

## 新型冠状病毒感染疫情期外科重症监护室布局改造及管理

申存毅<sup>1</sup>, 李宝珍<sup>2</sup>, 李希<sup>1</sup>, 刘司南<sup>1</sup>, 辛霞<sup>3</sup>,

孙增利<sup>4</sup>, 刘青光<sup>1</sup>, 刘昌<sup>1</sup>, 仵正<sup>1</sup>, 王铮<sup>1</sup>

(1. 西安交通大学第一附属医院肝胆外科, 陕西西安 710061; 2. 西安交通大学第一附属医院感染控制科, 陕西西安 710061; 3. 西安交通大学第一附属医院护理部, 陕西西安 710061; 4. 西安交通大学第一附属医院总务部, 陕西西安 710061)

**摘要:** **目的** 探讨将外科 ICU 改造成为可收治新冠肺炎患者负压隔离病房的改造要点。**方法** 确定重点改造要点包括“三区两通道”的建立、通风系统改造、人员出入室流程管理以及引入目视化管理理念等。**结果** 改造后的外科 ICU 可维持原有使用空间面积; 空间布局上实现了清洁区、半污染区和污染区的划分, 患者通道和医务人员通道分区明确, 互不交叉。通风系统改造后, 实现清洁区为正压, 半污染区空气负压值为 $-5\sim-10\text{Pa}$ , 患者区域空气负压值为 $-10\sim-20\text{Pa}$ , 且保证相邻不同污染等级房间的压差(负压)不小于 $5\text{Pa}$ 。在非疫情期的普通情况时可切换为正压, 以收治普通 ICU 患者。**结论** 通过改造, 外科 ICU 可以达到收治新冠肺炎患者的要求, 主要改造要点是空间布局和空调通风系统。

**关键词:** 重症监护室; 新型冠状病毒; 布局改造; 三区两通道; 负压病房

**中图分类号:** R445

**文献标志码:** A

**收稿日期:** 2020-02-16 **修回日期:** 2020-02-26

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(No.81872008), 陕西省重点产业创新链(No.2016KTZDSF01-05-01), 西安交通大学第一附属医院临床研究重点项目(No.XJTU1AF-CRF-2019-005)

Supported by the National Natural Science Foundation of China (No.81872008), the Science and Technology Innovation as a Whole Plan Project of Shaanxi Province, China (No.2016KTZDSF01-05-01), and Clinical Research Project of The First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University (No.XJTU1AF-CRF-2019-005)

**通信作者:** 王铮, 教授, 副主任医师, 博士生导师. E-mail: zheng.wang11@mai.xjtu.edu.cn

## Layout and management of the surgical intensive care unit during the novel coronavirus infection epidemic period

SHEN Cun-yi<sup>1</sup>, LI Bao-zhen<sup>2</sup>, LI Xi<sup>1</sup>, LIU Si-nan<sup>1</sup>, XIN Xia<sup>3</sup>, SUN Zeng-li<sup>4</sup>,

LIU Qing-guang<sup>1</sup>, LIU Chang<sup>1</sup>, WU Zheng<sup>1</sup>, WANG Zheng<sup>1</sup>

(1. Department of Hepatobiliary Surgery; 2. Department of Infection Control; 3. Nursing Department; 4. Department of General affairs, The First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China)

**ABSTRACT: Objective** To discuss the key points of reconstruction from the surgical intensive care unit (SICU) to the negative pressure isolation ward which can treat patients with novel coronavirus pneumonia (NCP). **Methods** The key points of the reconstruction are as follows: establishment of “three zones and two passages,” transformation of the ventilation system, process management of personnel access room, and introduction of the visual management concept. **Results** The reconstructed surgical ICU can maintain the original space area. As for space layout, there are separate clean zone, semi-polluted zone and polluted zone as well as a separate passage for patients and medical personnel respectively, without the two groups of people contacting each other. To achieve positive air pressure in the clean zone, negative air pressure in the semi-polluted zone is -5Pa to -10Pa, and negative air pressure in the patient zone is -10Pa to -20Pa. And we ensure that the pressure difference (negative pressure) in adjacent rooms with the same pollution level is not less than 5Pa. Under normal circumstances, the pressure can be switched to positive one for admission of general ICU patients. **Conclusion** Through the reconstruction, the SICU can meet the requirements of treatment of NCP patients. The main points of reconstruction are space layout and the air conditioning and ventilation system.

