

DOI:10.13350/j.cjpb.250303

• 论著 •

# ICU呼吸机相关性肺炎流行病学特征、病原菌谱及危险因素分析

陈艳\*, 潘殿柱, 王波, 李阳, 赵欢

(锦州医科大学附属第一医院呼吸三病区, 辽宁锦州 121000)

**【摘要】** 目的 探究医院 2022-2023 年 ICU 重症监护中心呼吸机相关性肺炎(VAP)的流行病学特征、病原菌谱及分析危险因素。方法 回顾性分析 1 236 例 ICU 重症监护患者临床资料,按 VAP 发生情况分为 VAP 组( $n=63$ )与非 VAP 组( $n=1173$ ),分析 ICU 重症监护中心 VAP 的流行病学特征、病原菌谱,对比两组基线资料,采用二元 Logistic 回归分析 ICU 重症监护中心 VAP 发生的危险因素。结果 63 例 ICU 重症监护中心 VAP 患者发病率为 5.19%。机械通气日,主要发生于 $>60$ 岁、合并糖尿病、合并脑血管疾病、呼吸机使用时间 $\geq 5$  d、留置胃管、预防性使用抗生素、抑酸剂使用时间 $>3$  d、使用糖皮质激素、低蛋白血症。ICU 重症监护中心 VAP 患者检出病原菌 104 株,其中革兰阳性菌 37 株(58.73%),最主要的是金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌;革兰阴性菌 61 株(96.83%),最主要的是鲍曼不动杆菌、肺炎克雷伯菌;真菌 6 株(9.52%)。金黄色葡萄球菌主要耐药药物为青霉素、克林霉素、苯唑西林;表皮葡萄球菌主要耐药药物为青霉素、红霉素、克林霉素、苯唑西林;鲍曼不动杆菌主要耐药药物为头孢他啶、哌拉西林、氨曲南;肺炎克雷伯菌主要耐药药物为环丙沙星、氨曲南、左氧氟沙星。二元 Logistic 回归模型中分析显示,合并糖尿病、脑血管疾病、留置胃管、预防性使用抗生素、抑酸剂使用时间( $>3$  d)、使用糖皮质激素、低蛋白血症均是 ICU 重症监护中心 VAP 发生的危险因素( $P<0.05$ )。结论 2022-2023 年 ICU 重症监护中心 VAP 主要病原菌为革兰阴性菌,存在多种药物耐药,临床需合理应用抗菌药物;合并糖尿病、脑血管疾病、留置胃管、预防性使用抗生素、抑酸剂使用时间( $>3$  d)、使用糖皮质激素、低蛋白血症均是 ICU 重症监护中心 VAP 发生的危险因素。

**【关键词】** 呼吸机相关性肺炎;重症监护中心;流行病学特征;病原菌谱;危险因素

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1673-5234(2025)03-0282-05

[*Journal of Pathogen Biology*. 2025 Mar.;20(03):282-286,291.]

## Analysis of epidemiologic characteristics, pathogenic bacteria spectrum and risk factors of ventilator-associated pneumonia in ICUs

CHEN Yan, PAN Dianzhu, WANG Bo, LI Yang, ZHAO Huan (*Respiratory Ward III of the First Affiliated Hospital of Jinzhou Medical University, Jinzhou 121000, Liaoning, China*)\*

**【Abstract】** **Objective** To investigate the epidemiological characteristics, pathogenic bacterial spectrum and analyze the risk factors of ventilator-associated pneumonia (VAP) in ICU intensive care centers in hospitals from 2022-2023.

**Methods** The clinical data of 1,236 ICU intensive care patients were retrospectively analyzed and divided into the VAP group ( $n=63$ ) and the non-VAP group ( $n=1173$ ) according to the occurrence of VAP, and the epidemiological characteristics and pathogenic bacterial spectrum of VAP in ICU intensive care centers were analyzed to compare the baseline data of the two groups, and binary Logistic regression was used to analyze the risk factors for the occurrence of VAP in ICU intensive care centers. **Results** The incidence rate of 63 patients with VAP in ICU intensive care center was 5.19% mechanical ventilation days, which mainly occurred in  $>60$  years old, combined diabetes mellitus, combined cerebrovascular disease, ventilator use  $\geq 5$  d, indwelling gastric tube, prophylactic antibiotic use, acid suppressant use  $>3$  d, use of glucocorticosteroids, and hypo-proteinemia. 104 strains of pathogenic bacteria were detected in patients with VAP in ICU intensive care centers, of which 37 strains of Gram-positive bacteria (including Gram-positive bacteria) were detected. Among them, 37 strains (58.73%) of Gram-positive bacteria, most predominantly *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis*; 61 strains (96.83%) of Gram-negative bacteria, most predominantly *Acinetobacter baumannii* and *Klebsiella pneumoniae*; and 6 strains (9.52%) of fungi. The main resistant drugs for *Staphylococcus aureus* were penicillin, clindamycin, and benzoxiline; for *Staphylococcus epidermidis*, penicillin, erythromycin, clindamycin, and benzoxiline; for *Acinetobacter baumannii*, ceftazidime, piperacillin, and amitraz; and for *Klebsiella pneumoniae*, ciprofloxacin, amitrazine, and levofloxacin. Analysis in the binary logistic regression model showed that

