

• 专家述评 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2020.12.001

临床检验标本运输方式研究*

吴宗勇¹, 齐 军²

1. 国家癌症中心/国家肿瘤临床医学研究中心/中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院
医院检验科, 北京 100021; 2. 国家癌症中心/国家肿瘤临床医学研究中心/
中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院深圳医院检验科, 广东深圳 518116

摘 要: 检验全程质量管理包括分析前、分析中和分析后质量管理, 而标本运输是分析前质量管理的重要环节。该文分析了当前检验标本送输的 4 种方式, 并通过对标本运输方式优缺点比较, 分析了各种运输方式的特点及适用范围。建议医院选择适合我国国情和医院实际的物流传输系统, 提高工作效率, 降低综合成本, 提升医院竞争力, 同时提高医院整体运营效益。

关键词: 质量管理; 检验标本; 运输方式; 效率

中图分类号: R446.1

文献标志码: A

文章编号: 1672-9455(2020)12-1633-03



吴宗勇



齐 军

临床检验的全面质量管理是指从医生开出医嘱, 即申请检验单开始到实验室完成分析检测并发出报告结束的全过程。检验全程质量管理的实质为过程控制。根据 ISO15189 的内涵, 通常将过程控制分成分析前质量管理、分析中质量管理和分析后质量管理。分析中质量管理和分析后质量管理检验科可控, 但分析前质量管理检验科不可控。有资料显示, 临床反馈不满意的检验结果中, 有超过 60%~80% 的报告最终可追溯到分析前质量控制不符合要求, 而标本运输是分析前质量管理的重要环节^[1]。另外, 在新型冠状病毒肆虐的当下, 要保证患者标本(生物)安全送到实验室也是医院必须考虑的问题。目前, 标本运输

有人工运输^[2]、气动运输^[3-4]、轨道式运输^[5]和智能机器人运输^[6]4 种方式。

1 标本运输方式介绍

1.1 人工运输 人工运输为传统的运输方式, 也是最常见的标本运输方式。这种运送方式比较随意, 不注重标本运送质量的医院, 可能直接用常温运输箱或篮子运送; 不注重生物安全的医院或个人, 可能直接用一次性手套套着标本就送去检验科, 同时直接把一次性手套丢弃至生活垃圾箱中。这样的物流传输方式有着明显的弊端。

1.2 气动运输 气动运输又叫气动物流传输系统(PTS), 是以压缩空气为动力, 在气流的推动下, 通过专用管道实现药品、病历、标本等各种可装入传输瓶的小型物品的站点间的智能双向点对点传输。

1.3 轨道式运输 轨道式物流传输系统是指在计算机控制下, 利用智能轨道载物小车(采用不倒翁设计, 试管架永远朝上)在专用轨道上传输物品的系统。

1.4 智能机器人运输 在“工业 4.0”和“中国制造 2025”的推动下, 智能物流迎来了重大的发展机遇, 智能物流也是构建未来智能工厂的基石。医院物流机器人是一种自动导引运输车柔性传输系统, 属于轮式移动机器人, 以电池为动力, 具备自主任务分配、自主

* 基金项目: 广东省深圳市医疗卫生三名工程项目(SZSM201812062)。

专家简介: 吴宗勇, 男, 主任技师。《标记免疫分析与临床》杂志编委, 《检验医学与临床》杂志审稿专家。先后从事肿瘤标志物检测试剂盒的开发与生产以及肿瘤标志物的临床应用研究工作, 对肿瘤标志物的临床应用有比较全面的认识, 现主要从事检验科质量控制及管理工作。至今在专业杂志发表论文 21 篇(第一作者), 在 SCI 杂志发表论文 2 篇(其中 1 篇为通信作者, 1 篇为并列第一作者), SCI 合著论文 5 篇, 参与编写书籍 6 部。

专家简介: 齐军, 女, 主任医师, 教授, 北京协和医学院硕士生导师。《中华检验医学》杂志编委, 《标记免疫分析与临床》杂志编委, 《肿瘤防治研究》杂志编委, 《中华临床实验室管理电子杂志》编委会委员等。从事临床检验医学工作 37 年, 主要从事临床检验诊断方向研究, 重点是肿瘤实验诊断及实验室检测项目的临床应用研究。负责和参与了多项科研工作, 在国内外核心期刊上发表论文近 80 余篇, 编写书籍 10 余部, 其中担任主编 2 部。

导航与避障、自主控制电梯门禁以及自主回充等一系列智能化设计,可实现无人驾驶运输作业。医院检验科也可应用智能机器人来运送标本。在技术方面,机器人可以自动上下电梯、躲避障碍行走,能平稳运送标本。

2 4 种标本运输方式优缺点及适用范围

2.1 人工运输方式的优缺点及适用范围 优点:人与人面对面交接,可进行情感交流且标本溶血率比气动运输方式低。缺点:效率低,成本高,易遗撒,在途时间长。另外,对医院内感染管理与控制提出挑战,用标本试管架、篮子或纸盒等承载检验标本,这样裸露着标本的运送方式存在医院内感染的风险^[2,7]。适用范围:小型医院、建立较早的医院和第三方检测机构。另外,一些特殊标本也只能人工运输。

