

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.07.016  
文章编号: 1005-8982 (2022) 07-0089-06

临床研究·论著

## 重症监护病房中耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌 感染相关危险因素的研究

闫力煜<sup>1</sup>, 黎毅敏<sup>2</sup>

(1. 中山市人民医院, 广东 中山 528403; 2. 广州医科大学附属第一医院,  
广东 广州 510180)

**摘要: 目的** 探讨重症监护病房(ICU)中耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌(CRE)感染的危险因素, 为临床防治提供参考。**方法** 选取2016年1月—2019年6月中山市人民医院ICU收治的196例医院感染患者的临床资料, 根据病原菌检测结果将CRE阳性患者归为CRE组(35例), 阴性者为对照组(161例)。分析CRE病原菌分布、耐药特点, 采用多因素Logistic回归分析影响ICU患者CRE感染的危险因素。**结果** 共检出CRE阳性35例, 感染率为17.86%(35/196); 共检出68株CRE菌株, 以肺炎克雷伯菌检出率最高(52.94%)。CRE菌株对 $\beta$ -内酰胺类、碳青霉烯类等抗菌药物均有不同程度耐药, 对多肽类、四环素类抗菌药物较为敏感。CRE组的年龄 $\geq$ 50岁、APACHE II评分 $\geq$ 20分、ICU住院时间 $\geq$ 10 d、机械通气时间 $\geq$ 3 d、留置尿管、血液透析、使用碳青霉烯类抗菌药物、使用头孢类抗菌药物、联合用药占比均高于对照组( $P < 0.05$ )。多因素Logistic回归分析结果显示, APACHE II评分 $\geq$ 20分 [ $\hat{OR}=2.065(95\% \text{ CI}: 1.325, 12.592)$ ]、使用碳青霉烯类抗菌药物 [ $\hat{OR}=2.812(95\% \text{ CI}: 1.432, 19.624)$ ]、联合用药 [ $\hat{OR}=3.785(95\% \text{ CI}: 1.523, 23.274)$ ]、机械通气时间 $\geq$ 3 d [ $\hat{OR}=2.134(95\% \text{ CI}: 1.115, 9.642)$ ]和ICU住院时间 $\geq$ 10 d [ $\hat{OR}=1.996(95\% \text{ CI}: 1.205, 7.064)$ ]是ICU患者CRE感染的危险因素( $P < 0.05$ )。**结论** ICU内CRE感染率高, 病情重、碳青霉烯类抗菌药物暴露史、联合使用多种抗菌药物、机械通气时间和ICU住院时间延长是CRE感染的危险因素。

**关键词:** 肠杆菌科细菌; 碳青霉烯类耐药; 感染; 重症监护病房; 危险因素

**中图分类号:** R516

**文献标识码:** A

## Study on risk factors of carbapenem resistant Enterobacteriaceae infection in ICU

Li-yu Yan<sup>1</sup>, Yi-min Li<sup>2</sup>

(1. Zhongshan City People's Hospital, Zhongshan, Guangdong 528403, China; 2. The First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou, Guangdong 510180, China)

**Abstract: Objective** To explore the risk factors of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae (CRE) infection in ICU of hospital, and to provide reference for clinical prevention and treatment. **Methods** From January 2016 to June 2019, 196 patients with nosocomial infection admitted to ICU of Zhongshan People's Hospital were retrospectively selected and divided into CRE group (35 cases with CRE positive) and control group (161 cases with CRE negative) according to CRE test results. The distribution, drug resistance, and clinical data of CRE were analyzed. The risk factors of CRE infection in ICU were analyzed by multiple logistic regression. **Results** 35 cases of CRE were positive, the infection rate was 17.86% (35/196), 68 strains of CRE were detected, and Klebsiella

