

· 临床研究 ·

危重症康复病房多重耐药菌感染患者的病原学特征及危险因素分析

潘化平¹ 王震^{1,2} 张小娇^{1,3} 弓瑾⁴ 赵剑锋⁵ 刘立芝^{1,6} 刘加美^{1,6} 冯慧月^{1,2} 吕芳^{1,2}
冯慧^{1,2}

¹南京医科大学附属江宁医院康复医学中心, 南京 211103; ²南京医科大学附属江宁医院危重症康复科, 南京 211103; ³南京医科大学附属江宁医院老年康复科, 南京 211103; ⁴南京医科大学附属江宁医院医院感染管理科, 南京 211103; ⁵南京医科大学附属江宁医院临床药学部, 南京 211103; ⁶南京医科大学附属江宁医院神经康复科, 南京 211103

通信作者: 冯慧, Email: panhp007@hotmail.com

【摘要】 目的 探讨重症康复病房住院患者多重耐药菌微生物学及疾病分布特点, 分析导致多重耐药菌感染的危险因素。**方法** 回顾性分析 2021 年 1 月至 12 月由南京市江宁医院危重症康复科病房收治且符合纳入标准的 679 例患者的入院微生物学筛查结果, 分为多耐组(多重耐药菌感染阳性, 166 例)和非多耐组(多重耐药菌感染阴性, 513 例), 再进行 Logistic 回归分析相关危险因素。**结果** 679 例患者的微生物学筛查中, 检出 369 株多重耐药菌, 其中革兰氏阴性菌 329 株(占 89.2%), 铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯杆菌、大肠埃希菌是主要类型, 主要分布于痰液(56.9%)、中段尿(28.2%)标本中; 原发病为出血性和缺血性脑血管病的患者分别占多重耐药菌感染病例的 40.96% 和 23.49%。Logistic 回归分析结果显示, 白蛋白水平($OR=0.923$, 95% $CI=0.877\sim0.971$, $P<0.05$)、依赖机械通气($OR=2.405$, 95% $CI=1.197\sim4.831$, $P<0.05$)、中心静脉插管($OR=4.198$, 95% $CI=1.936\sim9.103$, $P<0.001$)、留置尿管或膀胱造瘘管($OR=1.974$, 95% $CI=1.345\sim2.897$, $P<0.05$)是危重症康复科入院患者多重耐药菌感染的独立危险因素。**结论** 危重症康复病房入院患者多重耐药菌感染以革兰氏阴性菌为主, 而多重耐药菌感染的发生与低白蛋白水平、依赖机械通气、留置中心静脉置管、留置尿管或膀胱造瘘管因素有关。

【关键词】 危重症康复; 监护病房; 多重耐药菌; 感染; 回顾性分析

基金项目: 江苏省重点研发计划(社会发展)项目(BE2021618); 南京市医学重点科技发展项目(ZKX23062)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2024.03.003

A retrospective analysis of the etiological characteristics and infection risks of patients critically ill with multi-drug-resistant bacteria in rehabilitation wards

Pan Huaping¹, Wang Zhen^{1,2}, Zhang Xiaojiao^{1,3}, Gong Jin⁴, Zhao Jianfeng⁵, Liu Lizhi^{1,6}, Liu Jiamei^{1,6}, Feng Huiyue^{1,2}, Lv Fang^{1,2}, Feng Hui^{1,2}

¹Rehabilitation Medicine Center, ²Department of Critical Care Rehabilitation Medicine, ³Department of Geriatric Rehabilitation, ⁴Department of Hospital Infection Control, ⁵Department of Clinical Pharmacy, ⁶Department of Neurological Rehabilitation, Jiangning Hospital Affiliated to Nanjing Medical University, Nanjing 211103, China

Corresponding author: Feng Hui, Email: panhp007@hotmail.com

【Abstract】 Objective To explore the microbiological and disease distribution characteristics of multidrug-resistant bacteria in patients hospitalized in a critical care rehabilitation ward, and to analyze the risk factors leading to multidrug-resistant bacterial infections. **Methods** Microbiology screening data describing 679 patients admitted to a critical care rehabilitation ward were retrospectively analyzed to divide the subjects into a multidrug-resistant group (positive for multidrug-resistant bacterial infections, $n=166$) and a non-multidrug-resistant group (negative for multidrug-resistant bacterial infections, $n=513$). The risk factors were then analyzed using logistic regression. **Results** Among 369 strains of multidrug-resistant bacteria observed, 329 were gram-negative bacteria (89.2%), mainly *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli*. They were distributed in sputum (56.9%) and mid-epidemic urine (28.2%) specimens. Patients whose primary disease was hemorrhagic or ischemic cerebrovascular disease accounted for 40.96% and 23.49% of the multidrug-resistant bacterial infections, re-

