

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20233140

· 论 著 ·

## 某新冠定点救治医院新型冠状病毒奥密克戎变异株环境污染调查

王美霞<sup>1</sup>, 史庆丰<sup>2</sup>, 李娜<sup>3</sup>, 孙伟<sup>2</sup>, 占蒙娜<sup>4</sup>, 郎军涛<sup>5</sup>, 忻佳<sup>6</sup>, 周玮<sup>6</sup>, 李培<sup>7</sup>, 孟丽丽<sup>4</sup>, 刘文娟<sup>8</sup>, 王冲<sup>9</sup>, 沈隽霏<sup>9</sup>, 米宏霏<sup>1</sup>, 高晓东<sup>2</sup>, 胡必杰<sup>2,3</sup>, 潘珏<sup>1,3</sup>

[1. 复旦大学附属中山医院(厦门)院感管理部, 福建 厦门 361006; 2. 复旦大学附属中山医院感染管理科, 上海 200030; 3. 复旦大学附属中山医院感染病科, 上海 200030; 4. 复旦大学附属中山医院病理科, 上海 200030; 5. 复旦大学附属中山医院核医学科, 上海 200030; 6. 复旦大学附属中山医院护理部, 上海 200030; 7. 复旦大学附属中山医院超声科, 上海 200030; 8. 复旦大学附属中山医院心理医学科, 上海 200030; 9. 复旦大学附属中山医院检验科, 上海 200030]

**[摘要]** 目的 评估新型冠状病毒奥密克戎变异株对病区公共环境及医务人员个人防护用品的污染情况。

**方法** 对某新冠定点救治医院病区公共区域、脱卸区域和个人防护用品进行采样, 采用实时荧光定量聚合酶链反应(PCR)检测新型冠状病毒核酸并报告  $C_t$  值, 分析个人防护用品新型冠状病毒阳性相关因素。**结果** 共采集病区公共区域环境标本 100 份, 病区公共区域环境新型冠状病毒核酸检测总阳性率为 30.00%, 脱卸区电梯地面、走廊公共区域地面、脱卸电梯按钮新型冠状病毒核酸检测阳性率最高, 分别为 60.00%、60.00%、40.00%。一脱区和二脱区新型冠状病毒核酸检出率分别为 18.33%、1.67%。48.33% 的工作人员个人防护用品检出新型冠状病毒核酸, 其中外层鞋套鞋底、外层手套和防护服检出率最高, 分别为 35.00%、21.67%、8.33%。单因素分析结果显示医生岗位和高风险操作医务人员个人防护用品新型冠状病毒核酸检测阳性率高(均  $P < 0.05$ )。**结论** 新型冠状病毒奥密克戎变异株对病区公共环境、一脱区和个人防护用品可造成不同程度污染, 做好个人防护和定期环境清洁消毒, 可以降低医务人员感染风险。

**[关键词]** 新型冠状病毒; 奥密克戎变异株; 环境污染; 个人防护用品

**[中图分类号]** R181.3<sup>+</sup>2

## Environmental contamination by SARS-CoV-2 Omicron variant in a designated COVID-19 treatment hospital

WANG Mei-xia<sup>1</sup>, SHI Qing-feng<sup>2</sup>, LI Na<sup>3</sup>, SUN Wei<sup>2</sup>, ZHAN Meng-na<sup>4</sup>, LANG Jun-tao<sup>5</sup>, XIN Jia<sup>6</sup>, ZHOU Wei<sup>6</sup>, LI Pei<sup>7</sup>, MENG Li-li<sup>4</sup>, LIU Wen-juan<sup>8</sup>, WANG Chong<sup>9</sup>, SHEN Jun-fei<sup>9</sup>, MI Hong-fei<sup>1</sup>, GAO Xiao-dong<sup>2</sup>, HU Bi-jie<sup>2,3</sup>, PAN Jue<sup>1,3</sup> (1. Department of Healthcare-associated Infection Management, Zhongshan Hospital [Xiamen], Fudan University, Xiamen 361006, China; 2. Department of Healthcare-associated Infection Management, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200030, China; 3. Department of Infectious Diseases, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200030, China; 4. Department of Pathology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200030, China; 5. Department of Nuclear Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200030, China; 6. Department of Nursing, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200030, China; 7. Department of Ultrasound, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200030, China; 8. Department of Psychology, Zhongshan Hospital, Fudan University,