2.2 气动运输方式的优缺点及适用范围 优点:效率高,准确性高,成本低,不易遗撒,在途时间短,医院生物安全风险低,缩短了患者就诊时间,改善了就诊环境,减少医疗纠纷,提高医疗服务质量,确保医疗安全^[8]。此外,在业务能力方面,PTS 一般用于运输质量轻、体积小的物品,具有速度快、噪声小、运输距离长、使用频率高、占用空间小等优点^[9]。缺点:PTS 对部分生化检验项目的结果有影响^[10],同时对肿瘤标志物细胞角蛋白 19 片段(CYFRA21-1)和神经元特异性烯醇化酶(NSE)检测结果也有影响。原因为 PTS 传送速度快以及传送时加速、减速过程等因素有可能会对血标本中的血细胞造成一定的破坏,尤其是红细胞破坏后其内容物进入血浆,会对临床血标本的检测结果带来不同程度的影响。因此,在运送肿瘤标志物等临床检验标本时,使用前需要进行验证^[11]。但 CHARLOTTE 等^[12]研究认为,PTS 运送标本对标本质量没有影响,他们选择了溶血标记物[钾、乳酸脱氢酶(LDH)和溶血指数(Hi)]、血小板功能和活化指标作为研究对象,钾、LDH、血小板功能在 PTS 与人工转运的结果中没有发现显著差异,同时也没有发现 PTS 诱导的溶血,以及对血小板功能或激活试验的影响。PUPEK 等^[13]对 41 名健康志愿者和 61 名成人患者 48 项常规化学、血液学、凝血和血气进行了人工和 PTS 运送的对比研究,结果表明,PTS 对样品溶血、脂肪血症或黄疸指数无显著影响;虽然碱性磷酸酶、总胆红素和血红蛋白差异均有统计学意义($P=0.009$ 、 0.027 和 0.012),但平均偏差非常低,为 $0.01\%\sim 2.00\%$;对新生儿毛细血管研究发现钾、总血红蛋白和脱氧血红蛋白百分比差异有统计学意义($P=0.011$ 、 0.033 和 0.041),但这些参数未发现大于 $\pm 4.00\%$ 的偏差;这 48 项实验室检查所有观察到的差异均无临床意义。因此,他们认为所研究的现代

PTS 可用于常规化学、血液学、凝血和血气(注射器和毛细管)实验室检测标本的可靠输送。KAPOULA 等^[14]对 PTS 进行了系统回顾和 Meta 分析,他们通过搜索 PubMed 和 Scopus 数据库(至 2016 年 11 月)确定前瞻性研究,评估 PTS 运输在血液学、生化和凝血测量中的影响。在 Meta 分析中使用了随机效应模型,利用平均差(MD)、Cohran's Q 和 I^2 指数定量评估异质性,对所有结果进行亚组分析、Meta 回归分析、敏感性分析、累积 Meta 分析和偏倚评估,结果在总共 282 项由搜索程序确定的研究中,24 项最终被纳入 Meta 分析。Meta 分析得出钾[MD=0.04 mmol/L, 95% 可信区间(95% CI: 0.015~0.065), $P=0.002$]、LDH(MD=10.343 U/L, 95% CI: 6.132~14.554, $P<0.001$)和天门冬氨酸氨基转移酶(AST)(MD=1.023 U/L, 95% CI: 0.344~1.870, $P=0.003$)的显著性结果;亚组和随机效应 Meta 回归分析显示,PTS 的速率和距离与钾、LDH、白细胞和红细胞的测定结果有关系。这一 Meta 分析结果表明,PTS 可能与钾、LDH 和 AST 测量结果的变化有关。虽然这些发现可能对实验室结果没有任何显著的临床意义,但建议每家医院在使用前应验证其 PTS。此外,PTS 承载容器小、载重量轻、施工时间长、维护困难等问题,使得 PTS 越来越难以满足医院整体配送需求,部分已安装该系统的医院甚至只用其传送化验单据等。适用范围:新建大型医院。

2.3 轨道式运输方式的优缺点及适用范围 优点:轨道式物流传输系统的优势可以用来运输重量相对较重和体积较大的物品,如批量的检验标本、供应室的物品等;同时还具有 PTS 的优点^[15-16]。缺点:该系统相对传输速度较慢、造价较高,繁忙时易造成交通阻塞。适用范围:新建大型医院。

2.4 智能机器人运输方式的优缺点及适用范围 优点:兼具 PTS 和轨道运输方式的优点。此外,在业务能力方面,物流机器人载重可达 200 kg,适合院内 90% 以上的药品、耗材、检验标本、器械、无菌物品、废物回收等物资的配送,单次可满足大部分科室的医疗物品运输需要;且具有运输平稳、无需铺设轨道、站点修改方便、易于维护等优点^[6]。缺点:新生事物,大家对其优点认识不足。适用范围:各种医院,无论其规模大小和建立时间早晚。