spectively. Logistic regression analysis showed that albumin level, dependence on mechanical ventilation, central venous cannulation, or an indwelling urinary catheter or cystostomy tube were significant independent predictors of such infections. **Conclusion** The multidrug-resistant bacterial infections of patients admitted to the critically ill rehabilitation unit are mainly caused by gram-negative bacteria. Their occurrence is closely related to low albumin levels and mechanical ventilation, as well as to bearing an indwelling central venous catheter, a urinary catheter or a cystostomy catheter.

【Key words】 Critical care rehabilitation; Intensive care units; Multidrug-resistant bacteria; Infection; Retrospective analyses

Funding: Jiangsu Province Key Research and Development Plan (Social Development) Project (BE2021618); Nanjing Key Medical Science and Technology Development Project (ZKX23062)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2024.03.003

随着重症医学技术进步,急危重症患者病死率逐渐下降,重症监护病房转出率逐渐增高,对如何提升转出后患者的功能及生活质量,是困扰临床医学工作者们的重要难题。重症康复的发展和危重症康复科的成立,快速地填补了这一诊疗领域,但因处于起步阶段,对于危重症康复科收治患者的特点尚无统一的认识。

由于早期在重症监护病房广谱抗生素的大量使用,使得多重耐药菌感染成为重症康复病房患者的重要特征之一。众多临床实践指南指出,通过系统筛查早期识别存在风险的患者,是预防多重耐药菌感染的重要措施^[1-2],但具体的风险因素及其相关性并没有得出很好的描述。本文旨在分析和探讨重症康复病房住院患者多重耐药菌微生物学及疾病分布特点以及导致多重耐药菌感染的危险因素。

资料与方法

一、多重耐药菌感染微生物学筛查

使用梅里埃 VITEK 2 Compact System 全自动微生物鉴定及药敏分析系统进行检测,采用微量稀释肉汤法(最小抑菌浓度, MIC)进行抗菌药敏试验,根据抗菌药敏试验性能标准(CLSI M100, 第 30 版)确定诊断。此外,还进行多重耐药菌株表型特征的测定。标本按常规实验室诊断方案进行处理,只统计入院后第一次筛查检出的菌株。本研究获南京医科大学附属江宁医院医学伦理委员会审核批准(批准号 2021-03-024-K01)。

二、研究对象及分组

入选标准:①年龄>18 周岁;②符合多重耐药菌的诊断标准^[2];③入院时无肺部感染相关症状;④住院

时间超过 7 d;⑤病历资料完整;⑥签署知情同意书。
排除标准:①终末期及多脏器功能衰竭;②住院时存在急性感染。

选取 2021 年 1 月至 12 月南京医科大学附属江宁医院危重症康复科收治且符合上述标准的成年患者 679 例,入院后经进行微生物学筛查,分为多耐组(多重耐药菌感染阳性, 166 例)和非多耐组(多重耐药菌感染阴性, 513 例)。2 组患者的性别、平均年龄、是否合并糖尿病以及年龄组等一般临床资料经统计学分析比较,组间差异无统计学意义($P>0.05$),具体数据详见表 1。

三、研究方法

1. 分析患者的病原学特征:根据多重耐药菌组入院时微生物学筛查结果和疾病诊断等基线资料,分析患者的微生物学及疾病分布特征。

2. 分析多重耐药菌株感染的基线特征:收集患者临床资料,包括 2 组患者入院时的性别、年龄、临床诊断(是否合并糖尿病)、急性生理及慢性健康状况评分系统(acute physiology and chronic health evaluation, APACHE- II)评分、格拉斯哥昏迷评分法(Glasgow coma scale, GCS)评分、白蛋白水平、侵入性操作(是否依赖机械通气、是否中心静脉插管、是否留置尿管或膀胱造瘘管)。

再根据 APACHE- II 评分进一步分为非重症(<15 分)和重症(≥ 15 分)组;根据 GCS 评分可分为重度昏迷(≤ 8 分)、轻中度昏迷(9~14 分)和清醒(15 分)组;根据白蛋白水平分为低蛋白水平(<34 g/L)和正常(34~50 g/L)组,分别对 2 组间的差异进行统计分析。