**KEY WORDS:** intensive care unit; 2019-nCov; layout transformation; three zones and two passages; total negative pressure isolation ward

2019 年末开始的新型冠状病毒感染疫情, 由于病毒极强的传染性, 全国各省市均收治了确诊患者。根据国内外文献报道, 部分患者在入院后迅速出现呼吸困难、急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 等, 在短时间内由普通轻型恶化成危重型, 此类患者的成功救治是降低新冠肺炎总体死亡率的关键<sup>[1-2]</sup>。危重症患者的救治往往需要重症监护病房 (ICU) 的强有力技术支持, 包括有创呼吸机、连续性肾脏替代治疗 (CRRT) 和体外膜肺氧合 (ECMO) 等<sup>[3]</sup>。

针对呼吸道传播性疾病, ICU 的治疗需要兼顾两个重要方面。一方面应有效进行器官支持提高救治的成功率, 而更重要的另一方面, 则是能有效杜绝病原体的进一步传播<sup>[4]</sup>。西安交通大学第一附属医院是陕西省新冠肺炎患者救治的第一梯队省级定点综合医院, 外科重症监护室 (SICU) 是全院 7 个重症监护室之一, 全病区为 10 万级净化层流病房。

为进一步加强我院新冠肺炎危重症患者的救治能力, 充分利用好 SICU 强大的危重症处理技术和设备优势, 并综合考虑成本及时间等因素, 医院统筹安排, 在多部门联合支持下, 制定并实施了 SICU 布局改造方案, 并完善相关管理流程, 使之整体成为可收治甲类传染病的负压隔离病房。具体报告如下。

## 1 物理空间快速改造——“三区两通道”的建立

SICU 的布局与改造必须在符合国家规范要求的基础上, 结合本科室的实际现状而灵活运用。首先, 需明确现有病区的准确格局。目前 SICU 设有 3 个通道入口: 员工通道入口为医护人员更衣室、办公室及休息区; 患者通道入口为诊疗区; 污物通道为垃圾转运通道 (图 1)。该布局的优势是给患者提供了一定的单间和双人间进行有效地隔离, 但是对于传染病的收治, 该空间显得略有不足。