\* **【通信作者(简介)】** 陈艳(1984-),女,重庆丰都人,硕士研究生,研究方向:呼吸系统疾病。E-mail:xyhdoctor@sina.cn

comorbid diabetes, cerebrovascular disease, indwelling gastric tube, prophylactic use of antibiotics, duration of acid suppression ( $>3$  d), use of glucocorticosteroids, and hypoproteinemia were all risk factors for the occurrence of VAP in ICU intensive care centers ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** In 2022-2023, the main pathogens of VAP in ICU intensive care centers are gram-negative bacteria, and there are multiple drug resistance, so the clinic needs to rationally apply antimicrobial drugs; the combination of diabetes mellitus, cerebrovascular disease, indwelling gastric tubes, the prophylactic use of antibiotics, the time of use of acid suppression agents ( $>3$  d), the use of glucocorticosteroids, and hypoproteinemia are all risk factors for the occurrence of VAP in ICU intensive care centers.

**【Keywords】** ventilator-associated pneumonia; intensive care center; epidemiological characteristics; pathogenic bacteria spectrum; risk factors

呼吸机相关肺炎 (Ventilator-associated pneumonia, VAP) 是重症监护病房 (ICU) 中机械通气患者最常见、最严重的院内感染之一<sup>[1]</sup>。近年来,随着机械通气技术在重症监护病房的广泛应用,VAP 的发病率和死亡率居高不下,成为影响患者预后和医疗资源消耗的重要因素。根据相关报道,VAP 的发病率 20.00%~71.00%,ICU 中 VAP 患者的高发病率和死亡率高与患者的原发病、病原体特征、抗菌药物使用不当等因素密切相关,这些因素影响了临床疗效,延误了治疗时机<sup>[2-3]</sup>。病原菌谱的变化是预防和控制 VAP 的重要信息,随着抗菌药物的大量使用,耐药性问题日益突出。对 VAP 的流行病学和致病菌谱进行详细研究对于提高临床诊断和治疗水平以及优化预防措施非常重要<sup>[4]</sup>。既往研究表明,VAP 的发生受多种因素的影响,包括患者的基础疾病、机械通气的持续时间、抗菌药物的使用以及侵入性手术<sup>[5-6]</sup>。对这些风险因素进行系统分析可确定 VAP 的高危人群和重要方面,为临床实践中早期识别和评估 VAP 风险提供了有力支持,针对风险因素制定和实施有效的预防措施有助于降低 VAP 的发生率。基于此,本研究探讨医院 2022-2023 年 ICU 重症监护中心呼吸机相关性肺炎 (VAP) 的流行病学特征、病原菌谱及分析危险因素,现将结果报告如下。

## 材料和方法

### 1 一般资料

收集医院 2022 年 1 月-2023 年 12 月收治的 ICU 重症监护患者 1 236 例临床资料实施回顾性分析。按 VAP 发生情况分为 VAP 组 ( $n=63$ ) 与非 VAP 组 ( $n=1 173$ )。纳入标准:①均为本院 ICU 重症监护收治患者;②年龄在 12~70 岁间;③资料完整。排除标准:①机械通气时间低于 48 h;②存在重要脏器功能不全者;③存在肺结核、肺栓塞疾病者;④原发精神疾病、意识障碍者。本项方案已经经过伦理委员会审批。

### 2 方法

**2.1 VAP 诊断标准** 根据《医院获得性肺炎诊断和治疗指南》<sup>[7]</sup> 进行判断:①使用呼吸机 48 h 后发病;②

近期胸片 X 光显示片状或斑片状浸润,伴或不伴胸腔积液;③肺部实变体征,且有湿啰音;④体温高于 38℃,外周血白细胞 (WBC) 高于  $12 \times 10^9/L$ ,支气管内有脓性分泌物,病原体可从脓性分泌物中分离出来。

**2.2 菌株鉴定与药敏** 参照《全国临床检验操作规程》<sup>[8]</sup>,通过自动微生物检测仪 (美国 Biolog 公司) 测定病原菌类型,琼脂纸片扩散法 (K-B 法) 进行药敏试验,纸片来源于杭州驰成医药科技有限公司生产,判断标准采用美国临床实验室标准化协会 (CLSI) 2015 版药敏标准<sup>[9]</sup>。

**2.3 资料收集** 通过病历系统收集患者相关资料,包括年龄、性别、基础疾病 (冠心病、合并糖尿病、高血压、脑血管疾病)、呼吸机使用时间、留置胃管、预防性使用抗生素、昏迷、抑酸剂使用时间、是否使用糖皮质激素、低蛋白血症、ICU 入住时间。

