

DOI:10.13350/j.cjpb.250623

• 临床研究 •

急危重症患者呼吸机相关感染病原菌分布特征 及集束化护理效果观察

田玉华^{1*}, 黄彩云², 强莉³, 梁川⁴(1. 绵阳市中医医院急诊科, 四川绵阳 621000; 2. 绵阳市中医医院重症医学科;
3. 绵阳市中医医院护理部; 4. 绵阳市中医医院检验科)

【摘要】 目的 分析急危重症患者呼吸机相关感染病原菌分布特征及集束化护理预防的效果。 **方法** 选择 2021 年 6 月至 2024 年 6 月本院重症监护室(ICU)收治的 120 例并发呼吸相关性肺炎(VAP)的急危重症患者,采集患者痰液标本进行病原菌培养。将患者分为两组,对照组(60 例,予以常规护理),研究组(60 例,予以集束化护理),两组均护理至患者撤机后 48 h。对比两组治疗相关指标(机械通气时长、入住 ICU 时长)、病情严重程度[急性生理与慢性健康评分(APACHE II)评分]、炎症因子指标[白细胞计数(WBC)、降钙素原(PCT)、C 反应蛋白(CRP)]、不良事件发生率。 **结果** 120 例并发 VAP 的急危重症患者中共检测出 170 株病原菌,其中革兰阴性菌 102 例,包括鲍曼不动杆菌、肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌、大肠埃希菌等;革兰阳性菌 54 例,包括金黄色葡萄球菌、肺炎链球菌、溶血葡萄球菌;真菌 14 株,包括白假丝酵母菌。20 例特殊类型病原菌,为耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)、产超广谱 β -内酰胺酶(ESBLs)肺炎克雷伯菌、产 ESBLs 大肠埃希菌、多重耐药铜绿假单胞菌(MDRPA)、多重耐药鲍曼不动杆菌(MDRAB)。研究组机械通气时长、入住 ICU 时长均短于对照组($P < 0.05$)。两组护理后血清 WBC、CRP、PCT 水平比护理前低,且研究组血清 WBC、CRP、PCT 水平低于对照组($P < 0.05$)。两组护理后 APACHE II 评分均比护理前低,且研究组 APACHE II 评分比对照组低($P < 0.05$)。研究组不良事件发生率与对照组相比,差异无统计学意义($P > 0.05$)。 **结论** 并发 VAP 的急危重症患者的主要病原菌为革兰阴性菌,予以集束化护理能有效减弱患者机体炎症反应,改善病情严重程度,利于缩短患者机械通气时长、入住 ICU 时长。

【关键词】 呼吸机感染;病原菌分布;集束化护理;炎症因子

【文献标识码】 A **【文章编号】** 1673-5234(2025)06-0800-05

[Journal of Pathogen Biology. 2025 Jun.;20(06):800-804, 808.]

Distribution characteristics of pathogenic bacteria in ventilator-associated infection complications of critically ill patients and observation on the effect of cluster nursing prevention

TIAN Yuhua¹, HUANG Caiyun², QIANG Li³, LIANG Chuan⁴ (1. Emergency Department, Mianyang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Mianyang 621000, Sichuan, China; 2. Intensive Care Medicine Department, Mianyang Hospital of Traditional Chinese Medicine; 3. Nursing Department, Mianyang Hospital of Traditional Chinese Medicine; 4. Clinical Laboratory, Mianyang Hospital of Traditional Chinese Medicine)*

【Abstract】 Objective To analyze the distribution characteristics of pathogens associated with ventilator-associated infections in critically ill patients and the effectiveness of bundled nursing prevention. **Methods** 120 critically ill patients with respiratory associated pneumonia (VAP) admitted to the intensive care unit (ICU) of our hospital from June 2021 to June 2024 were selected, and sputum samples were collected for pathogen culture. The patients were divided into two groups: a control group (60 cases, receiving routine care) and a study group (60 cases, receiving bundled care). Both groups were cared for until 48 hours after the patients withdrew from the machine. Compare two treatment related indicators (mechanical ventilation duration, ICU stay duration), severity of illness (acute physiology and chronic health score (APACHE II) score), inflammatory factor indicators (white blood cell count (WBC), procalcitonin (PCT), C-reactive protein (CRP)), and incidence of adverse events. **Results** Out of 120 critically ill patients with concurrent VAP, a total of 170 strains of pathogenic bacteria were detected, including 102 cases of gram-negative bacteria, including *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, etc; 54 cases of Gram positive bacteria, including *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, and *Streptococcus pyogenes*; 14 strains of fungi, including *Candida albicans*. 20 cases of special types of pathogens, including methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA), extended spectrum beta lactase producing (ESBLs) *K. pneumoniae*, ESBLs producing *E. coli*, multidrug-