[收稿日期] 2022-07-15

[基金项目] 上海申康医院发展中心市级医院临床科技创新项目(SHDC22021315)

[作者简介] 王美霞(1992-), 女(汉族), 福建省厦门市人, 公共卫生医师, 主要从事医院感染管理以及流行病学与卫生统计学研究。

[作者排序说明] 除第一作者和通信作者外, 其他作者排名不分先后。

[通信作者] 潘珏 E-mail: pan.jue@zs-hospital.sh.cn

Shanghai 200030, China; 9. Department of Laboratory Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200030, China)

**[Abstract]** **Objective** To evaluate the contamination of public environment and medical staff's personal protective equipment (PPE) by SARS-CoV-2 Omicron variant. **Methods** Public area, PPE removal area and PPE of a designated COVID-19 treatment hospital were sampled. Real time fluorescence quantitative polymerase chain reaction was adopted to detect SARS-CoV-2 nucleic acid and Ct value was reported. Factors related to positive SARS-CoV-2 nucleic acid results of PPE were analyzed. **Results** A total of 100 environmental specimens from ward public area were collected and the overall positive rate was 30.00%. Positive rates of elevator floor in PPE removal area (60.00%), corridor public area floor (60.00%), and the elevator button in PPE removal area (40.00%) were the highest. SARS-CoV-2 nucleic acid detection rates in the first-level and second-level PPE removal areas were 18.33% and 1.67%. SARS-CoV-2 nucleic acid was detected from 48.33% staff's PPE, 35.00%, 21.67% and 8.33% of which were detected from soles of outer shoe covers, outer gloves and protective clothing. Univariate analysis showed that PPE of doctors and medical staff performing high-risk manipulation had high positive rate of nucleic acid (all  $P < 0.05$ ). **Conclusion** Omicron variant contaminated the ward public area, the first-level PPE removal area and PPE to different degrees. Personal protection as well as regular environmental cleaning and disinfection can reduce the infection risk of medical staff.

**[Key words]** SARS-CoV-2; Omicron variant; environmental contamination; personal protective equipment

新型冠状病毒(简称新冠病毒)奥密克戎变异株自 2021 年 12 月在南非首次报告以来,迅速取代德尔塔毒株成为全球主要流行株,并导致我国多个省市疫情的暴发<sup>[1]</sup>。全基因组测序显示,奥密克戎变异株 Spike 蛋白有 51 个突变位点,使其具有更高的人际传播速率和更强的免疫逃逸能力<sup>[2-3]</sup>,导致感染人数呈指数级增长。尽管佩戴口罩已成为日常预防新冠病毒飞沫传播的有效方式,但报道因接触病毒污染环境物表面而间接感染的研究<sup>[4-5]</sup>越来越多,引起了广泛关注。

2022 年 3 月起,由新冠病毒奥密克戎变异株引起的上海疫情是我国继湖北疫情以来波及范围最广、感染人数最多的本土大规模疫情。新冠定点医院成为此阶段收治新冠病毒感染确诊患者的主要场所。新冠病毒感染患者的呼吸道飞沫或体液可污染病区环境,一些呼吸道诊疗操作也可对医务人员的个人防护用品造成污染<sup>[6-7]</sup>。研究<sup>[8]</sup>表明,奥密克戎变异株在体外环境的存活时间远高于其他变异株,给医院感染防控带来巨大挑战。本研究对某收治新冠病毒奥密克戎变异株感染者定点医院的公共环境和不同岗位医务人员个人防护用品进行采样,评估新冠病毒奥密克戎变异株对环境的污染能力,为医院清洁、消毒提供依据,以降低医院感染发生风险。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 本研究于 2022 年 5 月 5 日—23

