ID	药品名称	类别	剂型	货位号	药理分类	注意事项
259	19	依托白试针	化		柜04 (5. 4)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
260	19	注射用放线菌素D	化		柜04 (5. 3)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
261	19	左亚叶酸钙粉针(亿尔真)	普2		柜04 (5. 2)	抗肿瘤药	高警示药品; 避光; 滴注1小时
262	19	盐酸柔红霉素针(浙江海正)	化		柜04 (5. 1)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
263	19	注射用卡铂(艾利康)	化		柜04 (5. 1)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
264	19	博莱霉素粉针剂(争光霉素)	化		柜04 (4. 5)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
265	19	盐酸表柔比星针(艾达生)	化		柜04 (4. 5)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
266	19	奈达铂粉针(奥先达)	化		柜04 (4. 3)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品; 滴注时间不少于1小时
267	19	注射用环磷酰胺	化		柜04 (4. 2)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
268	19	盐酸阿柔比星针(阿克拉霉素)	化		柜04 (4. 1)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
269	19	紫杉醇注射液(特素)	化		柜04 (3. 6)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品; 滴注3小时以上
270	19	卡铂注射液	化		柜04 (3. 4)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
271	19	甲氨蝶呤针(进口)	化		柜04 (3. 3)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
272	19	盐酸吡柔比星针(吡喃阿霉素)	化		柜04 (3. 2)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
273	19	美司钠注射液	普2		柜04 (3. 1)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
274	19	注射用盐酸吉西他滨	化		柜04 (2. 6)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 高警示药品; 滴注30分钟
275	19	注射用盐酸吉西他滨(小)	化		柜04 (2. 6)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 高警示药品; 滴注30分钟
276	19	顺铂东干粉针	化		柜04 (2. 4)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
277	19	顺铂注射液	化		柜04 (2. 4)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
278	19	注射用环磷酰胺(安道生)	化		柜04 (2. 3)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 高警示药品; 滴注时间30分钟至2小时(...)
279	19	盐酸表柔比星针(法玛新)	化		柜04 (2. 2)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
280	19	阿糖胞苷粉针(赛得萨)	化		柜04 (2. 1)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
281	19	盐酸多柔比星针(浙江海正)	化		柜04 (1. 9)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 高警示药品
282	19	注射用盐酸多柔比星(阿霉素)	化		柜04 (1. 9)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 高警示药品
283	19	氟尿嘧啶注射液	化		柜04 (1. 4)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品; 滴注时间不得少于6-...
284	19	注射用盐酸吉西他滨(小健择)	化		柜04 (1. 3)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 高警示药品; 滴注至少30分钟
285	19	异环磷酰胺粉针(和乐生)	化		柜04 (1. 2)	抗肿瘤药	细胞毒药品, 高警示药品
286	19	亚叶酸钙针(甲酰四氢叶酸钙)	普2		柜04 (1. 1)	抗肿瘤药	高警示药品
287	19	甲氨蝶呤粉针	化		柜04	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品
288	19	奈达铂粉针(奥先达)	化		柜04	抗肿瘤药	细胞毒药品, 避光, 高警示药品; 滴注时间不少于1小时

图7 细胞毒药物输液标签“注意事项”的后台维护界面

Fig. 7 Interface of background maintenance for special warnings of cytotoxic drugs

优势尤为明显。但智能配液机器人配置速度和效率显著低于人工调配,且灵活性不如人工,无法在同一设备同时完成多种药品的配置。因此,对于静脉用细胞毒性药物调配量约 70 袋每日的医院,可参考配备 2~3 台智能配液机器人完成细胞毒性药物的混合冲配;而对于调配量远大于 70 袋每日的医院,为保证患者用药的及时性,应考虑由人工和智能配液机器人共同完成静脉用细胞毒性药物调配工作。同时结合本研究,在冲配药物的选择分配上,应充分发挥智能配液机器人的优势,优先安排西林瓶药物的冲配工作。

总体而言,PIVAS 仍有部分工作环节和工作量需要人工进行衔接。例如,配液完成后需要人工传递出仓;分拣完成后需要人工打包才能送出等。相较于智能贴签机、智能化配液机器人等设备受制于经费和场地限制,无法短时间内快速调整,在实际工作中,人工操作更为灵活,可以根据当天配液和分拣的实际需求,调整配液人员和分拣人员的数量,确保成品输液保质保量按时送达病区。此外,结合文献和实际工作感受,我国 PIVAS 相关智能化设备暂未整合形成一个完整的规范化流水工作线,其总体工作效率与人工相比未体现显著优势,在未来工作中还需要结合我国 PIVAS 工作实践改进和发展。

REFERENCES

- [1] LI Z Y, JIANG S M, WANG L X. The advantages of vein distribution center established[J]. J Front Med, 2015, 5(19): 339-340.
- [2] LI J, CAO S L, ZHOU Y X, et al. The advantage and characteristic of PIVAS[J]. Chin Hosp Manag(中国医院管理), 2004, 24(5): 43-44.
- [3] ZHANG W S, ZHANG Y H, LI X M, et al. Analysis of medication errors of cytotoxic drugs in pharmacy intravenous admixture service[J]. Adv Drug React J(药物不良反应杂志), 2020, 22(11): 613-618.
- [4] 刘美芹, 张冬梅. 在静脉配置中心配制细胞毒性药物的职业危害及防护对策[J]. 实用临床医药杂志, 2013, 17(10): 130-132.
- [5] YANG C S, ZHANG T Y, ZHANG L L, et al. Status quo of cost estimation and systematic review in pharmacy intravenous admixture services in China[J]. China Pharm(中国药房), 2019, 30(19): 2707-2711.
- [6] 吴永佩, 焦雅辉. 临床静脉用药调配与使用指南[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- [7] 梁铭会, 俞汝龙译. [美]特里赛尔药品注射剂使用指南[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2008.
- [8] ZHU T L, QIU J C, PENG X X. Application of intelligent label printing system in PIVAS of our hospital[J]. Anhui Med Pharm J(安徽医药), 2020, 24(11): 2313-2316.
- [9] ZHANG X X, ZHENG Q W, LV Y, et al. Evaluation of adverse health risks associated with antineoplastic drug exposure in nurses at two Chinese hospitals: The effects of implementing a pharmacy intravenous admixture service[J]. Am J Ind Med, 2016, 59(4): 264-273.
- [10] 周宏珍, 雷清梅, 朱亚芳, 等. 智能静脉用药配置机器人的临床应用效果[J]. 实用医学杂志, 2017, 33(19): 3304-3307.
- [11] JIANG D M, HU H L, SUN L Y, et al. Batch dispensing technology of intelligent intravenous drug dispensing robot in PIVAS[J]. Chin J Robotic Surg(机器人外科学杂志: 中英文), 2021, 2(6): 471-475.
- [12] YANG Y Y, YANG C S, GAO S, et al. A systematic review of the status of automation in pharmacy intravenous admixture services in China[J]. Strait Pharm J(海峡药学), 2020, 32(7): 232-237.
- [13] 毛棉, 杜姗, 蒋刚. 肿瘤专科临床药师在多学科协作诊疗模式中的作用研究进展[J]. 中国药房, 2019, 30(6): 857-862.

收稿日期: 2022-08-29
(本文责编: 沈倩)