* **【通信作者(简介)】** 田玉华(1987-),女,四川绵阳人,本科,主管护师,主要从事急危重症患者护理工作。E-mail: tzq196442@163.com

resistant *P. aeruginosa* (MDRPA), and multidrug-resistant *A. baumannii* (MDRAB). The duration of mechanical ventilation and ICU stay in the study group were shorter than those in the control group ($P < 0.05$). The levels of serum WBC, CRP, and PCT were lower in both groups after nursing compared to before nursing, and the levels of serum WBC, CRP, and PCT in the study group were lower than those in the control group ($P < 0.05$). The APACHE II scores of both groups after nursing were lower than before nursing, and the APACHE II scores of the study group were lower than those of the control group ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the incidence of adverse events between the study group and the control group ($P > 0.05$). **Conclusion** The main pathogenic bacteria in critically ill patients with concurrent VAP are gram-negative bacteria. Bundle nursing can effectively reduce the patient's inflammatory response, improve the severity of the condition, and shorten the duration of mechanical ventilation and ICU stay.

【Keywords】 ventilator infection; distribution of pathogenic bacteria; cluster nursing; inflammatory factor

机械通气是用呼吸机来代替或改变患者主动呼吸运动的一种通气方法,也是入住重症监护室(ICU)的急危重症患者最常见的抢救措施之一。有研究指出,机械通气在维持急危重症患者呼吸支持的同时,也会引发较多并发症,其中呼吸机相关感染并发症—呼吸机相关性肺炎(VAP)最为常见^[1]。VAP不仅会造成急危重症患者基础疾病加重、机械通气持续时间和住院时间延长,也有可能引起其他并发症的发生,严重威胁患者的生命安全^[2]。因此,早期全面掌握并发VAP的急危重症患者病原菌分布特征予以抗感染治疗的同时辅以相应的护理措施进行早期干预,对于提高患者预后有着十分重要的临床意义。既往,临床针对并发VAP的急危重症患者多实施常规护理方案,存在护理措施针对性不足、护理方案系统性不强等缺点,临床应用有一定局限性。有研究指出,集束化护理能集合一系列有循证基础的治疗和护理干预措施,可起到帮助医护人员提供优化的医疗护理服务,解决临床医疗护理难题,提高护理效果的目的,在急危重症患者中应用效果较好^[3-4]。

本研究分析急危重症患者在呼吸机相关感染并发症病原菌分布特征,将集束化护理用于并发VAP的急危重症患者中,并分析该护理对患者治疗相关指标、病情严重程度、炎症因子指标、不良事件发生率的影响,结果报道如下。

材料与方法

1 一般资料

选择120例于2021年6月至2024年6月期间本院ICU收治的并发VAP的危重症患者为研究对象,其中男63例,女57例;年龄30~78岁,平均年龄(45.71 ± 2.12)岁;体质量指数21~25 kg/m²,平均(22.86 ± 1.18)kg/m²。

2 入选标准

(1)诊断标准。VAP与《中国成人医院获得性肺炎与呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南》^[5]中诊断标

准相符,且经临床检查确诊。(2)纳入标准。符合上述诊断标准;符合机械通气指征且通气时长 ≥ 48 h;可正常进行沟通交流;家属自愿签署知情同意书;文化水平高中及以上;情绪及意识状态正常。(3)排除标准。需靠呼吸机行长期生命支持者;拔管后再插管者;机械通气前出现肺部感染、肺水肿、肺出血者;发生误吸者;实施机械通气并造成插管区域损伤者;原发病进行性加重,病情恶化的患者;中途转科、转院、甚至死亡或观察指标缺失者;近期家庭发生重大变故者。

3 方法

3.1 标本采集 参考《美国微生物学会临床微生物标本送检指南》^[6]中相关标准,采用纤维支气管镜经气管插管采集患者下呼吸道深部痰液标本。涂片检查上皮细胞 > 10 个/LPF为合格标本,标本合格后即刻送检。