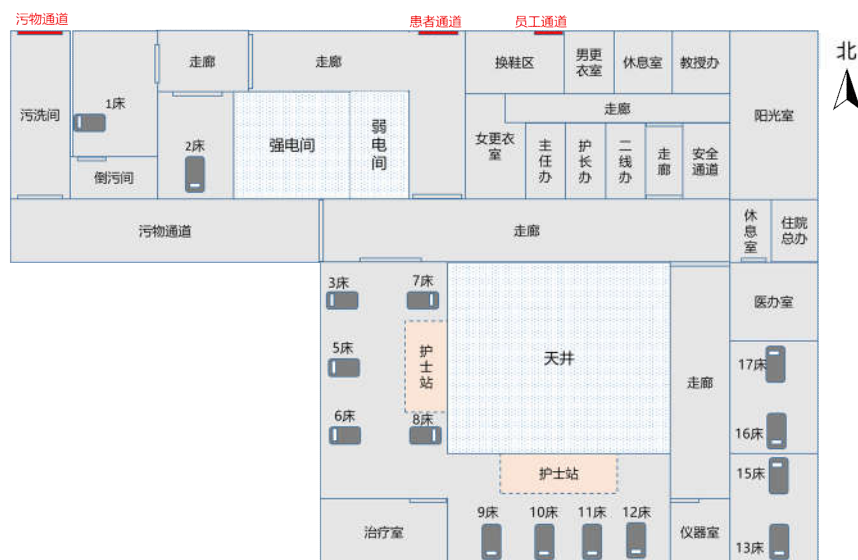


图1 改造前 SICU 病区平面图

Fig.1 Plan of the SICU ward before reconstruction

“三区两通道”是传染病负压隔离病房的基本要求<sup>[5]</sup>。三区是指清洁区、半污染区和污染区，两通道指患者通道和医护人员通道。半污染区是医护人员从清洁区域到患者污染区的缓冲地带，是医护人员从一个区进入另一个区前洗手、消毒、换鞋、更衣之处。原则上医务人员由清洁区入口进入工作走廊（清洁区），途径病区内走廊（半污染区），经缓冲间进出病房，医务人员每进入另一级区域按要求更衣；患者从污染区入口外围走廊（患者通道）进入病房。该区域的完善和达标是避免医护人员交叉感染的重要因素，是本次改造的主要工作之一。

为确保在最短时间内快速投入本次疫情危重型新冠肺炎的治疗，提出快速改造方案（图2）。并在改造后规定工作人员上下班路线，即上班路线：工作人员经员工通道进入，进行换鞋及洗手衣后，到达走廊处（清洁区）戴工作帽、医用防护口罩、穿防护服、戴手套等防护装备；到达缓冲1室（半污染区）戴外科口罩、穿长筒靴套，经过感应门进入缓冲2室（半污染区）再次穿隔离衣、防护眼镜及手套后，直接进入医生办公室，或再加戴手套后进入病房诊疗区。下班路线：工作人员经病房诊疗区到达缓冲3室西门口西侧即病区侧（污染区），经酒精喷洒隔离衣、脱靴套及一次性隔离衣、外层手套及外科口罩后，经过感应门进入缓冲3室东侧（半污染区），消毒喷洒护目镜后脱护目镜，脱防护服及内层手套；经过感应门进入缓冲1室（半污染区），脱帽子及医用防护口罩；然后通过走廊

进入清洁区，注意每脱一件防护用品均要进行快速手卫生（图2）。

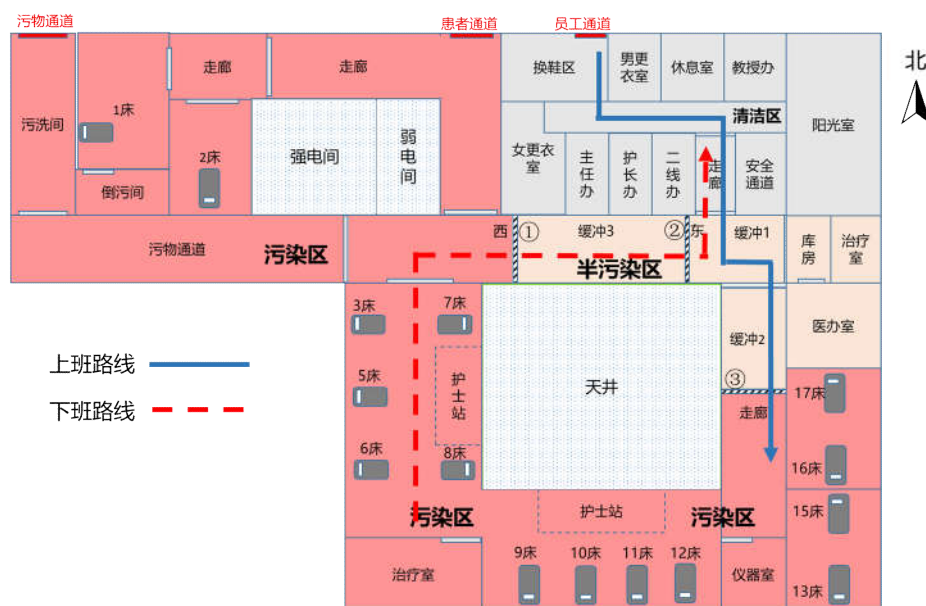


图2 SICU三区两通道改造方案及医务工作人员诊治路线图

Fig.2 Reconstruction plan of three zones and two passages and roadmap of medical staff of the SICU

