

全自动针剂摆药系统在PIVAS抗肿瘤药物摆药中的应用^Δ

沈国荣^{1*}, 王永¹, 鲁华², 李家宽¹, 徐烽益¹, 洪晓¹, 石新¹, 包健安¹, 缪丽燕^{1#} (1. 苏州大学附属第一医院药学部, 江苏苏州 215006; 2. 苏州英特吉医疗设备有限公司, 江苏苏州 215000)

中图分类号 R955; R979.1 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2019)09-1284-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2019.09.26

摘要 目的:提升静脉用药调配中心(PIVAS)抗肿瘤药物摆药工作质量,减少摆药差错,减少摆药人员受到的抗肿瘤药物的职业暴露伤害。方法:介绍全自动针剂摆药系统的组成及功能,并将其用于PIVAS抗肿瘤药物的摆药工作中,比较该系统使用前1个月的各项指标。结果:该系统包括用药医嘱信息处理软件、设备控制软件和摆药机硬件,具有自动盘点药品、自动进筐、自动摆药、自动打印瓶签等功能。启用全自动针剂摆药系统后,摆药流程中的输液标签打印、分筐和摆药操作由人工换为自动,节约了人力资源,每张标签平均摆药时间由原来的(33.00±3.31) s缩短为(15.55±1.41) s,摆药差错及破损数量降为0。结论:全自动针剂摆药系统的应用,实现了PIVAS抗肿瘤药物摆药的自动化,减少了摆药差错,减少了工作人员接触抗肿瘤药物的机会,减少了其带来的职业暴露伤害。

关键词 静脉用药调配中心;全自动针剂摆药系统;抗肿瘤药物;自动化

Application of Automatic Injection Dispensing System in Antitumor Drug Dispensing in PIVAS

SHEN Guorong¹, WANG Yong¹, LU Hua², LI Jiakuan¹, XU Fengyi¹, HONG Xiao¹, SHI Xin¹, BAO Jian'an¹, MIAO Liyan¹ (1. Dept. of Pharmacy, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Jiangsu Suzhou 215006, China; 2. Soochow INT-G Armamentarium Co., Ltd., Jiangsu Suzhou 215000, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To improve the quality of antitumor drug dispensing in pharmacy intravenous admixture services (PIVAS), reduce dispensing error and occupational exposure to dispensers by antitumor drugs. METHODS: The composition and functions of automatic injection dispensing system were introduced, and the system was applied in antitumor drug dispensing in PIVAS. Various work indexes were compared 1 month before and after the application of the system. RESULTS: The system included information processing software, equipment control software and drug dispensing machine hardware, and had functions such as automatic counting of medicines, automatic entry into basket, automatic drug dispensing and automatic printing of labels. After applying automatic injection dispensing system, the operation of infusion label printing, basket dividing and dispensing in dispensing process was changed from manual to automatic. It could save human resources, as for each label, the average time of drug dispensing decreased from (33.00 ± 3.31) s to (15.55 ± 1.41) s while no mistakes and damaged label was found. CONCLUSIONS: The application of automatic injection dispensing system achieves automatic operation of antitumor drug dispensing in PIVAS, reduce dispensing error reduces staff's exposure to antitumor drugs and occupational exposure.

KEYWORDS Pharmacy intravenous admixture services; Automatic injection dispensing system; Antitumor drug; Automatic

察[J].中国医学工程,2013,21(9):83.

[26] LI J, LI X, ROSS JS, et al. Fibrinolytic therapy in hospitals without percutaneous coronary intervention capabilities in China from 2001 to 2011: China PEACE-retrospective AMI study[J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2017, 6(3): 232-243.

[27] 刘浙波, 夏豪, 童随阳, 等. 阿替普酶与尿激酶静脉溶栓治疗急性心肌梗死疗效与安全性的Meta分析[J]. 疑难病杂志, 2015, 14(2): 191-195.

[28] 王国防, 王幼萌, 陈建, 等. 伴心房颤动的急性缺血性卒中静脉溶栓研究进展[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2018, 18(7): 546-550.

