

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20206069

· 论 著 ·

## 某综合医院重症监护病房耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌环境流行调查

史庆丰<sup>1</sup>, 黄英男<sup>2</sup>, 孙 伟<sup>1</sup>, 崔扬文<sup>1</sup>, 胡必杰<sup>1,2</sup>, 高晓东<sup>1</sup>

(复旦大学附属中山医院 1. 感染管理科; 2. 感染科, 上海 200032)

**[摘要]** **目的** 调查重症监护病房(ICU)环境中耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(CRKP)污染现状,以及 CRKP 主要耐药基因携带情况。**方法** 使用 mSuper CARBA 显色培养基对某院 5 个外科 ICU 中高频接触的物体表面、公共区域物体表面、水槽池壁和排水孔等采样标本进行菌株分离,采用 MALDI-TOF 质谱仪对目标菌进行鉴定,采用双纸片协同法对 CRKP 进行碳青霉烯酶表型鉴定,聚合酶链反应(PCR)方法检测 KPC 和 NDM 耐药基因。**结果** CRKP 在高频接触的物体表面(1/73)、公共区域物体表面(1/89)、护工的衣物(1/24)分离比例很低,但水槽排水孔(25/29)污染比例较高。碳青霉烯酶表型鉴定显示,5 株产 A 类酶,11 株产 B 类金属酶;PCR 结果显示,2 株携带 KPC 耐药基因,3 株携带 NDM 耐药基因。**结论** CRKP 在 ICU 高频接触的物体表面定植率较低,而水槽排水孔污染率较高。耐药表型酶鉴定和 PCR 结果提示,严格执行环境清洁与消毒措施后,ICU 内 CRKP 交叉传播的可能降低。

**[关键词]** 重症监护病房;耐碳青霉烯类;肺炎克雷伯菌;环境采样

**[中图分类号]** R181.3<sup>+</sup>2

## Survey on environmental prevalence of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* in intensive care unit of a general hospital

SHI Qing-feng<sup>1</sup>, HUANG Ying-nan<sup>2</sup>, SUN Wei<sup>1</sup>, CUI Yang-wen<sup>1</sup>, HU Bi-jie<sup>1,2</sup>, GAO Xiao-dong<sup>1</sup> (1. Department of Healthcare-associated Infection Management; 2. Department of Infectious Diseases, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China)

**[Abstract]** **Objective** To survey the environmental contamination of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* (CRKP) in intensive care unit (ICU) and carriage of drug resistance genes of CRKP. **Methods** Specimens collected from high-touch object surface, object surface in public area, wall and drain holes of sink in 5 surgical ICUs were performed microbial isolation by mSuper CARBA chromogenic medium, targeted strains were identified by MALDI-TOF mass spectrometry, carbapenemase phenotype of CRKP was identified by double-disk synergy method, KPC and NDM resistance genes were detected by polymerase chain reaction (PCR). **Results** The isolation proportion of CRKP from high-touch object surface (1/73), object surface in public area (1/89), attendants' clothing (1/24) were very low, but from drain hole of sink was higher (25/29). Identification of carbapenemase phenotype showed that 5 strains produced class A enzyme and 11 strains produced class B metalloenzyme; PCR results showed that 2 strains carried KPC resistance genes and 3 strains carried NDM resistance genes. **Conclusion** Colonization rate of CRKP on high-touch object surface in ICU is low, but contamination rate of drain hole of sink is high. The results of resistance phenotype enzyme identification and PCR revealed that cross transmission of CRKP in ICU may be low if environmental cleaning and disinfection measures are strictly implemented.

**[Key words]** intensive care unit; carbapenem; *Klebsiella pneumoniae*; environmental sampling

[收稿日期] 2019-12-13

[基金项目] 复旦大学附属中山医院院内课题(2019ZSQN60)

[作者简介] 史庆丰(1986-),男(汉族),河南省安阳市人,公共卫生医师,主要从事医院感染流行病学研究。

[通信作者] 高晓东 E-mail: gaoxid5@vip.sina.com

肺炎克雷伯菌是一种可以导致社区获得性感染和医院感染的常见致病菌,可无症状定植于正常人群呼吸道和肠道,并可广泛分布于水生环境中,尤其以医院重症监护病房(intensive care unit, ICU)分离和报道最为多见<sup>[1]</sup>。近年来,随着碳青霉烯类抗生素的广泛使用,我国住院患者送检标本中耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae*, CRKP)的分离率呈上升趋势<sup>[2]</sup>,其感染可造成 26%~44% 的归因死亡<sup>[3]</sup>。ICU 环境物体表面以及诊疗设备作为医务人员手最频繁接触的地方,也是多重耐药菌最容易定植和传播的关键场所。本次研究对某综合医院多个外科 ICU 进行环境采样,分析 ICU CRKP 污染现状并初步探讨其环境流行的特点。