黄色充填区：改造区域。①②：加设自动感应门，将原有部分走廊划分为半污染区，形成缓冲1室和缓冲3室；③：加设自动感应门，将医生交班室外形成缓冲2室，为半污染区；将医生办公室、住院总办公室和外面的套间划分为半污染区，并改为治疗室和库房，这也更符合日常医疗工作的需求。

经过此次改造，SICU的现有布局基本符合传染科要求的通道管理原则。此外，半污染区新加免接触手消毒器及脚踏式污染防护用品收集器。半污染区通往清洁区和污染区的双门为连锁门，只有清洁区的门关闭后，才能打开通过污染区的门。

## 2 通风系统快速改造——“全负压隔离病房”的建立

根据国内外文献报道，新冠病毒的传播方式主要包括飞沫传播、接触传播<sup>[6]</sup>，一定条件下存在气溶胶传播可能。三区两通道能够在一定程度上限制交叉感染，但是空气的定向流通也是需要考虑的重要内容。

根据《中华人民共和国传染病防治法》、《卫生部关于二级以上综合医院感染性疾病科建设的通知》，传染性疾病对通风排风的要求如下：感染性疾病科业务用房应保持所有外窗可开启，室内空气保持流通；感染性疾病科的空调系统应独

立设置;设中央空调系统的,各区应独立设置;呼吸道发热门诊设全新风空调系统,肠道、肝炎门诊设中央空调系统的,新风量和换气次数不得低于设计规范要求;不设空调系统的,应确保自然通风。

目前我院 SICU 全病房层流净化,内部无窗户,所有的空气流通依赖于新风系统的送风和回风,没有排风系统。全病区为 10 万级净化层流病房,编制床位 15 张,包括 2 个单间病房,医疗区环境设计为静态万级洁净度,均为正压环境。为了满足呼吸系统传染性疾病的收治要求,经过反复论证,决定快速建立全负压隔离病房。负压隔离病房就是要利用空调通风系统对空气流向进行控制并形成负压,将隔离病房与外界分开,同时对污染空气进行高效过滤处理,这对防范病原微生物在病房内扩散有关键性作用<sup>[7-8]</sup>。因此,空调通风系统也是此次改造的重点。改造后要做到平(平常)战(应急)结合、功能设置合理、流程科学,兼顾经济合理,并实现有效防止传染病的传播。

改造设计依据的标准有:GB50849-2014《传染病医院建设设计规范》、GB/T 35428-2017《医院隔离病房环境控制要求》、DB11663-2009《负压隔离病房建设配置基本要求》。具体方案包括:原来 2 台空调机组的回风口设置为电动密闭,关断阀切断回风,空调机组变频调整风量按全新风状况运行。采取集中排风方案,利用原回风管路作为排风管路,改造区转为全排风系统,增加排风机组,排风口设置高效过滤。污物清洗间需要加大排风量,需更换排风机,排风口设置高效过滤器。改造后的排风系统采用变风量控制,排风支管道上安装模拟量电动调节风阀,排风机组采用变频控制,通过控制排风系统以达到控制房间压差的目的。

对空气气流严格按照由清洁区、半污染区流向污染区的定向流动原则。保证相邻不同污染等级房间的压差(负压)不小于 5Pa,负压程度由高到低依次为病房卫生间、病房房间内、缓冲间与潜在污染走廊,而清洁区气压相对室外大气压应保持正压。在污染大的区域排风,病房内送风,送风口位于面对病床的天花板上,而排风口则安装于病床头侧距地 100mm 位置,气流分配遵循上方进风、下方排风的原则,使气流从天花板的进风口至病床头的排风口。主气流平行、稳定、低速、均匀无涡流,使患者产生的飞沫在最短距离、以最快速度进入排风口经过排风设施排向室外,送排风均经过滤器的有效处理。次要气流自病房外流入病房内,保证有害气体不能自病房内流向病房外,以此形成气流梯度,确保病房内外