收稿日期: 2021-10-12

[通信作者] 黎毅敏, E-mail: dryiminli@vip.163.com

[作者简介] 闫力煜, 广州医科大学研究生。

pneumonia was the highest (52.94%). CRE strains are resistant to cephalosporins, penicillins, carbapenems, and other antimicrobials to varying degrees, and sensitive to polymyxin and tegafycline. The results of univariate analysis showed that the age, Apache II score at checking in ICU, length of stay in ICU, mechanical ventilation time, proportion of indwelling catheter, proportion of hemodialysis, proportion of carbapenem antimicrobials, proportion of cephalosporin antimicrobials, proportion of combined drugs of CRE group were higher than those of control group ( $P < 0.05$ ). Multivariate logistic regression analysis showed that Apache II score  $\geq 20$  scores at checking in ICU [ $\hat{O}R=2.065$  (95% CI: 1.325, 12.592)], carbapenem antimicrobials [ $\hat{O}R=2.812$  (95% CI: 1.432, 19.624)], combination of drugs [ $\hat{O}R=3.785$  (95% CI: 1.523, 23.274)], mechanical ventilation time  $\geq 3$  days [ $\hat{O}R=2.134$  (95% CI: 1.115, 9.642)], ICU hospitalization time  $\geq 10$  days [ $\hat{O}R=1.996$  (95% CI: 1.205, 7.064)] were the risk factors of CRE infection in ICU ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The rate of CRE infection is high in ICU. Serious illness, exposure history of carbapenem antimicrobials, combined use of multiple antimicrobials, mechanical ventilation time, and prolonged hospital stay in ICU are risk factors of CRE infection.

**Keywords:** Enterobacteriaceae; carbapenem resistant; infection; intensive care units; risk factors

碳青霉烯类是广谱、高效的非典型 $\beta$ -内酰胺抗菌药物,是临床治疗严重细菌感染或多重耐药菌感染的最后防线<sup>[1]</sup>。碳青霉烯类抗菌药物在重症监护病房(ICU)有较高的使用率。ICU人员流动大、患者病情重、有创诊疗操作多,耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌(carbapenem-resistant Enterobacteriaceae, CRE)感染率高。CRE感染导致临床治疗难度增加、患者病情加重、病死率升高。2017年WHO公布的CRE感染病死率高达26%<sup>[2]</sup>。了解CRE感染的危险因素有助于临床识别易感和高危因素,采取针对性预防措施,降低CRE感染率和患者病死率。本研究采用回顾性分析,观察CRE病原菌分布和耐药性,探讨CRE感染的危险因素,为临床治疗提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取2016年1月—2019年6月中山市人民医院ICU收治的196例医院感染患者的临床资料。其中,男109例,女87例;年龄31~68岁,平均(49.72 $\pm$ 6.35)岁;基础疾病:慢性阻塞性肺疾病39例,外伤39例,心血管疾病20例,神经系统疾病41例,重症肺炎57例。纳入标准:①入住ICU时间 $>72$ h;②年龄18~70岁,男女不限;③经临床诊断的医院感染,符合2001年《医院感染诊断标准》<sup>[3]</sup>;④均采集标本进行病原菌培养。排除标准:①入住ICU之前已经存在的感染;②反复入住ICU者;③留取标本不符合要求或反复留取标本;④入住ICU后48h内死亡。

### 1.2 方法

标本采集方法参照文献[4]。将采集到的血液、痰液、尿液、腹腔积液等标本送至本院检验科微生物室进行细菌培养、鉴定和药敏试验。细菌培养和鉴定:将病原菌接种于培养瓶,放入BACT/ALERT3D培养仪(购自美国BD公司),室温培养24~72h,观察有菌落生长,取菌落,用生理盐水稀释后采用VITEK 2 Compact全自动微生物鉴定系统和配套细菌鉴定试卡(ID32GN)(法国梅里埃生物公司)进行细菌鉴定,操作流程和标准严格遵守美国临床实验室标准化研究所(Clinical Laboratory Standardization Institute, CLSI)颁布的标准<sup>[5]</sup>。药敏试验:采用梅里埃ATB微生物药敏鉴定分析仪(法国梅里埃生物公司)进行药敏试验,结果参照CLSI标准<sup>[5]</sup>。根据病原菌检测结果,将CRE阳性患者归为CRE组(35例),阴性者为对照组(161例)。

