

doi:10.3969/j.issn.1673-6184.2025.01.003

· 论 著 ·

NICU 住院新生儿医院感染病原菌分布及感染危险因素分析

欧阳苏卉

南京市妇幼保健院检验科, 江苏 南京 210004

摘 要:本研究旨在探讨新生儿重症监护病房(neonate intensive care unit, NICU)住院新生儿感染病原菌分布、主要病原菌的耐药情况,并分析新生儿医院感染的危险因素。选取 2022 年 1 月—2023 年 12 月南京市妇幼保健院 NICU 住院的 2 812 例新生儿的临床资料进行回顾性分析,根据是否发生医院感染分为感染组(453 例)和非感染组(2 359 例),分析感染组新生儿血液培养的病原菌分布情况以及主要病原菌的耐药情况,并采用 Logistic 回归分析新生儿医院感染的危险因素。结果显示:本研究纳入的 2 812 例 NICU 住院新生儿中,发生医院感染的有 453 例(16.11%),共检出 475 株病原菌,主要为革兰氏阳性菌(58.32%)。革兰氏阳性菌中,凝固酶阴性葡萄球菌对青霉素 C(93.57%)、红霉素(76.61%)及苯唑西林(71.93%)的耐药率较高,但对利福平(8.19%)、呋喃妥因(1.75%)及万古霉素、利奈唑胺敏感;金黄色葡萄球菌对青霉素 C 完全耐药(100%),但对利福平、万古霉素等无耐药性。革兰氏阴性菌中,大肠埃希菌对头孢曲松(47.95%)、头孢唑林(41.10%)显著耐药,而肺炎克雷伯菌对头孢他啶(44.64%)、头孢曲松(39.29%)的耐药率高,但两者对亚胺培南、阿米卡星均完全敏感。感染组胎龄<37 周、出生体重<2 500 g、分娩方式剖宫产、出生 5 min Apgar 评分≤7 分、窒息抢救、机械通气、胃肠外营养、抗菌药物种类≥2 种、抗菌药物使用时间>7 d、ICU 入住时长>7 d 的比例高于非感染组($P<0.05$)。NICU 新生儿医院感染以革兰氏阳性菌为主,对青霉素类及红霉素的耐药率高,对万古霉素、利奈唑胺仍敏感。多因素 Logistic 回归分析结果显示,胎龄<37 周、低出生体重、机械通气、抗菌药联用及 ICU 滞留>7 天为 NICU 新生儿医院感染的独立危险因素。因此,临床须规范侵入性操作及抗菌药物管理,优化高危患儿感染防控策略。

关键词:新生儿;重症监护病房;医院感染;病原菌;耐药性;危险因素

中图分类号: R378

文献标识码: A

Distribution of pathogens and risk factors of nosocomial infection in NICU neonates

OUYANG Suhui

Department of Laboratory Medicine, Nanjing Maternal and Child Health Hospital, Nanjing 210004, Jiangsu Province, China

Abstract: The aim of this study was to explore the distribution of infection pathogens and drug resistance of main pathogens in neonates in neonatal intensive care unit (NICU), and to analyze the risk factors of nosocomial infection. A retrospective analysis was performed on the clinical data of 2 812 neonates in NICU