表 1 2 组患者的一般临床资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	糖尿病(例)		年龄组(例)			
		男	女		有	无	≤ 44 岁	45~60 岁	61~70 岁	>70 岁
非多耐组	513	344	169	60.7 $\pm$ 14.2	113	400	66	171	138	138
多耐组	166	121	45	60.9 $\pm$ 15.2	29	137	24	50	45	47

表 2 2 组患者的临床基线特征(例)

组别	例数	APACHE-II 评分 (分, $\bar{x}\pm s$) ^a	APACHE-II 分组(例)		GCS 评分 (分, $\bar{x}\pm s$) ^a	GCS 分组(例)		
			<15 分	≥15 分		≤8 分	9~14 分	15 分
非多耐药组	513	9.33±5.63	420	93	11.8±3.67	152	158	203
多耐药组	166	11.5±6.23	115	51	10.6±4.08	71	50	45

组别	例数	白蛋白水平 (g/L, $\bar{x}\pm s$) ^a	白蛋白分组(例)		使用呼吸机(例) ^a		中心静脉插管(例) ^a		留置尿管(例) ^a	
			<34	34~50	是	否	是	否	是	否
非多耐药组	513	36.9±3.55	89	424	21	492	14	499	150	363
多耐药组	166	35.5±4.13	54	112	20	146	18	148	87	79

注:组间比较,^a $P<0.01$

3. Logistic 回归分析:以是否为多重耐药菌感染作为因变量,性别、入院年龄、是否合并糖尿病、APACHE-II(分组)评分、GCS(分组)评分、白蛋白(分组)水平、是否使用呼吸机、是否中心静脉插管、是否留置尿管或膀胱造瘘管作为自变量,纳入单因素 Logistic 回归分析。最终根据筛选结果,进行多因素 Logistic 回归分析,以明确多重耐药菌感染的危险因素。

四、统计学方法

使用 SPSS 26.0 版统计软件对所得数据进行统计学分析处理。计数资料用例数和构成比(%)表示;计量资料用($\bar{x}\pm s$)表示,并采用 Shapiro-Wilk 法进行正态性检验。首先采用单因素 Logistic 回归探索多重耐药菌感染的独立影响因素,分析其危险因素暴露的比值比(odds ratio, OR)及其 95% 可信区间(confidence interval, CI);并进一步将单因素回归中统计学显著的因素($P<0.05$)纳入多因素 Logistic 回归分析,分析各因素的 OR 及其 95% CI。 $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、多重耐药菌株感染患者的微生物学及疾病分布特征

入组 679 例患者中,有 166 例(24.4%)发生多重耐药感染,检出患者阳性标本最多的部位分别为痰液(56.9%)、中段尿(28.2%)、支气管镜灌洗液(4.0%)。共分离出多重耐药菌 369 株,其中革兰氏阴性菌 329 株(89.2%),革兰氏阳性球菌 40 株(10.8%);其中铜绿假单胞菌 116 株(31.44%)、肺炎克雷伯菌 71 株(19.24%)、大肠埃希菌 60 株(16.26%),金黄色葡萄球菌 26 株(7.05%)、耐甲氧西林的金黄色葡萄球菌 19 株(5.15%)。

疾病诊断分布显示,多重耐药菌感染的中枢神经系统损害占比最大,其中出血性脑血管病 68 例(40.96%)、缺血性脑血管病 39 例(23.49%)、脊髓损伤 25 例(15.06%)、创伤性脑损伤 22 例(13.25%)、缺氧缺血性脑病 12 例(7.23%)。

二、多重耐药菌株感染的基线特征及单因素分析

2 组患者的 APACHE-II 评分、GCS 评分、白蛋白水平以及侵入性操作(是否使用呼吸机、是否中心静脉插管、是否留置尿管或膀胱造瘘管)等临床基线特征数据经统计学分析比较,组间差异均有统计学意义($P<0.01$),具体数据详见表 2。

单因素 Logistic 回归分析结果显示,患者入院时更高的 APACHE II 评分、更低的 GCS 评分、更低的白蛋白水平、使用呼吸机、中心静脉插管、留置尿管或造瘘管是发生多重耐药菌感染的危险因素($P<0.01$),具体数据详见表 3。