日在上海市老年医学中心新冠病毒肺炎定点医院开展调查。该定点医院是上海市最早设置的新冠定点医院之一,5 月初转型收治高龄和重症患者,核定床位数 981 张,调查期间所有床位均收满。本研究采样位点包括:①收治患者的公共区域,包括通往脱卸区电梯地面和电梯按钮、走廊公共区域地面、静配室台面、缓冲间门把锁、护士站台面(台面表面、鼠标、按键等)、应急处置间地面、运送清洁物品缓冲间地面、污洗室清洗槽及应急处置间放置物品台面;②脱卸区域,包括一脱等候区地面、一脱区门(包括门把锁和门面)、一脱区脱卸位点(包括地面、镜子和置物架、脱位垃圾桶踏板和手消毒剂按钮)及二脱区脱卸位点(包括地面、缓冲门把手、镜子和置物架、口罩抽屉、手消毒剂按压处和垃圾桶踏板),每次采样对所有脱卸位点的同一采样部位进行多点混采;③工作人员的个人防护用品,包括外层鞋套底面、外层手套、防护服、内层手套、面屏及裸手。收集工作人员个人防护用品污染因素相关信息,包括性别、岗位、进舱时长、工作日数、接触重症患者情况和高风险操作等,并将基础疾病依次分类为:①无,即无任何基础疾病;②轻症,指合并有基础疾病;③重症,指有器官功能障碍;④危重症,指生命体征不稳。

1.2 采样方法 培训过的医院感染专职/兼职人员每 2 d 采样 1 次。该院环境清洁消毒方式为含有效氯 1 000 mg/L 的消毒剂擦拭消毒,3 次/d。选取每日上午未进行环境物表面消毒前的上述公共区域和脱卸区域采样,同时随机选取 6 名工作人员进行防

护用品采样,共完成 10 次采样。采样步骤为:①环境采样,使用蘸有病毒保存液的采样拭子对各采样点涂抹采样,采样面积 $\geq 5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ ,随后将拭子放置于新型冠状病毒 2019-nCoV 核酸检测试剂管(上海之江生物有限公司)中;②医务人员防护用品采样,使用采样拭子对各采样点涂抹采样,防护服、外层鞋套和面屏的采样面积 $\geq 5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ ,外层手套、内层手套和裸手进行全表面采样,随后将拭子放置于新型冠状病毒 2019-nCoV 核酸检测试剂管中送检。

1.3 核酸检测 使用 AutraMic mini 4800 Plus 全自动核酸提取纯化仪(之江生物),吸取 300  $\mu\text{L}$  标本溶液后,分析系统按程序提取核酸,并采用实时荧光定量聚合酶链反应(polymerase chain reaction, PCR)扩增及检测目标基因(ORF1ab 基因、N 基因和 E 基因)。根据“新型冠状病毒 2019-nCoV 核酸检测试剂盒”说明书, $C_t$  阈值 $\leq 43$  为阳性。

1.4 结果判定 根据 3 个基因的扩增曲线进行综合判定,至少 2 个基因阳性判定为新冠病毒奥密克戎变异株双阳标本,仅有 1 个基因阳性判定为新冠病毒奥密克戎变异株单阳标本,3 个基因均为阴性

判定为新冠病毒奥密克戎变异株阴性标本。

1.5 统计方法 将新冠病毒核酸检测  $C_t$  值录入 SPSS 22.0 并分析。符合正态分布的连续型变量采用均数和标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,不符合正态分布的采用中位数和四分位间距 $[M(QR)]$ 表示。分类型变量采用频数和百分比表示。多组连续型变量的比较使用单因素方差分析或 *Kruskal-Wallis H* 秩和检验,率的比较使用卡方检验,采用 *Bonferroni* 法进行多组间两两比较,以  $P \leq 0.05$  为差异有统计学意义。环境中新冠病毒  $C_t$  值分布情况采用小提琴箱式图。