## 1 材料与方法

1.1 材料与试剂 mSuper CARBA 显色培养基(江苏科马嘉微生物技术有限公司),灭菌棉签,无菌 PBS 缓冲液, MALDI-TOF 质谱仪, PCR Master Mix 试剂盒(美国 Thermo 公司), D2000 DNA marker(北京天根生化科技有限公司), PCR 仪(美国 Bio-rad 公司),电泳仪(美国 Bio-rad 公司)。

1.2 采样地点 选取某三级综合医院 5 个外科 ICU(急诊 ICU、心外 ICU、肝外 ICU、大外科 ICU、外科 ICU A)进行环境采样,所有 ICU 采样点均在近期检出过 CRKP 患者的病床周围。采样前未通知相关科室,采样时间为工作日 10:00 左右,所采病区均已完成当日常规环境清洁消毒。

1.3 采样方法 使用浸有 PBS 的无菌棉签,对以下地点进行采样:①选取床栏、呼吸机面板、听诊器、枕头等医务人员床旁高频接触的物体表面;②治疗桌表面、手持机表面,病房公用电脑键盘、药品存储柜的把手、治疗车把手;③选取洗手池壁、排水孔,治疗室洗手池壁、排水孔,污物间拖把清洗池壁、排水孔,污物排放池壁、排水孔;④护理 CRKP 定植/感染患者的护工工作服领口、袖口、口袋口等。按照《医院消毒卫生标准》<sup>[4]</sup>要求进行采样:规则或平整表面使用棉签采集面积 5 cm×5 cm 的区域,不规则或不平整的物体表面使用无菌棉签直接涂抹采样。将采样好的棉拭子放置于含有中和剂的试管中保存并转移。将已采样的棉拭子在 mSuper CARBA 显色培养基平皿上反复均匀涂抹 5 次将平皿置 37℃

恒温箱培养 48 h。

1.4 碳青霉烯酶鉴定 根据显色培养基说明书,挑取金属蓝色、深蓝色的细菌菌落使用 MALDI-TOF 质谱仪进行菌种鉴定。使用双纸片协同法联合 EDTA-Na<sub>2</sub> 对过夜培养的细菌进行碳青霉烯酶表型鉴定。

1.5 DNA 提取 使用接种环挑取碳青霉烯酶表型阳性的 4~5 个纯菌落转至 1.5 mL EP 管中,加入 1 mL 无菌双蒸水,震荡混匀后悬于 100℃ 加热仪中裂解 30 min。取出离心管,13 000 r/min 离心 10 min,取上清液分装于新 EP 管中,作为 PCR 试验细菌 DNA 模板。

1.6 产碳青霉烯酶基因的检测 KPC 和 NDM 引物序列见表 1<sup>[5]</sup>,由上海生工生物技术公司合成。选用含 KPC 耐药基因的肺炎克雷伯菌 ATCC 1705 作为 KPC 阳性对照,不含 KPC 耐药基因的肺炎克雷伯菌 ATCC 1706 作为阴性对照。临床分离且 NDM 耐药基因阳性的肺炎克雷伯菌株作为 NDM 阳性对照,临床分离且 NDM 鉴定阴性的肺炎克雷伯菌株作为阴性对照。PCR 反应体系上下游引物各 1 μL, DNA 模版 2 μL, 双蒸水 21 μL。扩增条件均为:94℃ 预变性 5 min, 94℃ 变性 45 s, 55℃ 退火 45 s, 72℃ 延伸 1 min, 共计 35 个循环,最后 72℃ 循环 10 min。将 PCR 产物进行琼脂糖凝胶电泳,电压为 100 V,电泳 30 min 后在凝胶成像系统上阅读结果。