### 1.3 观察指标

所有患者的性别构成、年龄、基础疾病(慢性阻塞性肺疾病、心血管疾病、神经系统疾病、外伤等)、入住ICU时急性生理学和慢性健康状况评价II(APACHE II)评分、ICU住院时间、有无侵袭性操作[外科手术、机械通气时间、机械通气类型(气管插管和气管切开)、留置尿管、中心静脉置管、血液透析]、抗菌药物用药史[碳青霉烯类、三代或四代头孢菌素、广谱青霉素、糖肽类、真菌类,以及联合用药(联合用药定义为同时使用2种或2种以上抗菌药物)]。

### 1.4 统计学方法

数据分析采用SPSS 25.0统计软件。计数资料

以构成比或率(%)表示,比较用 $\chi^2$ 检验;影响因素的分析用多因素 Logistic 回归模型;  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 CRE病原菌分布

共检出 CRE 阳性患者 35 例,感染率为 17.86%。其中,血流感染 14 例,呼吸道感染 20 例,尿路感染 16 例,腹腔感染 6 例;单一部位感染 19 例,两个部位感染 12 例,3 个及以上部位感染 4 例。共检出 68 株 CRE 菌株,肺炎克雷伯菌构成比最高,其次是大肠埃希菌、阴沟肠杆菌、产气肠杆菌(见表 1)。

表 1 CRE 菌株各类菌株构成

CRE 菌株	菌株数	构成比/%
肺炎克雷伯菌	36	52.94
大肠埃希菌	20	29.41
阴沟肠杆菌	7	10.29
产气肠杆菌	3	4.41
柠檬酸杆菌	2	2.94

### 2.2 CRE 菌株耐药性

肺炎克雷伯菌及阴沟肠杆菌对  $\beta$ -内酰胺类的哌拉西林他唑巴坦、头孢吡肟、头孢唑林、头孢曲松、氨苄西林、阿莫西林克拉维酸钾、氨曲南完全耐药,大肠埃希菌对  $\beta$ -内酰胺类的氨苄西林完全耐药;肺炎克雷伯菌及阴沟肠杆菌对  $\beta$ -内酰胺类的美罗培南和碳青霉烯类抗菌药物耐药性高,大肠埃希菌对  $\beta$ -内酰胺类的哌拉西林他唑巴坦、头孢吡肟、头孢唑林、头孢曲松、阿莫西林克拉维酸钾、氨曲南和碳青霉烯类抗菌药物耐药性高;肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌及阴沟肠杆菌对氨基糖苷类、氟喹诺酮类抗菌药物耐药性低,对多肽类、四环素类抗菌药物较为敏感。产气肠杆菌、柠檬酸杆菌对  $\beta$ -内酰胺类、碳青霉烯类抗菌药物耐药性高,对氨基糖苷类、氟喹诺酮类、多肽类、四环素类抗菌药物敏感。见表 2。

胺类的美罗培南和碳青霉烯类抗菌药物耐药性高,大肠埃希菌对  $\beta$ -内酰胺类的哌拉西林他唑巴坦、头孢吡肟、头孢唑林、头孢曲松、阿莫西林克拉维酸钾、氨曲南和碳青霉烯类抗菌药物耐药性高;肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌及阴沟肠杆菌对氨基糖苷类、氟喹诺酮类抗菌药物耐药性低,对多肽类、四环素类抗菌药物较为敏感。产气肠杆菌、柠檬酸杆菌对  $\beta$ -内酰胺类、碳青霉烯类抗菌药物耐药性高,对氨基糖苷类、氟喹诺酮类、多肽类、四环素类抗菌药物敏感。见表 2。

### 2.3 CRE 组和对照组临床病理特征比较

两组患者的年龄、入住 ICU 时 APACHE II 评分  $\geq 20$  分、ICU 住院时间  $\geq 10$  d、机械通气时间  $\geq 3$  d、留置尿管、血液透析、使用碳青霉烯类抗菌药物、使用头孢类抗菌药物、联合用药比例比较,差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), CRE 组高于对照组;两组的性别,基础疾病,是否外科手术,机械通气方式,留置中心静脉置管,是否使用糖肽类、广谱青霉素、真菌类比例比较,差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 3。

