

DOI: 10.3969/j.issn.1671-9638.2016.12.006

· 论 著 ·

## 医院环境物体表面及医务人员手分离病原菌对抗菌药物和消毒剂的耐药性

王会平, 张洪江, 董 歧, 刘 洁, 段 杉, 葛军旗, 王仲华, 张 政

(北京市朝阳区疾病预防控制中心, 北京 100021)

**【摘要】目的** 了解医院环境物体表面及医务人员手分离的病原菌种类, 及其对医院常用抗菌药物和消毒剂的耐药性。**方法** 对北京市某城区 16 所医院重症监护病房、普通病房环境物体表面和医务人员手分离的病原菌进行细菌鉴定及药敏试验、消毒剂抗性试验, 并检测病原菌对抗菌药物和消毒剂耐药的基因携带情况。**结果** 16 所医院环境物体表面和医务人员手共采集标本 979 份, 检出病原菌 75 株 (7.66%), 以革兰阴性 ( $G^-$ ) 杆菌为主 (占 78.67%), 其中铜绿假单胞菌 (24 株)、阴沟肠杆菌 (14 株) 和肺炎克雷伯菌 (4 株) 居前 3 位。有 1 株铜绿假单胞菌对氨曲南、庆大霉素、妥布霉素、环丙沙星和左氧氟沙星耐药; 1 株阴沟肠杆菌对哌拉西林耐药, 7 株对呋喃妥因耐药; 4 株肺炎克雷伯菌对哌拉西林全耐药, 2 株对头孢类抗菌药物耐药, 1 株对美罗培南耐药。铜绿假单胞菌有 7 个耐药基因阳性, 以 *mir* 阳性率最高 (100.00%); 阴沟肠杆菌有 4 个耐药基因阳性, *tem 1* 和 *shv* 阳性率均为 100.00%; 肺炎克雷伯菌有 5 个耐药基因阳性, *shv* 和 *mir* 阳性率均为 100.00%。铜绿假单胞菌和阴沟肠杆菌对葡萄糖酸氯己定 (耐药率分别为 4.17%、57.14%) 和三氯异氰尿酸 (均为 50.00%) 均产生耐药, 两种菌消毒剂耐药基因 (*qacE $\Delta$ 1-sul 1*) 阳性率分别为 79.17%、57.14%; 肺炎克雷伯菌对两种消毒剂均无耐药性, 均未检出耐药基因。**结论** 医院环境物体表面和医务人员手均存在多种引起医院感染的常见病原菌, 以  $G^-$  杆菌为主, 且病原菌均出现不同程度的对抗菌药物和消毒剂耐药。

**【关键词】** 物体表面; 医务人员; 手; 病原菌; 抗菌药物; 消毒剂; 耐药

**【中图分类号】** R181.3<sup>+</sup>2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-9638(2016)12-0921-05

## Antimicrobial and disinfectant resistance of pathogens isolated from hospital environmental inanimate surfaces and hands of health care workers

WANG Hui-ping, ZHANG Hong-jiang, DONG Qi, LIU Jie, DUAN Shan, GE Jun-qi, WANG zhong-hua, ZHANG Zheng (Beijing Chaoyang District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100021, China)

**【Abstract】Objective** To investigate the types, antimicrobial resistance, and disinfectant resistance of pathogens isolated from hospital environmental inanimate surfaces and hands of health care workers (HCWs). **Methods** Pathogens isolated from hospital environmental inanimate surfaces and hands of HCWs in intensive care units and general wards in 16 hospitals in Beijing were performed bacterial identification, antimicrobial susceptibility testing, and disinfectant resistance testing. The carriage of antimicrobial resistance genes and disinfectant genes in pathogens were also detected. **Results** A total of 979 specimens were collected from inanimate surfaces and hands of HCWs in 16 hospitals, 75 (7.66%) pathogenic strains were isolated, 78.67% of which were gram-negative bacilli. The top 3 pathogens were *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*,  $n = 24$ ), *Enterobacter cloacae* (*E. cloacae*,  $n = 14$ ), and *Klebsiella pneumoniae* (*K. pneumoniae*,  $n = 4$ ). One *P. aeruginosa* strain was resistant to aztreonam, gentamycin, tobramycin, ciprofloxacin, and levofloxacin; One *E. cloacae* strain was resistant to piperacillin, 7 strains were resistant to nitrofurantoin; 4 *K. pneumoniae* strains were all resistant to piperacillin, 2 were resistant to cephalosporins, and 1 was resistant meropenem. *P. aeruginosa* had 7 drug-resistant genes, positive rate of *mir* was 100.00%; *E. cloacae* had 4 drug-resistant genes, positive rates of