### 3 统计学处理

数据分析应用 SPSS22.0。计数资料、正态分布的计量资料分别表示为 ( $n, \%$ )、( $\bar{x} \pm s$ ),行  $\chi^2$ 、 $t$  检验;二元 Logistic 回归模型分析影响因素。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结果

### 1 ICU 重症监护中心 VAP 患者的流行病学特征分析

63 例 ICU 重症监护中心 VAP 患者发病率为 5.19%机械通气日,主要发生于  $>60$  岁、合并糖尿病、合并脑血管疾病、呼吸机使用时间  $\geq 5$  d、留置胃管、预防性使用抗生素、抑酸剂使用时间  $>3$  d、使用糖皮质激素、低蛋白血症。见表 1。

### 2 ICU 重症监护中心 VAP 患者的病原菌谱分析

63 例 ICU 重症监护中心 VAP 患者检出病原菌 104 株,其中革兰阳性菌 37 株 (58.73%),最主要的是金黄色葡萄球菌 (22 株,占 34.92%)、表皮葡萄球菌 (12 株,占 19.05%);革兰阴性菌 61 株 (96.83%),最主要的是鲍曼不动杆菌 (23 株,占 36.51%)、肺炎克雷伯菌 (17 株,占 26.98%);真菌 6 株 (9.52%)。肠球菌属 2 株 (占 3.17%),肺炎链球菌 1 株 (占 1.59%),铜绿假单胞菌 8 株 (占 12.70%),洋葱霍尔德菌 5 株 (占

7.94%),大肠埃希菌4株(占6.35%),阴沟肠杆菌4株(占6.35%),热带假丝酵母菌3株(占4.76%),白假丝酵母菌3株(占4.76%)。

表1 ICU重症监护中心VAP患者的流行病学特征分析  
Table 1 Epidemiological characteristics analysis of VAP patients in ICU

指标	分类	总例数	VAP例数	占比(%)	$\chi^2$	P
年龄(岁)	<18	335	17	5.07	0.404	0.525
	18~	244	10	4.10		
	40~	275	15	5.45		
	≥60	382	21	5.50		
性别	男	697	34	4.88	0.159	0.691
	女	539	29	5.38		
冠心病	是	688	36	5.23	0.059	0.808
	否	548	27	4.93		
合并糖尿病	是	418	47	11.24	49.335	<0.001
	否	818	16	1.96		
高血压	是	641	33	5.15	0.007	0.932
	否	595	30	5.04		
脑血管疾病	是	547	37	6.76	5.638	0.018
	否	689	26	3.77		
呼吸机使用时间(d)	<5	869	36	4.14	5.511	0.019
	≥5	367	27	7.36		
留置胃管	是	480	34	7.08	6.400	0.011
	否	756	29	3.84		
预防性使用抗生素	有	290	41	14.14	64.024	<0.001
	无	946	22	2.33		
昏迷	是	648	27	4.17	2.438	0.118
	否	588	36	6.12		
抑酸剂使用时间(d)	>3	614	45	7.33	12.565	<0.001
	≤3	622	18	2.89		
是否使用糖皮质激素	是	268	24	8.96	10.53	0.001
	否	968	39	4.03		
低蛋白血症	有	575	42	7.30	10.829	0.001
	无	661	21	3.18		
ICU入住时间(d)	<15	627	27	4.31	1.645	0.200
	≥15	609	36	5.91		

### 3 ICU重症监护中心VAP患者的主要革兰阴/阳性菌耐药情况分析

22株金黄色葡萄球菌对青霉素、红霉素、克林霉素、苯唑西林、左氧氟沙星、呋喃妥因、亚胺培南、替考拉宁、万古霉素耐药率分别为100.00%(22株)、77.27%(17株)、59.09%(13株)、40.91%(9株)、27.27%(6株)、22.73%(5株)、22.73%(5株)、4.55%(1株)、0.00%;12株表皮葡萄球菌耐药率分别为100.00%(12株)、75.00%(9株)、50.00%(6株)、50.00%(6株)、25.00%(3株)、33.33%(4株)、25.00%(3株)、0.00%、0.00%。

23株鲍曼不动杆菌对头孢他啶、哌拉西林、氨曲南、阿米卡星、庆大霉素、亚胺培南、环丙沙星、左氧氟沙星、头孢唑林、头孢哌酮耐药率分别为78.26%(18株)、78.26%(18株)、73.91%(17株)、56.52%(13

株)、52.17%(12株)、47.83%(11株)、47.83%(11株)、39.13%(9株)、39.13%(9株)、13.04%(3株);17株肺炎克雷伯菌耐药率分别为35.29%(6株)、11.76%(2株)、64.71%(11株)、23.53%(4株)、5.88%(1株)、0.00%、100.00%(17株)、41.18%(7株)、29.41%(5株)、23.53%(4株)。