### 2.4 ICU 患者 CRE 感染的多因素 Logistic 分析

以 ICU 患者是否发生 CRE 感染为因变量 (0 = 否, 1 = 是),以年龄 (1 =  $\geq 50$  岁, 2 =  $< 50$  岁)、APACHE II 评分 (1 =  $\geq 20$  分, 2 =  $< 20$  分)、ICU 住院时间 (1 =  $\geq 10$  d, 2 =  $< 10$  d)、机械通气时间 (1 =  $\geq 3$  d, 2 =  $< 3$  d)、留置尿管 (1 = 是, 2 = 否)、血液透析 (1 = 是, 2 = 否)、使用碳青霉烯类抗菌

表 2 CRE 菌株耐药性 例(%)

菌株	n	阿米卡星	左氧氟沙星	多黏菌素	替加环素	哌拉西林他唑巴坦	头孢吡肟
肺炎克雷伯菌	36	6(16.67)	8(22.22)	2(5.56)	0(0.00)	36(100.00)	36(100.00)
大肠埃希菌	20	4(20.00)	4(20.00)	2(10.00)	1(5.00)	19(95.00)	18(90.00)
阴沟肠杆菌	7	1(14.29)	2(28.57)	0(0.00)	0(0.00)	7(100.00)	7(100.00)
产气肠杆菌	3	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	3(100.00)	2(66.67)
柠檬酸杆菌	2	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	2(100.00)	1(50.00)

  

菌株	头孢唑林	头孢曲松	氨苄西林	阿莫西林克拉维酸钾	氨曲南	亚胺培南	美罗培南
肺炎克雷伯菌	36(100.00)	36(100.00)	36(100.00)	36(100.00)	36(100.00)	34(94.44)	30(83.33)
大肠埃希菌	17(85.00)	18(90.00)	20(100.00)	19(95.00)	18(90.00)	17(85.00)	17(85.00)
阴沟肠杆菌	7(100.00)	7(100.00)	7(100.00)	7(100.00)	7(100.00)	5(71.43)	5(71.43)
产气肠杆菌	3(100.00)	1(33.33)	3(100.00)	3(100.00)	1(33.33)	1(33.33)	1(33.33)
柠檬酸杆菌	2(100.00)	1(50.00)	2(100.00)	2(100.00)	1(50.00)	1(50.00)	1(50.00)

表 3 CRE 组和对照组临床病理特征的比较 例(%)

组别	n	男/女/例	年龄		基础疾病				
			≥50 岁	<50 岁	慢性阻塞性肺疾病	外伤	心血管疾病	神经系统疾病	重症肺炎
CRE 组	35	18/17	22(62.86)	13(37.14)	8(22.86)	6(17.14)	5(14.29)	7(20.00)	9(25.71)
对照组	161	92/69	64(39.75)	97(60.25)	30(18.63)	34(21.12)	13(8.07)	35(21.74)	49(30.43)
$\chi^2$ 值		0.381	6.233		3.277				
P 值		0.537	0.013		0.513				

  

组别	APACHE II 评分		ICU 住院时间		外科手术		机械通气时间		机械通气方式	
	≥20 分	<20 分	≥10 d	<10 d	是	否	≥3 d	<3 d	气管插管	气管切开
CRE 组	21(60.00)	14(40.00)	23(65.71)	12(34.29)	10(28.57)	25(71.43)	25(71.43)	10(28.57)	30(85.71)	5(14.29)
对照组	60(37.27)	101(62.73)	57(35.40)	104(64.60)	42(26.09)	119(73.91)	71(44.10)	90(55.90)	134(83.23)	27(16.77)
$\chi^2$ 值	6.127		10.934		0.091		8.593		0.13	
P 值	0.013		0.001		0.763		0.003		0.719	

  

