

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20194484

· 论 著 ·

共享呼吸机智能化感染控制模块设计的初步研究

邬巧玲¹, 陈学斌², 赵学军¹, 李亮亮³, 申艳玲⁴, 喻 薇⁵, 尹 琳⁶, 李天庆²

(中日友好医院 1. 医院感染管理办公室; 2. 医学工程处; 3. 中西医结合肿瘤内科; 4. 外科重症监护室; 5. 中医风湿病科; 6. 党办宣传办, 北京 100029)

[摘要] **目的** 探索呼吸机共享管理模式下感染控制及实施方案。**方法** 对某院呼吸机使用及管理需求进行调查, 设计共享呼吸机感染防控模块、医院感染调查模块等, 通过电脑与手机端智能 APP 实现共享呼吸机终末消毒的信息化管理, 2018 年 11 月起对 12 台共享呼吸机感染控制模块进行实际运行测试及效果检测。**结果** 2018 年 11 月 14 日—2019 年 1 月 8 日累计共享 7 台呼吸机, 借用科室 5 个, 借用时间 24~1 288 h, 累计借用时长约 1 698 h, 平均借用时长 242.57 h/次。12 台共享呼吸机的日均使用时间为 2.62 h/d。共享前 12 台呼吸机均为科室闲置机器, 日均使用时间为 0 h/d。在感染防控模块的可视化自动提示下, 12 台共享呼吸机使用后消毒情况合格, 自检测试全部通过。**结论** 共享呼吸机的使用能够节约成本, 满足临床需求, 提高感染管理效率。

[关键词] 共享呼吸机 APP; 感染控制; 呼吸机消毒; 信息化; 医疗设备管理

[中图分类号] R181.3⁺2

A pilot study on the design of infection control intelligent module for ventilator sharing

WU Qiao-ling¹, CHEN Xue-bin², ZHAO Xue-jun¹, LI Liang-liang³, SHEN Yan-ling⁴, YU Wei⁵, YIN Lin⁶, LI Tian-qing² (1. Healthcare-associated Infection Management Department; 2. Medical Engineering Department; 3. Oncology Department of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine; 4. Surgical Intensive Care Unit; 5. Rheumatology Department of Traditional Chinese Medicine; 6. Office of the Party Committee, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China)

[Abstract] **Objective** To explore infection control and implementation scheme under ventilator sharing management mode. **Methods** Demand of ventilator use and management in a hospital was investigated, infection prevention and control module as well as healthcare-associated infection survey module and so on for ventilator sharing were designed, information management of end sterilization of shared ventilators was achieved by intelligent APP on mobile phone and computer, actual operation test and efficacy detection of infection control module for 12 shared ventilators was conducted since November 2018. **Results** From November 14, 2018 to January 8, 2019, 7 ventilators were shared by 5 departments, the borrowing time was 24 - 1 288 hours, the total borrowing time was about 1 698 hours, the average borrowing time was 242.57 hours per time. The average daily use time of 12 shared ventilators was 2.62 hours/day. All 12 ventilators were idle in the department before sharing, and the average daily use time was 0 hour/day. Under the visual automatic prompt of infection prevention and control module, 12 shared ventilators were all qualified for disinfection after use, and all the self-testings were passed. **Conclusion** Ventilator sharing can save cost, meet clinical needs and improve infection management efficiency.

[Key words] ventilator sharing APP; infection control; ventilator disinfection; informatization; medical equipment management

[收稿日期] 2018-12-14

[基金项目] 北京化工大学-中日友好医院生物医学转化工程研究中心联合基金项目(PYBZ1808、PYBZ1813)