**【收稿日期】** 2016-02-16

**【基金项目】** 首都卫生发展科研专项 (2011-7023-03)

**【作者简介】** 王会平 (1979-), 女 (汉族), 河北省石家庄市人, 主管检验师, 主要从事医院感染管理研究。

**【通信作者】** 张政 E-mail: anggie\_zhzh@126.com

*tem 1* and *shv* were both 100.00%; *K. pneumoniae* had 5 drug-resistant genes, positive rates of *shv* and *mir* were both 100.00%. The resistant rates of *P. aeruginosa* and *E. cloacae* to chlorhexidine gluconate were 4.17% and 57.14% respectively, to trichloroisocyanuric acid were both 50.00%, positive rates of drug-resistant genes (*qacEΔ1-sul 1*) were 79.17% and 57.14% respectively; *K. pneumoniae* had no resistance to two kinds of disinfectant, drug-resistance gene was not found. **Conclusion** Multiple common pathogens which can cause healthcare-associated infection exist in hospital environmental inanimate surfaces and hands of HCWs, which are dominated by gram-negative bacilli, pathogens had resistance to antimicrobial agents and disinfectant in different degrees.

[**Key words**] inanimate surface; health care worker; hand; pathogen; antimicrobial agent; disinfectant; drug resistance

[Chin J Infect Control, 2016, 15(12): 921-925]

近年来,临床标本分离的病原菌对抗菌药物和消毒剂的耐药性已经引起人们的广泛关注<sup>[1-4]</sup>,但对医院环境表面分离的病原菌耐药状况研究较少<sup>[5]</sup>。研究<sup>[6-7]</sup>表明,医院环境物体表面携带较多病原菌,甚至在消毒后仍存在许多病原菌,病原菌很容易附着于医务人员手上,进而传播给患者,若为耐药菌株,患者感染后会给临床治疗带来较大的困难,同时也给患者带来巨大的经济损失<sup>[8-10]</sup>。为了解医院环境物体表面和医务人员手病原菌的分布情况,及其对医院常用抗菌药物和消毒剂的耐药性,我们进行了相关研究。

## 1 材料与方法

1.1 菌株来源 标本主要来源于北京市某城区 16 所医院(二级医院 6 所、三级医院 10 所)重症监护病房(intensive care unit, ICU)、普通病房环境物体表面、医务人员手分离的病原菌。标准菌株为铜绿假单胞菌 ATCC 15442、大肠埃希菌 ATCC 13706 和肺炎克雷伯菌 ATCC 27336(美国 Microbiologics 公司),标准菌株主要用于抗菌药物药敏试验、消毒剂抗性实验及基因检测的质量控制。

1.2 标本采集 依据 GB15982-2012《医院消毒卫生标准》规定的方法,对医院 ICU、普通病房进行环境物体表面和医务人员手标本的采集。环境物体表面和医务人员手进行日常清洁后,用浸有无菌生理盐水采样液的棉拭子涂抹采样,然后将采样棉拭子头置于 10 mL 无菌生理盐水管内。

1.3 病原菌分离、鉴定和药敏试验 采集的标本按常规培养方法进行细菌分离培养后,采用全自动细菌鉴定及药敏分析系统(VITEK 2 Compact, 法国生物梅埃公司)进行病原菌种类鉴定及药敏试验。药敏试验采用 AST-GN09 药敏卡测定革兰阴性(G<sup>-</sup>)菌对 21 种常用抗菌药物的耐药性。

