

某三甲医院耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌感染患者的临床特征及危险因素

高 喆¹, 赵京明^{2*}

¹青岛大学青岛医学院, 山东 青岛

²青岛大学附属医院呼吸与危重症医学科, 山东 青岛

收稿日期: 2024年12月24日; 录用日期: 2025年1月16日; 发布日期: 2025年1月30日

摘 要

目的: 探讨某三甲医院耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌感染患者的临床特征及危险因素。方法: 回顾性分析2017年10月~2022年10月某三甲医院住院治疗的52例CRPA患者的临床资料及菌株药敏数据, 分析结果差异、临床特征和危险因素。结果: 52例CRPA感染患者中, 男性38例(73.08%), 男女比例为2.7:1; 平均年龄 65 ± 14 岁; 科室最常见于呼吸与危重症医学科17例(32.69%), 其次是重症医学科12例(23.08%); 标本主要来源于痰液40例(76.92%); 对于基础疾病, 合并贫血患者36例(69.23%), 呼吸系统疾病34例(65.38%), 心脑血管系统疾病30例(57.69%); 近2月抗生素的使用情况, 使用碳青霉烯类抗生素的有34例(65.38%); 半合成 β 内酰胺酶复合制剂31例(59.62%); 52株CRPA中耐药率 $\geq 50\%$ 的抗菌药物从高到低依次为亚胺培南、美洛培南, 多粘菌素是耐药率最低且药物敏感率最高的抗菌药物。结论: 52例CRPA患者表明男性患者、住院时间过长、合并贫血及呼吸系统疾病、近2月内碳青霉烯类抗菌药物应用史均会增加感染耐药菌的风险, 控制危险因素、缩短住院时长以及合理应用抗生素可以减少多重耐药菌感染。

关键词

铜绿假单胞菌, 耐碳青霉烯类, 下呼吸道感染, 临床特征, 危险因素

Clinical Characteristics and Risk Factors of Carbapenem-Resistant Pseudomonas Aeruginosa Infection in a Tertiary Hospital

Zhe Gao¹, Jingming Zhao^{2*}

¹Qingdao Medical College of Qingdao University, Qingdao Shandong

²Department of Respiratory and Critical Care Medicine Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

*通讯作者。

文章引用: 高喆, 赵京明. 某三甲医院耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌感染患者的临床特征及危险因素[J]. 临床医学进展, 2025, 15(1): 1778-1784. DOI: 10.12677/acm.2025.151237

Abstract

Objective: The objective of this study was to investigate the clinical features and risk factors associated with carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa* (CRPA) infection in a tertiary hospital. **Methods:** Retrospective analysis was conducted on the clinical and bacterial susceptibility data of 52 CRPA-infected patients hospitalized from October 2017 to October 2022. **Results:** Clinical characteristics and risk factors were analyzed for differences. Among the 52 CRPA-infected patients, 38 (73.08%) were male with a male-to-female ratio of 2.7:1. The average age was 65 ± 14 years, the department is most commonly found in the Respiratory and Critical Care Medicine department with 17 cases (32.69%), followed by the Intensive Care Medicine department with 12 cases (23.08%). Sputum was the primary source of infection in 40 cases (76.92%). Underlying diseases included anemia in 36 cases (69.23%), respiratory diseases in 34 cases (65.38%), and cardiovascular/cerebrovascular diseases in 30 cases (57.69%). Within the past two months, carbapenem antibiotics were used by 34 cases (65.38%). Semi-synthetic β -lactamase compound preparations were used by 31 cases (59.62%). Amongst the 52 strains of CRPA, the antibiotics with resistance rate $\geq 50\%$ were imipenem and meropenem from high to low, and polymyxin was the antibiotic with the lowest resistance rate and the highest sensitivity rate. **Conclusion:** The findings from this study indicate that male gender, longer hospital stays, anemia, respiratory diseases, and recent use of carbapenem antibiotics are all associated with an increased risk of drug-resistant bacterial infections. Controlling these risk factors, reducing hospital stays, and using antibiotics rationally could help mitigate multi-drug resistant bacteria infections.