表 3 多重耐药菌感染的单因素 Logistic 回归分析

相关因素	OR	95% CI	P 值
性别	0.757	0.513~1.117	0.160
入院年龄	1.001	0.989~1.013	0.885
合并糖尿病	0.749	0.477~1.177	0.211
APACHE-II 分组			
非重症(<15 分)	-	-	-
重症(≥15 分)	2.003	1.344~2.985	0.001 ^a
GCS 分组			
清醒(15 分)	-	-	-
轻中度昏迷(8~14 分)	1.428	0.907~2.246	0.124
重度昏迷(≤8 分)	2.107	1.373~3.235	0.001 ^a
白蛋白分组			
正常(34~50 g/L)	-	-	-
异常(<34 g/L)	0.902	0.86~0.946	<0.001 ^a
使用呼吸机			
是	3.209	1.693~6.084	<0.001 ^a
否	-	-	-
中心静脉插管			
是	4.335	2.106~8.925	<0.001 ^a
否	-	-	-
留置尿管或造瘘管			
是	2.665	1.861~3.817	<0.001 ^a
否	-	-	-

注:-表示无数据;^a $P<0.01$

三、多因素 Logistic 回归分析

将上述单因素分析中 $P<0.01$ 的变量(APACHE-II 评分、GCS 评分、白蛋白水平以及是否使用呼吸机、是否中心静脉插管、是否留置尿管或膀胱造瘘管)纳

人多因素 Logistic 回归分析,结果显示,更低的白蛋白水平、使用呼吸机、中心静脉插管、留置尿管或膀胱造瘘管是危重症康复科入院患者多重耐药菌感染的独立危险因素($P<0.01$),具体数据详见表 4。

表 4 多重耐药菌感染的多因素 Logistic 回归分析			
相关因素	OR	95% CI	P 值
APACHE- II 分组			
非重症(<15 分)	-	-	-
重症(≥15 分)	1.187	0.735~1.918	0.482
GCS 分组			
清醒(15 分)	-	-	-
轻中度昏迷(8~14 分)	1.082	0.661~1.771	0.753
重度昏迷(≤8 分)	1.591	0.971~2.606	0.065
白蛋白分组			
正常(34~50 g/L)	-	-	-
异常(<34 g/L)	0.500	0.326~0.766	0.001 ^a
使用呼吸机			
否	-	-	-
是	2.599	1.261~5.358	<0.010 ^a
中心静脉插管			
否	-	-	-
是	3.921	1.816~8.468	<0.001 ^a
留置尿管或造瘘管			
否	-	-	-
是	2.038	1.385~3.000	<0.001 ^a

注:-表示无数据;^a $P<0.01$

讨 论

医疗机构内长时间停留、不规范与过度使用抗生素是导致住院患者细菌耐药的关键因素^[3-5]。2016 年 7 月,美国感染病学学会联合美国胸科学会诊疗指南指出,近 90 d 内使用过静脉抗感染治疗是多重耐药菌院内感染的危险因子^[6];而质子泵抑制剂和组胺-2 受体抑制剂通过抑制酸性物质的产生,使得病原体在口咽和气管内定植^[7];神经重症患者大多伴有不同程度的吞咽障碍,特别在合并意识障碍的患者中,营养供给需要鼻胃管留置,更易继发吸入性肺炎^[8]和反复的抗生素暴露。本研究疾病分布分析显示,中枢神经系统受多重耐药感染的损害占比最大,其中脑血管病的患者占比高达 64.45%(107/166 例)。

呼吸机依赖是呼吸机相关肺炎(ventilator associated pneumonia,VAP)发生的重要相关因素,有研究显示每 1000 个呼吸机日 VAP 发病率为 2~16 次^[9-10],其中创伤和脑损伤患者的发病率较高(50%)。本研究所见与此相似。可能是由于此类患者的意识水平低下和气道保护力不足所致^[11]。一项回顾性观察研究结果表明,由多重耐药铜绿假单胞菌引起的 VAP 患病率已经达到 44%左右,对 β-内酰胺类药物的耐药性约为

47%^[12]。本研究中,多重耐药感染以革兰氏阴性菌为主,其中铜绿假单胞菌引起的多重耐药感染达 31.44%,与大多数研究一致。

低蛋白血症是诊断营养不良的重要指标,且与感染性疾病的发生和严重程度相关^[13]。低蛋白血症严重程度反映了急性和慢性状态下炎性应激的严重程度,与上述多种类型的院内感染密切相关。本研究将白蛋白低于 35 g/L 设置为低蛋白水平组,结果提示低蛋白水平组的多重耐药菌感染风险更高。