压差<sup>[9]</sup>。改造后 SICU 病区的压力分布：清洁区为正压，半污染区空气负压值为-5~-10Pa，患者区域空气负压值为-10~-20Pa，其中污物区-5Pa，倒污间（卫生间）-20Pa，且保证相邻不同污染等级房间的压差（负压）不小于 5Pa（图 3），改造前后 SICU 病区内使用面积和各病室压力分布对比见表 1。

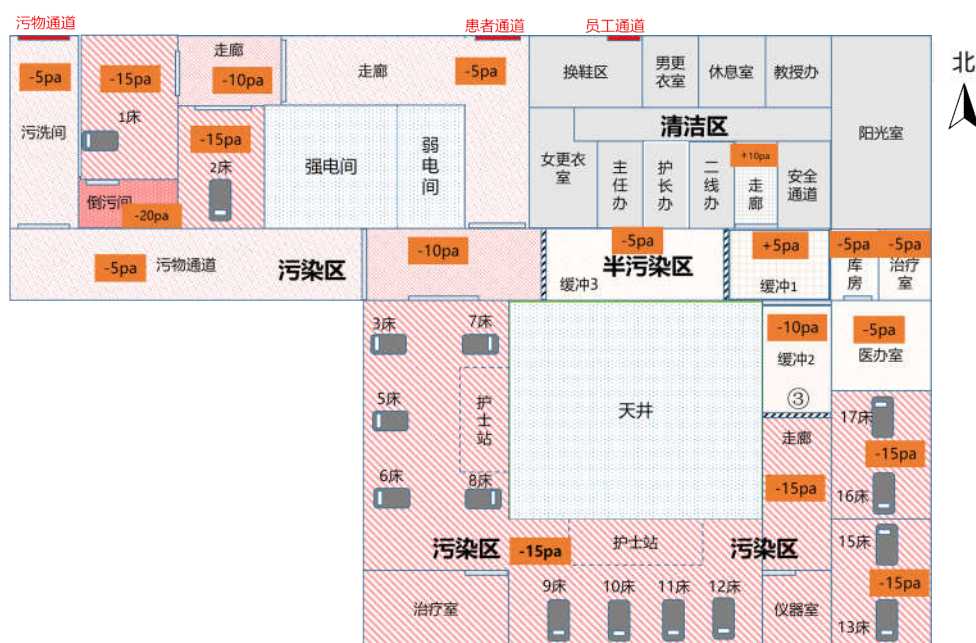


图 3 改造后 SICU 病区的压力分布

Fig.3 Pressure distribution in the SICU after reconstruction

表 1 改造前后 SICU 病区内使用面积和各病室压力分布

Tab.1 Use area and pressure distribution in the SICU room before and after reconstruction

改造情况	病区使用面积 (m <sup>2</sup> )	单间病房绝对压差 (Pa)	大厅 5 人区绝对压差 (Pa)	大厅 4 人区绝对压差 (Pa)	双人间 1 绝对压差 (Pa)	双人间 2 绝对压差 (Pa)
改造前	1334.46	-10	+10	+10	+10	+10
改造后	1333.46	-15	-15	-15	-15	-15