3 小 结

医院物流传输系统的核心功能就是用于医院内部各种日常医用物品的自动化快速传送,其应用价值包括提高效率、赢得时间、降低差错、控制成本、优化流程、提升管理、提高医院现代化水平等。医院自动化物流传输系统代表了医院发展的趋势。目前市场

上的自动化物流传输系统各有特点,医院在选择自动化物流传输系统的时候务必谨慎,应结合医院实际需求,以保障医院日常运营稳定为大前提,着眼医院长远发展来选购真正适合自己需要的自动化物流传输系统^[17]。小型医院和建立时间较早的医院,为了降低成本,选择人工运送标本的方式也是可以的。第三方检测中心由于标本量少且距离医院较远,也只能用选择人工方式运送标本。建议在运送工具上要选择保证标本质量的低温转运箱,并对运送人员进行生物安全知识培训,防止标本遗撒和丢失。当医院选择 PTS 运送标本时,应避免 PTS 传输过程对标本检测结果有影响的缺点,发挥 PTS 快捷和准确的优点^[11,18],且在使用前应对 PTS 进行运送项目的质量验证。当选择轨道运输方式运输标本时,为克服该运输方式传输速度较慢的缺点,在医院规划设计时,要考虑急诊科、ICU 和手术室尽量离检验科近一些,以便血气分析等急诊项目快速到达检验科。

选择适合我国国情和医院实际的物流传输系统可以提高工作效率,减低综合成本以提升医院竞争力,同时提高医院整体运营效益,其推广应用价值十分明显。尤其是 5G+物联网的普及与应用,智能化机器人运输将在医院得到极大的推广^[19-20]。

参考文献

- [1] 冯春颜,夏勇武,汪宇婴,等.临床检验标本运送方式现状及解决方案[J]. 检验医学与临床,2016,13(12):1674-1675.
- [2] 张丽,张红,白煜霞.加强标本运送工勤人员管理控制医院感染[J]. 全科护理,2015,13(13):1240-1241.
- [3] 陈雅欢.浅谈气动物流传输系统在医院中的应用[J]. 求知导刊,2018(11):28.
- [4] 唐瑞宏,赵岩.便携式编程器在气动管道传输系统上的应用[J]. 中国医疗设备,2019,34(3):51-53.
- [5] 侯军,王松涛,赵艳波,等.南方医科大学深圳医院轨道物流传输系统设计[J]. 技术装备,2016(8):93-97.
- [6] 叶华,张志尧,陈晓怡,等.物流机器人在医院静脉配置药品配送中的应用[J]. 中华医院管理杂志,2019,35(7):610-613.
- [7] 甘俊丽,谭艺真,刘玲,等.提高住院患者急诊标本运送质

- 量[J]. 中国卫生质量管理,2016,23(4):43-45.
- [8] 刘丽,尹志辉,李致文,等.气动传输系统在缩短标本周转时间中的应用[J]. 医疗卫生装备,2016,37(12):137-139.
- [9] 沈宁,郑文婷,于晓景,等.医用气动物流传输系统在医院运营管理中的作用[J]. 中国医学装备,2017,14(6):127-130.
- [10] 高冉,夏良裕,程歆琦,等.气动物流传输系统致白血病患者假性高钾血症[J]. 协和医学杂志,2017,8(1):9-13.
- [11] 凌芸,谢而付,高丽,等.气动物流传输系统对常见肿瘤标志物检测结果的影响[J]. 临床检验杂志,2015,33(11):868-870.
- [12] CHARLOTTE G, FRANZISKA B, PERNILLE J V, et al. Use of clinical data and acceleration profiles to validate pneumatic transportation systems [J]. Clin Chem Lab Med, 2020, 58(4):560-568.
- [13] PUPEK A, MATTEWSON B, WHITMAN E, et al. Comparison of pneumatic tube system with manual transport for routine chemistry, hematology, coagulation and blood gas tests [J]. Clin Chem Lab Med, 2017, 55(10):1537-1544.
- [14] KAPOULA G V, KONTOU P I, BAGOS P G. The impact of pneumatic tube system on routine laboratory parameters: a systematic review and meta-analysis [J]. Clin Chem Lab Med, 2017, 55(12):1834-1844.
- [15] 邵洲杰,胡劲燕,王陶作.智能化轨道物流传输系统在运送检验标本中的应用[J]. 中国乡村医药,2017,24(7):60-61.
- [16] 黄亮,朱江华,陈文.浅析轨道小车物流传输系统在医院的应用[J]. 技术装备,2015(12):92-93.
- [17] 许翔,刘莹,宋洪涛.医院物流传输系统简介[C]//福建省药学会.2013 年福建省医院药学年会论文集.福州:福建省药学会,2013:1-7.
- [18] 袁式屏.医院气动物流传输系统在手术耗材管理中的设计与预期评估[J]. 中国医疗设备,2019,34(7):141-143.
- [19] 黄柳.郑大一附院:大平台的超速度[J]. 中国医院院长,2019(16):57-60.
- [20] 赵爽.浅析 5G 网络技术在医院信息化建设中的应用[J]. 中国新技术新产品,2019,27(13):31-32.

(收稿日期:2019-12-31 修回日期:2020-03-23)