[29] 邓本强, 沈红健. 急性缺血性脑卒中静脉溶栓治疗: 新证据、新热点[J]. 第二军医大学学报, 2018, 39(9): 959-964.

[30] 李认书, 丁文侠, 郭欣, 等. 急性缺血性脑卒中的溶栓药物概况[J]. 中国新药与临床杂志, 2013, 32(8): 599-602.

[31] 孙慧, 研究显示: 第三代溶栓药瑞通立药物经济学价值明显 [EB/OL]. [2018-10-07]. http://www.xinhuanet.com/health/2017-04/07/c_1120769615.htm.

^Δ 基金项目:“重大新药创制”科技重大专项课题(No.2017ZX09304-021)

* 主任药师。研究方向:医院药学。E-mail: sgrong@126.com
通信作者:主任药师,教授,博士。研究方向:临床药学。E-mail: miaoliyansuzhou@163.com

(收稿日期:2018-10-23 修回日期:2019-03-04)
(编辑:刘明伟)

静脉用药调配中心(PIVAS)的建立,在提高医院静脉输液调配质量、保障患者安全合理用药和加强医护人员职业防护等方面发挥了重要作用,逐步实现了医院药学服务由单一的药品调剂供应型到全面的药学服务型的转变^[1-2]。抗肿瘤药物在抑制恶性肿瘤生长的同时,对正常组织亦有抑制作用,主要通过空气吸入、皮肤接触、手口接触以及意外刺伤等途径进入工作人员体内,长期接触此类药物容易造成月经异常、不良生育结局、脱发等^[3]。由于PIVAS工作流程复杂,从用药医嘱审核、批次排定、摆药贴签、加药混合调配、成品输液核对到包装运送,每道工序的失误都会影响输液调配的准确性及工作人员的安全性^[4]。摆药的准确性是保证静脉输液调配质量的前提。摆药环节的差错主要发生在打印输液标签、贴标签、标签遗失、摆药错误等方面,任何环节的失误都会对后续的调配工作留下安全隐患^[5]。为了提高摆药工作质量,降低摆药差错发生率,减少摆药人员受到的抗肿瘤药物的职业暴露伤害,我院药学部与苏州英特吉医疗设备有限公司合作,于2017年10月从日本引进全自动针剂摆药机,并在现有的PIVAS条码管理信息系统^[6]框架下,设计并开发了全自动针剂摆药机软件操作系统,将审核合格的抗肿瘤药物静脉用药医嘱信息导入全自动针剂摆药系统中,实现了发放药筐、摆药、打印瓶签、药品盘点等自动化功能。目前该系统已在PIVAS顺利运行,现就该系统的开发与应用情况介绍如下。

1 软件设计与硬件组成

1.1 软件设计

全自动针剂摆药系统的软件设计是将摆药、打印瓶签和药品盘点工作由人工操作过渡到机器执行的模式。该系统利用条码技术,结合激光技术和智能机械手技术,实现了全自动无人值守摆药操作。软件系统包括用药医嘱信息处理软件和设备控制软件两大模块,用药医嘱信息处理软件与PIVAS条码管理系统进行数据对接后,可将接收的抗肿瘤药物静脉用药医嘱信息处理后发送至设备控制软件模块;设备控制软件根据接收的药品信息和输液标签内容指示机械手进行摆药操作。该系统的信息接口采用了WebService方式,软件开发语言为C#和PLC,设计模式以MVC模式为主。摆药时,药师只需在设备自动盘点后确认输液标签信息,点击“自动摆药”,设备即开始自动摆药。使用全自动针剂摆药系统后的摆药流程图见图1。

1.2 硬件组成

全自动针剂摆药系统的硬件设备为日本进口的全自动针剂摆药机,由机器代替人工摆药,摆药机根据输液标签信息自动抓取对应药品,同时可打印输液标签;硬件系统主要分为四个部分,包括发筐区、摆药区、打印区以及出筐区。整个系统设备硬件占地面积约为4 m²,每台摆药机最多可存放药盒242个,设备外观见图2。