[作者简介] 邬巧玲(1977-), 女(汉族), 湖南省新化县人, 主管护师, 主要从事医院感染管理研究。

[通信作者] 李天庆 E-mail: 1975399466@qq.com

呼吸机是一种取代或部分取代患者自主呼吸的机械通气装置,从呼吸过程的各个方面改善患者的肺通气/换气功能,缓解呼吸肌疲劳^[1]。随着分级诊疗的推进,我院作为卫生部直属的三级甲等医院,承担危重症患者救治的任务也日渐增加。呼吸机作为危重症患者生命支持的重要医疗设备,需求也越来越多。共享医疗设备管理即专管、共用管理,是对使用不可预见、部分科室使用率不高或常规配备不能满足使用的各类医疗设备实行集中保管,为有需求的科室提供借用。长期有效的做法是建立共享中心,专人集中保管、维护、借用和管理。其作用是满足医疗需要,使医疗资源充分利用,减少医疗设备重复购置,减少经费投入^[2-4]。信息时代的到来,使得以虚拟化、数字化形式展现的网络成为信息的主要载体^[2,5]。我院探讨使用基于手机及平板电脑的应用软件设备掌控宝(APP)的呼吸机共享管理模式。ISO 风险评价和国际医疗机构认证联合委员会(JCI)提出呼吸机是危险等级最高的医疗设备之一^[6-7]。而其中呼吸机相关肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)是一种最为常见的医院获得性肺炎,发病率高、病死率高、医疗费用高^[8]。VAP 的发生与多种因素有关,其中呼吸机管路等引起的 VAP 不容忽视^[9-10]。建立完善的共享呼吸机感染防控措施是保证共享呼吸机方案能够实施的首要因素。本院感染管理办公室(院感办)、医工处、重症监护室以及呼吸机厂家工程师组成了共享呼吸机感染控制专家小组,共同探讨形成了本院共享呼吸机感控防控模块。

1 对象与方法

1.1 基本情况

1.1.1 呼吸机使用情况统计 本院 75 个科室中,14 个临床科室购置了 9 个品牌的呼吸机,共计 269 台。2018 年 1—6 月调查结果显示,269 台呼吸机的日均工作时长为 10.18 h,拥有呼吸机且日均工作时长超过平均时长的仅 5 个科室;61 个没有呼吸机的科室中,35 个科室因抢救需要,存在跨科室借用呼吸机的情况。

1.1.2 呼吸机参数偏离情况 2017 年 7 月本院呼吸机抽样质检结果显示:45 台呼吸机,性能参数至少有一项发生偏离的呼吸机 32 台(71.1%),主要偏差是氧浓度监测问题,其中氧浓度监测参数偏离率为 62.22%(28 台),潮气量偏离率为 15.56%

(7 台),蓄电池偏离率为 46.67%(21 台),定期维护保养偏离率为 17.78%(8 台)。

1.1.3 呼吸机管理情况和管理需求调查 不同科室呼吸机管理人员不一,呼吸与危重症四部及外科重症监护室由呼吸治疗师对呼吸机进行调试、管理和消毒;其他科室由医生调试,护士管理和消毒。全部呼吸机由医工处和厂家定期进行检修和维护。对医院有呼吸机借用需求的科室进行便利抽样调查,结果显示 79.57%(74/93)被调查者不清楚呼吸机的正确消毒方法,93 名被调查者均表示未接受过呼吸机清洗消毒的规范化培训。

本院呼吸机使用需求广,呼吸机品牌多,绝对数量不低。目前,呼吸机日均使用率低,呼吸机日常维护状况不良,参数偏离率发生高。呼吸机借用科室对呼吸机清洗消毒培训缺失,不能正确进行呼吸机的清洗消毒。在此基础上专家小组成员探讨、制定共享呼吸机感染防控模块。

1.2 共享呼吸机感染控制模块设计

1.2.1 呼吸机共享方案 利用 APP 制作本院的呼吸机共享模块,并形成专用二维码。共享方案初期,医工处从呼吸机日最高使用台数远低于科室呼吸机拥有数量的科室调配了 12 台呼吸机作为共享设备;设备集中存放、集中管理;科室通过 APP 查看共享呼吸机的使用状态,选择可借设备;借用的科室通过 APP 扫码借还呼吸机;医工处通过后台管理,实时查看共享设备的借还情况及使用数据,并及时维护、维修,保障设备安全。流程见图 1。呼吸机共享借用是医院医疗设备优化配置的一种新方式,有很多的问题需要解决,包括使用消毒管理、使用操作管理、成本效益分配管理等,其中医疗设备使用的消毒管理是设备共享开展的重要保障,因此本研究重点介绍共享设备的感染防控模块。

1.2.2 共享呼吸机感染防控模块 通过 APP 实现本院共享呼吸机终末消毒的信息化管理。借用科室呼吸机使用完毕后,依据《共享呼吸机终末消毒表单》(见表 1)进行终末消毒;保管科室依据表单核查消毒执行情况,合格后将呼吸机维护为可借用状态;院感办通过 APP 查看呼吸机消毒状态,每年对所有共享呼吸机进行一次消毒效果监测;出现疑似与共享呼吸机相关的医院感染,院感办将通过 APP 停止相关呼吸机的使用;出现疑似与共享呼吸机相关的医院感染暴发,院感办、医工处将联合通过 APP 停止全部共享呼吸机的使用。