1.4 消毒剂抗性试验 试验选择的消毒剂为医院常用于皮肤消毒的胍类消毒剂葡萄糖酸氯己定(4.6 g/L)和常用于环境物体表面消毒的含氯消毒剂三氯异氰尿酸(1.5 g/片)。经中和剂鉴定试验确定葡萄糖酸氯己定的中和剂为含 1%组氨酸的 DE 中和肉汤,三氯异氰尿酸的中和剂为含 0.5%硫代硫酸钠的磷酸盐溶液。用液体培养基稀释法<sup>[11]</sup>测定消毒剂对病原菌的最低抑菌浓度(minimum inhibitory concentration, MIC)和最小杀菌浓度(minimum bactericidal concentration, MBC)。具体操作方法:使用接种环从新鲜的固体营养琼脂培养基(培养 18~24 h)上挑取 4~5 个克隆转移至 5 mL MH 肉汤内培养 4~6 h,浓度达 0.5 麦氏单位,取 0.01 mL 菌液加入 0.1 mL 对倍稀释的消毒剂和 0.1 mL 双倍浓度的 MH 肉汤,同时设阴性和阳性对照。经过 37℃ 培养 48 h 后观察结果。无菌生长的消毒剂最低浓度为 MIC,从 MIC 开始向上 2 个浓度,各吸取 0.1 mL 混合液接种至 0.9 mL 相应中和剂中作用 10 min,然后再吸取 0.5 mL 混合液接种至营养琼脂培养基,经过 37℃ 培养 48 h 后无菌落生长的浓度为 MBC,该试验重复 3 次。以标准菌株的 MIC 作为判断标准, MIC 大于标准菌株的试验菌即存在消毒剂抗性。

1.5 耐药基因检测 采用聚合酶链反应(PCR)扩增方法对病原菌耐药基因进行检测,PCR 扩增产物经测序后进行比对证实为目的基因,PCR 扩增产物的基因测序由北京吉美生物技术有限公司完成。病原菌 DNA 提取的操作步骤参照 QIAamp DNA Mini Kit 说明书(QIAGEN 公司)进行, DNA 模板液置于 -20℃ 冰箱备用。PCR 扩增靶基因的名称、引物序列及产物长度见表 1。PCR 扩增热循环参数为:96℃ 预变性 5 min, 96℃ 变性 30 s, 56℃ 退火 30 s, 72℃ 延伸 40 s, 30 个循环, 72℃ 延伸 8 min。PCR 扩增产物通过 2% 琼脂糖凝胶电泳,经溴乙锭染色,通过紫外成像仪观察结果。

表 1 PCR 引物序列及产物长度

Table 1 PCR primer sequences and product lengths

基因所属类别	基因名称	引物序列(5'→3')	产物长度(bp)
磺胺类	<i>sul1</i>	P1: GTGACGGTGTTCGGCATTCT	779
		P2: TCCGAGAAGGTGATTGCGCT	
	<i>sul2</i>	P1: TTCGGCATCGTCAACATAACCT	727
		P2: CGTGTGTGCGGATGAAGTCAG	
β-内酰胺类	<i>tem-1</i>	P1: AGGAAGAGTATGATTCAACA	535
		P2: CTCGTGGTTTGGTATGGC	
	<i>shv</i>	P1: GGTTATGCGTTATATTCGCC	786
		P2: TCCCGCAGATAAATCACCA	
	<i>dha</i>	P1: AACTTTCACAGGTGTGCTGGGT	405
		P2: CCGTACGCATACTGGCTTAGC	
	<i>vim</i>	P1: ATTCCGGTCCG(A/G)GAGGTCCG	633
P2: GAGCAAGTCTAGACCGCCC			
<i>mir</i>	P1: TCGGTAAAGCCGATGTTGCGG	302	
	P2: CTCCACTGCGGCTGCCAGTT		
氨基苷类	<i>aph(3')-I</i>	P1: ATGTGCCATATTCAACGGGAAACG	816
		P2: TCAGAAAAACTCATCGAGCATCAA	
季铵盐类	<i>qacEΔ1-sul 1</i>	P1: TAGCGAGGGCTTTACTAAGC	300
		P2: ATTCAGAATGCCGAACACCG	