金黄色葡萄球菌主要耐药药物为青霉素、克林霉素、苯唑西林;表皮葡萄球菌主要耐药药物为青霉素、红霉素、克林霉素、苯唑西林;鲍曼不动杆菌主要耐药药物为头孢他啶、哌拉西林、氨曲南;肺炎克雷伯菌主要耐药药物为环丙沙星、氨曲南、左氧氟沙星。

### 4 ICU重症监护中心VAP患者与非VAP患者临床资料单因素分析比较

单因素分析显示,两组在年龄、性别、冠心病、高血压、昏迷、ICU入住时间等比较中,差异无统计学意义( $P>0.05$ );而在合并糖尿病、脑血管疾病、呼吸机使用时间、留置胃管、预防性使用抗生素、抑酸剂使用时间、是否使用糖皮质激素、低蛋白血症等比较中,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。见表2。

表2 两组单因素分析[n(%)]  
Table 2 Single factor analysis of two groups [n (%)]

指标	分类	VAP组(63)	非VAP组(1173)	$\chi^2$	P
年龄(岁)	<18	17(26.98)	318(27.11)	0.404	0.525
	18~	10(15.87)	234(19.95)		
	40~	15(23.81)	260(22.17)		
	≥60	21(33.33)	361(30.78)		
性别	男	34(53.97)	663(56.52)	0.159	0.691
	女	29(46.03)	510(43.48)		
冠心病	是	36(57.14)	652(55.58)	0.059	0.808
	否	27(42.86)	521(44.42)		
合并糖尿病	是	47(74.6)	371(31.63)	49.335	<0.001
	否	16(25.4)	802(68.37)		
高血压	是	33(52.38)	608(51.83)	0.007	0.932
	否	30(47.62)	565(48.17)		
脑血管疾病	是	37(58.73)	510(43.48)	5.638	0.018
	否	26(41.27)	663(56.52)		
呼吸机使用时间(d)	<5	36(57.14)	833(71.01)	5.511	0.019
	≥5	27(42.86)	340(28.99)		
留置胃管	是	34(53.97)	446(38.02)	6.400	0.011
	否	29(46.03)	727(61.98)		
预防性使用抗生素	有	41(65.08)	249(21.23)	64.024	<0.001
	无	22(34.92)	924(78.77)		
昏迷	是	27(42.86)	621(52.94)	2.438	0.118
	否	36(57.14)	552(47.06)		
抑酸剂使用时间(d)	>3	45(71.43)	569(48.51)	12.565	<0.001
	≤3	18(28.57)	604(51.49)		
是否使用糖皮质激素	是	24(38.1)	244(20.8)	10.530	0.001
	否	39(61.9)	929(79.2)		
低蛋白血症	有	42(66.67)	533(45.44)	10.829	0.001
	无	21(33.33)	640(54.56)		
ICU入住时间(d)	<15	27(42.86)	600(51.15)	1.645	0.200
	≥15	36(57.14)	573(48.85)		

## 5 ICU重症监护中心VAP发生危险因素二元 Logistic 回归

以VAP为因变量(赋值,非VAP=1,VAP=2),以合并糖尿病(1=是,2=否)、脑血管疾病(1=是,2=否)、呼吸机使用时间(1= $<5$  d,2= $\geq 5$  d)、留置胃管(1=是,2=否)、预防性使用抗生素(1=是,2=无)、抑酸剂使用时间(1= $>3$  d,2= $\leq 3$  d)、是否使用糖皮质激素(1=是,2=否)、低蛋白血症(1=是,2=无)为自变量,纳入二元 Logistic 回归模型中分析。结果显示,合并糖尿病、脑血管疾病、留置胃管、预防性使用抗生素、抑酸剂使用时间( $>3$  d)、使用糖皮质激素、低蛋白血症均是ICU重症监护中心VAP发生的危险因素( $P<0.05$ )。见表3。

表3 ICU重症监护中心VAP发生危险因素的二元 Logistic 回归  
Table 3 Binary logistic regression of risk factors for VAP in ICU

变量	B	S.E.	Wald	P	OR	95% C.I.	
						下限	上限
合并糖尿病	1.802	0.317	32.402	$<0.001$	6.064	3.260	11.278
脑血管疾病	0.647	0.292	4.920	0.027	1.909	1.078	3.380
呼吸机使用时间( $\geq 5$ d)	0.400	0.294	1.844	0.174	1.491	0.838	2.656
留置胃管	0.706	0.288	6.019	0.014	2.025	1.152	3.558
预防性使用抗生素	1.740	0.293	35.376	$<0.001$	5.698	3.211	10.109
抑酸剂使用时间( $>3$ d)	1.084	0.312	12.090	0.001	2.956	1.605	5.447
使用糖皮质激素	1.025	0.305	11.256	0.001	2.786	1.531	5.068
低蛋白血症	1.016	0.302	11.326	0.001	2.763	1.529	4.992
常量	-6.964	0.561	154.345	0.000	0.001		