表 1 碳青霉烯酶耐药基因引物序列和产物大小

Table 1 Primer sequences and product size of carbapenemase resistance genes

引物名称	引物序列(5'-3')	产物大小(bp)
KPC-F	ATGTCAGTATCGCCGTCT	893
KPC-R	TTTTTCAGAGCCTTACTGCC	
NDM-F	GGCGGAATGGCTCATCACGA	286
NDM-R	CGCAACACAGCCTGACTTTC	

注:F 为上游引物;R 为下游引物。

## 2 结果

### 2.1 采样结果

2.1.1 床旁高频接触物表采样结果 床旁共计采样 73 份,其中床栏 27 份,听诊器 9 份,呼吸机面板 28 份,枕头 9 份。心外 ICU 床栏处分离 1 株 CRKP,其余采样点均未分离到 CRKP 菌株。见表 2。

**表 2** 床旁高频接触物体表面 CRKP 检出情况(阳性标本数/采样标本数)

**Table 2** Isolation of CRKP from bedside high-touch object surface(No. of positive specimens/No. of specimens taken)

科室	床栏	听诊器	呼吸机面板	枕头
外科 ICU A <sup>#</sup>	0/10	0/4	0/10	0/2
心外 ICU*	1/5	-	0/8	-
肝外 ICU*	0/4	0/2	0/3	0/3
急诊 ICU*	0/5	0/3	0/4	0/4
大外科 ICU*	0/3	-	0/3	-
合计	1/27	0/9	0/28	0/9

注: # 该病房所有病床周围采样, \* 该病房近期 CRKP 定植/感染病床周围采样。

2.1.2 公共区域采样结果 公共区域共计采样 89 份,其中治疗桌 33 份,手持机 29 份,电脑键盘 11 份,储物柜把手 9 份,治疗车把手 7 份。外科

ICU A 某床手持机分离到 1 株 CRKP,其余采样点未分离到 CRKP。见表 3。

**表 3** 公共区域环境 CRKP 检出情况(阳性标本数/采样标本数)

**Table 3** Isolation of CRKP from environment of public area (No. of positive specimens/No. of specimens taken)

科室	治疗桌	手持机	电脑键盘	存储柜把手	治疗车把手
外科 ICU A	0/10	1/9	0/3	0/3	0/4
心外 ICU	0/7	0/6	0/3	0/2	0/2
肝外 ICU	0/5	0/5	0/2	0/1	-
急诊 ICU	0/7	0/6	0/2	0/2	-
大外科 ICU	0/4	0/3	0/1	0/1	0/1
合计	0/33	1/29	0/11	0/9	0/7

2.1.3 水池采样结果 ICU 水池共计采样 59 份,其中 30 份分离出 CRKP。主要分离于洗手池孔、治疗室水池孔、污物倾倒池壁和池孔。见表 4。

**表 4** ICU 水池 CRKP 检出情况(阳性标本数/采样标本数)

**Table 4** Isolation of CRKP from sink in ICUs (No. of positive specimens/No. of specimens taken)

科室	洗手池壁	洗手池孔	治疗室水池壁	治疗室水池孔	污物间清洗池壁	污物间清洗池孔	污物倾倒池壁	污物倾倒池孔
外科 ICU A	0/3	2/2	0/2	2/2	0/1	1/1	1/1	1/1
心外 ICU	0/3	3/3	0/2	2/2	1/1	0/1	1/1	1/1
肝外 ICU	0/2	2/2	0/1	1/1	0/1	0/1	1/1	1/1
急诊 ICU	0/2	2/2	0/2	1/2	0/1	1/1	-	-
大外科 ICU	0/3	3/3	0/1	1/1	0/1	0/1	1/1	1/1
合计	0/13	12/12	0/8	7/8	1/5	2/5	4/4	4/4

2.1.4 护工衣物采样结果 对 CRKP 定植/感染患者护理的 8 名护工进行采样,1 名肝外 ICU 护工袖口处分离到 CRKP,其余采样点未分离到 CRKP。见表 5。

**表 5** 护工衣物 CRKP 检出情况(阳性标本数/采样标本数)

**Table 5** Isolation of CRKP from attendants' clothing (No. of positive specimens/No. of specimens taken)

科室	领口	袖口	口袋口
外科 ICU A	0/3	0/3	0/3
心外 ICU	-	-	-
肝外 ICU	0/2	1/2	0/2
急诊 ICU	0/3	0/3	0/3
大外科 ICU	-	-	-
合计	0/8	1/8	0/8