通信作者: 欧阳苏卉

Correspondence to: OUYANG Suhui E-mail: da38fu@163.com

of Nanjing Maternal and Child Health Hospital from January 2022 to December 2023. According to the presence or absence of nosocomial infection, neonates were divided into infection group (453 cases) and non-infection group (2 359 cases). The distribution of pathogens and drug resistance of main pathogens in infection group were analyzed. The risk factors of nosocomial infection were analyzed by Logistic regression analysis. Among 2 812 neonates in NICU, there were 453 cases (16.11%) with nosocomial infection. A total of 475 strains of pathogens were detected, mainly Gram-positive bacteria (58.32%). Among Gram-positive bacteria, coagulase-negative *staphylococci* had high resistance rates to penicillin C (93.57%), erythromycin (76.61%) and oxacillin (71.93%), but were sensitive to rifampin (8.19%), nitrofurantoin (1.75%), vancomycin and linezolid. *Staphylococcus aureus* was completely resistant to penicillin C (100%), but had no resistance to rifampicin and vancomycin. Among the gram-negative bacteria, *Escherichia coli* was significantly resistant to ceftriaxone (47.95%) and cefazolin (41.10%), while *Klebsiella pneumoniae* was highly resistant to ceftazidime (44.64%) and ceftriaxone (39.29%), but both of them were completely sensitive to imipenem and amikacin. Compared with the non-infection group, the infection group had a significantly higher proportion of infants with gestational age <37 weeks, birth weight <2 500 g, cesarean section, Apgar score ≤ 7 at 5 min after birth, asphyxia rescue, mechanical ventilation, parenteral nutrition, types of antibiotics ≥ 2 , duration of antibiotic use >7 days, and length of ICU stay >7 days ($P < 0.05$). The main pathogens of nosocomial infection are Gram-positive bacteria in NICU neonates, with high resistance rates to penicillin and erythromycin, but still sensitive to vancomycin and linezolid. Gestational age <37 weeks, low birth weight, mechanical ventilation, combined use of antibiotics and stay time in ICU >7 d are independent risk factors of nosocomial infection. It is necessary to standardize invasive operation and antibiotics management, and optimize prevention and control strategies for high-risk neonates.

Keywords: Neonate; Intensive care unit; Nosocomial infection; Pathogen; Drug resistance; Risk factor

医院感染管理是医疗质量安全体系的核心环节。医院感染不仅会显著提升患者的发病率和病死率,加重医疗资源负荷,而且会加剧患者家庭及社会的经济负担^[1]。新生儿群体免疫屏障发育不完善,加之危重症患儿常须接受气管插管、机械通气、中心静脉置管等侵入性诊疗操作,因而成为医院感染的高危人群^[2]。新生儿重症监护病房(neonatal intensive care unit, NICU)因多重感染源共存、侵入性操作密集及宿主易感性突出等特点,成为医院感染防控的重点病区^[3]。新生儿医院感染多由细菌、真菌及病毒等病原体引发,可继发脓毒症、呼吸窘迫综合征及化脓性脑膜炎等严重并发症,直接威胁患儿的生存预后。病原学检测是感染性疾病诊断的基石,其中细菌培养作为“金标准”技术,能够协助临床医师精准识别患儿体内的潜在致病菌,从而通过药敏试验筛选有效的抗菌药物来阻断感染进展^[4]。然而,传统培养技术存在检测周期较长(通常 ≥ 48 h)的局限性,可能延误重症感染患儿的黄金救治时机。因此,系统分析 NICU 住院新生儿医院感染的病原学特征及其耐药谱演变规律,同时明确感染发生的独立危险因素,对于构建基于循证医学的

精准化防控体系具有重要的临床价值。

本研究通过回顾性分析 2021 年 1 月—2023 年 12 月南京市妇幼保健院 NICU 收治的新生儿病例资料,阐明医院感染病原菌的分布特征、耐药性及关键风险因子,旨在为优化新生儿医院感染防控策略提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2022 年 1 月—2023 年 12 月南京市妇幼保健院 NICU 住院的 2 812 例新生儿的临床资料进行回顾性分析,根据是否发生医院感染分为感染组(453 例)和非感染组(2 359 例)。本研究符合《赫尔辛基宣言》相关伦理准则。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 由医院专职人员通过电子病例系统收集患儿性别、胎龄、出生体重、试管、分娩方式、出生 Apgar 评分、窒息抢救、留置胃管、胃肠外营养、抗菌药物使用情况、激素使用情况、ICU 入住时长以及母亲孕期并发症(孕期感染、宫内窘迫、胎膜早破、羊水污染)等资料。