## 讨论

呼吸机可以有效地替代和控制人体正常的生理呼吸,改善呼吸功能,增加肺通气量,保持设备的肺储备能力,目前已广泛应用于急诊医学、麻醉和呼吸治疗的许多领域<sup>[10]</sup>。机械通气是ICU常用的抢救手段,在危重病人的抢救和治疗中发挥着重要作用,但也可能导致VAP。VAP是指在患者开始或停止机械通气48 h内发生的肺实质感染。一旦发生VAP,不仅会因卸载困难而严重影响患者的预后,还会延长住院时间,增加医疗费用,严重时甚至会危及患者生命。作为ICU患者最常见的继发感染疾病,流行病学研究表明,近年来ICU患者VAP的发生率逐渐升高,VAP已成为ICU主要的院内感染之一,严重威胁着患者的生命健康安全。如何降低重症监护室VAP的发生率,合理选择抗菌药物进行治疗,一直是急诊科医务人员的重要课题。本研究显示,63例ICU重症监护中心VAP患者发病率为5.19%机械通气日,主要发生于 $\geq 60$ 岁、合并糖尿病、合并脑血管疾病、呼吸机使用时间 $\geq 5$  d、留置胃管、预防性使用抗生素、抑酸剂使用时间 $>3$  d、使用糖皮质激素、低蛋白血症。与既往研究结论也具有的一致性<sup>[11]</sup>。分析原因在于<sup>[12]</sup>:ICU重

症监护中心的年龄、多种基础疾病、免疫功能受损和营养状况不良都会降低身体对感染的抵抗力,机械通气会破坏呼吸系统的天然防御功能,而胃管置入等侵入性操作会增加感染风险。此外,滥用抗生素、过度使用抗酸剂等不当用药以及糖皮质激素的免疫抑制作用也会促进VAP的发生。因此,对高龄、有基础疾病并发症和营养状况差的患者应加强监测,积极改善其营养状况,以提高其免疫力。应严格遵守无菌手术原则,减少不必要的侵入性操作,缩短通气时间,合理使用抗生素、抗酸剂和糖皮质激素。

研究VAP致病菌的谱系和耐药特点是呼吸道疾病和感染性疾病领域的重点课题之一。分析VAP患者的致病菌谱和耐药特征,可为临床合理使用抗生素提供重要参考。本研究中ICU重症监护中心63例VAP患者检出病原菌104株,其中革兰阳性菌37株(58.73%),最主要的是金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌;革兰阴性菌61株(96.83%),最主要的是鲍曼不动杆菌、肺炎克雷伯菌;真菌6株(9.52%)。提示在VAP患者中,革兰阴性菌(主要是鲍曼不动杆菌和肺炎克雷伯菌)明显占多数。这表明在重症监护病房中感染革兰阴性菌,尤其是耐多药革兰阴性菌的风险很高。另一方面,金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌的检出率仍然很高,这两种细菌是革兰阳性菌的代表,在重症监护室中经常引起严重感染。与既往研究具有一致性<sup>[13-15]</sup>。分析原因可能在于<sup>[13-15]</sup>:(1)ICU内的患者往往病情危重,患有多种基础疾病,这本身就降低了患者的免疫力,增加了对革兰阴性菌等病原体的易感性。机械通气是ICU常用的治疗方式,但也是发生VAP的重要危险因素,机械通气会破坏呼吸道的自然防御机制,使革兰阴性菌等病原体更容易进入下呼吸道并引发感染。侵入性手术会破坏皮肤和粘膜屏障,为病原体提供进入途径,而革兰阴性细菌因其存活率高、适应性强,在此类手术中更容易存活并引发感染。(2)鲍曼不动杆菌和肺炎克雷伯菌是常见的革兰阴性菌,具有很强的毒力和感染性,可在医院环境中长期存活,并通过各种途径传播给易感患者。鲍曼不动杆菌对潮湿、高温、紫外线和各种化学消毒剂有很强的抵抗力,传统的消毒方法可以抑制其生长,但不能完全杀死它。另一方面,肺炎双球菌也会产生耐药机制,如延伸菌素 $\beta$ -内酰胺酶(ESBL),使抗生素治疗无效。(3)金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌是常见的革兰阳性菌,广泛存在于自然界和人体表面,可以通过各种途径进入人体引起感染。耐药性实验显示,金黄色葡萄球菌主要耐药药物为青霉素、克林霉素、苯唑西林;表皮葡萄球菌主要耐药药物为青霉素、红霉素、克林霉素、苯唑西林;鲍曼不动杆菌主要耐药药物为头孢他啶、哌拉西