1.6 统计学分析 应用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析,计数资料以百分率描述,组间比较以卡方检验,  $P \leq 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病原菌检出情况 采集 16 所医院环境物体表面(床单位、诊疗器械等)和医务人员手标本 979 份,检出病原菌 75 株,检出率为 7.66%。检出的病原菌以 G<sup>-</sup> 杆菌为主(占 78.67%),其中铜绿假单胞菌

(24 株)、阴沟肠杆菌(14 株)和肺炎克雷伯菌(4 株)居前 3 位,革兰阳性球菌以凝固酶阴性葡萄球菌(6 株)、肠球菌(4 株)为主。二级医院和三级医院病原菌检出率比较,差异无统计学意义( $\chi^2 = 2.99, P > 0.05$ )。ICU 环境物体表面和医务人员手病原菌检出率低于普通病房( $\chi^2 = 13.38, P < 0.01$ )。见表 2。环境物体表面共采集标本 868 份,其中床单位、诊疗器械表面和其他物体表面病原菌检出率分别为 8.13%、2.91%、9.54%;医务人员手共采集标本 111 份,护士和其他医务人员手病原菌检出率分别为 3.85%、21.21%。见表 3。

表 2 不同级别医院及病房病原菌检出率比较

Table 2 Comparison in detection rates of pathogens from different levels of hospital and wards

类别	物体表面			医务人员手			合计			
	标本数	病原菌株数	检出率(%)	标本数	病原菌株数	检出率(%)	标本数	病原菌株数	检出率(%)	
医院级别	二级医院	260	22	8.46	55	8	14.55	315	30	9.52
	三级医院	608	43	7.07	56	2	3.57	664	45	6.78
环境类别	ICU	446	22	4.93	53	1	1.89	499	23	4.61
	普通病房	422	43	10.19	58	9	15.52	480	52	10.83

表 3 医院不同标本病原菌检出率比较

Table 3 Comparison in detection rates of pathogens from different hospital specimens

标本	标本数	病原菌株数	检出率(%)
床单位	455	37	8.13
诊疗器械	172	5	2.91
其他物体表面	241	23	9.54
护士手	78	3	3.85
其他医务人员手	33	7	21.21
合计	979	75	7.66

2.2 耐药性分析

2.2.1 药敏结果 24 株铜绿假单胞菌中有 1 株对氨基曲南、庆大霉素、妥布霉素、环丙沙星和左氧氟沙星耐药,该菌株来源于 ICU 的枕芯表面;14 株阴沟肠杆菌中,有 1 株对哌拉西林耐药,7 株对呋喃妥因耐药;4 株肺炎克雷伯菌对哌拉西林全耐药,有 2 株对头孢类抗菌药物耐药,1 株对美罗培南耐药,该菌株来源于 ICU 的听诊器。

2.2.2 耐药基因检测 分别检测 3 种 G<sup>-</sup> 杆菌中磺胺类、β-内酰胺类和氨基苷类耐药基因的携带情况,其中铜绿假单胞菌有 7 个耐药基因阳性,以 *mir* 阳性率最高(100.00%),其次 *tem-1*、*sul1* 和 *sul2* 阳性率均>50%;阴沟肠杆菌有 4 个耐药基因阳性,其中 *tem 1* 和 *shv* 阳性率均为 100.00%,*mir* 和 *dha* 阳性率分别为 92.86%和 42.86%;肺炎克雷伯菌有 5 个耐药基因阳性,其中 *shv* 和 *mir* 阳性率均为 100.00%,*sul1*、*sul2* 和 *dha* 阳性率均为50.00%。见表 4。