### 3 流程管理的完善

**3.1 严格进行人员出入室的流程管理** 医务人员由清洁区到半污染区，再进入病房，严格要求每进入一级区域必须按规定更衣；患者从患者通道入口进入，通过患者通道进入病房（图 4）。各分区互无交叉，物品专区专用。

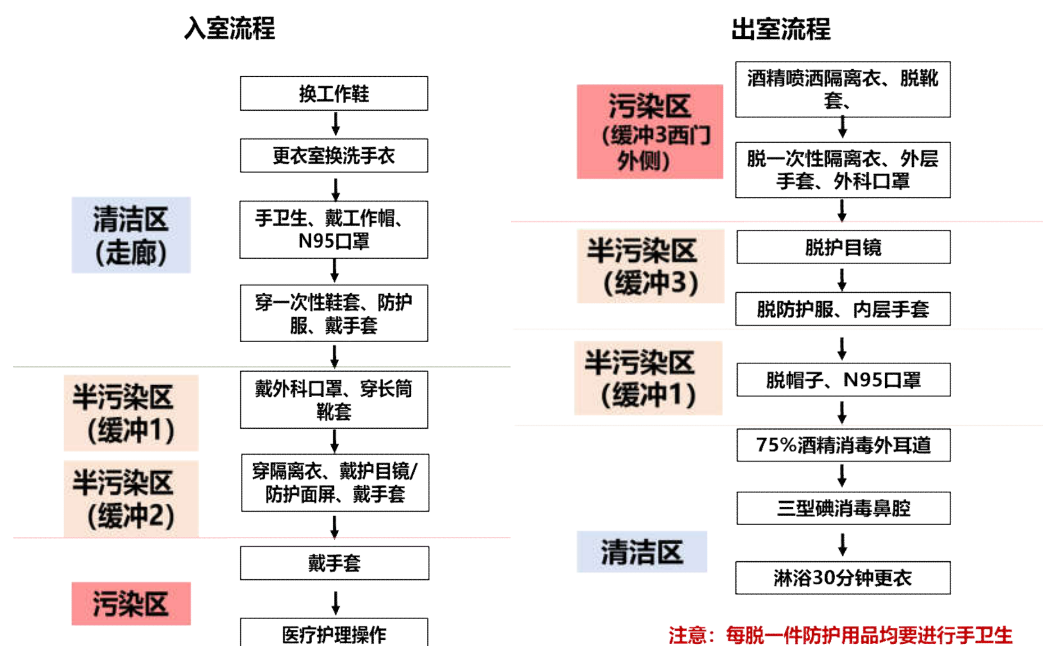


图 4 收治新冠肺炎 SICU 的医护人员出入室流程图

Fig.4 Flow chart of the entrance and exit of medical staff working at the SICU for novel coronavirus pneumonia patients

**3.2 引入目视化管理理念** 目视管理是利用形象直观、色彩适宜的各种视觉感知信息进行组织现场工作或生产活动,以最简单快捷的方法传递、接收信息,从而提高工作效率的一种管理方法<sup>[10]</sup>。对于参与救护的医护人员来说,要求在短时间快速熟练掌握负压隔离病房的各项流程及要求,就需采用这种“看得见的管理”模式<sup>[11]</sup>。

醒目区分清洁区、半污染区、污染区的各自范围。制作地标,选用红底白字的箭头地标,文字表明区域所在位置,箭头指向进入区域。缓冲区增加警示标识,在每个区域出入口粘贴黄底黑细斜纹制作警示地带,提醒工作人员即将进入不同区域。

醒目提示物品摆放位置,依照防护用品穿戴顺序,放入相应整理箱内,箱体外明显标识物品名称。制作穿脱流程示意图,张贴在醒目位置,便于医务人员自我管理,自查防护着装是否符合要求。

绘制护理操作流程,如标本采集和标本送检流程、每日床单元消毒流程、床单元终末处理流程、保洁员工作流程等,引导医务人员按照要求顺利完成工作。



此外,为尽量减少无关人员进入和在三区之间的往返次数,使用对讲机或手机,充分利用手机微信功能,及时了解沟通病情,同时也尽量减少防护服等防护物资的消耗。患者采用房间隔离,一切诊疗护理工作和患者的活动均在病室内完成。

