

## 部队卫生

## 无线射频识别技术在野战条件下血液管理中的应用研究

齐 清, 朱培元, 严京梅, 王 伟, 栾建凤

**【摘要】 目的** 研究无线射频识别技术(RFID)在野战条件下进行血液管理的性能和效果。**方法** 利用野战血站长途跨区机动演练机会,测试长途、不同路况运行后,超高频 RFID 智能化血液管理系统在野战条件下使用的稳定性;并研究用不同的血液运输箱装载血液,测试批量阅读血液的准确性和速度与箱体的材质、阅读的数量、阅读的距离及冷媒之间的关系。**结果** 分别以 10、50、100 袋作为 1 批,采用纸板盒、PV 简易运血箱批量装载血液后,在离血液 0、25、50 cm 处完成的 RFID 扫描时间红细胞( $8.23 \pm 2.99$ ) s、血浆( $9.10 \pm 1.02$ ) s 明显短于条形码逐袋扫描[( $58.3 \pm 5.45$ ) s、( $60.93 \pm 6.16$ ) s],差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。在 0 cm 处扫描的准确性均为 100%。对于采用简易运血箱批量装载的血液,添加相变材料和湿冰使射频扫描时间略有延长,但在 0 cm 处扫描的准确性均为 100%。**结论** 使用 RFID 技术比常规条形码逐袋扫描更快速、准确、高效,适合野战条件下的血液快速批量出入库管理。

**【关键词】** 野战血站;无线射频识别技术;血液;库存管理

**【中图分类号】** R331

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1672-271X(2021)03-0328-03

**【DOI】** 10.3969/j.issn.1672-271X.2021.03.024

## 0 引 言

在未来高技术局部战争条件下,大批伤员使短时间内的用水量成倍增加,因此血液快速批量出入库是野战血站工作中的重难点问题。常规采供血工作使用条形码进行血液逐袋出入库,工作量大,效率慢,无法满足野战条件下的血液快速批量出入库要求<sup>[1]</sup>。无线射频识别技术(radio frequency identification, RFID)是一种非接触式的自动识别技术,可同时识别多个目标对象,操作快捷方便,适合在野战条件中使用<sup>[2-3]</sup>。20 世纪 90 年代外军开始使用 RFID 管理血液,国际输血协会于 2010 年颁布了 RFID 在输血医学中的应用指南<sup>[4]</sup>。本研究利用野战血站长途跨区机动演练,对 RFID 在野战条件下的应用进行了研究。

## 1 材料与方法

**1.1 血液与设备** 共 1000 单位悬浮红细胞和 10 000 mL 新鲜冰冻血浆,由我院自行采集制备。超高频 RFID 智能化血液管理系统由北京蓝播科技有限公司与我院联合研制,主要由扫描枪、智能门、汇集器等模块组成,扫描枪设置扫描半径距离 68 cm。相变保温材料主要成分为正十四烷<sup>[5]</sup>。简易运血箱由我院自主研发。

**1.2 方法**

**1.2.1 敞开式包装血液的扫描速度与准确性研究** 将悬浮红细胞、新鲜冰冻血浆分别按 10、50、100 袋为 1 批装入纸板盒内,分别距离血液上方 0、25、50 cm 处采用射频扫描枪扫描,记录所需时间和阅读的数值,以条形码逐袋扫描完成时间为对照,每组均测试 10 次。将射频扫描枪距离 50 袋 1 批悬浮红细胞上方 0、25、50 cm 处扫描,记录推荐扫描速度(2 s/10 袋)内能扫描到的袋数,测试 10 次。

**1.2.2 简易运血箱储存血液的扫描速度与准确性研究** 在简易运血箱内放置 20 袋 40 单位悬浮红细胞或 20 盒新鲜冰冻血浆,检测不放置任何冷媒、放置湿冰或相变材料等 3 种方式时在靠近箱体表面

基金项目:全军重大科研项目(ANJ13J001)

作者单位:210002 南京,东部战区总医院(原南京军区南京总医院)输血科(齐 清、严京梅、王 伟、栾建凤);210022 南京,南京中医药大学附属南京中医院输血科(朱培元)