3.2 细菌培养与鉴定 在培养基上分离培养获取纯培养物,使用VITEK 2 COMPACT型全自动微生物鉴定系统(法国生物梅里埃公司)予以鉴定。按照美国临床实验室标准委员会(NCCLS)标准^[7]进行质量控制,病原学检测过程严格按照《全国临床检验操作规程》^[8]进行。

3.3 护理方案实施 以抛硬币法将120例患者分为两组,对照组予以常规护理,研究组予以集束化护理。

对照组:(1)成立责任小组。护士长担任组长,组员包括主治医师1名、责任护士2名。(2)病情监察护理。建立单独的护理微信群,持续监测患者各项生命体征,每隔0.5~1 h安排责任护士记录患者生命体征值与呼吸机数值并反馈在护理群中,直至拔除呼吸机。(3)呼吸道护理。责任护理对患者进行气道湿化及吸痰处理,及时清除患者口腔及鼻腔内分泌物,痰液黏稠无法咳出者进行雾化吸入处理。(4)饮食护理。对患者实施肠内营、维生素、矿物质和微量元素),剂量为250 mL、浓度为0.6 kcal/mL、滴速为30 mL/h,根据患者情况逐日增加剂量,同时减少质子泵抑制剂使用率。(5)教育护理。开展直观生动的视听教学,科普机械通气知识、并发症表现及应急措施并协助开展各项

肺部功能检查。(6)伤口护理:定时对气管切开者的伤口进行消毒并重新用纱布包扎,确保伤口四周皮肤无红肿、渗血情况。(7)管道护理。固定好管道并确保其无堵塞,责任护士查房时检查置管深度,避免管道脱出。调整室温约为 22℃、湿度约为 60%,覆盖 2 层生理盐水纱布在气管切开者套管口,并遵医嘱按时滴入湿化液。(8)用药护理。根据病原菌分布情况及药敏试验结果,遵医嘱对患者予以抗生素治疗。

研究组在对照组基础上实施集束化护理:(1)口腔护理。使用 0.12% 的氯己定进行口腔护理,4 次/天。(2)呼吸机管路护理。及时清理呼吸机管路冷凝水,并放置集水瓶在较低位置;在呼吸机管道污染及破损的特殊情况下要即刻更换,正常情况下每 7 d 更换 1 次呼吸机管道。(3)呼吸训练护理。指导患者进行自主呼吸训练,鼓励患者完成腹式呼吸、缩唇呼吸、吹气球等指令性动作,2 次/天。(4)环境护理。保证床间距至少 1.5 m,根据病情危重程度将病区分为 A、B 两个区域,A 区为病情进展者,B 区为病情趋于平稳者,同时每个区域还区分清洁区和非清洁区。定期对病区空气、地面、物表进行消毒。应用医院感染主动监测系统来监督医护人员的手卫生状况,保证严重的无菌操作。(5)康复训练护理。无特殊禁忌者床头抬高 30~45°,于机械通气 24 h 后由专科护士对患者实施关节被动活动,在患者生命体征平稳后指导患者完成手脚关节屈伸、眼球转动、开口伸舌等指令性动作。安排康复师指导患者开展直立坐起、床上弯腰、床旁站立等渐进性康复训练,2 次/天,单次训练时长少于 0.5 h,训练时密切观察其生命体征。(6)撤机评估护理。每年上午 8~10 点、下午 14~16 点中断使用镇静药物,评估是否可以拔管,对满足拔管指征者早期撤机拔管。两组均护理至撤机后 48 h。

4 观察指标

(1)病原菌总体分布情况。统计患者痰液中病原菌分布情况。(2)两组一般资料比较。比较两组一般资料,包括性别、年龄、体质量指数、体温、中心静脉置管情况、通气类型等。(3)两组治疗相关指标比较。记录并比较两组机械通气时长、入住 ICU 时长。(4)两组炎症因子水平比较。血液标本采集时间:护理前及护理后当日清晨;采集条件:安静且空腹状态;采集部位:肘正中静脉;分别采用无抗凝剂采集管和 EDTA 抗凝采集管采集 2 管血液,无抗凝剂管血样本(5 mL)室温下静置 30 min,3 000 r/min 离心 10 min,取上层血清,通过采用免疫荧光法(试剂盒:瑞莱生物有限公司)测试降钙素原(PCT)。EDTA 抗凝管血样本(2 mL)采集后直接使用全自动血球分析仪(型号:Bc6800crp,厂家:深圳迈瑞公司)测定 C 反应蛋白