## 2 结果

2.1 病区公共区域环境污染情况 共采集 100 份病区公共区域环境标本,其中 18 份标本新冠病毒核酸检测单阳,12 份标本双阳,环境总阳性率为 30.00%。脱卸区电梯地面、走廊公共区域地面、脱卸电梯按钮阳性率最高,分别为 60.00%、60.00%、40.00%。见表 1。

表 1 公共区域环境新冠病毒核酸检测结果

Table 1 SARS-CoV-2 nucleic acid test result of environmental specimens from public areas

采样点	标本份数	阳性数[份(%)]		
		单阳	双阳	合计
脱卸区电梯地面	10	4(40.00)	2(20.00)	6(60.00)
走廊公共区域地面	10	5(50.00)	1(10.00)	6(60.00)
脱卸电梯按钮	10	3(30.00)	1(10.00)	4(40.00)
静配室台面	10	1(10.00)	2(20.00)	3(30.00)
缓冲间门把锁	10	1(10.00)	2(20.00)	3(30.00)
护士站台面(台面表面、鼠标、按键等)	10	2(20.00)	1(10.00)	3(30.00)
应急处置间地面	10	1(10.00)	1(10.00)	2(20.00)
清洁物品缓冲间地面	10	1(10.00)	1(10.00)	2(20.00)
污洗室清洗槽	10	0(0)	1(10.00)	1(10.00)
应急处置间放置物品台面	10	0(0)	0(0)	0(0)
合计	100	18(18.00)	12(12.00)	30(30.00)

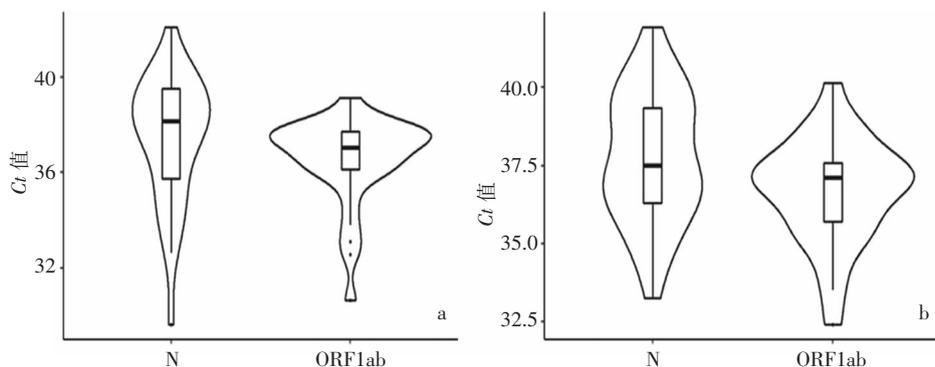
2.2 脱卸区域环境污染情况 一脱区和二脱区各采集 60 份环境标本。一脱区环境标本新冠病毒核酸总检出率为 18.33%(11/60),各采样位点中脱位地面、脱卸区镜子及等候区地面检出率最高(30.00%),其次为脱位垃圾桶踏板(20.00%),手消毒剂按钮和

一脱区门未检出新冠病毒。二脱区仅 1 份地面标本检测出新冠病毒,检出率为 1.67%(1/60)。见表 2。公共环境包括脱卸区阳性标本的 ORF1ab 基因平均  $C_t$  值为  $36.58 \pm 1.79$ ,N 基因平均  $C_t$  值为  $37.46 \pm 2.60$ ,见图 1a。

表 2 脱卸区域环境采样新冠病毒核酸检测结果

Table 2 SARS-CoV-2 nucleic acid test result of environment specimens from PPE removal areas