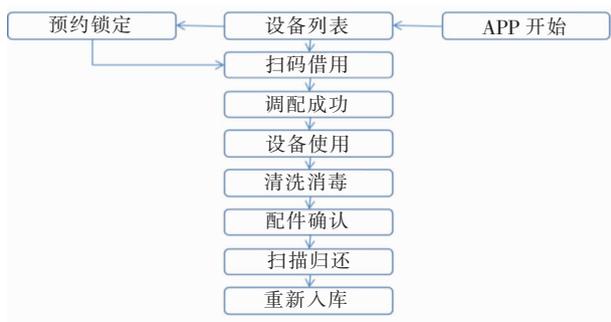


图 1 呼吸机共享调配流程图

Figure 1 Flow chart of ventilator sharing allocation

1.2.2.1 共享呼吸机人员培训和使用模块 有使用需求的科室设立共享呼吸机管理小组,设立组长。由共享呼吸机专家小组对管理小组成员进行培训,培训完成后进行考核,考核合格开通共享呼吸机 APP 终端,给予呼吸机借用权限。

1.2.2.2 共享呼吸机终末消毒模块 该模块的使用:由使用科室按照《共享呼吸机终末消毒表单》(见表 1)进行终末消毒并结束借用,提交呼吸机保管部门,保管部门依据消毒表单进行核查,核查完毕后将呼吸机设为可借用状态。

表 1 共享呼吸机终末消毒表单

Table 1 End disinfection of shared ventilators

(1)共享呼吸机清洗、消毒的基本要求	(3)PB840 呼吸机终末消毒后执行表单(使用科室执行)
① 共享呼吸机使用后必须按规定进行清洗消毒 ② 呼吸机使用时推荐在呼吸机吸气端安装过滤器;对于有呼吸道传染可能的情况(如结核、流感等),应在呼气端安装过滤器;吸气端及呼气端均安装过滤器的呼吸机内置管路一般不需要常规清洗消毒 ③ 呼吸机清洗消毒人员须接受清洗消毒培训 ④ 呼吸机清洗消毒人员须接受医院感染管理培训 ⑤ 呼吸机清洗消毒后,须由消毒人员签字确认	① 设备外表面使用消毒湿巾或 75%乙醇擦拭 执行后打钩 显示器 旋钮 按键 主机 把手 进气口 出气口 ② 管路 重复性使用管路(统一送消毒供应中心消毒) 一次性使用管路(医疗废物处理) ③ 湿化罐 重复性使用湿化罐(统一送消毒供应中心消毒) 一次性使用湿化罐(医疗废物处理) ④ 湿化器使用 75%乙醇擦拭 ⑤ 湿化加热导丝使用 1 000~2 000 mg/L 的季铵盐或 75%乙醇擦拭 ⑥ 呼气过滤器及积水杯 供应室统一消毒
(2)Servo-s 呼吸机终末消毒执行表单(使用科室执行)	(4)呼吸机内置回路维护(医工处负责)
① 设备外表面使用 1 000~2 000 mg/L 的季铵盐 执行后打钩或 75%乙醇擦拭 显示器 旋钮 按键 主机 把手 进气口 出气口 ② 管路 重复性使用管路(统一送消毒供应中心消毒) 一次性使用管路(医疗废物处理) ③ 湿化罐 重复性使用湿化罐(统一送消毒供应中心消毒) 一次性使用湿化罐(医疗废物处理) ④ 湿化器使用 1 000~2 000 mg/L 的季铵盐或 75%乙醇擦拭 ⑤ 湿化加热导丝使用 1 000~2 000 mg/L 的季铵盐或 75%乙醇擦拭 ⑥ 呼气盒使用 75%乙醇浸泡 30 min,吸气端及呼气端均安装过滤器的呼气盒不进行常规消毒	呼吸机内置回路 依据呼吸机说明及使用情况工程师定期维护保养 依据呼吸机说明书及使用情况内部连接件定时更换

1.2.2.3 共享呼吸机消毒效果监测模块 院感办对使用后共享呼吸机进行消毒效果检测。通过 APP 查询呼吸机消毒状态,完成共享呼吸机消毒效果监测,监测效果不符合要求的调整至待消毒状态,保管科室依据监测结果进行消毒后提请院感办再次检测,结果合格后由院感办调整至可借用状态。呼吸机消毒效果监测项目包括:消毒后的重复使用管路、呼吸机操作面板、呼吸机触摸屏、呼吸机出气口和进气口,以及负责呼吸机清洗消毒的医务人员手^[11]。物体表面和医务人员手平均菌落数大于 5.0 CFU/cm²^[12],为不合格指标。