2.2 碳青霉烯酶表型鉴定结果 碳青霉烯酶表型

鉴定结果显示,28 株 CRKP 中 5 株产 A 类酶,11 株产 B 类金属酶。见表 6。其中心外 ICU 床栏分离的 1 株 CRKP 以及水池孔分离的 2 株 CRKP 同时产 A 类酶和 B 类酶。

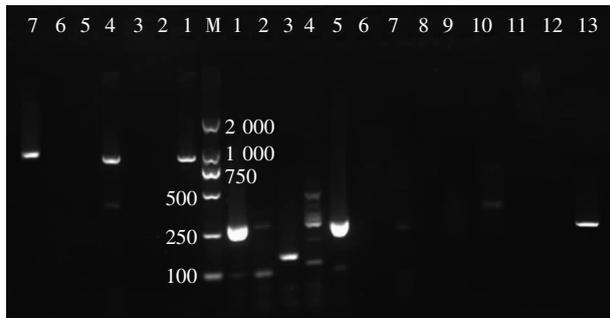
**表 6** 28 株 CRKP 碳青霉烯酶表型鉴定结果

**Table 6** Carbapenemase phenotype identification results of 28 strains of CRKP

菌株分离地点	株数	产碳青霉烯酶菌株总数	
		A 类酶	B 类酶
床栏	1	1	1
手持机	1	0	1
袖口	1	1	0
水池孔	25	3	9
合计	28	5	11

注:池壁分离菌株未检测。

2.3 碳青霉烯酶耐药基因鉴定结果 PCR 检测结果显示,2 株 CRKP 携带 KPC 型耐药基因,3 株 CRKP 携带 NDM 型耐药基因。其中心外 ICU 床栏分离的 CRKP 同时携带 KPC 和 NDM 耐药基因。见图 1。



注:M 为 DL 2000 DNA Marker; Marker 左侧为 KPC 耐药基因 PCR 结果,其中 1 泳道标本来自心外 ICU 床栏分离标本,2 泳道标本来自肝外 ICU 护工袖口,3~5 号来自水池孔标本,6 号为 KPC 阴性对照(肺炎克雷伯菌 ATCC 1706),7 号为 KPC 阳性对照(肺炎克雷伯菌 ATCC 1705)。Marker 右侧为 NDM 耐药基因 PCR 结果,其中 1 号泳道标本来自心外 ICU 床栏分离标本,5 号标本分离自外科 ICU A 手持机,12 号为 NDM 阴性对照,13 号为 NDM 阳性对照标本,剩余样本分离自 ICU 洗手池。

图 1 产碳青霉烯酶 CRKP 菌株的 PCR 扩增产物电泳结果  
Figure 1 Electrophoresis results of PCR amplification products of carbapenemase-producing CRKP strains

### 3 讨论

近年来,CRKP 呈现全球广泛流行的趋势,正常人可通过食物摄取使其在胃肠道无症状定植<sup>[6-8]</sup>。国外研究已证实,50%耐碳青霉烯类肠杆菌(carbapenem-resistant Enterobacteria, CRE)定植患者可在住院 30 d 内发展为 CRE 感染,其感染风险是非定植患者的 10.8 倍。然而同源分析显示,其中仅 1 例患者的肠道定植菌与感染菌同种同源,提示医务人员和 ICU 周边环境在 CRE 传播中起到关键作用<sup>[9]</sup>。国内外多项研究指出,CRKP 在 ICU 暴发或流行期间,加强医务人员手卫生、环境清洁和消毒以及进行隔离可有效降低相关感染的发生<sup>[10-11]</sup>,但研究多聚焦于医院感染预防措施和临床结局,对相关环境污染的调查较为少见。尽管国内相关规范和医院标准操作流程已对环境清洁和消毒的频次、消毒剂的浓度以及擦拭顺序进行了详尽的指导,但仍无法杜绝 CRKP 在 ICU 的流行,提示日常环境清洁和消毒可能存在盲点。