1.2.2 感染判定 依据我国卫生部《医院感染诊断标准》^[5]中对医院感染的定义,将新生儿在住院48 h后发生的感染或出院48 h内发生的感染定为院内感染。

1.2.3 病原菌鉴定与耐药性分析 病原菌的分离培养严格按照《全国临床检验操作规程》^[6]中的方法进行。细菌鉴定采用法国生物梅里埃有限公司的VITEK-2 Compact全自动细菌鉴定药敏分析系统和珠海迪尔全自动细菌鉴定药敏分析仪。药敏补充试验及可疑复检结果使用K-B纸片扩散法进行,抗菌药物纸片为Oxoid产品。结果根据2016年美国临床和实验室标准协会(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)的相关标准^[7]进行判读。质控菌株均购自江苏省临床检验中心。

1.3 统计学方法

采用SPSS 22.0软件,计数资料以百分率(%)表示,两组之间比较采用 χ^2 检验。通过多因素Logistic回归分析NICU住院新生儿医院感染的危险因素,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 NICU 新生儿医院感染病原菌的分布

2022—2023年453例发生医院感染的NICU新生儿中,共检出475株病原菌,新生儿的主要感染部位以呼吸道为主,检测出病原菌141株;其次为尿路感染,检测出病原菌122株。导致感染的主要病原菌为革兰氏阳性菌(58.32%)。具体分布数据如表1所示。

2.2 NICU 新生儿医院感染主要病原菌的耐药性

NICU新生儿医院感染的革兰氏阳性菌中,凝固酶阴性葡萄球菌对青霉素C(93.57%)、红霉素(76.61%)及苯唑西林(71.93%)耐药率高,但对利福平(8.19%)、呋喃妥因(1.75%)及万古霉素、利奈唑胺较为敏感;金黄色葡萄球菌对青霉素C完全耐药(100%),但对利福平、万古霉素等无耐药性。革兰氏阴性菌中,大肠埃希菌对头孢曲松(47.95%)、头孢唑林(41.10%)显著耐药,而肺炎克雷伯菌对头孢他啶(44.64%)、头孢曲松(39.29%)耐药率高,但两者对亚胺培南、阿米卡星均完全敏感。具体耐药性数据如表2、表3所示。

2.3 NICU 新生儿医院感染的单因素分析

NICU新生儿医院感染可能与胎龄、出生体重、分娩方式、出生5 min Apgar评分、窒息抢救、机械通气、胃肠外营养、抗菌药物种类、抗菌药物使用时

间、ICU入住时间有关($P < 0.05$)。单因素分析的具体数据如表4所示。

表1 NICU 新生儿医院感染病原菌的分布

Tab.1 Distribution of pathogenic bacteria neonatal hospital infection in NICU

病原菌	株数	构成比(%)
革兰氏阳性菌	277	58.32
凝固酶阴性葡萄球菌	171	36.00
金黄色葡萄球菌	83	17.47
粪肠球菌	23	4.84
革兰氏阴性菌	166	34.95
大肠埃希菌	73	15.37
肺炎克雷伯菌	56	11.79
鲍曼不动杆菌	23	4.84
铜绿假单胞菌	14	2.95
真菌	32	6.73
白色假丝酵母菌	32	6.73
合计	475	100.00

表2 NICU 新生儿医院感染主要革兰氏阳性菌的耐药性

Tab.2 Drug resistance of main Gram-positive bacteria in NICU neonates with nosocomial infection

抗菌药物	凝固酶阴性葡萄球菌($n = 171$)		金黄色葡萄球菌($n = 83$)	
	耐药株数	耐药率(%)	耐药株数	耐药率(%)
青霉素C	160	93.57	83	100.00
红霉素	131	76.61	55	66.27
苯唑西林	123	71.93	28	33.73
复方新诺明	88	51.46	18	21.69
左氧氟沙星	48	28.07	18	21.69
环丙沙星	40	23.39	9	10.84
克林霉素	32	18.71	46	55.42
四环素	29	16.96	9	10.84
利福平	14	8.19	0	0.00
庆大霉素	11	6.43	0	0.00
莫西沙星	8	4.68	9	10.84
呋喃妥因	3	1.75	0	0.00
万古霉素	0	0.00	0	0.00
利奈唑胺	0	0.00	0	0.00

表 3 NICU 新生儿医院感染主要革兰氏阴性菌的耐药性
Tab. 3 Drug resistance of main Gram-negative bacteria in NICU neonates with nosocomial infection