1.2.3 共享呼吸机医院感染调查模块 出现疑似与共享呼吸机相关的医院感染,院感办通过 APP 停止相关呼吸机的使用;如出现疑似院感暴发,院感办、医工处通过 APP 联合暂停所有共享呼吸机的使用。

1.2.3.1 疑似呼吸机相关医院感染调查及处理 发生与共享呼吸机相关的医院感染,院感办停止可疑共享呼吸机的使用,进行调查分析。排除与共享呼吸机相关后方可继续使用;不能排除或确定与该呼吸机相关,由医工处、院感办、保管部门以及呼吸机厂家共同参与制定呼吸机终末消毒方案,在常规消毒的基础上对呼吸机的内回路进行消毒。

1.2.3.2 疑似医院感染暴发调查及处理 出现疑似与共享呼吸机相关的医院感染暴发,马上叫停共享呼吸机项目,上报主管院领导、院长及相关行政部门,组织专家进行调查^[13]。排除共享呼吸机相关因素后,由医工处、院感办、保管部门以及呼吸机厂家对集中搁置的共享呼吸机制定终末消毒方案,后投入使用;确定与共享呼吸机相关,共享呼吸机项目暂停,上交医疗设备管理委员会及院感管理委员会共同探讨共享呼吸机项目的可行性。

2 结果

2.1 共享呼吸机使用情况 我院从 2018 年 11 月开始启动共享呼吸机项目。2018 年 11 月 14 日—2019 年 1 月 8 日累计发生共享呼吸机调配 7 次,借用科室 5 个,借用时间 24~1 288 h,累计借用时长约 1 698 h,平均借用时长 242.57 h/次。共享项目的 12 台呼吸机全部为科室闲置机器,项目启动前日均使用时间为 0 h/d,项目启动后日均使用时间为 2.62 h/d。该项目通过共享提高了闲置呼吸机的使用率。见表 2。

表 2 共享呼吸机使用情况

Table 2 Use status of shared ventilators

科室	借用机型	使用时间(h)
肺移植科	servo-s	1 288
心内科	servo-s	144
国际医疗部三病区	servo-s	50
神经外科	servo-s	144
外科重症监护室	servo-i	24
外科重症监护室	servo-i	24
外科重症监护室	servo-s	24

2.2 共享呼吸机使用后消毒效果监测 7 台共享呼吸机,其中 2 台使用中未检测,4 台 servo-s 呼吸机和 1 台 servo-i 呼吸机外表面、加热器和加热导丝全部按照要求进行消毒处置,均使用一次性呼吸机管路及湿化罐,使用后按照医疗废物处置;所有呼吸机的呼吸盒均未使用细菌过滤器,均使用乙醇浸泡消毒;所有呼吸过滤器及积水杯均送中心供应室进行集中消毒。对使用后呼吸机进行消毒,消毒后检测结果均合格。见表 3。

表 3 共享呼吸机使用后消毒效果监测结果(CFU/cm²)

Table 3 Monitoring results of disinfection efficacy after use of shared ventilators (CFU/cm²)

借用机型	设备编号	进气口	出气口	触摸屏	操作面板	医务人员手
servo-s	001379	0	0	0	0	0
servo-s	001378	0	0	0	0	3
servo-s	A00118	0	0	0	0	2
servo-s	A00118	0	0	0	0	1
servo-i	25244	0	0	0	0	3
servo-i	25244	使用中未检测				
servo-s	30983	使用中未检测				

2.3 共享呼吸机自检测试结果 共享呼吸机管理小组对 5 台使用后的共享呼吸机进行自检测试,全部通过。自检内容包括:内部测试、气压计测试、气体供应测试、内部泄露测试、压力传感器测试、安全阀测试、氧传感器测试、流量传感器测试、电池切换测试、患者呼吸回路测试、报警状态测试。

3 讨论

医院呼吸机分布广,使用率较低,呼吸机参数偏离发生比例较大;不同的呼吸机维护、使用和终末消

毒的执行情况不一;一些散在分布的呼吸机没有人员统一管理,使用频率低,日常维护缺失。共享呼吸机的使用能够节约成本,满足临床需求。但呼吸机作为与医院感染相关的高危医疗设备,呼吸机外表面的消毒^[14]、呼吸机外管路的清洗消毒^[15]、内置回路的清洗消毒^[16]等问题一直是临床科室、设备管理部门以及院感办关注的问题。