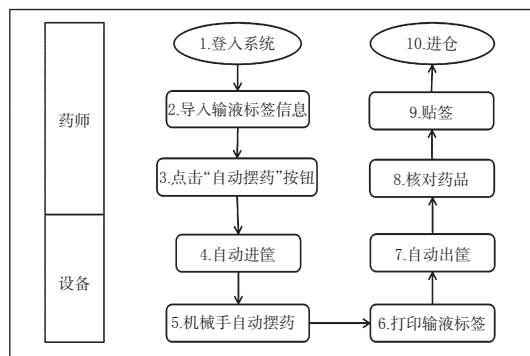


图1 使用全自动针剂摆药系统后的摆药流程图

Fig 1 Flow chart of drug dispensing after the application of automatic injection dispensing system



图2 全自动针剂摆药机外观图

Fig 2 Appearance of automatic injection dispensing machine

1.2.1 发筐区 发筐区主要包括药筐存放区和传输带两个部分。空药筐预先置于药筐存放区,摆药机接收到摆药指令后,药筐存放区的空药筐会自动下落至传输带,并由传输带逐个发送到摆药区的指定位置,用于接收所摆药品。

1.2.2 摆药区 摆药区主要包括药品储存区和摆药机械手两个部分。摆药时,机械手利用吸盘自动抓取相关药品,放入相应的空药筐内,摆药结束后药筐由传输带自动传输至输液标签打印区。

1.2.3 打印区 打印区主要包括打印机和相关的电气元件,摆药后相应的输液标签由打印机自动打印,并自动落入相应的摆有药品的药筐内。

1.2.4 出筐区 出筐区由传输带和自动堆积药筐的部件构成,设备自动堆积摆有药品的药筐。

2 功能介绍

全自动针剂摆药系统的功能主要包括自动盘点药品、自动进筐、自动摆药、自动打印输液标签以及自动堆积药筐,该系统的特点主要是可实现设备自动化操作,整个过程除了备筐和取筐外,无需人工操作,且摆药结果准确。

2.1 自动盘点药品

自动药品盘点系统利用激光感应技术、条码技术以

及导轨自动运动技术,对设备的药品储存区药盒内的药品进行实时自动盘点,盘点时间主要在药师向设备内补充药品前后、摆药前后以及其他需要盘点药品的时候。盘点时登入操作系统,点击“库存盘点”按钮,安装在设备导轨机械手的激光感应头开始工作,通过测量距离,并根据药品瓶子的直径参数,计算出药品数量。每次盘点耗时约6 min,盘点完成后即可查询设备内药品的实时库存以及药盒位置等。自动盘点操作界面见图3。



图3 自动盘点药品操作界面

Fig 3 Automatic drug inventory operation interface

2.2 自动进筐

全自动针剂摆药机在接收摆药指令后,传输带将药筐存放区的药筐自动传送至摆药区,每张输液标签中的药品放置在对应的一个药筐中。

2.3 自动摆药

摆药时点击“自动摆药”按钮,设备开始自动摆药,空药筐同时被传送至摆药区,设备按照接收的输液标签上的药品名称和数量逐个摆药。机械手通过优化的运动路径快速高效地自动抓取药品并置于接驳盒内,最后将药品集中摆放在空药筐内。输液标签信息来源于PIVAS管理信息系统,该信息是在药师将审核后的用药医嘱信息导入摆药系统后并进行二次核对确认的。摆药软件中除确认摆药信息外还包含处方的历史信息查询、处方的详细信息查询、登录人员管理等综合功能模块,自动摆药操作界面见图4。

2.4 自动打印输液标签

放有药品的药筐在摆药完成之后由传输带传送至输液标签打印区,打印机同步打印相应的输液标签,打印完成的输液标签由设备自动切割并落至对应的药筐中,装有药品与对应标签的药筐可自动传送至出筐区,设备自动将药筐逐个堆放。