Keywords

***Pseudomonas Aeruginosa*, Carbapenem-Resistant, Lower Respiratory Tract Infection, Clinical Features, Risk Factors**

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

铜绿假单胞菌(*Pseudomonas Aeruginosa*, PA)属需氧革兰氏阴性杆菌, 菌体一端为单鞭毛结构, 无芽孢, 其作为最常见[1]的条件致病菌广泛存在于自然界中, 在潮湿环境中可长期存活, 在水源、土壤中均有分布[2]; 也存在于人体皮肤表面、呼吸道和消化道等多个器官, 当机体抵抗力下降、免疫功能受损及长期应用抗菌药物治疗时便容易感染铜绿假单胞菌[3], 可引发呼吸系统、泌尿系统感染甚至菌血症等。PA 耐药机制复杂, 基因易突变, 近年来随着多重耐药菌株检出率增高, 碳青霉烯类耐药铜绿假单胞菌(Carbapenem-Resistant *Pseudomonas Aeruginosa*, CRPA)继多年升高的情况下近来呈连续下降趋势[4], 提示加强细菌耐药监测对控制耐药菌的流行播散是行之有效的, 因此了解 CRPA 的临床特征分布及危险因素对于防控耐药菌的产生及流行至关重要。

本研究通过回顾性分析 2017 年 10 月~2022 年 10 月某三甲医院住院治疗的 52 例 CRPA 患者的临床特征、标本来源、科室分布及对其他药物的耐药情况进行总结, 旨在为临床制定诊治方案、感染预防、评估风险和预后等方面提供科学依据。

2. 资料与方法

2.1. 资料

采用回顾性分析的方法收集某三甲医院 2017 年 10 月~2022 年 10 月 52 例 CRPA 感染患者的相关临床资料。

纳入标准: ① 符合 CRPA 的诊断标准[5]即对亚胺培南、美罗培南、厄他培南中任一种碳青霉烯类抗菌药物耐药的 PA; ② 年龄 ≥ 18 岁; ③ 同一患者多次检出 CRPA 菌株时, 取首次阳性结果的相关资料。

排除标准: ① 病历资料不完整者; ② 门诊患者; ③ 合并其它细菌、真菌等病原体感染者; ④ 剔除同一患者同一次住院同一部位重复分离的菌株。

2.2. 方法

2.2.1. 资料收集

(1) 患者年龄、性别、住院天数、住院次数、标本来源、科室分布等基础信息; (2) 合并疾病如呼吸系统疾病、心脑血管系统疾病、低蛋白血症等等资料; (3) 病原菌检出前近 1 月内抗菌药物使用情况, 包括耐碳青霉烯类抗菌药物使用史、使用的抗菌药物种类和时间等。

2.2.2. 细菌培养、分离鉴定与药敏试验

对送检标本的细菌培养、分离鉴定和药敏试验均严格按照《全国临床检验操作规程》(第 4 版)规定进行, 分离的病原菌采用全自动微生物鉴定系统及其配套的鉴定卡对细菌种类进行鉴定, 并用药敏卡对分离菌株进行药敏试验(鉴定系统为法国梅里埃公司产品), 依据美国临床实验室标准化协会(Clinical & Laboratory Standards Institute, CLSI)标准进行结果判读, 结果分为敏感(S)、中介(I)和耐药(R)。用铜绿假单胞菌质控菌株 ATCC27853 进行质量控制。上述操作由我院检验科完成。

2.3. 统计分析

采用 SPSS 25.0 软件进行数据分析, 正态分布资料用均数 $\pm$ 标准差表示, 非正态分布资料用中位数(或四分位数)进行表示。

3. 结果

3.1. 性别 + 年龄

52 例 CRPA 感染患者中, 男性 38 例(73.08%), 女性 14 例(26.92%), 男女比例为 2.7:1。平均年龄 65 $\pm$ 14 岁, 最小 27 岁, 最大 96 岁。

3.2. 科室来源

52 例患者中最常见于呼吸与危重症医学科 17 例(32.69%), 其次是重症医学科 12 例(23.08%), 血液内科 7 例(13.46%), 急诊内科 6 例(11.54%), 保健科 4 例(7.70%), 器官移植科 2 例(3.85%), 心血管内科 1 例(1.92%), 心血管外科 1 例(1.92%), 耳鼻喉科 1 例(1.92%), 肾病内科 1 例(1.92%)。