抗菌药物	大肠埃希菌 (n = 73)		肺炎克雷伯菌 (n = 56)	
	耐药株数	耐药率 (%)	耐药株数	耐药率 (%)
头孢曲松	35	47.95	22	39.29
头孢唑林	30	41.10	22	39.29
氨苄西林/ 舒巴坦	25	34.25	22	39.29
环丙沙星	23	31.51	0	0.00
头孢他啶	20	27.40	25	44.64
庆大霉素	18	24.66	11	19.64
左氧氟沙星	8	10.96	0	0.00
氨曲南	8	10.96	3	5.36
哌拉西林/ 他唑巴坦	3	4.11	3	5.36
妥布霉素	3	4.11	3	5.36
亚胺培南	0	0.00	11	19.64
阿米卡星	0	0.00	0	0.00

表 4 NICU 新生儿医院感染的单因素分析

Tab. 4 Univariate analysis of nosocomial infection in NICU neonates

因素	感染组 (n = 453)	非感染组 (n = 2 359)	χ^2	P
性别			1.675	0.196
男	247 (54.53)	1 208 (51.21)		
女	206 (45.47)	1 151 (48.79)		
胎龄			15.068	<0.001
<37 周	182 (40.18)	728 (30.86)		
≥37 周	271 (59.82)	1 631 (69.14)		
出生体重			6.356	0.012
<2 500 g	85 (18.76)	334 (14.16)		
≥2 500 g	368 (81.24)	2 025 (85.84)		
试管			0.739	0.390
是	43 (9.49)	156 (10.85)		
否	410 (90.51)	2 103 (89.15)		
分娩方式			6.536	0.011
剖宫产	210 (46.36)	982 (39.93)		

2.4 NICU 新生儿医院感染的多因素 Logistic 回归分析

对 2.3 小节中与 NICU 新生儿医院感染有关的变量进行赋值, 检验水准 $\alpha = 0.05$ 。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 胎龄 28~36 周、出生体重 < 2 500 g、机械通气、抗菌药物种类 ≥ 2 种、ICU 入住时间 > 7 d 均为 NICU 新生儿医院感染的独立危险因素 ($P < 0.05$)。回归分析的具体数据如表 5 所示。

3 讨论

新生儿医院感染是医疗机构面临的重大公共卫生挑战, 其发病率显著高于其他年龄组患者, 且与不良预后密切相关^[8]。NICU 的新生儿基础疾病复杂、多系统发育未成熟 (尤其免疫屏障功能不完善), 导致院内感染易感性显著增加, 感染后进展为脓毒症或多器官功能障碍的风险升高, 病死率可达普通患儿的 2~3 倍^[9]。鉴于目前仍缺乏针对此类感染的特异性治疗手段, 系统解析 NICU 新生儿医院感染的病原菌分子流行病学特征及关键危险因素, 已成为优化精准防控策略的核心研究方向。

3.1 NICU 新生儿医院感染病原菌的分布、主要病原菌耐药情况

本研究中, 2022—2023 年 NICU 住院的 2 812

(续表 4)

因素	感染组 (n = 453)	非感染组 (n = 2 359)	χ^2	P
顺产	243 (53.64)	1 477 (60.07)		
出生 1 min Apgar 评分			1.830	0.176
≤7 分	49 (10.82)	208 (8.82)		
>7 分	404 (89.18)	2 151 (91.18)		
出生 5 min Apgar 评分			14.485	<0.001
≤7 分	158 (34.88)	617 (26.16)		
>7 分	295 (65.12)	1 742 (73.84)		
窒息抢救			9.980	0.002
是	142 (31.35)	573 (10.82)		
否	311 (68.65)	1 786 (89.18)		
机械通气			28.987	<0.001
是	303 (66.89)	1 254 (53.16)		
否	150 (33.11)	1 105 (46.84)		
留置胃管			1.715	0.190
是	283 (62.47)	1 396 (59.18)		
否	170 (37.53)	963 (40.82)		
胃肠外营养			9.223	0.002
是	142 (31.35)	579 (24.54)		
否	311 (68.65)	1 780 (75.46)		
抗菌药物种类			5.891	<0.001
≥2 种	210 (46.36)	949 (40.23)		
<2 种	243 (53.64)	1 410 (59.77)		
抗菌药物使用时间			18.668	<0.001
>7 d	166 (36.64)	629 (26.66)		
≤7 d	287 (63.35)	424 (73.34)		
激素使用			0.866	0.352
是	20 (4.42)	83 (3.52)		
否	433 (95.58)	2 276 (96.48)		
ICU 入住时间			24.467	<0.001
>7 d	303 (66.89)	1 281 (54.30)		
≤7 d	150 (33.11)	1 078 (45.70)		
母亲孕期并发症				
孕期感染	12 (2.65)	68 (2.88)	0.075	0.784
宫内窘迫	53 (11.70)	211 (8.94)	3.371	0.066
胎膜早破	81 (17.88)	385 (16.32)	0.669	0.413
羊水污染	36 (7.95)	151 (6.40)	1.463	0.226