本研究使用 mSuper CARBA 显色培养基进行环境 CRKP 筛查,该培养基含有碳青霉烯类抗生素,可有效抑制对  $\beta$ -内酰胺酶敏感,产 ESBLs、Ampc 酶细菌的生长,CRKP 菌株在接种 24 h 后会显示金属蓝色或深蓝色。经 MALDI-TOF 质谱仪进行菌种鉴定后,可较为准确识别环境中的 CRKP。本次采样未能在 CRKP 患者床单元的高频接触物体表面,如床栏、呼吸机面板、听诊器、患者使用的枕头分离到 CRKP,同时公共区域内的高频接触物体表面,如治疗桌面、手持机、电脑键盘、存储柜把手以及治疗车把手上也未能分离到 CRKP,与廖睿纯等<sup>[12]</sup>的研究结论类似,可能与本次采样前各 ICU 病区已完成常规环境清洁和消毒,且工勤人员执行情况较好有关。

研究证实水龙头可被大量奥斯陆莫拉菌污染,并伴随喷溅的水污染周围直径约 70 cm 的区域<sup>[13]</sup>。水龙头水直接流向水槽排水管或水槽内表面的冲击力会导致细菌扩散,对水龙头上方 10 cm 处的空气采样发现铜绿假单胞菌,达 439 CFU/m<sup>3</sup>,或成为 ICU 潜在致病源<sup>[14]</sup>。水槽的深度可能是细菌传播的关键因素,水槽深度 >19 cm 时细菌喷溅污染概率将大大增高<sup>[15]</sup>。本次采样的 5 个洗手池与患者病床存在 2~5 m 的物理间距,但 CRKP 仍在洗手池孔、治疗室水池孔、污物倾倒池壁和池孔大量定植。ICU 洗手池除进行手卫生外,偶尔还存在倾倒患者体液,冲洗患者使用过的仪器或器具等不当行为,可能是多重耐药菌在水槽中广泛定植的主要原因。尽管近 5 年的医院监测结果显示,5 个外科 ICU 未曾发生 CRKP 感染暴发事件,但有文献报道显示,由水槽所引起的 CRE 感染暴发平均持续时间为 37 个月,病例之间平均间隔可长达 10.2 个月,引起暴发的水槽存在清洁和消毒困难等问题<sup>[16]</sup>,更换水槽或管道后暴发终止<sup>[17-19]</sup>,给医院感染的识别带来巨大的挑战。

产 KPC 酶和/或产 NDM 酶是我国 25 省市 CRKP 临床分离株的主要耐药机制,且 2 个耐药基因携带率分别高达 74%和 17%,部分菌株同时携带有 2 种耐药基因<sup>[20]</sup>。本研究结果显示,水池分离的 CRKP 和高频接触的环境表面分离的 CRKP 菌株特征差异较大。研究<sup>[21]</sup>显示,ICU 管道污水和外部检修孔采集的所有标本均含有产碳青霉烯酶的微生物,虽然环境中采集到的 CRE 与患者标本中采集的 CRE 在细菌种属类别和药物敏感性上均存在差异,但两者存在密切的质粒交换,考虑可能 CRE 主要在

排水管中发生接合和重组,继而通过环境清洁和医务人员手卫生等行为导致住院患者发生感染,所以仍值得警惕和进一步研究。

本研究存在以下的局限:①未能对 ICU 所有可能污染的区域进行长期的、系统的采样,对了解 CRKP 环境动态分布和传播存在一定盲点;②仅重点关注 CRKP 的环境污染现状,对医务人员的手、衣物以及个人用品未进行采样分析,对医务人员在 CRKP 传播中的媒介作用未能很好的分析;③受限于研究经费和时间的影响,本研究尚未完成环境与临床分离 CRKP 的同源性鉴定,因而未能明确护工袖口处分离的 CRKP 是否来源于所护理的患者,无法推测 CRKP 感染路径。

#### [参考文献]

[1] Yao H, Qin S, Chen S, et al. Emergence of carbapenem-resistant hypervirulent *Klebsiella pneumoniae*[J]. Lancet Infect Dis, 2018, 18(1): 25.

[2] Hu FP, Guo Y, Zhu DM, et al. Resistance trends among clinical isolates in China reported from CHINET surveillance of bacterial resistance, 2005 - 2014[J]. Clin Microbiol Infect, 2016, 22(Suppl 1): S9 - S14.

[3] Falagas ME, Tansarli GS, Karageorgopoulos DE, et al. Deaths attributable to carbapenem-resistant Enterobacteriaceae infections[J]. Emerg Infect Dis, 2014, 20(7): 1170 - 1175.