3.3. 标本来源

52 例标本, 主要来源于痰液 40 例(76.92%), 肺泡灌洗液 4 例(7.70%), 鼻咽拭子 3 例(5.78%), 血液 1 例(1.92%), 尿液 1 例(1.92%), 耳分泌物 1 例(1.92%), 伤口分泌物 1 例(1.92%), 引流液 1 例(1.92%)。

3.4. 住院时长 + 住院次数

52 例患者住院时长中位数是 21 天, P25 为 12 天, P75 为 34.5 天, 最小值是 7 天, 最大值 25 天; 52 例患者住院次数的平均值为 5.4 次, 最少为 1 次, 最多为 47 次。

3.5. 基础疾病

52 例患者中, 合并贫血患者 36 例(69.23%), 呼吸系统疾病 34 例(65.38%), 心脑血管系统疾病 30 例(57.69%), 低蛋白血症 27 例(51.92%), 肝功能异常 16 例(30.77%), 白血病 9 例(17.31%), 糖尿病 7 例(13.46%), 肾功能异常 6 例(11.54%)。

3.6. 近 2 个月内抗生素使用情况

回顾性统计 52 例 CRPA 患者近 2 月抗生素的使用情况, 使用碳青霉烯类抗生素的有 34 例(65.38%); 半合成 β 内酰胺酶复合制剂 31 例(59.62%); 抗真菌药 19 例(36.54%); 氨基糖苷类 12 例(23.08%); 喹诺酮类 9 例(17.31%); 头孢菌素类 6 例(11.54%); 近 2 月使用 ≥ 2 种抗生素的患者有 38 例(73.08%); 34 例近 2 月内应用碳青霉烯类抗生素患者的碳青霉烯类抗菌药物应用时长, 最长为 50 天, 最短为 3 天, 平均应用天数为 13.5 天。

3.7. 抗生素耐药情况

52 株 CRPA 药敏试验结果: 52 株 CRPA 中耐药率 $\geq 50\%$ 的抗菌药物从高到低依次为亚胺培南、美洛培南; 而敏感率 $\geq 50\%$ 的抗菌药物从高到低依次为多粘菌素、妥布霉素、阿米卡星、庆大霉素、替卡西林 - 棒酸、哌拉西林、左氧氟沙星、氨曲南、头孢他啶、哌拉西林 - 他唑巴坦、环丙沙星、头孢哌酮 - 舒巴坦、头孢吡肟; 其中多粘菌素是耐药率最低且药物敏感率最高的抗菌药物。见表 1。

Table 1. Resistance to commonly used antimicrobials in 52 patients with CRPA
表 1. 52 例 CRPA 患者对常用抗菌药物的耐药情况

抗菌药物 Antimicrobials	敏感(%) sensitive	中介(%) intermediary	耐药(%) Drug-resistant
亚胺培南	1 (1.92)	0 (0.00)	51 (98.08)
美洛培南	16 (30.77)	7 (13.46)	29 (55.77)
头孢他啶	31 (59.62)	3 (5.77)	18 (34.61)
环丙沙星	29 (55.77)	5 (9.62)	18 (34.61)
哌拉西林 - 他唑巴坦	30 (57.69)	7 (13.46)	15 (28.85)
氨曲南	31 (59.62)	8 (15.38)	13 (25.00)
左氧氟沙星	33 (63.46)	6 (11.54)	13 (25.00)
头孢哌酮 - 钠舒巴坦	29 (55.77)	11 (21.15)	12 (23.08)
头孢他啶	28 (53.84)	12 (23.08)	12 (23.08)
替卡西林 - 棒酸	43 (82.70)	1 (1.92)	8 (15.38)
哌拉西林	38 (73.08)	6 (11.54)	8 (15.38)
庆大霉素	44 (84.61)	3 (5.77)	5 (9.62)
阿米卡星	46 (88.46)	4 (7.69)	2 (3.85)
妥布霉素	49 (94.23)	1 (1.92)	2 (3.85)
多粘菌素	50 (96.16)	1 (1.92)	1 (1.92)