表 5 NICU 新生儿医院感染的多因素 Logistic 回归分析

Tab. 5 Multivariate Logistic regression analysis of nosocomial infection in NICU neonates

因素	β	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
胎龄	1.404	0.657	4.567	4.071	[1.123,14.757]	0.033
出生体重	1.227	0.526	5.441	3.411	[1.217,9.564]	0.020
机械通气	1.410	0.513	7.554	4.096	[1.499,11.195]	0.006
抗菌药物种类	1.035	0.422	6.015	2.815	[1.231,6.437]	0.015
ICU 入住时间	1.051	0.426	6.087	2.861	[1.241,6.593]	0.014

例新生儿中,发生医院感染的有 453 例(16.11%),共检出 475 株病原菌,主要为革兰氏阳性菌(凝固酶阴性葡萄球菌、金黄色葡萄球菌)和革兰氏阴性菌(大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌)。同时,本研究革兰氏阳性菌中,凝固酶阴性葡萄球菌对青霉素 C、红霉素及苯唑西林的耐药率高,但对利福平、呋喃妥因及万古霉素、利奈唑胺敏感;金黄色葡萄球菌对青霉素 C 完全耐药,但对利福平、万古霉素等无耐药性。革兰氏阴性菌中,大肠埃希菌对头孢曲松、头孢唑林耐药显著,而肺炎克雷伯菌对头孢他啶、头孢曲松的耐药率高,但两者对亚胺培南、阿米卡星均完全敏感。有研究对 2015 年 12 月—2019 年 12 月郑州市妇幼保健院的 NICU 新生儿医院感染病原菌的耐药性进行分析,结果发现新生儿感染主要为呼吸道感染和败血症,以铜绿假单胞菌、金黄色葡萄球菌和肺炎克雷伯菌为主,金黄色葡萄球菌对多数常见抗菌药物有较高的耐药率,但对阿莫西林、苯唑西林、庆大霉素、头孢噻肟、复方磺胺甲恶唑较为敏感;肺炎克雷伯菌对多数常见抗菌药物有较高的耐药率,但对庆大霉素较敏感^[10]。本研究为 NICU 新生儿医院感染的临床防控提供了循证依据。基于病原菌的分布特征,本研究建议制定基于病原谱的经验性抗感染策略:革兰氏阳性菌感染应规避青霉素 C 及红霉素,优先选择万古霉素或利奈唑胺作为一线治疗方案;革兰氏阴性菌感染须避免常规头孢类药物,推荐采用哌拉西林/他唑巴坦、妥布霉素或阿米卡星进行覆盖。此分层用药模式可望通过优化初始治疗方案降低医院感染的发生率,同时改善重症患儿的临床转归。

3.2 NICU 新生儿医院感染的危险因素分析

本研究多因素 Logistic 回归分析结果显示,胎龄<37 周、出生体重<2 500 g、机械通气、抗菌药物种类 ≥ 2 种、ICU 入住时间>7 d 均为 NICU 新生儿医院感染的独立危险因素。相关研究^[11]报道,胎