(CRP)和白细胞总数(WBC)。(5)两组病情严重程度比较。分别于护理前后使用急性生理与慢性健康评分(APACHE II)评分^[9]评价并对比两组患者病情,包括 12 项参数,每项分值 0~4 分,总分值 0~60 分,分别越高提示病情越严重。(6)两组不良事件发生率比较。包括气压伤、肺不张、脱机困难、管道脱落等。

5 统计学方法

采用 SPSS22.0 软件处理数据,以($\bar{x} \pm s$)表示计量资料,并开展 t 检验;用百分比表示计数资料,并开展 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1 病原菌分布

120 例并发 VAP 的急危重症患者检测出一般病原菌 170 株,其中革兰阴性菌 102 株,分别为铜绿假单胞菌(24 株,14.12%)、肺炎克雷伯菌(38 株,22.35%)、鲍曼不动杆菌(16 株 9.41%)、大肠埃希菌(14 株,8.23%),其他菌株(10 株,5.88%);革兰阳性菌 54 株,分别为金黄色葡萄球菌(16 株,9.41%)、肺炎链球菌(30 株,17.65%)、溶血葡萄球菌(8 株,4.71%);14 株真菌,包括白假丝酵母菌(10 株,5.88%)、克柔念珠菌(2 株,1.18%)、光滑假丝酵母菌(2 株,1.18%)。检出特殊病原菌 20 例,分别为耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)(6 株,30.00%)、产超广谱 β -内酰胺酶(ESBLs)肺炎克雷伯菌(4 株,20.00%)、产 ESBLs 大肠埃希菌(5 株,25.00%)、多重耐药铜绿假单胞菌(MDRPA)(3 株,15.00%)、多重耐药鲍曼不动杆菌(MDRAB)(2 株,10.00%)。

2 两组一般资料比较

两组性别、中心静脉置管情况、通气类型、年龄、体质量指数、体温等一般资料差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 两组一般资料比较 n(%)
Table 1 Comparison of General Information between Two Groups n(%)

一般资料		对照组 (n=60)	研究组 (n=60)	χ^2 值 / t 值	P 值
性别	男	30(50.00)	33(55.00)	0.301	0.583
	女	30(50.00)	27(45.00)		
通气类型	气管插管	32(53.33)	34(56.67)	0.135	0.714
	气管切开	28(46.67)	26(43.33)		
中心静脉置管 情况	有	25(41.67)	27(45.00)	0.136	0.713
	无	35(58.33)	33(55.00)		
年龄(岁)		45.72 $\pm$ 2.13	45.71 $\pm$ 2.12	0.026	0.980
体质量指数(kg/m ²)		22.85 $\pm$ 1.16	22.86 $\pm$ 1.18	0.047	0.963
体温(℃)		38.53 $\pm$ 0.55	38.55 $\pm$ 0.56	0.1697	0.844

3 两组治疗相关指标比较

对照组和研究组机械通气时长分别为(14.86 $\pm$

4.25)d、(11.49±3.99)d, 对照组和研究组入住ICU时长分别为(20.35±5.84)d、(15.84±4.52)d。研究组机械通气时长、入住ICU时长均短于对照组($t=4.478, 4.731$, 均 $P<0.05$)。

4 两组炎症因子水平比较

研究组与对照组护理前血清炎症因子水平相比, 差异无统计学意义($P>0.05$); 两组护理后血清炎症因子水平比护理前低, 且研究组血清炎症因子水平低于对照组($P<0.05$)。见表2。

表2 两组炎症因子对比($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Comparison of inflammatory factors between two groups($\bar{x}\pm s$)

炎症因子		对照组	研究组	t 值	P 值
PCT($\mu\text{g/L}$)	护理前	0.82±0.12	0.85±0.13	1.314	0.192
	护理后	0.32±0.02*	0.15±0.03*	36.522	0.000
CRP(mg/L)	护理前	20.26±3.32	20.19±2.95	0.122	0.903
	护理后	6.32±1.25*	1.65±0.98*	22.774	0.000
WBC($\times 10^9/\text{L}$)	护理前	13.25±2.25	13.38±2.95	0.271	0.787
	护理后	8.84±0.85*	6.26±0.84*	16.723	0.000