采样区域	采样点	标本份数	阳性数[份(%)]		
			单阳	双阳	合计
一脱区	脱位地面	10	2(20.00)	1(10.00)	3(30.00)
	脱位镜子+置物架	10	1(10.00)	2(20.00)	3(30.00)
	一脱区等候区地面	10	3(30.00)	0(0)	3(30.00)
	脱位垃圾桶踏板	10	0(0)	2(20.00)	2(20.00)
	手消毒剂按钮	10	0(0)	0(0)	0(0)
	一脱区门(包括门把锁和门面)	10	0(0)	0(0)	0(0)
	二脱区	二脱区地面	10	0(0)	1(10.00)
二脱区缓冲门把手		10	0(0)	0(0)	0(0)
脱位镜子+置物架		10	0(0)	0(0)	0(0)
二脱区口罩抽屉		10	0(0)	0(0)	0(0)
二脱区手消毒剂按压处		10	0(0)	0(0)	0(0)
二脱区医废桶踏处		10	0(0)	0(0)	0(0)



注:a 为公共环境及脱卸区新冠病毒核酸检测 Ct 值;b 为个人防护用品新冠病毒核酸检测 Ct 值。

图 1 新冠病毒 N 基因和 ORF1ab 基因 Ct 值分布情况小提琴箱式图

Figure 1 Violin box diagram of Ct value distribution of SARS-CoV-2 N gene and ORF1ab gene

2.3 个人防护用品污染情况 60 名污染区工作人员接受个人防护用品的新冠病毒污染调查,13 名医务人员个人防护用品新冠病毒核酸检测单基因阳性,16 名双基因阳性,总污染率为 48.33%。外层鞋套鞋底、外层手套和防护服的新冠病毒核酸阳性率最高,分别为 35.00%、21.67%、8.33%。见表 3。个人防护用品所有检出新冠病毒的 ORF1ab 基因平均 Ct 值为  $36.70 \pm 1.69$ ,N 基因平均 Ct 值为  $37.75 \pm 2.10$ (见图 1b)。外层鞋套、外层手套和防护服 ORF1ab 基因平均 Ct 值分别为  $36.22 \pm 1.91$ 、 $36.70 \pm 1.31$ 、 $37.59 \pm 1.77$ ;N 基因平均 Ct 值分别为  $37.11 \pm 2.24$ 、 $38.75 \pm 1.60$ 、 $37.85 \pm 2.03$ 。

表 3 个人防护用品不同部位新冠病毒核酸检测结果

Table 3 SARS-CoV-2 nucleic acid test result of different sites of PPE

部位	采样份数	单阳 [份(%)]	双阳 [份(%)]	合计 [份(%)]
外层鞋套鞋底	60	9(15.00)	12(20.00)	21(35.00)
外层手套	60	7(11.67)	6(10.00)	13(21.67)
防护服	60	3(5.00)	2(3.33)	5(8.33)
内层手套	60	0(0)	1(1.67)	1(1.67)
面屏	60	0(0)	0(0)	0(0)
手	60	0(0)	0(0)	0(0)
合计	360	19(5.28)	21(5.83)	40(11.11)

2.4 医务人员个人防护用品污染因素分析 调查人员中 53.33% 为男性, 医生占 45.00%, 16.67% 接触重症患者, 进舱时间中位数为 2.50 h, 一线平均工作日数 36.08 d。单因素分析显示, 不同岗位个人防护用品新冠病毒核酸检出构成比较, 差异具有统计学意义 ( $P = 0.046$ ); 进一步采用 *Bonferroni* 法

两两比较发现, 医生个人防护用品新冠病毒检出情况高于其他人员 (两两比较  $P = 0.0283$ ), 双阳检出率分别为 37.04%、27.27%、13.64%。此外, 高风险操作人员新冠病毒核酸检出构成高于未进行高风险操作人员, 双阳检出率分别为 45.45%、22.45%, 差异具有统计学意义 ( $P = 0.049$ )。见表 4。

表 4 医务人员个人防护用品新冠病毒污染相关因素单因素分析

Table 4 Univariate analysis on relevant factors in SARS-CoV-2 contamination of medical staff's PPE