重症康复患者的转归是普通病房、护理院或居家,从患者家属康复需求的角度考虑,本研究重点选择了护理难度较高的中心静脉置管、留置尿管或膀胱造瘘管进行研究,由于部分患者病程较长,胃管留置比例接近 90%,所以未纳入研究因素。

导管相关性血流感染(catheter-related bloodstream infections,CRBSI)是院内感染的常见原因,导致发病率和病死率的增多以及住院时间的延长和医疗费用的增加。近年来一些研究表明,由革兰氏阴性杆菌引起的 CRBSI 发作的比例显著增加^[14-16],其中多药耐药病原体导致的 CRBSI 发作的发病率约为 50%^[17]。许多研究报道,即使患者接受了适当的抗生素治疗,革兰氏阴性杆菌的耐药性也会影响临床结局^[18-19]。

留置导尿是复杂尿路感染最常见的危险因素,有报道称,导尿管相关性尿路感染(catheter-associated urinary tract infection,CAUTI)占有尿路感染的 63%~80%^[20-21],并经常导致继发性血液感染。留置导尿管后,CAUTI 的风险每天增加 3%~7%^[22]。即使是短期导尿也会增加 CAUTI 和其它并发症的风险高达 80%,而长时间导尿可能会使风险增加到近 100%^[23-25]。不恰当的抗感染治疗和抗生素的频繁暴露,使得病原体耐药率逐渐增加,此外,还会产生诸如肠道菌群紊乱等不良反应,使治疗复杂化并导致更差的预后。

由于本研究是基于单中心有限病例的分析,某些危险因素可能未被识别出来。为了更好地了解多重耐药菌携带者的情况,有必要通过更大规模的前瞻性的研究,收集更多的样本量和数据(抗生素使用时间、使用强度,主动预防措施的落实情况,院感防控措施实施),获得更为精准的结论。

志谢 南京医科大学生物统计学系柏建岭副教授提供统计学分析帮助

参 考 文 献

[1] Wickremasinghe H, Yu HH, Azad MAK, et al. Clinically relevant concentrations of polymyxin B and meropenem synergistically kill multi-drug-resistant pseudomonas aeruginosa and minimize biofilm formation [J]. Antibiotics, 2021, 10 (4): 405. DOI: 10. 3390/antibiotics 10040405.