#### 4 结论

新冠肺炎患者的救治是本次疫情防控的关键之一,尤其对危重型患者的有效救治可进一步降低死亡率。ICU作为危重型疾病的诊治场所,肩负着重要的职责与义务。根据目前疾病的流行病学现状,感染性疾病科已经无法承担快速增加的危重型感染病例。基于此,快速进行现有ICU改造,第一时间投入战斗是首先应考虑。结合自身ICU的特点以及新冠肺炎的传播特点,多部门的快速协调与整改,我院提出“三区两通道全负压隔离病房”的建立是本次改造的重点,并通过进一步改造成为全负压切换的SICU,加之严格的病房流程管理,相信可进一步使新冠肺炎感染危重患者得到系统化、规范化的治疗和护理,积极发挥综合医院在全国抗疫大战中的引领示范作用。

#### 参考文献:

[1] HUANG C, WANG Y, LI X. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China[J]. Lancet, 2020, S0140-6736(20):30183-30185.

[2] WANG C, HORBY PW, HAYDEN FG. A novel coronavirus outbreak of global health concern[J]. Lancet, 2020, S0140-6736(20):30185-30189.

[3] 国家卫生健康委办公厅,国家中医药管理局办公室.关于印发新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第五版)的通知[EB/OL].(2020-02-05)[2020-02-12].

<http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202002/3b09b894ac9b4204a79db5b8912d4440.shtml>.

General Office of the National Health Commission, Office of State Administration of Traditional Chinese Medicine. Notice on the novel coronavirus infection diagnosis and treatment plan (trial version fifth) [EB/OL]. (2020-02-05)[2020-02-12]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202002/3b09b894ac9b4204a79db5b8912d4440.shtml>.

[4] 刘隆平,张晓均,张余.新发急性呼吸道传染病的感染控制及护理[J].护士进修杂志,2010,25(6):540-542.

LIU LP, ZHANG XJ, ZHANG Y. Infection control and nursing of new acute respiratory infectious

- diseases[J]. Journal of Nurses Training, 2010, 25(6): 540-542.
- [5] 解娅玲. 传染病负压隔离病房的设计与管理[J]. 中华医院感染学杂志, 2007, 17(12): 1544-1545.
- XIE YL. Design and management of negative pressure isolation room for infectious disease[J]. Chin J Nosocomiol, 2007, 17(12):1544-1545.
- [6] LI Q, GUAN X, WU P, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia[J]. N Engl J Med, 2020, Jan 29. doi: 10.1056/NEJMoa2001316. [Epub ahead of print]
- [7] 张希凤, 鲍桂军, 孙洪芬. 甲型H1N1流感重症患者在ICU的管理模式探讨[J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(20): 475-4759.
- ZHANG XF, BAO GJ, SUN HF. Management mode of patients with severe influenza A H1N1 in ICU[J]. Chin J Nosocomiol, 2016, 26(20):475-4759.
- [8] 郑毅. 负压隔离病房建设的4点体会[J]. 中国医院建筑与装备, 2009, 10(8): 14-19.
- ZHENG Y. Four experience on construction of negative pressure isolation wards[J]. Chinese Hospital Architecture & Equipment, 2009, (8):14-19.
- [9] 祁建城, 王政, 徐新喜, 等. 传染病负压隔离病房设计、建造与管理(一)结构布局、内部设施及设计和建造的特殊要求[J]. 医疗卫生装备, 2004, 25(1):46-48.
- QI JC, WANG Z, XU XX, et al. Design, construction and regulation of the negative pressure isolation room[J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2004, 25(1):46-48.
- [10] 李素珍, 钱思兰. 目视管理在提高护理管理效能中的应用[J]. 护理研究, 2014, 28(6):2141-2142.
- LI SZ, QIAN SL. Application of visual management in improving efficacy of nursing management[J]. Chin Nurs Res, 2014, 28(6):2141-2142.
- [11] 许金美, 刘学英, 丁美华, 等. 隔离病房感染控制目视管理实践与成效分析[J]. 护理学报, 2016, 23(7):26-28.
- XU JM, LIU XY, DING MH, et al. Practice and effect analysis of visual management of infection control in isolation ward[J]. Journal of Nursing (China), 2016, 23(7):26-28.

(编辑 国 荣)