通信作者:栾建凤, E-mail:luanjf1003@126.com

扫出所有血液所需的时间,每组均测试 10 次。简易运血箱放置相变材料后在距离简易运血箱 0、25、50 cm 处扫描,记录在推荐扫描速度(2 s/10 袋)内能扫描到的袋数,测试 10 次。

**1.2.3 长途机动对 RFID 系统的影响** 本研究距演习地点 2100 公里,历时 5 d,主要为平坦的高速公路以及少量砂石路,到达训练地后首次展开测试 RFID 性能正常。在演练期间,从驻扎地到展开地域路况为十级公路,颠簸严重,每次往返路程为 80 公里,车速平均 50 公里/h,最陡坡度达 45 度。演习期间共行驶 5 次,每次到达展开地域展开后使用 RFID 血液管理系统性能稳定。

**1.3 统计学分析** 采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析,计量资料采用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间均数比较采用单因素方差分析 SNK 法,以  $P \leq 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 敞开式批量血液出入库的速度** 使用 RFID 扫描完成时间:红细胞( $8.23 \pm 2.99$ )s,血浆( $9.10 \pm 1.02$ )s。使用条形码扫描完成时间:红细胞( $58.3 \pm 5.45$ )s,血浆( $60.93 \pm 6.16$ )s,与 RFID 相比有明显差异( $P < 0.05$ )。随着每批血液袋数的增加和射频扫描枪距离血袋高度的增加,所需扫描时间相应延长,但是悬浮红细胞和新鲜冰冻血浆以 10、50、100 袋作为 1 批时,在 0、25、50 cm 处完成的 RFID 扫描时间均明显短于条形码逐袋扫描完成时间,见表 1。

表 1 敞开式包装的血液批量出入库速度( $\bar{x} \pm s, s$ )

品种	扫描 次数	RFID 组			条形 码组
		0 cm	25 cm	50 cm	
悬浮红细胞					
10 袋/批	10	1.00±0.00 *	1.40±0.52 *	2.70±0.67 *	6.10±0.99
50 袋/批	10	3.10±0.74 *	6.10±1.29 *	7.00±1.56 *	40.70±4.16
100 袋/批	10	10.10±1.66 *	19.50±2.76 *	23.20±2.44 *	128.10±11.19
新鲜冰冻血浆					
10 袋/批	10	1.00±0.00 *	1.30±0.48 *	2.50±0.53 *	6.00±0.67
50 袋/批	10	2.50±0.53 *	5.80±0.63 *	8.90±1.20 *	40.80±2.10
100 袋/批	10	9.50±1.51 *	21.60±2.59 *	28.80±1.69 *	136.00±15.71

与条形码组比较, \*  $P < 0.05$

**2.2 敞开式批量血液出入库的准确性** 在 0、25、50 cm 处扫描悬浮红细胞的准确性分别为 100% (500/500)、99.8% (499/500) 和 99.4% (497/500),

在 0、25、50 cm 处扫描新鲜冰冻血浆的准确性分别为 100% (500/500)、99.6% (498/500) 和 99.4% (497/500)。

**2.3 简易运血箱批量血液出入库的速度** 采用简易运血箱储运血液时,添加相变材料和湿冰均使射频扫描时间延长,但只有相变材料组的速度明显慢于无冷媒组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 简易运血箱包装血液 RFID 批量出入库速度( $\bar{x} \pm s, s$ )

品种	扫描次数	无冷媒	湿冰	相变材料
悬浮红细胞	10	1.0±0	1.2±0.42	1.6±0.52 *
新鲜冰冻血浆	10	1.0±0	1.2±0.42	1.8±0.63 *

与无冷媒比较, \*  $P < 0.05$

**2.4 简易运血箱批量血液出入库的准确性** 在 0、25、50 cm 处扫描悬浮红细胞的准确性分别为 100% (200/200)、100% (200/200) 和 99.0% (198/200), 在 0、25、50 cm 处扫描新鲜冰冻血浆的准确性分别为 100% (200/200)、99.5% (199/200) 和 99.5% (199/200)。