2.3 消毒剂耐药性分析

2.3.1 MIC 和 MBC 测定结果 对葡萄糖酸氯己定的耐药性结果显示,24 株铜绿假单胞菌的 MIC 为 8~32 mg/L,MBC 为 16~64 mg/L,其中 1 株产生耐药性(4.17%);14 株阴沟肠杆菌的 MIC 为 8~32 mg/L,MBC 为 32~64 mg/L,其中 8 株产生耐药性(57.14%)。对三氯异氰尿酸的耐药性结果显示,24 株铜绿假单胞菌的 MIC 为 64~256 mg/L,MBC 为 128~512 mg/L,12 株产生耐药性(50.00%),其中 11 株菌株来源于环境物体表面;14 株阴沟肠杆菌的 MIC 为 64~128 mg/L,MBC 为 256~512 mg/L,其中 7 株产生耐药性(50.00%),

均来源于环境物体表面。铜绿假单胞菌对三氯异氰尿酸的耐药性高于葡萄糖酸氯己定(P<0.01),肺炎克雷伯菌对两种消毒剂均无耐药性。见表 5。

2.3.2 耐药基因检测 检测 3 种 G<sup>-</sup> 杆菌消毒剂耐药基因(*qacEΔ1-sul 1*),结果显示 24 株铜绿假单胞菌中,19 株(79.17%)检出耐药基因;14 株阴沟肠杆菌中,8 株(57.14%)检出耐药基因;4 株肺炎克雷伯菌均未检出耐药基因。

表 4 16 所医院分离的主要 G<sup>-</sup> 杆菌抗菌药物耐药基因携带情况[阳性菌株数(%)]

Table 4 Carriage of antimicrobial resistance genes in main gram-negative bacilli from 16 hospitals (No. of positive isolates[%])

抗菌药物	基因名称	铜绿假单胞菌 (n=24)	阴沟肠杆菌 (n=14)	肺炎克雷伯菌 (n=4)
磺胺类	<i>sul1</i>	16(66.67)	0(0.00)	2(50.00)
	<i>sul2</i>	13(54.17)	0(0.00)	2(50.00)
β-内酰胺类	<i>tem-1</i>	20(83.33)	14(100.00)	0(0.00)
	<i>shv</i>	5(20.83)	14(100.00)	4(100.00)
	<i>dha</i>	0(0.00)	6(42.86)	2(50.00)
	<i>vim</i>	7(29.17)	0(0.00)	0(0.00)
	<i>mir</i>	24(100.00)	13(92.86)	4(100.00)
氨基苷类	<i>aph(3')-I</i>	1(4.17)	0(0.00)	0(0.00)

表 5 不同 G<sup>-</sup> 菌对两种消毒剂的 MIC 和 MBC

Table 5 MIC and MBC of two kinds of disinfectants to different gram-negative bacteria

病原菌	葡萄糖酸氯己定			三氯异氰尿酸(mg/L)		
	MIC(mg/L)	MBC(mg/L)	耐药株数(%)	MIC(mg/L)	MBC(mg/L)	耐药株数(%)
铜绿假单胞菌 ATCC 15442	16	32	-	64	128	-
大肠埃希菌 ATCC 13706	8	32	-	64	256	-
肺炎克雷伯菌 ATCC 27336	8	16	-	32	64	-
铜绿假单胞菌(n=24)	8~32	16~64	1(4.17)	64~256	128~512	12(50.00)
阴沟肠杆菌(n=14)	8~32	32~64	8(57.14)	64~128	256~512	7(50.00)
肺炎克雷伯菌(n=4)	8	16	0(0.00)	16~32	32~64	0(0.00)

3 讨论

本组诊疗器械表面病原菌检出率为 2.91%,低于床单位和其他物体表面,提示病房环境中床单位和其他公共用品的消毒工作需引起医务工作者的重视。护士手标本病原菌检出率为3.85%,低于其他人员,说明医院应该加强护士以外的其他医务人员如护工、保洁人员等的手卫生。ICU 病原菌检出率(4.61%)低于普通病房(10.83%),可能与 ICU 患者病情危重、机体抵抗力低,且经常进行各种侵入性诊疗,其医务人员医院感染相关理论知识掌握较好及管理能力较强,更重视对 ICU 环境的消毒工作有