[4] 胡国庆, 段亚波. GB 15982—2012《医院消毒卫生标准》新变化[J]. 中国感染控制杂志, 2013, 12(1): 1 - 4.

[5] 谢小芳, 周惠琴, 郑毅, 等. MALDI-TOF MS 检测肠杆菌科细菌产碳青霉烯酶的效果评估[J]. 中华检验医学杂志, 2019, 42(2): 135 - 139.

[6] Wang Y, Zhang R, Li J, et al. Comprehensive resistome analysis reveals the prevalence of NDM and MCR-1 in Chinese poultry production[J]. Nat Microbiol, 2017, 2: 16260.

[7] Wang Y, Hu Y, Cao J, et al. Antibiotic resistance gene reservoir in live poultry markets[J]. J Infect, 2019, 78(6): 445 - 453.

[8] Morrison BJ, Rubin JE. Carbapenemase producing bacteria in the food supply escaping detection[J]. PLoS One, 2015, 10(5): e0126717.

[9] McConville TH, Sullivan SB, Gomez-Simmonds A, et al. Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae colonization (CRE) and subsequent risk of infection and 90-day mortality in critically ill patients, an observational study[J]. PLoS One, 2017, 12(10): e0186195.

[10] De Geyter D, Blommaert L, Verbraeken N, et al. The sink as a potential source of transmission of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in the intensive care unit[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2017, 6: 24.

[11] Leitner E, Zarfel G, Luxner J, et al. Contaminated hand-washing sinks as the source of a clonal outbreak of KPC-2-producing *Klebsiella oxytoca* on a hematology ward[J]. Antimicrob Agents Chemother, 2015, 59(1): 714 - 716.

[12] 廖睿纯, 邓琼, 何思云, 等. 消化 ICU 耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌感染暴发调查与控制[J]. 中国感染控制杂志, 2019, 18(2): 111 - 114.

[13] 廖丹, 胡必杰, 史庆丰, 等. ICU 水龙头及其周围污染情况的调查[J]. 中国感染控制杂志, 2019, 18(6): 566 - 570.

[14] Pitten FA, Panzig B, Schröder G, et al. Transmission of a multiresistant *Pseudomonas aeruginosa* strain at a German University Hospital[J]. J Hosp Infect, 2001, 47(2): 125 - 130.

[15] Gestrich SA, Jencson AL, Cadnum JL, et al. A multicenter investigation to characterize the risk for pathogen transmission from healthcare facility sinks[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2018, 39(12): 1467 - 1469.

[16] Carling PC. Wastewater drains: epidemiology and interventions in 23 carbapenem-resistant organism outbreaks [J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2018, 39(8): 972 - 979.

[17] Regev-Yochay G, Smollan G, Tal I, et al. Sink traps as the source of transmission of OXA-48-producing *Serratia marcescens* in an intensive care unit[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2018, 39(11): 1307 - 1315.

[18] Clarivet B, Grau D, Jumas-Bilak E, et al. Persisting transmission of carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae* due to an environmental reservoir in a university hospital, France, 2012 to 2014[J]. Euro Surveill, 2016, 21(17): 30213.

[19] Mathers AJ, Vegesana K, German Mesner I, et al. Intensive care unit wastewater interventions to prevent transmission of multispecies *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase-producing organisms[J]. Clin Infect Dis, 2018, 67(2): 171 - 178.

[20] Zhang R, Liu L, Zhou H, et al. Nationwide surveillance of clinical carbapenem-resistant enterobacteriaceae (CRE) strains in China[J]. EBioMedicine, 2017, 19: 98 - 106.

[21] Weingarten RA, Johnson RC, Conlan S, et al. Genomic analysis of hospital plumbing reveals diverse reservoir of bacterial plasmids conferring carbapenem resistance[J]. mBio, 2018, 9(1): e02011 - e02017.

(本文编辑:曾翠、左双燕)

**本文引用格式:**史庆丰, 黄英男, 孙伟, 等. 某综合医院重症监护病房耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌环境流行调查[J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(12): 1093 - 1097. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20200609.

**Cite this article as:** SHI Qing-feng, HUANG Ying-nan, SUN Wei, et al. Survey on environmental prevalence of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* in intensive care unit of a general hospital[J]. Chin J Infect Control, 2020, 19(12): 1093 - 1097. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20200609.