4. 讨论

CRPA 为医院重点监测的多重耐药菌, 易造成院内感染, 且 CRPA 感染后死亡风险较 CSPa 升高[6], 因此防治 PA 耐药菌对患者预后至关重要。本研究初始收集了 97 例 CRPA 感染患者的资料, 其中, 单纯 CRPA 感染患者 52 例, 另 45 例因合并其它如肺炎克雷伯杆菌、嗜麦芽窄食单胞菌等病原菌的感染已排除。

本研究中, 男性患者明显多于女性, 考虑可能与 CRPA 患者多合并呼吸系统疾病、心脑血管疾病等既往史以及吸烟、饮酒等个人史有关, 所以男性病例更多见。患者平均年龄为 65 岁, 考虑中老年患者多合并基础疾病且免疫力较低相关, 与赖汉瑜[7]、朱仕超[8]等研究结果相符。

本研究 CRPA 患者主要来自呼吸与危重症医学科、重症医学科, 与既往研究结果[9] [10]一致。考虑与呼吸与危重症医学科的病原菌送检率高于其他科室相关, 且呼吸科患者多合并支气管扩张、肺纤维化和慢性阻塞性肺病等基础病, 黄秋兰等[11]发现上述因素为 CRPA 感染的危险因素。有研究[12]表明 ICU 患者使用抗菌药物频率、级别及多重耐药菌的检出率均高于普通科室。ICU 患者常因应用广谱抗生素预防性治疗而导致体内菌群失调, 使条件致病菌 PA 致病[13]。此外, 由于铜绿假单胞菌黏附性极强, 可定植于医护人员双手和医疗器械表面, 随着入住 ICU 时间的延长, 接触病原菌的频率越多, 频繁侵入性操作如深静脉置管、有创呼吸机气管插管等有创措施, 均会使铜绿假单胞菌耐药率升高[14]-[16]。ICU 患者多合并基础疾病, 机体免疫力差, 易发生继发性感染和交叉感染, 因此, 在 ICU 严格落实无菌环境、遵守无菌操作原则等措施来去除定植菌至关重要[17]。

王锦[18]等发现 CRPA 感染部位主要为下呼吸道, 主要因为患者以伴基础性疾病的老年人居多, 病情重且需长期卧床, 难以及时有效清除呼吸道分泌物, 因而易发生下呼吸道 CRPA 感染。王升[10]、宋晓超[19]、杨兴肖[20]等研究发现 CRPA 标本主要来自痰液, 与本研究结果一致, 因为留取痰标本方便、无创, 且成本低, 易于被患者接受, 但应注意避免口腔定植菌的干扰, 因此, 医护人员应指导患者正确、合理地留取痰标本, 提升样本阳性率。本研究中, 住院时长中位数是 21 天, 住院次数的平均值为 5.4 次, 入住时间增加意味着接触条件致病菌铜绿假单胞菌的概率上升, 且长期住院患者多病情危重、抵抗力低等, 更易造成耐药菌感染, 既往研究[16] [21]也表明感染前住院时长是 CRPA 感染的独立危险因素, 因此应尽量缩短患者住院时长。

本研究中患者多因基础疾病多且营养水平及抵抗力低而合并贫血, 低白蛋白血症常是感染的独立危险因素[22], 上述因素及免疫功能缺陷患者感染 CRPA 后病死率较高[6], 因此, 对长期住院患者注意补充白蛋白等营养元素, 提升患者抵抗力, 对改善患者长期预后十分重要。

本研究发现近 2 月使用碳青霉烯类抗生素的有 34 例, 占本次研究的 65.4%, 应用碳青霉烯类抗生素、连用 2 种以上抗生素是导致 CRPA 的主要风险因素[23], 与本研究一致, 频繁应用碳青霉烯类抗生素的患者 CRPA 检出率增高[24]; 王升等对 CRPA、CSPa 两组是否使用碳青霉烯类抗菌药物以及使用时长进行差异分析, 结果表明, CRPA 组使用碳青霉烯类抗菌药物患者的构成比显著高于 CSPa 组($\chi^2 = 9.276$, $P < 0.01$)。CRPA 组碳青霉烯类抗菌药物使用时长显著大于 CSPa 组($Z = -3.701$, $P < 0.01$), 并得出碳青霉烯类抗菌药物使用时间 > 4 天时会增加 CRPA 感染风险[10], 考虑与选择性抑制或杀灭敏感菌, 使耐药菌成为优势菌进一步繁殖而致病; 另外, 也会促进碳青霉烯异质性耐药菌株的生长[7], 从而引起耐药基因的突变。本研究亚胺培南和美罗培南耐药率分别为 98.08%和 55.77%, 与庞彩莲等[25]的结果大体一致, 其余抗菌药物如三、四代头孢以及喹诺酮类等耐药率均小于 50%, 其中多粘菌素是耐药率最低且药敏最高的抗生素; 本研究中, 阿米卡星的耐药率也很低, 与既往研究结果一致[26] [27], 可能与阿米卡星有肾毒性且抗菌谱较窄所以本院临床很少应用此类抗菌药。