注: 相比本组护理前, * $P<0.05$ 。

5 两组病情严重程度比较

对照组APACHE II评分护理前和护理后分别为(18.37±3.42)分和(13.05±2.75)分, 研究组APACHE II评分护理前和护理后分别为(18.52±3.65)分和(9.37±1.15)分。研究组与对照组护理前APACHE II评分分别为相比, 差异无统计学意义($t=0.232, P>0.05$); 两组护理后APACHE II评分均比护理前低($t=9.390, 18.521$, 均 $P<0.05$), 且研究组APACHE II评分比对照组低($t=9.563, P<0.05$)。

6 不良事件发生率

对照组不良事件发生率为8.33%(5例), 其中气压伤、管道脱落、肺不张、脱机困难等发生率分别为1.67%(1例)、1.67%(1例)、1.67%(1例)、3.33%(2例); 研究组不良事件仅发生1例(1.67%), 为气压伤。研究组不良事件发生率与对照组相比, 差异无统计学意义($P>0.05$)。

讨 论

VAP是入住ICU的急危重症患者常发的呼吸机相关感染并发症, 我国机械通气患者VAP的发病率及死亡率逐年升高, 若病原菌为泛耐药菌或者多重耐药菌感染, 其死亡率高达76%^[9-10]。因此, 针对并发VAP的急危重症患者采取有效措施予以干预, 对改善患者预后而言意义重大。

目前, 临床针对并发VAP的急危重症患者多予以抗生素药物治疗, 但由于诱发VAP的病原菌群较为复杂, 且不同的病原菌群对抗菌药物的敏感性和耐

药性存在一定差异, 在未明确病原菌情况下进行经验性给药治疗, 会导致用药错误, 易杀灭机体正常菌群, 促进病原菌繁殖, 加重感染程度^[11-12]。因此, 在准确了解并发VAP的急危重症患者的病原菌分布情况, 有助于合理选用抗菌药物治疗, 从而有效阻止病情进展, 改善患者生存质量。本研究中结果显示120例并发VAP的急危重症患者中共检测出170株一般类型病原菌, 包括铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌、鲍曼不动杆菌、大肠埃希菌等革兰阴性菌, 这与许红飞等^[13]的结果一致。其中肺炎克雷伯菌主要存在于人体上呼吸道与肠道中, 当机体免疫力降低时, 便可经呼吸道进入肺内引起VAP, 是重要的呼吸道感染病原菌; 鲍曼不动杆菌多存在于健康人的肠道、上呼吸道以及皮肤表面等部位, 可通过呼吸道、尿道等途径进行传播, 是医院感染的重要病原菌, 主要引起呼吸道感染; 大肠埃希菌、铜绿假单胞菌均是常见的医院感染病原菌, 当机体免疫力下降时, 便可经水源、环境、医疗设备等途径传染^[14-17]。肺炎链球菌、金黄色葡萄球菌、溶血葡萄球菌等革兰阳性菌也是引发VAP的主要病原菌。肺炎链球菌主要寄居于人上呼吸道, 当机体免疫功能受损后是引起VAP和其他呼吸道感染的重要病原菌; 金黄色葡萄球菌、溶血葡萄球菌通常存在于身体的表面、鼻腔、口腔等, 大量繁殖可引起局部组织感染、呼吸道感染以及全身感染等^[18-19]。白假丝酵母菌是引发VAP的主要真菌类型, 寄生在正常人的口腔、上呼吸道、肠道中, 如果机体免疫功能、抵抗力降低, 或者是滥用抗生素使得体内菌群紊乱时, 白假丝酵母菌可大量生长繁殖引发VAP^[20]。本研究中还发现20株特殊类型病原菌, 主要为MRSA、产ESBLs肺炎克雷伯菌、产ESBLs大肠埃希菌、MDRPA、MDRAB等多种耐药革兰阴性菌, 临床在制定经验性抗感染方案时, 应谨慎选择抗生素实施联合治疗。

除实施抗感染治疗外, 予以科学合理的护理干预也是促进患者早日康复, 实现病情转归的重要手段。有研究指出, 在急危重症患者中实施集束化护理可有效降低VAP的发生率^[21]。本研究结果显示, 两组护理后血清炎症因子水平比护理前低, 且研究组血清炎症因子水平低于对照组, 证实对并发VAP的急危重症患者实施集束化护理, 可有效减轻患者机体炎症因子水平。分析其原因: (1) 常规护理模式下护理人员一般根据自身主观想法选择并单独执行相应的干预措施, 护理行为缺乏系统性及科学性。而集束化护理措施是运用科学的方法制定的相对安全、有效且易于实施的措施, 并且在循证医学指导下将多项(一般为3~6项)干预措施捆绑开展, 可保证较好的干预效果^[22]。(2) 同时, 集束化护理模式下对患者实施口腔护理、呼