因素	总体 ( $n = 60$ )	单阳 ( $n = 13$ )	双阳 ( $n = 16$ )	阴性 ( $n = 31$ )	$F/\chi^2$	$P$
进舱时长 [ $M(QR)$ , h]	2.50(1.44)	2.50(1.25)	3.00(1.00)	3.00(0.75)	1.712	0.425
平均工作日数 ( $\bar{x} \pm s$ , d)	36.08 $\pm$ 20.30	34.43 $\pm$ 19.64	28.23 $\pm$ 19.93	40.37 $\pm$ 20.59	1.775	0.179
性别 [例 (%)]					3.498	0.174
男	32(53.33)	8(25.00)	11(34.38)	13(40.62)		
女	28(46.67)	5(17.86)	5(17.86)	18(64.28)		
岗位 [例 (%)]					9.677	0.046
医生	27(45.00)	8(29.63)	10(37.04)	9(33.33)		
护士	11(18.33)	3(27.27)	3(27.27)	5(45.46)		
其他	22(36.67)	2(9.09)	3(13.64)	17(77.27)		
接触重症患者 <sup>#</sup> [例 (%)]					1.132	0.568
是	10(16.67)	2(20.00)	4(40.00)	4(40.00)		
否	50(83.33)	11(22.00)	12(24.00)	27(54.00)		
高风险操作* [例 (%)]					6.049	0.049
是	11(18.33)	4(36.36)	5(45.46)	2(18.18)		
否	49(36.67)	9(18.37)	11(22.45)	29(59.18)		

注: # 重症患者指有器官功能障碍的患者或生命体征不稳的患者; \* 高风险操作包括气管插管、吸痰、气管切开等操作。

### 3 讨论

新冠病毒奥密克戎变异株可通过多种方式污染病区环境, 并随着工作人员的操作和移动路线导致更多污染。本研究所涉及的定点医院的病房和脱卸区域分属不同楼层, 所有污染区工作人员均需乘坐电梯去独立的脱卸楼层脱卸防护用品。尽管采样点分属不同区域, 但走廊公共区域的地面和污染电梯的地面阳性率高达 60.00%, 一脱等候区地面和脱卸位点地面阳性率为 30.00%, 且工作人员的外层鞋套污染率为 35.00%, 表明新冠病毒奥密克戎变异株可污染病区地面, 并随着工作人员的行进造成地面污染。

此外, 脱卸电梯按钮、静配室台面、缓冲间门把锁、护士站台面 (表面、鼠标、按键) 等手高频接触的物体表面也有不同程度的污染, 工作人员外层手套

的采样结果显示污染率高达 21.67%, 表明医务人员的手可能是造成应急处置间地面和清洁物品传递缓冲间物体表面污染的重要原因。脱卸区是最易被新冠病毒污染的区域, 但本研究一脱区新冠病毒整体污染率为 18.33%, 低于 2019 年原始新冠病毒环境污染研究结果<sup>[9-10]</sup>, 可能与该院日常消毒频次较为频繁有关。汪邦芳等<sup>[11]</sup>使用“四脱区法”后, 地面新冠病毒污染率随着脱卸流程最终降为 0, 该院对二脱区持续 3 个月的环境采样几乎未发现阳性样本, 表明合理设置脱卸区域与按流程脱卸可避免新冠病毒的接触污染。

目前临床标本主要通过实时荧光定量 PCR 检测新冠病毒核酸, 根据 3 个靶向基因的  $Ct$  值可判断是否存在新冠病毒, 但无法区分病毒是否存活。Ke 等<sup>[12]</sup>对 60 例新冠病毒感染者每日持续监测的结果表明, 若新冠病毒核酸  $Ct$  值超过 28, 患者将不再脱落活病毒,  $Ct$  值超过 35 的标本不再能分离出

具有传染性的病毒。尽管有研究<sup>[13]</sup>发现新冠病毒奥密克戎变异株在塑料物体表面最长可存活 8 d, 但 75% 乙醇作用 15 s 后可灭活包括奥密克戎变异株在内的所有新冠病毒, 而碘伏、75% 乙醇、季铵盐消毒剂以及紫外线照射消毒对病毒 RNA 的清除效果较差, 作用前后 *Ct* 值基本无变化<sup>[14]</sup>。本研究中, 公共区域、脱卸区域的环境阳性标本与个人防护用品阳性标本的 *Ct* 值多集中在 35 以上, 且半数为单个基因阳性; 同时, 病区环境由工作人员每日持续消毒, 故阳性标本很可能为不具传染性的死新冠病毒核酸片段。