5. 结论

综上所述, 医院应及时监测 CRPA 并做好细菌耐药性数据分析, 指导临床合理应用抗菌药物, 避免 CRPA 的产生和传播。临床医生应规范化诊疗、重视病原学检测、合理应用抗菌药物和加强抗生素使用管理, 尽最大可能降低耐药菌感染率。本研究为回顾性研究, 因患者的基础情况各异, 纳入分析的数据量有限, 可能存在处方偏倚, 即存在治疗方案不同的具体原因未被记录的可能, 后续将从患者资料中获取尽可能多的详细信息并进行调整。本研究的局限之处为纳入样本量较少, 今后将进一步扩大样本量, 纳入更多影响因素进行研究, 为合理用药提供临床依据, 指导疾病防控高效有序进行。

声 明

该病例报道已获得医学伦理委员会审批及患者的知情同意。

基金项目

山东省医药卫生科技发展计划项目: 2019WS377 血红素氧化酶 HemO 抑制剂调控铜绿假单胞菌耐药性及毒力基因表达研究。

参考文献

- [1] Jabalameli, F., Taki, E., Emaneini, M. and Beigverdi, R. (2018) Prevalence of Metallo- β -Lactamase-Encoding Genes among Carbapenem-Resistant *Pseudomonas aeruginosa* Strains Isolated from Burn Patients in Iran. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, **51**, 270-276. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0044-2018>
- [2] Elshafiee, E.A., Nader, S.M., Dorgham, S.M. and Hamza, D.A. (2019) Carbapenem-Resistant *Pseudomonas aeruginosa* Originating from Farm Animals and People in Egypt. *Journal of Veterinary Research*, **63**, 333-337. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2019-0049>
- [3] Deshpande, R. and Zou, C. (2020) *Pseudomonas aeruginosa* Induced Cell Death in Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome. *International Journal of Molecular Sciences*, **21**, Article 5356. <https://doi.org/10.3390/ijms21155356>
- [4] 胡付品, 郭燕, 朱德妹, 等. 2021 年 CHINET 中国细菌耐药监测[J]. 中国感染与化疗杂志, 2022, 22(5): 521-530.
- [5] 医院感染诊断标准(试行) [J]. 现代实用医学, 2003, 15(7): 460-465.
- [6] Falcone, M., Tiseo, G., Carbonara, S., Marino, A., Di Caprio, G., Carretta, A., et al. (2023) Mortality Attributable to Bloodstream Infections Caused by Different Carbapenem-Resistant Gram-Negative Bacilli: Results from a Nationwide Study in Italy (ALARICO Network). *Clinical Infectious Diseases*, **76**, 2059-2069. <https://doi.org/10.1093/cid/ciad100>
- [7] 赖汉瑜, 岑丽莲. 无菌体液标本中碳青霉烯类异质性耐药铜绿假单胞菌的危险因素分析[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(17): 2552-2556.
- [8] 朱仕超, 尹维佳, 张慧, 等. 耐碳青霉烯病原菌所致血流感染的预测因素研究[J]. 华西医学, 2023, 38(3): 346-351.
- [9] 聂亚红, 田可港, 孙玉娟, 等. 医院铜绿假单胞菌的临床特征及危险因素分析[J]. 中国抗生素杂志, 2021, 46(6): 611-615.
- [10] 王升, 杨金兰. 医院感染耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌的危险因素: 基于倾向性评分匹配的回顾性病例对照研究[J]. 感染、炎症、修复, 2023, 24(1): 17-23.
- [11] 黄秋兰, 封卫征, 范德平, 等. 多药耐药铜绿假单胞菌感染危险因素的荟萃分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(5): 970-972.
- [12] Campion, M. and Scully, G. (2018) Antibiotic Use in the Intensive Care Unit: Optimization and De-Escalation. *Journal of Intensive Care Medicine*, **33**, 647-655. <https://doi.org/10.1177/0885066618762747>
- [13] 邓文, 胡凯, 余静贵. 2017-2018 年某院铜绿假单胞菌的临床分布特点及耐药性分析[J]. 实验与检验医学, 2021, 39(1): 134-136.
- [14] Cobos-Trigueros, N., Solé, M., Castro, P., Torres, J.L., Hernández, C., Rinaudo, M., et al. (2015) Acquisition of *Pseudomonas aeruginosa* and Its Resistance Phenotypes in Critically Ill Medical Patients: Role of Colonization Pressure and Antibiotic Exposure. *Critical Care*, **19**, Article No. 218. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0916-7>