吸机管道护理、环境护理,可有效减少病原菌定植,对减轻机体炎症因子水平有积极意义。(3)此外,集束化护理模式下对患者实施呼吸训练护理可有效恢复患者咳嗽反射、咽反射抑制,促进呼吸道分泌物自行咳出,利于减轻机体炎症因子水平。

本研究中结果显示,研究组机械通气时长、入住ICU时长均短于对照组,护理后APACHE II评分比对照组低,表明对并发VAP的急危重症患者实施集束化护理,可有效改善患者病情严重程度,缩短机械通气时长、入住ICU时长。分析其原因为:(1)机械通气患者因为利用呼吸机来代替或改变患者主动呼吸运动,呼吸肌会出现萎缩,会导致患者难以撤机,延长机械通气时间及入住ICU时间。而对患者实施呼吸训练护理及早期康复训练能有效恢复患者自主呼吸运动能力及身体素质,利于缩短机械通气时长及入住ICU时长。(2)集束化护理模式下集中实施护理措施,减少因反复多次的护理工作而加重的护理人员工作量,大大提高护理效率,可提升医疗护理质量及护理效果,利于改善患者病情,促进患者及早康复。本研究中结果显示,研究组不良事件发生率与对照组相当,分析可能的原因为:(1)本次研究的观察截点选择在患者撤机后48 h内,缺乏较长时间的随访调查;(2)且研究的样本量来源局限于同一所医院,且样本量较少,缺乏大样本、多中心的研究。故后期需要实施多中心、大样本量的前瞻性研究,并在研究中延长观察节点来分析该护理方案对患者不良事件发生率的影响。

综上所述,并发VAP的急危重症患者的主要病原菌为革兰阴性菌,予以集束化护理能有效减弱患者机体炎症反应,改善病情严重程度,利于缩短患者机械通气时长、入住ICU时长。

【参考文献】

- [1] Mastrogianni M, Katsoulas T, Galanis P, et al. The impact of care bundles on ventilator-associated pneumonia (VAP) prevention in adult ICUs: A systematic review[J]. *Antibiotics (Basel)*, 2023, 12(2):227.
- [2] Klompas M, Branson R, Cawcutt K, et al. Strategies to prevent ventilator-associated pneumonia, ventilator-associated events, and nonventilator hospital-acquired pneumonia in acute-care hospitals: 2022 Update[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2022, 43(6): 687-713.
- [3] Hu D, Zhang JX. The application of cluster nursing to prevent bacterial pneumonia in stroke patients in neurology department[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(52):e36657.
- [4] Mastrogianni M, Katsoulas T, Galanis P, et al. The impact of care bundles on ventilator-associated pneumonia (VAP) prevention in adult ICUs: A systematic review[J]. *Antibiotics (Basel)*, 2023, 12(2):227.
- [5] 中华医学会呼吸病学分会感染学组. 中国成人医院获得性肺炎与