2.5 与其他智能摆动系统功能上的区别

本院使用的全自动针剂摆药机,其功能与传统智能摆药系统的差异主要体现在自动化程度上。在门诊、病区药房中使用的自动摆药系统,多是针对片剂和胶囊剂



图4 自动摆药操作界面

Fig 4 Automatic drug dispensing operation interface

的自动摆药,注射剂类药品的摆药设备在我国并不常见^[7]。在PIVAS中常见的传统智能摆药系统也主要是实现药品存储,并结合专用软件具有定位提示的功能,在摆药环节实现由“人找药品”转变为“药品找人”的模式,发挥了药师摆药工作的辅助作用,其在提高摆药准确率以及规范药品存储管理方向具有重要作用,但是无法避免抗肿瘤药品与摆药人员的接触^[8],而我院开发并投入使用的这套新型系统已逐步实现了摆药过程的自动化操作,避免了操作人员接触抗肿瘤药品,与其他智能摆药系统存在明显区别。

3 系统使用及维护

3.1 药品补充

全自动针剂摆药机在摆药工作开始前需进行补药工作,由相关人员在拆除药品包装之后直接将药品置于对应的药盒当中,再将药盒放入对应的设备槽位当中,药品添加完毕后进行自动盘点,在接收用药医嘱信息后可直接摆药。

3.2 打印机输液标签补充

输液标签和色带可在打印区即时更换,当输液标签或色带不足时,系统将及时报警并提示更换操作。

3.3 空药筐补充

摆药前需在发筐区补充空药筐,若发筐区空药筐数量不足,系统将及时报警,提示相关人员补充空药筐,之后摆药工作继续执行。

4 使用效果

4.1 工作效率的提高、摆药差错的减少

目前我国医院PIVAS在配制细胞毒性药物时存在着来自PIVAS设备的安全隐患和药物毒性对配制人员的安全隐患。医院只有增加PIVAS设备的种类,加强对PIVAS设备和药物配制人员的管理,才能有效地消除上述安全隐患,提高在PIVAS配制细胞毒性药物的安全性^[9]。我院PIVAS常用抗肿瘤药物有30多种,应用全自动针剂摆药系统后,摆药人员由之前的2人改变为无人值守的设备自动摆药,药师参与摆药的时间减少,摆药差错率、药品破损率均较使用前降低,同时也避免了操作人员的人为因素所导致的安全隐患,节约了人力资

源。对比分析使用系统前2017年9月的1 788张和使用系统后2018年9月的1 654张抗肿瘤药物输液标签的调剂效率(使用系统前的计算方式为统计1个月内的人工摆药耗时,包括打印输液标签、人工分筐、手动摆药时间;使用系统后的计算方式为统计1个月内的机器自动摆药耗时,在此基础上计算每天每张抗肿瘤药物输液标签的平均摆药时间,得出1个月的平均耗时)和差错。结果,使用系统前,每张抗肿瘤药物输液标签平均摆药时间为 (33.00 ± 3.31) s,使用系统后缩短为 (15.5 ± 1.41) s,经*t*检验 $P < 0.01$,表明差异具有统计学意义。另外,由于摆药系统采用了二维码识别技术和机械手抓药技术,使用全自动针剂摆药系统后未发生摆药错误和药品破损的情况。使用全自动针剂摆药系统前后工作指标比较结果见表1。

表1 使用全自动针剂摆药系统前后30 d内工作指标比较结果

Tab 1 Comparison of work indexes before and after the application of automatic injection dispensing system in 30 days

| 时段 | 摆药人数 | 标签张数 | 摆药耗时($\bar{x} \pm s$),s/张 | 差错次数 | 破损数量,支 |
|-------|------|-------|-----------------------------|------|--------|
| 使用系统前 | 2 | 1 788 | 33.00 ± 3.31 | 1 | 2 |
| 使用系统后 | 0 | 1 654 | 15.55 ± 1.41 | 0 | 0 |

4.2 摆药流程的优化

全自动针剂摆药系统的使用实现了PIVAS抗肿瘤药物摆药流程的智能优化,新流程与原流程相比,减少了原有的人工打印输液标签、人工分筐以及手动摆药这3项人工操作,只在处方审核和贴签这2项上由人工操作,减少了摆药人员与抗肿瘤药品的接触次数。该系统用于PIVAS工作人员的职业安全保护方面,目前属于国内首次报道。