- [2] 杨启文, 吴安华, 胡必杰, 等. 临床重要耐药菌感染传播防控策略专家共识[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(1): 1-14. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20218124.
- [3] Christaki E, Marcou M, Tofarides A. Antimicrobial resistance in bacteria: mechanisms, evolution, and persistence[J]. J Mol Evol, 2020, 88(1): 26-40. DOI: 10.1007/s00239-019-09914-3.
- [4] Olesen SW. Uses of mathematical modeling to estimate the impact of mass drug administration of antibiotics on antimicrobial resistance within and between communities[J]. Infect Dis Poverty, 2022, 11(1): 75. DOI: 10.1186/s40249-022-00997-7.
- [5] Magiorakos AP, Burns K, Rodríguez Baño J, et al. Infection prevention and control measures and tools for the prevention of entry of carbapenem-resistant enterobacteriaceae into healthcare settings: guidance from the European Centre for Disease Prevention and Control[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2017, 6: 113. DOI: 10.1186/s13756-017-0259-z.
- [6] Modi AR, Kovacs CS. Hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia: diagnosis, management, and prevention[J]. Cleve Clin J Med, 2020, 87(10): 633-639. DOI: 10.3949/ccjm.87a.19117.
- [7] Haque M, Sartelli M, McKimm J, et al. Health care-associated infections - an overview[J]. Infect Drug Resist, 2018, 11: 2321-2333. DOI: 10.2147/IDR.S177247.
- [8] Brogan E, Langdon C, Brookes K, et al. Dysphagia and factors associated with respiratory infections in the first week post stroke[J]. Neuroepidemiology, 2014, 43(2): 140-144. DOI: 10.1159/000366423.
- [9] Rosenthal VD, Duszynska W, Ider BE, et al. International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC) report, data summary of 45 countries for 2013-2018, Adult and Pediatric Units, Device-associated Module[J]. Am J Infect Control, 2021, 49(10): 1267-1274. DOI: 10.1016/j.ajic.2021.04.077.
- [10] Zaragoza R, Vidal-Cortés P, Aguilar G, et al. Update of the treatment of nosocomial pneumonia in the ICU[J]. Crit Care, 2020, 24(1): 383. DOI: 10.1186/s13054-020-03091-2.
- [11] Asehnoune K, Seguin P, Allary J, et al. Hydrocortisone and fludrocortisone for prevention of hospital-acquired pneumonia in patients with severe traumatic brain injury (Corti-TC): a double-blind, multicentre phase 3, randomised placebo-controlled trial[J]. Lancet Respir Med, 2014, 2(9): 706-716. DOI: 10.1016/S2213-2600(14)70144-4.
- [12] Borgatta B, Gattarello S, Mazo CA, et al. The clinical significance of pneumonia in patients with respiratory specimens harbouring multi-drug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*: a 5-year retrospective study following 5667 patients in four general ICUs[J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2017, 36(11): 2155-2163. DOI: 10.1007/s10096-017-3039-z.
- [13] Ferrer R, Mateu X, Maseda E, et al. Non-oncotic properties of albumin. A multidisciplinary vision about the implications for critically ill patients[J]. Expert Rev Clin Pharmacol, 2018, 11(2): 125-137. DOI: 10.1080/17512433.2018.1412827.
- [14] Lendak D, Puerta-Alcalde P, Moreno-García E, et al. Changing epidemiology of catheter-related bloodstream infections in neutropenic onco-hematological patients[J]. PLoS One, 2021, 16(4): e0251010. DOI: 10.1371/journal.pone.0251010.
- [15] Opoku-Asare B, Boima V, Ganu VJ, et al. Catheter-related bloodstream infections among patients on maintenance haemodialysis: a cross-sectional study at a tertiary hospital in Ghana[J]. BMC Infect Dis, 2023, 23(1): 664. DOI: 10.1186/s12879-023-08581-6.
- [16] Zanwar S, Jain P, Gokam A, et al. Antibiotic lock therapy for salvage of tunneled central venous catheters with catheter colonization and catheter-related bloodstream infection[J]. Transpl Infect Dis, 2019, 21(1): e13017. DOI: 10.1111/tid.13017.
- [17] Ruiz-Ruigómez M, Fernández-Ruiz M, San-Juan R, et al. Impact of duration of antibiotic therapy in central venous catheter-related bloodstream infection due to Gram-negative bacilli[J]. J Antimicrob Chemother, 2020, 75(10): 3049-3055. DOI: 10.1093/jac/dkaa244.
- [18] Shimon O, Green H, Eliakim-Raz N, et al. Gram-negative bloodstream infections in hemodialysis patients: a retrospective study[J]. Clin Nephrol, 2018, 90(2): 117-124. DOI: 10.5414/CN109172.
- [19] Lee YM, Moon C, Kim YJ, et al. Clinical impact of delayed catheter removal for patients with central-venous-catheter-related Gram-negative bacteraemia[J]. J Hosp Infect, 2018, 99(1): 106-113. DOI: 10.1016/j.jhin.2018.01.004.
- [20] Hsu C, Khanna P, Hashemzhi T, et al. Catheter-associated urinary tract infections in adults[J]. Br J Hosp Med, 2019, 80(6): C90-C92. DOI: 10.12968/hmed.2019.80.6.C90.
- [21] Bobbili RK, Deepanjali S, Rajesh NG, et al. Acute kidney injury in patients hospitalized with febrile urinary tract infections: a prospective observational study[J]. Clin Nephrol, 2021, 95(3): 127-135. DOI: 10.5414/CN110229.
- [22] Clarke K, Hall CL, Wiley Z, et al. Catheter-associated urinary tract infections in adults: diagnosis, treatment, and prevention[J]. J Hosp Med, 2020, 15(9): 552-556. DOI: 10.12788/jhm.3292.
- [23] Parker D, Callan L, Harwood J, et al. Nursing interventions to reduce the risk of catheter-associated urinary tract infection. Part 1: catheter selection[J]. J Wound Ostomy Continence Nurs, 2009, 36(1): 23-34. DOI: 10.1097/01.WON.0000345173.05376.3e.
- [24] Maki DG, Tambyah PA. Engineering out the risk for infection with urinary catheters[J]. Emerg Infect Dis, 2001, 7(2): 342-347. DOI: 10.3201/eid0702.010240.
- [25] Durant DJ. Nurse-driven protocols and the prevention of catheter-associated urinary tract infections: a systematic review[J]. Am J Infect Control, 2017, 45(12): 1331-1341. DOI: 10.1016/j.ajic.2017.07.020.

(修回日期: 2024-01-28)

(本文编辑: 汪 玲)