## 3 讨论

RFID 能够通过射频信号自动识别目标对象并快速获取数据信息,使用寿命长,可远距离读取、加密标签数据,并且抗污染和抗干扰能力强,因此开始在输血医学中得到应用<sup>[6-8]</sup>。本研究是我军首次在野战条件下使用 RFID 批量管理血液,顺利完成了血液制品的进出库任务。研究发现 RFID 具有以下特点:①稳定性,RFID 经过长途摩托化机动和十级公路颠簸后工作性能保持稳定;②有效性,使用 RFID 进行血液制品出入库的时间与其数量、距离呈正相关,随着每批血液袋数从 10 袋逐渐增加至 100 袋,扫描距离从 0 cm 增加至 50 cm,射频扫描速度相对延长,最长时间为 30.49 s,但相较使用条形码逐袋核查的最长时间 151.71 s,射频扫描速度快的优点仍然很明显;③准确性,将 50 袋悬浮红细胞和 50 盒新鲜冰冻血浆装入纸板盒内并放置在敞开环境中,贴近血液扫描时准确率均为 100%;④抗干扰性,距离和相变保温材料对 RFID 的使用存在一定干扰,将 20 袋不同血液制剂放在简易运血箱中,分为不放冷媒组、放置湿冰组和放置相变材料组,各扫描 10 次,3 组中相变材料组的识别速度明显慢于

无冷媒组或湿冰组,且随着距离增加至 50 cm 时,准确性下降至 99.5%,这提示目前使用的相变材料及距离等因素对 RFID 识别血液存在一定干扰。

通过此次演习发现,RFID 系统可安全稳定、准确高效地完成野战血站血液制品进出库的要求,针对现有 RFID 系统,还需要进一步优化才能满足今后大规模野战或应急条件下的血液保障:首先,标签必须耐磨损且黏贴牢固,能够抗冻且具有防水性,以适合各种血液的储存条件;其次,设备体积应进一步小型化、智能化和便携化,从而适合野外携带和使用;第三,进一步优化射频标签的识别算法<sup>[9]</sup>,提高系统的稳定性和准确性,以适合更加恶劣的野战条件下使用,多次试验发现影响扫描准确性的干扰因素有如下两点:①当阅读的血液周围有金属或是化学材料等物品时会干扰射频信号,不能在指定范围内读取数据,影响准确性,②与血液存在距离时,读取结果会发生一定偏差;第四,需要进一步降低成本,实现批量生产。

#### 【参考文献】

- [1] 陈 圆,韩 军,李 亭,等.RFID 技术在医院输血科管理中的初步应用[J].中国输血杂志,2015,28(2):212-215.
- [2] Dusseljee-Peute LW, Van der Togt R, Jansen B, *et al.* The Value of Radio Frequency Identification in Quality Management of the Blood Transfusion Chain in an Academic Hospital Setting[J]. *JMIR Med Inform*, 2019, 7(3):e9510.
- [3] Kolokathi A, Rallis P. Radio Frequency Identification (RFID) in healthcare: a literature review[J]. *Stud Health Technol Inform*, 2013, 190:157-159.
- [4] Knels R, Ashford P, Bidet F, *et al.* Guidelines for the use of RFID technology in transfusion medicine [J]. *Vox Sang*, 2010, 98(Suppl 2):1-24.
- [5] 韩桂芳,沈晓冬,栾建凤,等.储血用复合相变材料的制备及性能研究[J].医学研究生学报,2009,22(11):1189-1191.
- [6] Coustasse A, Cunningham B, Deslich S, *et al.* Benefits and Barriers of Implementation and Utilization of Radio-Frequency Identification (RFID) Systems in Transfusion Medicine[J]. *Perspect Health Inf Manag*, 2015, 12:1d.
- [7] Hohberger C, Davis R, Briggs L, *et al.* Applying radio-frequency identification (RFID) technology in transfusion medicine[J]. *Biologicals*, 2012, 40(3):209-213.
- [8] 王与荣,姚文坡,朱兴喜,等.基于现代信息技术的野战医院卫生装备管理平台构建与应用[J].医疗卫生装备,2015,36(1):35-37+42.
- [9] 田 川,叶晓俊,王祖良,等.血液管理 RFID 多标签识别碰撞避免方法[J].清华大学学报(自然科学版),2017,57(11):1121-1126.

(收稿日期:2020-11-09; 修回日期:2020-12-15)

(责任编辑:刘玉巧)