-
- [15] 马慧, 陈磊, 康薇, 等. 耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌耐药机制及高危因素的研究进展[J]. 广东化工, 2021, 48(12): 110-111.
- [16] 荆楠, 贾爱华, 马冰, 等. 耐碳青霉烯铜绿假单胞菌血流感染患者的细菌耐药性、感染风险因素及预后分析[J]. 中国合理用药探索, 2022, 19(11): 84-91.
- [17] 王明贵. 广泛耐药革兰阴性菌感染的实验诊断、抗菌治疗及医院感染控制: 中国专家共识[J]. 中国感染与化疗杂志, 2017, 17(1): 82-93.
- [18] 王锦, 巩霞, 邵明鑫, 等. 医院重症监护病房患者感染耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌分布及耐药性分析[J]. 中国消毒学杂志, 2022, 39(9): 694-697.
- [19] 宋晓超, 金美娟, 丁蔚. 重症监护室与普通病房碳青霉烯类耐药铜绿假单胞菌医院感染分布与耐药性[J]. 中华医院感染学杂志, 2021, 31(22): 3397-3401.
- [20] 杨兴肖, 李锦锦, 王媛, 等. 某肿瘤医院耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌下呼吸道感染患者临床特征及危险因素[J]. 中华医院感染学杂志, 2022, 32(16): 2425-2428.
- [21] Lee, C., Su, T., Ye, J., Hsu, P., Kuo, A., Chia, J., et al. (2017) Risk Factors and Clinical Significance of Bacteremia Caused by *Pseudomonas aeruginosa* Resistant Only to Carbapenems. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 50, 677-683. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2015.06.003>
- [22] 苏冬梅, 赵雷, 董琳, 等. 铜绿假单胞菌血流感染 67 例临床及预后危险因素分析[J]. 安徽医药, 2021, 25(1): 201-204.
- [23] Qin, J., Zou, C., Tao, J., Wei, T., Yan, L., Zhang, Y.Z., et al. (2022) Carbapenem Resistant *Pseudomonas aeruginosa* Infections in Elderly Patients: Antimicrobial Resistance Profiles, Risk Factors and Impact on Clinical Outcomes. *Infection and Drug Resistance*, 15, 2301-2314. <https://doi.org/10.2147/idr.s358778>
- [24] Terahara, F. and Nishiura, H. (2019) Carbapenem-Resistant *Pseudomonas aeruginosa* and Carbapenem Use in Japan: An Ecological Study. *Journal of International Medical Research*, 47, 4711-4722. <https://doi.org/10.1177/0300060519864181>
- [25] 庞彩莲, 刘敏娟, 林景涛, 等. 东莞地区耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌的产酶情况及耐药性分析[J]. 海南医学, 2021, 32(21): 2797-2799.
- [26] 吴振安, 张亮. 铜绿假单胞菌的临床分布及耐药性分析[J]. 中国临床医生杂志, 2021, 49(1): 55-57.
- [27] 黄贤, 金晓东, 王黎斌, 等. 中枢神经康复患者耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌血流感染的高危因素及临床特征分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2022, 32(19): 2305-2309.