- 呼吸机相关性肺炎诊断和治疗指南(2018年版)[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2018, 41(4):255-280.
- [6] 迈克尔·米勒. 美国微生物学会临床微生物标本送检指南[M]. 北京:科学技术文献出版社, 2013:9.
- [7] 叶应妩, 王毓三, 申子瑜. 全国临床检验操作规程(第3版)[M]. 南京:东南大学出版社, 2006:724-730.
- [8] New NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards) laboratory waste management guideline[J]. *Med Waste Anal*, 1994, 2(8):8-11.
- [9] Dahyot-Fizelier C, Lasocki S, Kerforne T, et al. Ceftriaxone to prevent early ventilator-associated pneumonia in patients with acute brain injury: a multicentre, randomised, double-blind, placebo-controlled, assessor-masked superiority trial[J]. *Lancet Respir Med*, 2024, 12(5):375-385.
- [10] Safavi A, Molavynejad S, Rashidi M, et al. The effect of an infection control guideline on the incidence of ventilator-associated pneumonia in patients admitted to the intensive care units[J]. *BMC Infect Dis*, 2023, 23(1):198.
- [11] Gohil SK, Septimus E, Kleinman K, et al. Stewardship prompts to improve antibiotic selection for pneumonia: The INSPIRE Randomized Clinical Trial[J]. *JAMA*, 2024, 331(23):2007-2017.
- [12] 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.
- [13] 许红飞, 王春鲜, 刘艳春. 颅脑损伤并发肺部感染的病原菌分布、药物敏感试验结果及高压氧联合支气管肺泡灌洗的治疗效果[J]. *中国医院用药评价与分析*, 2021, 21(7):788-791.
- [14] Mohammadi M, Saffari M, Siadat SD, et al. Isolation, characterization, therapeutic potency, and genomic analysis of a novel bacteriophage vB_KshKPC-M against carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae* strains (CRKP) isolated from Ventilator-associated pneumoniae (VAP) infection of COVID-19 patients[J]. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*, 2023, 22(1):18.
- [15] Falcone M, Tiseo G, Leonildi A, et al. Cefiderocol- compared to colistin-based regimens for the Treatment of severe infections caused by carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* [J]. *Antimicrob Agents Chemother*, 2022, 66(5):e0214221.
- [16] Fernandez-Garcia OA, Gonzalez-Lara MF, Villanueva-Reza M, et al. Outbreak of NDM-1-producing *Escherichia coli* in a coronavirus disease 2019 intensive care unit in a mexican tertiary care center [J]. *Microbiol Spectr*, 2022, 10(1):e0201521.
- [17] Bougle A, Tuffet S, Federici L, et al. Comparison of 8 versus 15 days of antibiotic therapy for *Pseudomonas aeruginosa* ventilator-associated pneumonia in adults: a randomized, controlled, open-label trial[J]. *Intensive Care Med*, 2022, 48(7):841-849.
- [18] Santos Zambrano TB, Guillen Vivas XS, Santos CB, et al. Evaluation of brushing efficiency in reducing oral microbiota in mechanically ventilated patients admitted to an intensive care unit[J]. *Infect Prev Pract*, 2024, 6(1):100346.

潜伏感染的预防性治疗领域,不断优化药物的开发,将为控制结核病的传播和减少疾病负担提供有力支持。

5 结语

综上所述,高校结核分枝杆菌潜伏感染及预防性治疗的研究取得了一定进展,但仍面临诸多挑战。新型诊断技术的发展为潜伏感染的早期发现提供了更精准的手段,但需进一步降低成本、提高便捷性;预防性治疗药物的研发虽有新的突破,但药物的耐药性、副作用等问题仍有待解决。高校应积极构建完善的结核病防控体系,加强潜伏感染的监测与管理,依据最新指南制定个性化的防控策略,推广预防性治疗,同时注重多学科协作和跨部门合作,整合资源,提升整体防控效果。未来,需持续关注结核分枝杆菌潜伏感染的研究动态,不断优化诊断技术和治疗方案,以实现高校结核病的有效防控,为终结结核病流行奠定基础。