通过 APP 中呼吸机感染管理模块,对共享呼吸机的使用人员权限、终末消毒、常规监测、院感监控等实现可视化管理和主动提示,如果医院感染相关环节未完成,设定的模块会以报警方式,主动提示操作者和管理者,既保证了共享呼吸机的安全,也提高了设备使用与管理的总体效率。

共享呼吸机项目推进过程的难点:使用科室对于终末消毒仍然不熟悉(重症监护室除外),尤其是呼气盒的消毒,需要进一步加强培训;共享呼吸机借用频率低,54 d 累计发生 7 次借用,部分科室仍习惯通过科室互借呼吸机,需要加强推广共享呼吸机的使用,必要时进行行政干预。

[参 考 文 献]

- [1] Dellaca' RL, Veneroni C, Farre' R. Trends in mechanical ventilation: are we ventilating our patients in the best possible way? [J]. *Breathe* (Sheff), 2017, 13(2): 84-98.
- [2] 金鑫,许鸣,章玲,等. 医疗设备调配中心在医院资源合理配置中的作用[J]. *中国医学装备*, 2014, 11(2): 69-71.
- [3] 郑吉锋,白玫,严汉民. 呼吸机管理中心设备维护[J]. *中国医学装备*, 2014, 11(12): 159-160.
- [4] 朱飞燕,熊梦辉,余艳红. 附属医院大型医疗设备管理中的资源共享[J]. *中国医学装备*, 2009, 6(6): 5-7.
- [5] 缪雪蓉,陈前波,关添元,等. 麻醉学相关手机 APP 现状及其在麻醉学继续教育中的作用[J]. *中华医学教育探索杂志*, 2017, 16(10): 1076-1078.
- [6] Lewis SC, Li L, Murphy MV. Risk factors for ventilator-associated events: a case-control multivariable analysis[J]. *Crit.*

Care Med, 2014, 42(8): 1839-1848.

- [7] 国家食品药品监督管理局. 医疗器械-风险管理对医疗器械的应用: YY/T 0316-2008/ISO 14971:2007[S]. 北京, 2008.
- [8] 赵玉,陈淑媛,李博. 呼吸机管路消毒管理与预防院内感染[J]. *河北医药*, 2012, 34(11): 1733-1734.
- [9] 薛凤娟. 呼吸机管路集中消毒对新生儿呼吸机相关性肺炎的影响[J]. *医学与哲学*, 2014, 35(8): 57-59.
- [10] 中华人民共和国卫生部. 呼吸机临床应用: WS 392-2012[S]. 北京, 2012.
- [11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 重症监护病房医院感染预防与控制规范: WS/T 509-2016[EB/OL]. (2016-12-27)[2018-12-10]. <http://www.nhfp.gov.cn/zhuz/s9496/201701/1f9de66563304061a4fcd7f54a9399fb.shtml>.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 医院消毒卫生标准: GB 15982-2012[S]. 北京, 2012.
- [13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 医院感染暴发控制指南: WS/T 524-2016[EB/OL]. (2016-08-15)[2018-12-10]. <http://www.nhfp.zwkgzt/s9496/201608/c7fb101ae975443c885ed7e4039ab5e8.shtml>.
- [14] 陈学斌,高敏,安峥,等. 呼吸机外表面消毒模式与院内感染的相关性分析[J]. *中国医学装备*, 2016, 13(7): 128-133.
- [15] 黄朝晖,高玉华,邱素红,等. 呼吸机管路清洗消毒方法和存放时间的研究[J]. *国际护理学杂志*, 2015, 34(4): 447-449.
- [16] 吴云雁,刘小娟,段晓芬,等. 风险管理在预防呼吸机相关肺炎中的应用[J]. *中国感染控制杂志*, 2016, 15(3): 207-209.

(本文编辑:左双燕)

本文引用格式: 邬巧玲,陈学斌,赵学军,等. 共享呼吸机智能化感染控制模块设计的初步研究[J]. *中国感染控制杂志*, 2019, 18(8): 763-767. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20194484.

Cite this article as: WU Qiao-ling, CHEN Xue-bin, ZHAO Xue-jun, et al. A pilot study on the design of infection control intelligent module for ventilator sharing[J]. *Chin J Infect Control*, 2019, 18(8): 763-767. DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20194484.