组别	留置尿管		留置中心静脉置管		血液透析		碳青霉烯类		头孢类	
	是	否	是	否	是	否	使用	未使用	使用	未使用
CRE 组	19(54.29)	16(45.71)	24(68.57)	11(31.43)	13(37.14)	22(62.86)	22(62.86)	13(37.14)	24(68.57)	11(31.43)
对照组	53(32.92)	108(67.08)	111(68.94)	50(31.06)	25(15.53)	136(84.47)	61(37.89)	100(62.11)	79(49.07)	82(50.93)
$\chi^2$ 值	5.648		0.002		8.594		7.342		4.386	
P 值	0.017		0.966		0.003		0.007		0.036	

  

组别	广谱青霉素		糖肽类		真菌类		联合用药	
	使用	未使用	使用	未使用	使用	未使用	是	否
CRE 组	19(54.29)	16(45.71)	11(34.13)	24(68.57)	10(58.57)	25(71.43)	18(51.43)	17(48.57)
对照组	77(47.83)	84(52.17)	50(31.06)	111(68.94)	44(27.33)	117(72.67)	42(26.09)	119(73.91)
$\chi^2$ 值	0.480		0.002		0.022		8.692	
P 值	0.488		0.966		0.881		0.003	

药物 (1 = 使用, 2 = 未使用)、使用头孢类抗菌药物 (1 = 使用, 2 = 未使用)、联合用药 (1 = 是, 2 = 否) 为自变量, 纳入 Logistic 回归模型, 结果: APACHE II 评分 ≥ 20 分 [ $\hat{OR} = 2.065$  (95%CI: 1.325, 12.592)]、使用碳青霉烯类抗菌药物 [ $\hat{OR} = 2.812$

(95%CI: 1.432, 19.624)]、联合用药 [ $\hat{OR} = 3.785$  (95%CI: 1.523, 23.274)]、机械通气时间 ≥ 3 d [ $\hat{OR} = 2.134$  (95%CI: 1.115, 9.642)] 和 ICU 住院时间 ≥ 10 d [ $\hat{OR} = 1.996$  (95%CI: 1.205, 7.064)] 是 ICU 患者 CRE 感染的危险因素 ( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 4 ICU 患者 CRE 感染的 Logistic 回归分析参数

因素	b	$S_b$	Wald $\chi^2$	P 值	$\hat{OR}$	95%CI	
						下限	上限
APACHE II 评分 ≥ 20 分	0.725	0.182	15.784	0.009	2.065	1.325	12.592
使用碳青霉烯类抗菌药物	1.034	0.206	25.243	0.000	2.812	1.432	19.624
联合用药	1.331	0.219	36.992	0.000	3.785	1.523	23.274
机械通气时间 ≥ 3 d	0.758	0.146	27.024	0.000	2.134	1.115	9.642
ICU 住院时间 ≥ 10 d	0.691	0.152	20.723	0.002	1.996	1.205	7.064

### 3 讨论

碳青霉烯类抗菌药物是治疗革兰阴性菌最有效药物,但是随着临床碳青霉烯类抗菌药物的大量应用,CRE检出率呈逐年增加的趋势<sup>[6]</sup>。肠杆菌科细菌对碳青霉烯类耐药的主要机制为碳青霉烯酶产生水解碳青霉烯类抗菌药物,膜孔蛋白缺失或突变导致产AmpC酶或高产超广谱 $\beta$ -内酰胺酶影响抗菌药物进入细菌内杀死细菌,细菌外排泵高表达排出抗菌药物导致抗菌活性降低等<sup>[7-8]</sup>。目前针对CRE感染缺乏有效的抗菌药物,患者如果进展为菌血症将难以控制,严重威胁患者生命安全,给临床抗感染治疗提出新的挑战。