龄越小、出生体重越低,新生儿医院感染的发生率越高。早产儿(胎龄<37 周)及低出生体重儿的皮肤屏障功能薄弱且免疫球蛋白水平低下,导致病原体侵入风险显著增加^[12-13]。机械通气已被广泛证实是新生儿医院感染的独立危险因素。既往研究表明,NICU 中接受机械通气的患儿发生医院感染的风险显著增加,其感染率可达 20.4%~41.7%,且机械通气时间每延长 24 h,感染风险上升约 1.5 倍^[14]。机械通气的患儿中,人工气道导致呼吸道纤毛运动受损,且管路生物膜形成直接引发下呼吸道定植感染^[15]。张小亮等^[16]的研究结果显示,抗菌药物联合用药为医院感染发生的危险因素,且存在剂量-反应关系,随着联合用药时间的延长,医院感染发生的风险也随之增加。广谱抗菌药物联用(≥ 2 种)会导致肠道菌群紊乱,促使耐药菌选择性增殖,导致感染风险增加。刘庆倩等^[17]的研究报道提示,NICU 新生儿住院时间与医院感染的发生率呈正相关。住院时间延长(>7 天)与 NICU 环境微生物负荷累积相关,且侵入性操作频次同步上升,进一步加剧了新生儿医院感染的风险。亦有研究表明,NICU 环境中微生物群落的动态变化与住院时长密切相关,住院超过 7 天的新生儿粪便微生物 α 多样性显著降低,且 β 多样性波动性升高,提示微生物群落稳定性受损,易被耐药菌定植^[18]。此外,长期住院导致医疗设备表面和医护人员手部碳青霉烯耐药鲍曼不动杆菌、肠杆菌科等耐药菌的持续污染,其定植率可达 27.2% 和 4.8%,并通过侵入性操作直接突破宿主屏障^[19-20]。以上危险因素均提示,临床须针对高危群体(早产儿、低体重儿)强化免疫支持,限制非必要机械通气时长,实施抗菌药物分级管理(优先窄谱单药),并通过环境动态消杀(对高频接触面每 8 h 进行一次消毒)、缩短 ICU 滞留时间来降低感染发生率。

综上所述,本院 NICU 新生儿医院感染以革兰

氏阳性菌为主,对青霉素类及红霉素的耐药率高,万古霉素、利奈唑胺仍敏感。胎龄<37周、低出生体重、机械通气、抗菌药联用及ICU滞留>7天为独立危险因素,因此须规范侵入性操作及抗菌药物管理,并优化高危患儿防控策略。本研究仍存在不足之处,如为单中心研究,纳入样本量较少,数据分析结果可能存在偏倚性,后期考虑与其他医学单位合作,扩大样本量进行深入分析。