关。此外,对 ICU 出入人员进行严格控制,也可有效预防和控制医院感染。

研究<sup>[12-14]</sup>结果表明,铜绿假单胞菌、阴沟肠杆菌和肺炎克雷伯菌已成为 ICU 呼吸道和泌尿系统医院感染的常见致病菌。本研究分离的 75 株病原菌主要以 G<sup>-</sup> 杆菌为主(占 78.67%),其中铜绿假单胞菌、阴沟肠杆菌和肺炎克雷伯菌居前 3 位。药敏试验结果显示,24 株铜绿假单胞菌 PCR 扩增实验检测 *mir* 阳性率 100.00%,*tem-1* 阳性率为 83.33%,其他 3 种基因阳性率相对较低,提示 *mir* 和 *tem-1* 基因在铜绿假单胞菌对 β-内酰胺类抗生素(如青霉素类、头孢菌素类)产生耐药的过程中发挥着重要作用<sup>[15]</sup>。另外,1 株铜绿假单胞菌对氨基苷类和喹诺

酮类抗菌药物耐药,同时发现该菌株 *sul1*、*sul2* 和 *aph(3')*-I 基因均阳性,说明该菌通过携带 *aph(3')*-I 型氨基苷类修饰酶基因对氨基苷类药物产生耐药<sup>[16]</sup>。肺炎克雷伯菌的药敏结果与大多数铜绿假单胞菌相似,其中 4 株肺炎克雷伯菌对哌拉西林均耐药,部分菌株对硝基咪唑妥因和复方磺胺甲噁唑均耐药,*shv* 和 *mir* 阳性率均为 100.00%,表明肺炎克雷伯菌主要是通过获得编码  $\beta$ -内酰胺酶的 *shv* 和 *mir* 基因对  $\beta$ -内酰胺类抗生素产生耐药<sup>[17]</sup>。其中 1 株肺炎克雷伯菌除对以上抗菌药物均耐药外,对美罗培南也耐药,该菌株来源于 ICU 的听诊器。诊疗器械直接接触患者,一旦有多重耐药菌定植,传染给患者的概率较大,将给临床治疗和医院感染控制带来很大困难。

葡萄糖酸氯己定和三氯异氰尿酸为医院常用于皮肤黏膜和物体表面消毒的常用消毒剂,MIC 和 MBC 结果表明,铜绿假单胞菌和阴沟肠杆菌对葡萄糖酸氯己定和三氯异氰尿酸均产生耐药,且阴沟肠杆菌对葡萄糖酸氯己定的耐药性高于铜绿假单胞菌;而肺炎克雷伯菌对两种消毒剂均敏感。临床工作人员可依据病原菌选择合适的消毒剂进行消毒。3 种病原菌消毒剂耐药基因 *qacE $\Delta$ 1-sul 1* 检测结果发现,铜绿假单胞菌耐药基因阳性率为 79.17%,阴沟肠杆菌耐药基因阳性率为 57.14%,病原菌可以通过携带 *qacE $\Delta$ 1-sul 1* 基因对消毒剂产生耐药<sup>[18]</sup>。

医院的消毒工作在医院感染控制中占重要地位,而医院环境致病菌的控制主要通过使用消毒剂达到消毒或灭菌效果。随着多种消毒剂的广泛使用,消毒剂耐药菌株也随之产生,给医院日常消毒工作带来较大困难。当病原菌同时出现消毒剂抗性和抗菌药物耐药性时,医院感染控制工作形势将更为严峻。因此,医院要重视消毒剂在医院环境物体表面和医务人员手消毒过程中的规范使用,建立专门的消毒管理部门,加强科学使用消毒产品的管理和培训。使用消毒剂时,参考消毒产品说明书使用剂量和使用范围,同时根据医院的实际情况,对医院环境的清洁消毒等级进行分类,制定标准化操作流程。通过及时了解细菌对消毒剂敏感性的变化,有针对性地调整消毒产品的有效使用浓度,必要时可以更换消毒产品种类。只有科学、合理、有效地使用消毒产品才能确保消毒效果,从而切断传播途径,有效预防和控制医院感染。