本研究CRE感染率17.86%,低于周奋等<sup>[9]</sup>报道的31.13%(66/212)。致病菌株以大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌常见,检出率分别为52.94%和29.41%。ALOTAIBI等<sup>[8]</sup>指出肺炎克雷伯菌是对碳青霉烯类耐药的最常见的肠杆菌科细菌,其次是大肠埃希菌,其检出率分别高达63%和55%。本研究耐药分析结果显示CRE菌株对多数抗菌药物耐药,尤其是 $\beta$ -内酰胺类药物,其中大肠埃希菌对 $\beta$ -内酰胺类药物耐药率达100%。各菌株对亚胺培南、美罗培南也出现较高的耐药率(33.33%~94.44%),低于丁卉等<sup>[10]</sup>的研究结果,可能与本院ICU患者碳青霉烯类药物暴露比例低或时间短有关。耐药分析结果说明本院ICU患者CRE耐药形势严峻,临床应根据药敏结果选择有效抗菌药物治疗。

本研究Logistic回归分析结果显示,入住ICU时APACHE II评分 $\geq 20$ 分、使用碳青霉烯类抗菌药物、联合用药、机械通气时间 $\geq 3$  d、ICU住院时间 $\geq 10$  d是ICU患者CRE感染的危险因素。APACHE II评分是评价重症患者预后的敏感指标,与住院患者死亡率密切相关,周奋等<sup>[9]</sup>认为APACHE II评分与ICU患者CRE感染相关。碳青霉烯类抗菌药物治疗可增加耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌产生和体内定植,导致CRE感染<sup>[11-12]</sup>;相关报道指出ICU约50%CRE菌株定植患者会在30 d内出现CRE感染<sup>[13]</sup>,携带耐碳青霉烯类菌株是导致CRE感染的独立危险因素<sup>[14]</sup>,徐网兰<sup>[15]</sup>指出碳青霉烯类暴露是耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌血液感染的独立危险因素。GARBATI等<sup>[16]</sup>指出碳青霉烯类药物应用与CRE

感染显著相关。联合使用抗菌药物可导致条件致病菌菌群失调,增加细菌耐药率,进而诱发耐药菌感染。相关报道指出联合头孢菌素和碳青霉烯类抗菌药物明显增加耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌肺部的感染率<sup>[15]</sup>。机械通气是医院CRE感染的危险因素<sup>[17]</sup>,与机械通气患者免疫力低下,有创操作增加病原菌定植有关。本研究发现机械通气时间越长,CRE感染率越高,机械通气时间与呼吸道感染密切相关,机械通气时间延长增加呼吸机相关肺炎的感染率<sup>[18]</sup>。ICU人员流动性大,环境复杂,侵入性诊疗操作多,加之患者免疫力低下,进行侵入性操作时加剧感染风险,是医院感染的高发地,是普通病房的3~18倍<sup>[19]</sup>。ICU住院时间越长,接受侵入性操作机会越多,感染概率越大。DICKSTEIN等<sup>[14]</sup>指出较长住院时间和侵入性操作与CRE感染显著相关。YAMAMOTO等<sup>[20]</sup>同样认为住院时间延长是CRE感染的高危因素之一。

综上所述,ICU内CRE感染率高,病情重、碳青霉烯类抗菌药物暴露史、联合使用多种抗菌药物、机械通气时间和ICU住院时间延长是CRE感染的危险因素。对于ICU患者应减少有创操作,缩短机械通气和住院时间,减少不必要的抗菌药物使用,定期检测是否发生CRE感染,采取积极治疗措施,提高患者存活率。

#### 参考文献:

- [1] EL-GAMAL M I, BRAHIM I, HISHAM N, et al. Recent updates of carbapenem antibiotics[J]. *Eur J Med Chem*, 2017, 131: 185-195.
- [2] BROWN A L, van KAMP I. WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review of transport noise interventions and their impacts on health[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2017, 14(8): 873.
- [3] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政司. 关于印发医院感染诊断标准(试行)的通知: 卫医发[2001]2号[EB/OL]. (2001-11-07) [2020-08-05]. <http://www.nhc.gov.cn/cms-search/xxgk/getManuscriptXxgk.htm?id=18625>.
- [4] 丛玉隆. 现代医学实验室管理与认可实践[M]. 第2版. 北京: 人民军医出版社, 2011: 404-425.
- [5] Clinical and Laboratory Standards Institute(CLSI) (2015). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: twenty-fifth informational supplement (M100-S25), Wayne[S/OL]. [2020-04-12]. <http://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2088144>.