林、氨基曲南;肺炎克雷伯菌主要耐药药物为环丙沙星、氨基曲南、左氧氟沙星。原因为:(1)金黄色葡萄球菌对青霉素产生抗药性主要是由于产生了β-内酰胺酶,这种酶会破坏青霉素的结构,使其失去抗菌活性。另一方面,对克林霉素和苯唑西林的抗药性可能与细菌产生的其他抗药性机制有关,如药物外排泵和靶点修饰。(2)表皮葡萄球菌的耐药性与金黄色葡萄球菌相似,尤其是对青霉素和苄星类药物。对红霉素的耐药性可能与细菌产生甲基化酶有关,甲基化酶会改变目标位点,使红霉素无法与细菌结合,克林霉素产生抗药性的机制可能与金黄色葡萄球菌相似。(3)鲍曼不动杆菌是一种对多种抗生素具有耐药性的革兰阴性细菌,其耐药机制包括产生β-内酰胺酶、药物外流泵和改变靶点。头孢他啶、哌拉西林和阿米曲南都是β-内酰胺类抗生素,因此很容易被鲍曼尼氏菌产生的β-内酰胺酶破坏。(4)肺炎克雷伯氏菌对喹诺酮类抗生素(如环丙沙星和左氧氟沙星)的耐药性可能与细菌产生的DNA旋转酶和拓扑异构酶的波动有关,这些酶会抑制药物与靶位点的结合。对阿米曲南的耐药性同样可能与β-内酰胺酶的产生有关。原菌的抗药性使临床治疗变得更加复杂和具有挑战性,要求定期对ICU患者病原菌进行临床监测,以确定病原菌的分布和耐药性,为临床治疗提供依据。根据病原菌的耐药性和患者的病情,选择合适的抗生素进行治疗。

二元 Logistic 回归模型中分析显示,合并糖尿病、脑血管疾病、留置胃管、预防性使用抗生素、抑酸剂使用时间(>3 d)、使用糖皮质激素、低蛋白血症均是ICU重症监护中心VAP发生的危险因素。分析原因在<sup>[16-19]</sup>:(1)糖尿病患者通常伴有免疫缺陷和高血糖,这些都会增加感染的风险。且高血糖环境会促进细菌的生长和繁殖,而免疫缺陷则会降低对病原体的抵抗力,使患者更容易受到感染。(2)脑血管疾病患者通常会出出现吞咽困难和意识障碍,所有这些都会增加吸入的风险,吸入是导致VAP爆发的最重要原因之一,因为吸入的胃内容物含有许多细菌,容易造成肺部感染。此外,脑血管疾病患者通常处于应激状态,这会使机体释放大量炎症介质,导致免疫抑制和对病原体的抵抗力减弱。(3)留置胃管会对咽部造成机械性刺激,导致咽部粘膜受损,增加细菌入侵的可能性。此外,留置胃管容易引起胃液反流,反流的胃液中含有大量细菌,容易导致肺部感染。(4)预防性使用抗生素会破坏体内菌群的正常平衡,导致耐药菌的产生和建立。(5)长期服用抗酸剂会抑制胃酸分泌,使胃内环境适合细菌生长繁殖,细菌可能通过反流侵入肺部,引起肺部感染。抗酸剂还可能损伤胃黏膜,增加细菌入侵的可能性。(6)糖皮质激素是一种强效免疫抑制剂,可抑制

机体的免疫反应,削弱机体对病原体的抵抗力。糖皮质激素还可能促进细菌的生长和繁殖,增加感染的风险。(7)低蛋白血症往往与营养不良有关,导致免疫功能受损,增加感染的风险。低蛋白血症还会影响组织的修复和再生,使感染难以控制。因此,在临床实践中应针对这些危险因素采取预防措施,以降低VAP的发病率。既往张占岭等<sup>[19]</sup>研究表明机械通气时间是CU重症监护中心VAP发生的危险因素,本研究未得出该结论,分析与研究对象个体差异性相关。

综上所述,2022-2023年ICU重症监护中心VAP主要病原菌为革兰阴性菌,存在多种药物耐药,临床需合理应用抗菌药物;合并糖尿病、脑血管疾病、留置胃管、预防性使用抗生素、抑酸剂使用时间(>3 d)、使用糖皮质激素、低蛋白血症均是ICU重症监护中心VAP发生的危险因素。

【参考文献】

[1] Bassetti M, Mularoni A, Giacobbe DR, et al. New antibiotics for hospital-acquired pneumonia and ventilator-associated pneumonia [J]. *Semin Respir Crit Care Med*, 2022, 43(2): 280-294.

[2] Guner CK, Kutlurkan S. Role of head-of-bed elevation in preventing ventilator-associated pneumonia bed elevation and pneumonia [J]. *Nurs Crit Care*, 2022, 27(5): 635-645.

[3] 何静漪, 王芳, 梁倩, 等. 不同肠内营养途径对ICU机械通气患者呼吸机相关性肺炎影响的网状Meta分析 [J]. *中国感染控制杂志*, 2023, 22(4): 424-434.