5 讨论

目前,我国PIVAS的自动化建设尚处于起步阶段,药师的工作主要还是侧重于调剂药品,未能更好地发挥药学服务的作用^[10-11]。在PIVAS的工作过程中,药师除了做好基本的调剂工作外,还应该充分利用所具有的药学专业知识,发挥药师专业价值,以更好地服务于临床^[12]。由于PIVAS每天调配大量抗肿瘤药物,操作人员难免会遭受抗肿瘤药物的接触伤害,药师在做好药品调剂和药学服务的同时,应加强职业暴露防护意识,做好防护措施,尽可能避免与抗肿瘤药物直接接触;同时,注射剂摆药的差错率和药物破损率也需要通过不断优化的工作流程以及自动化设备来降低。我院启用的全自动针剂摆药系统,代替了药师摆药中打印瓶签、寻找药品、将标签和药品放入药筐的人工操作,解放了药师时间,提高了工作效率,同时避免了药师在摆药过程中与药物的直接接触。由于该工作流程和设备性能稳定可控,同样也避免了药品在人工操作过程中可能发生的药品掉落和遗失风险,减少了经济损失和药物破损污染环境的现

象;另外,该系统的使用在PIVAS工作流程上也实现了更加全面的可追溯性,为国内PIVAS的管理工作和抗肿瘤药物调配工作带来了新的思路。

我院PIVAS自启用该全自动针剂摆药系统后,显著提高了静脉用药集中调配的自动化程度,但笔者在使用过程中发现其仍具有更大的开发潜力:首先,在摆药速度和药品储量上还有提升空间;其次,设备自动摆药完成后的自动核对功能有待开发和完善;另外,在人工贴签环节上还可以加以改进,研发配套的自动化贴签相关设备,实现摆药、贴签全过程自动化操作则更加完美。

依据笔者的经验,全自动针剂摆药系统适用于绝大多数综合性医院以及专科医院的PIVAS,但在实践中仍需逐步优化其系统功能,发挥自动化设备在PIVAS上的优势,减少PIVAS的风险因素,提升PIVAS整体工作质量水平,减少不良事件发生^[13],充分发挥PIVAS药师的专业价值和技术优势。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 陈雄斌,林思敏,杨威.优化信息系统功能对我院PIVAS工作的提升作用[J].中国药房,2018,29(9):1288-1291.
- [3] 孙妍,马骁驰,白荣,等.PIVAS建立对我院临床科室护理人员抗肿瘤药物职业暴露的防护作用调查[J].中国药房,2018,29(6):739-745.
- [4] 矫雪,汪丽梅.静脉配置中心抗肿瘤药物排药流程优化及运行实践研究[J].中华现代护理杂志,2017,23(11):1573-1575.
- [5] 姜媛媛,张亚婷,王凤莲,等.PIVAS配置中出现的差错分析及对策[J].中国药师,2012,15(2):265-266.
- [6] 包健安,吴憩,沈国荣.医院静脉药物调配中心的信息化建设[J].中国医院药学杂志,2010,30(13):1144-1146.
- [7] 宋惠珠.医院药房信息化及自动化应用中的问题探讨[J].江苏医药,2015,41(11):1346-1347.
- [8] 沈国荣,李轶,王永.智能摆药系统在静脉用药调配中心的应用[J].中国药房,2013,24(41):3898-3900.
- [9] 张书菡,冯变玲.浅论在PIVAS配制细胞毒性药物时存在的安全隐患及防范措施[J].当代医药论丛,2017,15(20):140-141.
- [10] 陈志东,章萍,陈燕.我国静脉药物配置中心现状的思考[J].中国药师,2009,12(6):785-787.
- [11] 杨晶晶,陶辉.静脉药物配置中心的优越性和不足[J].安徽医药,2010,14(3):367-368.
- [12] 谢峥,郭苗苗,阮祥梅.静脉药物调配中心(PIVAs)细胞毒性药物的质量控制及安全防护[J].中国医院药学杂志,2015,35(18):1703-1705.
- [13] 付梦丽.静脉用药调配中心风险因素评估及防范对策[J].数理医药学杂志,2018,31(4):595-596.

(收稿日期:2018-11-28 修回日期:2019-01-24)

(编辑:刘 萍)