【参考文献】

- [1] 高利,罗丽莎,吴新雅,等. 结核分枝杆菌毒力因子 ESAT-6 和 CFP-10 的研究进展[J]. 中国病原生物学杂志,2024,19(1):96-100.
- [2] Esteban J, Garcia-Coca M. *Mycobacterium* biofilms[J]. Front Microbiol,2018,8(12):1651.
- [3] Menozzi FD, Rouse JH, Alavi M, et al. Identification of a heparin-binding hemagglutinin present in mycobacteria[J]. J Exp Med, 2016,184(3):193-201.
- [4] 王思萌,王文涛,王延霞,等. 结核分枝杆菌潜伏抗原 Rv2628 的生物信息学分析[J]. 中国病原生物学杂志,2024,19(6):685-689,694.
- [5] Jung YEG, Schluger NW. Advances in the diagnosis and treatment of latent tuberculosis infection[J]. Curr Opin Infect Dis,2020,33(2):166-172.
- [6] WHO. Global tuberculosis report 2022[R]. Geneva: World Health Organization,2022.
- [7] 王文涛,姜吉亮,王晓强,等. 结核分枝杆菌潜伏相关蛋白 Rv2204c 的生物信息学分析[J]. 中国病原生物学杂志,2024,19(1):32-35,41.
- [8] World Health Organization. WHO consolidated guidelines on tuberculosis: module 1: prevention; tuberculosis preventive treatment[M]. Geneva: World Health Organization,2020.
- [9] World Health Organization. Latent tuberculosis infection; updated and consolidated guidelines for programmatic management[J]. Geneva: World Health Organization,2018.
- [10] Houben RM, Dodd PJ. The Global Burden of Latent Tuberculosis Infection: A re-estimation using mathematical modelling[J]. PLoS Med,2016,13(10):1002-1015.
- [11] Stein-Zamir C, Volovik I, Rishpon S, et al. Tuberculosis outbreak among students in a boarding school[J]. Eur Respir J,2016,28(9):986-991.
- [12] 杨奎,陈伟. 学生结核分枝杆菌潜伏感染筛查和预防性治疗研究进展[J]. 结核与肺部疾病杂志,2021,2(4):361-365.
- [13] Bennet R, Jonsson J, Nejat S, et al. Long-term prognosis of tuberculosis infection and disease in Swedish children[J]. Pediatr Infect Dis J,2019,38(10):1243-1247.
- [14] 周林,初乃惠,陆伟. 高危人群结核分枝杆菌潜伏感染检测及预防性治疗专家共识[J]. 中国防痨杂志,2021,43(9):874-878.
- [15] Belknap R, Holland D, Feng PJ, et al. Self-administered versus directly observed once-weekly isoniazid and rifapentine treatment of latent tuberculosis infection: A randomized trial[J]. Ann Intern Med,2017,167(10):689-697.
- [16] Lobue PA, Mermin JH. Latent tuberculosis infection; the final frontier of tuberculosis elimination in the USA[J]. Lancet Infect Dis,2017,17(10):327-333.
- [17] Swindells S, Ramchandani R, Gupta A, et al. One month of rifapentine plus isoniazid to prevent HIV related tuberculosis[J]. N Engl J Med,2019,380(11):1001-1011.
- [18] Tiberi S, DU Plessis N, Walzl G, et al. Tuberculosis: progress and advances in development of new drugs, treatment regimens, and host-directed therapies[J]. Lancet Infect Dis, 2018,18(7):783-798.
- [19] World Health Organization. Latent tuberculosis infection; updated and consolidated guidelines for programmatic management[M]. Geneva: World Health Organization,2018, 1(1):10-38.
- [20] Birger T, Vignir S, Anna DA. Prevalence of latent tb and effectiveness of bcg vaccination against latent tuberculosis: An observational study[J]. Intern J Infectious Dis,2021,109(2): 279-282.
- [21] 陈卉,夏愔愔,张灿有,等. 2014-2018 年全国学生肺结核疫情变化趋势及特征分析[J]. 中国防痨杂志,2019,41(6):662-668.
- [22] 董思佳,王鑫. 学校结核病影响因素及防控策略概述[J]. 中国热带医学,2020,20(11):1101-1103.
- [23] 牛佩璇,阿尔泰,杜清清,等. 结核分枝杆菌潜伏感染研究进展[J]. 新疆医学,2023,53(6):722-726.
- [24] Scholman T, Straub M, Sotgiu G, et al. Superior sensitivity of ex vivo IFN- γ release assay as compared to skin testing in immunocompromised patients[J]. Am J Transplant,2015,15(10):1616-1624.
- [25] Huang CC, Becerra MC, Calderon R, et al. Isoniazid preventive therapy in contacts of multidrug resistant tuberculosis[J]. Am J Respir Crit Care Med,2020,202(8):115-1168.

【收稿日期】 2025-01-20 【修回日期】 2025-03-

(上接 804 页)

- [19] Torres A, Kuraieva A, Stone GG, et al. Systematic review of ceftaroline fosamil in the management of patients with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* pneumonia[J]. Eur Respir Rev,2023,32(170):230117.
- [20] Filipiak W, Wenzel M, Ager C, et al. Molecular analysis of volatile metabolites synthesized by *Candida albicans* and *Staphylococcus aureus* in In vitro cultures and bronchoalveolar lavage specimens reflecting single- or duo-factor pneumonia[J]. Biomolecules,2024,14(7):788.
- [21] Moraes FDS, Marengo LL, Moura MDG, et al. ABCDE and ABCDEF care bundles: A systematic review of the implementation process in intensive care units[J]. Medicine (Baltimore),2022,101(25):e29499.
- [22] Joynt Maddox KE, Orav EJ, Zheng J, et al. Medicare's bundled payments for care improvement advanced model: Impact on high-risk beneficiaries[J]. Health Aff (Millwood),2022,41(11): 1661-1669.

【收稿日期】 2025-02-12 【修回日期】 2025-04-25