[4] 谢朝云, 蒙桂鸾, 熊芸, 等. 多重耐药菌感染呼吸机相关性肺炎影响因素分析 [J]. *中国消毒学杂志*, 2020, 37(3): 186-189.

[5] 陈亚男, 李爱民, 刘克喜, 等. ICU老年患者呼吸机相关性肺炎合并耐药菌感染流行病学特征及影响因素 [J]. *中国老年学杂志*, 2021, 41(8): 1642-1645.

[6] 陈洪英, 李爱琴, 王晓琼, 等. 重症监护病房重症患者呼吸机相关肺炎的病原菌特点及来源的研究 [J]. *中国消毒学杂志*, 2020, 37(10): 730-732.

[7] 中华医学会呼吸病学分会. 医院获得性肺炎诊断和治疗指南(草案) [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 1999, 22(4): 201.

[8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会医政医管局. 全国临床检验操作规程 [M]. 第4版. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 182-4.

[9] Clinical and Laboratory Standards Institute (2015) Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; 25th Informational Supplement. (M100-S25) [S]. Wayne, PA: 19087USA, 2015.

[10] 李昕, 王志燕, 韩晓琦. 锥形气囊气管导管与传统气管导管对于预防呼吸机相关肺炎效果的Meta分析 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2022, 32(11): 1649-1653.

[11] Li Y, Liu C, Xiao W, et al. Incidence, risk factors, and outcomes of ventilator-associated pneumonia in traumatic brain injury: A meta-analysis [J]. *Neurocrit Care*, 2020, 32(1): 272-285.

[12] 赵球, 韩雯雯, 赵琳, 等. ICU机械通气患者呼吸机相关性肺炎的危险因素及WISP1/TLR4/整合素β5通路基因变化 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 33(23): 3557-3561.

[13] 杨迎平, 罗晓东, 蔡国雄, 等. 耐碳青霉烯类革兰阴性菌所致呼吸机相关肺炎的病原菌分布和患者死亡危险因素 [J]. *中国人兽共患病学报*, 2020, 36(4): 290-296.

[14] 许国玉, 巩月英, 吴婧文, 等. 机械通气患者鲍氏不动杆菌感染所致呼吸机相关性肺炎的危险因素及临床结局 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2022, 32(10): 1482-1485.

- unknown origin in hemodialysis patients: A single-center, retrospective study[J]. *Blood Purif*, 2021, 50(2): 238-245.
- [6] 许鑫, 张世同, 孙中德. 维持性血液透析患者白介素和免疫球蛋白水平与透析导管相关性感染及预后的关联性[J]. *中国实验诊断学*, 2022, 26(11): 1661-1664.
- [7] 盛晓华, 汪年松. 美国肾脏病基金会肾脏病预后质量倡议工作组血液透析充分性临床实践指南(2015年更新版)解读[J]. *世界临床药物*, 2016, 37(8): 508-512.
- [8] 中国医师协会检验医师分会. 导管相关性血流感染检验诊断报告模式专家共识[J]. *中华医学杂志*, 2017, 97(18): 1376-1379.
- [9] 张雯珍, 丁萍, 王平, 等. 血液透析护士版中央导管相关血流感染预防知信行量表的修订[J]. *护理研究*, 2022, 36(22): 3982-3988.
- [10] 刘娟, 李昌艳, 顾芳, 等. 血液透析导管相关性血流感染的危险因素及 TGF- $\beta$ 1/Smads 信号通路的表达[J]. *中华医院感染学杂志*, 2024, 34(6): 837-840.
- [11] 张梅, 方萍, 杨亮, 等. 基于风险评估的分级护理联合感控督导对血液透析患者中心静脉导管相关性血流感染的影响[J]. *护士进修杂志*, 2022, 37(17): 1598-1602.
- [12] 钟倩, 崔雪曼, 李帅, 等. 尿毒症维持性血液透析患者血清 HMGB1、NGAL、miR-15a、miR-34b 水平与导管相关性感染的关联性[J]. *中华医院感染学杂志*, 2024, 34(8): 1163-1167.
- [13] 郑佩兰, 庄永泽, 陈揭剑, 等. 血液透析导管相关血流感染病原菌及耐药性的单中心分析[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2023, 24(11): 970-973.
- [14] 崔丽红, 孙长喜, 师军华. 维持血液透析患者中心静脉导管相关
- 血流感染影响因素及肿瘤坏死因子- $\alpha$  基因多态性[J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 33(9): 1333-1337.
- [15] Lugon JR, Neves PDMM, Pio-Abreu A, et al. Evaluation of central venous catheter and other risk factors for mortality in chronic hemodialysis patients with COVID-19 in Brazil[J]. *Int Urol Nephrol*, 2022, 54(1): 193-199.
- [16] 王姗, 张志媛, 姚佳, 等. 慢性肾功能衰竭血液透析患者导管相关性血流感染预测模型的构建[J]. *中华现代护理杂志*, 2022, 28(23): 3123-3127.
- [17] 李道新, 熊飞, 李红波, 等. 维持性血液透析患者微炎症状态及外周血 Keap1-Nrf2-ARE 表达对导管相关性血流感染的诊断价值[J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 33(1): 49-53.
- [18] Greeviroj P, Lertussavavivat T, Thongsricome T, et al. The world prevalence, associated risk factors and mortality of hepatitis C virus infection in hemodialysis patients: a meta-analysis[J]. *J Nephrol*, 2022, 35(9): 2269-2282.
- [19] 李道新, 熊飞, 李红兵, 等. 血液透析患者导管相关性血流感染的危险因素及其预测模型构建[J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 33(3): 368-371.
- [20] Cheng YJ, Zhao XJ, Zeng W, et al. Effect of intradialytic exercise on physical performance and cardiovascular risk factors in patients receiving maintenance hemodialysis: A pilot and feasibility study[J]. *Blood Purif*, 2020, 49(4): 409-418.