参考文献

- [1] Liu JY, Dickter JK. Nosocomial infections: a history of hospital-acquired infections [J]. *Gastrointest Endosc Clin N Am*, 2020, 30(4): 637-652.
- [2] 李丽娟, 赵丹洋, 黄雪敏, 郭巧芝. 全球新生儿医院感染暴发事件数据分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2020, 30(18): 2859-2863.
- [3] Johnson J, Akinboyo IC, Schaffzin JK. Infection prevention in the neonatal intensive care unit [J]. *Clin Perinatol*, 2021, 48(2): 413-429.
- [4] 李艳敏, 张瑞敏, 平莉莉, 翟丽娜, 张晓丽, 韩军月. 新生儿重症监护病房医院感染与病原菌谱: 一项单中心五年研究[J]. *中国感染控制杂志*, 2024, 23(2): 195-200.
- [5] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. *中华医学杂志*, 2001, 81(5): 314-320.
- [6] 叶应妩, 王毓三. 全国临床检验操作规程[M]. 第2版. 南京: 东南大学出版社, 2006: 736-883.
- [7] Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. 26th ed. CLSI supplement M100S-26[S]. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2016.
- [8] Raoofi S, Pashazadeh Kan F, Rafiei S, Hosseinipalangi Z, Noorani Mejareh Z, Khani S, Abdollahi B, Seyghalani Talab F, Sanaei M, Zarabi F, Dolati Y, Ahmadi N, Raoofi N, Sarhadi Y, Masoumi M, Sadat Hosseini B, Vali N, Gholamali N, Asadi S, Ahmadi S, Ahmadi B, Beiramy Chomalou Z, Asadollahi E, Rajabi M, Gharagozloo D, Nejatifar Z, Soheylirad R, Jalali S, Aghajani F, Navidriahy M, Deylami S, Nasiri M, Zareei M, Golmohammadi Z, Shabani H, Torabi F, Shabaninejad H, Nemati A, Amerzadeh M, Aryankhesal A, Ghashghaee A. Global prevalence of nosocomial infection: a systematic review and meta-analysis [J]. *PLoS One*, 2023, 18(1): e0274248. doi: 10.1371/journal.pone.0274248.
- [9] 韩静静, 邓敏, 成于珈. PDCA管理法降低新生儿重症监护病房多重耐药菌发生[J]. *医药导报*, 2021, 40(6): 841-845.
- [10] 王庆品, 常晶, 王广州, 黄楠楠, 于凤琴. 新生儿重症监护室医院获得性感染病原菌监测及多重耐药相关影响因素[J]. *儿科药学杂志*, 2021, 27(9): 15-18.
- [11] 王华, 赵冬梅, 武玮, 郝伟. 极/超低出生体质量儿院内感染病原菌分布及临床特点分析[J]. *北京医学*, 2020, 42(6): 514-518.
- [12] 胡岩, 高广华, 黄菊枫, 吴海涛, 郑雪. 胎膜早破早产儿B族链球菌感染的发生率及转归[J]. *儿科药学杂志*, 2021, 27(1): 11-14.
- [13] García H, Miranda-Navales G, Lorenzo-Hernández LM, Luna AT. Risk factors for healthcare-associated infections in newborns after surgery in a neonatal intensive care unit [J]. *Gac Med Mex*, 2023, 159(2): 96-102.
- [14] Rangelova V, Kevorkyan A, Raycheva R, Krasteva M. Ventilator-associated pneumonia in the neonatal intensive care unit-incidence and strategies for prevention [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2024, 14(3): 240. doi: 10.3390/diagnostics14030240.
- [15] Ludovichetti FS, Zuccon A, Positello P, Zerman N, Gracco A, Stellini E, Mazzoleni S. Preventive oral hygiene and ventilator-associated pneumonia in paediatric intensive care unit [J]. *Eur J Paediatr Dent*, 2022, 23(4): 298-302.
- [16] 张小亮, 李芳斌, 袁小龙, 彭志行. 抗菌药物联合用药增加医院感染发生风险的研究[J]. *中国消毒学杂志*, 2022, 39(7): 513-517.
- [17] 刘庆倩, 黄锋, 沙霞, 王鹤, 胡氏月, 贾浩源. 新生儿重症监护病房医院感染病原菌分布及相关危险因素分析[J]. *海南医学*, 2020, 31(19): 2510-2513.
- [18] Yee AL, Miller E, Dishaw LJ, Gordon JM, Ji M, Dutra S, Ho TTB, Gilbert JA, Groer M. Longitudinal microbiome composition and stability correlate with increased weight and length of very-low-birth-weight infants [J]. *mSystems*, 2019, 4(1): e00229-18. doi: 10.1128/mSystems.00229-18.
- [19] Orman A, Celik Y, Evik G, Ersöz G, Kuyucu N, Ozmen BO. Should perirectal swab culture be performed in cases admitted to the neonatal intensive care unit? Lessons learned from the neonatal intensive care unit [J]. *Children (Basel)*, 2023, 10(2): 187. doi: 10.3390/children10020187.
- [20] Baleivanualala SC, Matanitobua S, Samisoni Y, Soqo V, Smita S, Mailulu J, Nabose I, Lata A, Shayam C, Sharma R, Wilson D, Crump JA, Ussher JE. Environmental contamination with carbapenem resistant *Acinetobacter baumannii* in healthcare settings in Fiji: a potential source of infection [J]. *Front Cell Infect Microbiol*, 2024, 14(1): 1429443. doi: 10.3389/fcimb.2024.1429443.

(收稿日期: 2024-05-30)