- [6] TRECARCHI E M, TUMBARELLO M. Therapeutic options for carbapenem-resistant Enterobacteriaceae infections[J]. *Virulence*, 2017, 8(4): 470-484.
- [7] KAZMIERCZAK K M, BRADFORD P A, STONE G G, et al. In vitro activity of ceftazidime-avibactam and aztreonam-avibactam against OXA-48-carrying Enterobacteriaceae isolated as part of the international network for optimal resistance monitoring (INFORM) global surveillance program from 2012 to 2015[J]. *Antimicrob Agents Chemother*, 2018, 62(12): e00592-18.
- [8] ALOTAIBI F. Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: an update narrative review from Saudi Arabia[J]. *J Infect Public Health*, 2019, 12(4): 465-471.
- [9] 周奋, 金雨虹, 王广芬, 等. 重症监护病房耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌感染的危险因素分析[J]. *中华全科医学*, 2019, 17(4): 580-582.
- [10] 丁卉, 吴大盈, 江丽莉, 等. 我院耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌感染特点及碳青霉烯酶基因型分析[J]. *中华全科医学*, 2017, 15(9): 1549-1552.
- [11] PRASAD N, LABAZE G, KOPACZ J, et al. Asymptomatic rectal colonization with carbapenem-resistant Enterobacteriaceae and *Clostridium difficile* among residents of a long-term care facility in New York city[J]. *Am J Infect Control*, 2016, 44(5): 525-532.
- [12] TISCHENDORF J, de AVILA R A, SAFDAR N. Risk of infection following colonization with carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: a systematic review[J]. *Am J Infect Control*, 2016, 44(5): 539-543.
- [13] 胡付品, 朱德妹. 医疗机构碳青霉烯类耐药肠杆菌科细菌感染防控指南简介[J]. *中国感染与化疗杂志*, 2018, 18(3): 331-335.
- [14] DICKSTEIN Y, EDELMAN R, DROR T, et al. Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae colonization and infection in critically ill patients: a retrospective matched cohort comparison with non-carriers[J]. *J Hosp Infect*, 2016, 94(1): 54-59.
- [15] 徐网兰. ICU内不同部位肺炎克雷伯菌的耐药性及耐碳青霉烯类抗生素菌株感染的危险因素分析[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [16] GARBATI M A, SAKKIJHA H, ABUSHAHEEN A. Infections due to carbapenem resistant Enterobacteriaceae among Saudi Arabian hospitalized patients: a matched case-control study[J]. *Biomed Res Int*, 2016, 2016: 3961684.
- [17] NICOLAS-CHANOINE M H, VIGAN M, LAOUÉNAN C, et al. Risk factors for carbapenem-resistant Enterobacteriaceae infections: a French case-control study[J]. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 2019, 38(2): 383-393.
- [18] WOLKEWITZ M, PALOMAR-MARTINEZ M, ALVAREZ-LERMA F, et al. Analyzing the impact of duration of ventilation, hospitalization, and ventilation episodes on the risk of pneumonia[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2019, 40(3): 301-306.
- [19] 刘淑敏, 许云敏, 牛敏, 等. 急诊重症监护病房耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌的分子流行特征[J]. *中国感染与化疗杂志*, 2015, 15(4): 372-376.
- [20] YAMAMOTO N, ASADA R, KAWAHARA R, et al. Prevalence of, and risk factors for, carriage of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae among hospitalized patients in Japan[J]. *J Hosp Infect*, 2017, 97(3): 212-217.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 闫力煜, 黎毅敏. 重症监护病房中耐碳青霉烯类肠杆菌科细菌感染相关危险因素的研究[J]. *中国现代医学杂志*, 2022, 32(7): 89-94.

Cite this article as: YAN L Y, LI Y M. Study on risk factors of carbapenem resistant Enterobacteriaceae infection in ICU[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2022, 32(7): 89-94.