【收稿日期】 2024-09-22 【修回日期】 2024-12-11

(上接 281 页)

- [15] 刘露, 马杰, 张圣福, 等. 三维人工植入物联合颞部切口入路在眶底缺损合并颧骨折修复术中的应用效果观察[J]. *解放军医学院学报*, 2023, 44(11): 1224-1229.
- [16] Peng MY, Fan D, Zhang W, et al. Customized Medpor orbital floor implants using 3D-printed models: two case reports[J]. *J Craniofac Surg*, 2021, 32(4): 1470-1472.
- [17] 王介聪, 陈红波, 孙家明. Medpor Titan 联合 Medpor 置入在眼眶骨折眶底整复中的应用[J]. *中华整形外科杂志*, 2018, 34(1): 37-40.
- [18] Schwaiger M, Echlin K, Atherton D, et al. The use of Medpor implants for midface contouring in cleft patients[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2019, 48(9): 1177-1184.
- [19] Wang Y, Zhang Y, Zhang Z, et al. Reconstruction of mandibular contour using individualized high-density porous polyethylene (Medpor) implants under the guidance of virtual surgical planning and 3D-printed surgical templates[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2018, 42(1): 118-125.
- [20] 岳秋萍. 2 型糖尿病视网膜病变患者血清、玻璃体及房水中 S100A8/A9 水平变化及意义[D]. 河南: 郑州大学, 2020.
- [21] Baronaite I, Sulskis D, Kopu SA, et al. Formation of calprotectin inhibits amyloid aggregation of s100a8 and s100a9 proteins[J]. *ACS Chem Neurosci*, 2024, 15(9): 1915-1925.
- [22] Wang S, Song R, Wang Z, et al. S100A8/A9 in inflammation[J]. *Front Immunol*, 2018, 9: 1298.
- [23] Cho C, Wang Y, Smallwood PM, et al. Dlg1 activates beta-catenin signaling to regulate retinal angiogenesis and the blood-retina and blood-brain barriers[J]. *Elife*, 2019, 8: e45542.
- [24] Zheng M, Tian C, Fan T, et al. Fibronectin regulates the self-renewal of rabbit limbal epithelial stem cells by stimulating the Wnt11/Fzd7/ROCK non-canonical Wnt pathway[J]. *Exp Eye Res*, 2019, 185: 107681.
- [25] Bonnet C, Ruiz M, Gonzalez S, et al. Single mRNA detection of Wnt signaling pathway in the human limbus[J]. *Exp Eye Res*, 2023, 229: 109337.

【收稿日期】 2024-10-11 【修回日期】 2025-01-06

(上接 286 页)

- [15] 刘银梅, 吴晓松, 杨惠英, 等. 耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌呼吸机相关肺炎发病及预后危险因素[J]. *中华医院感染学杂志*, 2020, 30(22): 3378-3383.
- [16] 陈亚男, 徐燕, 刘菁, 等. ICU 呼吸机相关性肺炎病原菌耐药性变迁及影响因素分析[J]. *中国消毒学杂志*, 2020, 37(1): 56-58.
- [17] 王美珠, 孙惠英, 常琰, 等. 成人心脏手术后呼吸机相关肺炎的危险因素[J]. *中国感染控制杂志*, 2022, 21(8): 798-804.
- [18] 燕超, 王伟, 刘莉, 等. 心胸外科重症监护病房儿童先天性心脏病术后呼吸机相关肺炎的危险因素[J]. *中国感染控制杂志*, 2023, 22(8): 953-957.
- [19] 张占岭, 胡笑笑, 刘隆查, 等. 温州某院 ICU 重症监护中心呼吸机相关性肺炎危险因素及感染致病菌群的调查[J]. *实用预防医学*, 2020, 27(11): 1381-1383.

【收稿日期】 2024-09-27 【修回日期】 2024-12-20