本研究中, 新冠病毒奥密克戎变异株对鞋套和外层手套污染率高于既往研究<sup>[15-17]</sup>, 一方面推测与手套材质、不同采样时间和接触患者时长有关, 另一方面可能与新冠病毒奥密克戎变异株具有较高环境存活稳定性有关<sup>[18]</sup>。5 名工作人员防护服新冠病毒核酸检测阳性, 推测污染主要来源于血液、体液喷溅的侵入性操作。统计分析发现医生岗位以及高风险操作是个人防护用品新冠病毒检测阳性的高危因素, 这与该院 ICU 医生需对患者开展吸痰、高流量吸氧及支气管镜等血液、体液喷溅高风险操作有关。由于新冠病毒核酸阳性鞋套和外层手套多为 *Ct* 值 36 以上的单阳样本, 且工作人员在污染区频繁进行手清洁, 推测鞋套和外层手套被不具备传染性的新冠病毒核酸片段污染。

本研究存在一定局限性。首先, 个人防护用品污染的标本量相对较少; 其次, 未能将公共环境的 *Ct* 值与患者新冠病毒排出量关联; 最后, 未对阳性标本做病毒分离培养, 无法确认环境中的阳性标本是否具有传染性, 尚有待后续进一步研究。

新冠病毒奥密克戎变异株会对病区公共环境、一脱区和个人防护用品造成不同程度的污染, 应加强日常工作中对公共区域环境物体表面的清洁消毒, 尤其应对高频接触物体表面和工作人员进出路线进行有效的环境消杀<sup>[19-20]</sup>。此外, 规范脱卸个人防护用品避免二次污染和严格执行手卫生有助于降低医务人员感染风险。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参考文献]

[1] Meo SA, Meo AS, Al-Jassir FF, et al. Omicron SARS-CoV-2 new variant: global prevalence and biological and clinical chara-

cteristics[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2021, 25(24): 8012-8018.

[2] Miguères M, Dimeglio C, Trémeaux P, et al. Influence of immune escape and nasopharyngeal virus load on the spread of SARS-CoV-2 Omicron variant[J]. *J Infect*, 2022, 84(4): e7-e9.

[3] Salvagno GL, Henry BM, Pighi L, et al. SARS-CoV-2 Omicron infection is associated with high nasopharyngeal viral load[J]. *J Infect*, 2022, 84(6): 834-872.

[4] Carraturo F, Del Giudice C, Morelli M, et al. Persistence of SARS-CoV-2 in the environment and COVID-19 transmission risk from environmental matrices and surfaces[J]. *Environ Pollut*, 2020, 265(Pt B): 115010.

[5] Wiktorczyk-Kapischke N, Grudlewska-Buda K, Wałęcka-Zacharska E, et al. SARS-CoV-2 in the environment-non-droplet spreading routes[J]. *Sci Total Environ*, 2021, 770: 145260.

[6] Ye GM, Lin HL, Chen S, et al. Environmental contamination of SARS-CoV-2 in healthcare premises[J]. *J Infect*, 2020, 81(2): e1-e5.

[7] 闫小娟, 陈雪琴, 李晓蕾, 等. 某医院隔离病区新型冠状病毒污染评估[J]. *中国消毒学杂志*, 2020, 37(12): 891-893.

Yan XJ, Chen XQ, Li XL, et al. Assessment the contamination status of SARS-CoV-2 a hospital in isolated wards[J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2020, 37(12): 891-893.

[8] Hirose R, Itoh Y, Ikegaya H, et al. Differences in environmental stability among SARS-CoV-2 variants of concern: both omicron BA.1 and BA.2 have higher stability[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2022, 28(11): 1486-1491.