#### [参 考 文 献]

[1] 刘晓杰,郭建华,王艳秋,等.肺炎克雷伯菌抗药基因检测与消

毒剂抗性相关性分析[J].中华医院感染学杂志,2013,23(7):1494-1495.

- [2] 栾耀芳,王冠,王婧男,等.多耐药铜绿假单胞菌抗药基因检测及对常用消毒剂的抗性分析[J].检验医学与临床,2014,11(16):2207-2209.
- [3] 王绍志,柴连海,张勇,等.ICU 患者感染铜绿假单胞菌对抗菌药物耐药性机制分析及检测方法评价[J].中国急救医学,2015,35(6):510-513.
- [4] 谢强,曹明杰,王金丽,等.阴沟肠杆菌的临床分布与耐药性分析[J].中华医院感染学杂志,2015,25(22):5075-5076.
- [5] 仇广翠,孙明忠,邵良荣,等.肺炎克雷伯菌在医院环境中的分布及耐药性分析[J].检验医学,2015,30(2):160-162.
- [6] Ohl M, Schweizer M, Graham M, et al. Hospital privacy curtains are frequently and rapidly contaminated with potentially pathogenic bacteria [J]. Am J Infect Control, 2012, 40(10):904-906.
- [7] Sigler V, Hensley S. Persistence of mixed staphylococci assemblages following disinfection of hospital room surfaces [J]. J Hosp Infect, 2013, 83(3):253-256.
- [8] Otter JA, Yezli S, French GL. The role played by contaminated surfaces in the transmission of nosocomial pathogens [J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2011, 32(7):687-699.
- [9] 元艺,于焱,许亚茹,等. NICU 患者医院感染的病原学类型与病房环境的关系 [J]. 中华医院感染学杂志, 2012, 22(17):55-57.
- [10] 邓红亮,元小冬,邓秀芬,等.神经内科病房环境的微生物特征与患者感染的关系 [J]. 中华医院感染学杂志, 2012, 22(17):3733-3755.
- [11] Clinical and Laboratory Standards Institute. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically, M07-A10 [M]. Wayne, CLSI, 2015.
- [12] 秦辉,黄捷晖,蒯守刚,等.入住 RICU 患者下呼吸道常见致病菌种类及耐药性监测 [J]. 临床肺科杂志, 2012, 17(5):942-943.
- [13] 李明果,林芝,李成山,等.泌尿外科患者医院感染病原菌调查分析 [J]. 中华医院感染学杂志, 2013, 23(13):3269-3273.
- [14] 郭清风,赛海芳,刘姣. ICU 病房常见致病菌分布及耐药性分析 [J]. 医学检验与临床, 2013, 24(3):22-24.
- [15] 刘双全,宁建国,王秋平,等.  $\beta$ -内酰胺酶基因与铜绿假单胞菌耐碳青霉烯类药物的关系研究 [J]. 实用预防医学, 2015, 22(1):100-103.
- [16] 张虎,闫中强,曹晋桂,等.医院感染肺炎克雷伯菌耐药趋势及  $\beta$ -内酰胺酶基因型分析 [J]. 中华医院感染学杂志, 2014, 24(21):5207-5209.
- [17] 叶春枚,刘文恩.肺炎克雷伯菌氨基糖苷类修饰酶耐药基因研究 [J]. 实用预防医学, 2015, 22(7):863-865.
- [18] 徐丹,张振国,吕鹏,等.医院感染多重耐药革兰阴性杆菌耐消毒剂基因的检测分析 [J]. 中国微生态学杂志, 2014, 26(11):1298-1301.

(本文编辑:孟秀娟)