[9] Wong JCC, Hapuarachchi HC, Arivalan S, et al. Environmental contamination of SARS-CoV-2 in a non-healthcare setting[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 18(1): 117.

[10] 吴洪敏, 刘明星, 刘璇, 等. 某新冠肺炎定点医院环境气溶胶 SARS-CoV-2 核酸检测结果[J]. *中华医院感染学杂志*, 2022, 32(9): 1426-1429.

Wu HM, Liu MX, Liu X, et al. Result of SARS-CoV-2 nucleic acid test for aerosol in a designated COVID-19 hospital[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2022, 32(9): 1426-1429.

[11] 汪邦芳, 史庆丰, 石磊, 等. “四区脱卸法”在新冠肺炎重症病区的应用及防护效果[J]. *中华医院感染学杂志*, 2021, 31(19): 2896-2899.

Wang BF, Shi QF, Shi L, et al. Application and protective effect of "four-zone remove method" in the severe disease area of the COVID-19 pneumonia[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2021, 31(19): 2896-2899.

[12] Ke RA, Martinez PP, Smith RL, et al. Daily longitudinal sampling of SARS-CoV-2 infection reveals substantial heterogeneity in infectiousness[J]. *Nat Microbiol*, 2022, 7(5): 640-652.

[13] 崔晓娟, 牟嘉斌, 滕峥, 等. 新型冠状病毒温度稳定性研究[J]. *上海预防医学*, 2021, 33(9): 818-823.

- Cui XX, Mou JB, Teng Z, et al. Study on the stability of SARS-CoV-2 at different temperatures[J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine, 2021, 33(9): 818 - 823.
- [14] 安超, 施嘉楠, 何瑞芬, 等. 应用不同消毒方法清除新型冠状病毒核酸污染的效果观察[J]. 西安交通大学学报(医学版), 2022, 43(2): 273 - 277.
- An C, Shi JN, He RF, et al. Comparison of disinfection effects of different methods for nucleic acid pollution in 2019-nCoV[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University(Medical Sciences), 2022, 43(2): 273 - 277.
- [15] 李露池, 孔繁晶, 谢元林, 等. 隔离病房新型冠状病毒污染情况及防控措施探讨[J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(8): 701 - 705.
- Li LC, Kong FJ, Xie YL, et al. Contamination of SARS-CoV-2 in isolation wards and discussion on prevention and control measures[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2020, 19(8): 701 - 705.
- [16] Kanamori H. An overview of research on air and environmental contamination with severe acute respiratory coronavirus virus 2 (SARS-CoV-2) in healthcare settings[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2022, 43(1): 130 - 133.
- [17] Larese Filon F, Pesce M, Paulo MS, et al. Incidence of occupational contact dermatitis in healthcare workers; a systematic review[J]. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2021, 35(6): 1285 - 1289.
- [18] Glinert I, Ben-Shmuel A, Szwarcwort-Cohen M, et al. Revisiting SARS-CoV-2 environmental contamination by patients with COVID-19: the Omicron variant does not differ from previous strains[J]. Int J Infect Dis, 2022, 118: 211 - 213.
- [19] Kanamori H. Rethinking environmental contamination and fomite transmission of SARS-CoV-2 in the healthcare[J]. J Infect, 2021, 82(1): e17 - e18.
- [20] 李六亿, 吴安华. 新型冠状病毒医院感染防控常见困惑探讨[J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(2): 105 - 108.
- Li LY, Wu AH. Confusion on prevention and control of healthcare-associated infection of novel coronavirus[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2020, 19(2): 105 - 108.

(本文编辑: 翟若南、左双燕)

**本文引用格式:**王美霞, 史庆丰, 李娜, 等. 某新冠定点救治医院新型冠状病毒奥密克戎变异株环境污染调查[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(1): 89 - 95. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20233140.

**Cite this article as:** WANG Mei-xia, SHI Qing-feng, LI Na, et al. Environmental contamination by SARS-CoV-2 Omicron variant in a designated COVID-19 treatment hospital[J]. Chin J Infect Control, 2023, 22(1): 89 - 95. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20233140.