

DOI:10.13350/j.cjpb.250707

• 论著 •

PDCA 循环法降低麻醉手术室感染率的应用效果分析^{*}

孙秀艳¹, 胡志元², 倪子潇¹, 徐庆蕾¹, 闫迎虎¹, 祝成红^{1**}

(1. 火箭军特色医学中心麻醉科, 北京 100088; 2. 火箭军特色医学中心泌尿外科)

【摘要】 目的 本研究旨在评估在麻醉手术室中实施计划-执行-检查-行动(PDCA)循环法结合精细化管理对降低感染率的效果,并分析不同性别和年龄段患者感染相关指标的变化。**方法** 选取病原微生物检测率、切口感染率、消毒合格率和不规范事件发生率等关键指标,比较实施 PDCA 循环管理前后的数据变化,从而评估管理措施的效果。对不同性别和年龄段的患者进行了分组分析,探讨这些因素对感染控制效果的影响。**结果** 实施 PDCA 循环管理后,病原微生物检测率从 15.6% 降至 8.2%,切口感染率从 7.8% 降低至 3.4%,消毒合格率从 85.0% 提升至 96.0%,不规范事件发生率从 12.0% 降低到 4.0%,差异均有统计学意义($P < 0.001$)。不同性别和年龄段的患者均显示出显著的改善,差异均有统计学意义。此外,微生物菌种的种类和相对丰度在实施 PDCA 循环管理后发生了明显变化,其中葡萄球菌属、链球菌属、假单胞菌属、肠杆菌属和念珠菌属的相对丰度与切口感染率呈显著正相关。**结论** PDCA 循环法结合精细化管理在降低麻醉手术室的感染率方面具有显著效果,能够提高消毒合格率和减少不规范事件的发生。这一管理策略对于不同性别和年龄段的患者均有效,且能够显著改变手术室环境中的微生物群落结构,降低病原微生物的相对丰度,从而降低感染风险。

【关键词】 麻醉手术室; 实施计划-执行-检查-行动(PDCA)循环法; 切口感染率; 病原微生物检测率; 精细化管理

【文献标识码】 A **【文章编号】** 1673-5234(2025)07-0861-05

[*Journal of Pathogen Biology*. 2025 Jul. ;20(07):861—865, 870.]

Effectiveness analysis of PDCA cycle in reducing infection rates in anesthesia operating rooms

SUN Xiuyan¹, HU Zhiyuan², NI Zixiao¹, XU Qinglei¹, YAN Yinghu¹, ZHU Chenghong² (1. Department of Anesthesiology, Rocket Force Specialty Medical Center, Beijing 100088; 2. Department of Urology, Rocket Force Specialty Medical Center)

【Abstract】 Objective This study aimed to evaluate the effectiveness of implementing the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle combined with refined management in reducing infection rates in anesthesia operating rooms and to analyze infection-related indicator changes across different genders and age groups. **Methods** Key indicators including pathogen detection rate, surgical site infection rate, disinfection compliance rate, and non-compliance event rate were selected. Data before and after PDCA implementation were compared to assess intervention effects. Subgroup analyses by gender and age were conducted to explore their impacts on infection control efficacy. **Results** After PDCA implementation, the pathogen detection rate decreased from 15.6% to 8.2%, surgical site infection rate from 7.8% to 3.4%, disinfection compliance rate improved from 85.0% to 96.0%, and non-compliance event rate declined from 12.0% to 4.0%, all with statistical significance ($P < 0.001$). Significant improvements were observed across all gender and age subgroups ($P < 0.001$). Additionally, microbial community composition and relative abundance showed marked alterations post-intervention, with *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, and *Candida* demonstrating significant positive correlations with surgical site infection rates. **Conclusion** The PDCA cycle combined with refined management significantly reduces infection rates in anesthesia operating rooms, enhances disinfection compliance, and minimizes procedural deviations. This strategy effectively mitigates infection risks for patients of all genders and ages while reshaping microbial ecology to reduce pathogen abundance.

【Keywords】 anesthesia operating room; Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle; surgical site infection rate; pathogen detection rate; refined management

^{***} 麻醉手术室作为患者接受手术治疗的关键场所,感染风险较高^[1]。手术室感染不仅会延长患者的住院时间,增加医疗成本,还可能导致患者病情恶化,甚至危及生命。因此,有效控制麻醉手术室感染是保障患者安全、提高医疗质量的重要举措^[2-3]。PDCA 循环法

^{*} **【基金项目】** 全军医学科技青年培育计划孵化项目(后卫函[2018301])。

^{**} **【通信作者】** 祝成红, E-mail: zhuhjj51@sohu.com

【作者简介】 孙秀艳(1983-),女,吉林长春人,本科,主管护师,主要研究护理学相关。E-mail: sunxy8666@163.com

作为一种科学的质量管理工具,已在多个领域得到广泛应用,其在医疗领域的应用也逐渐受到关注^[4]。将PDCA循环法应用于麻醉手术室感染防控,有望通过持续的计划、执行、检查和处理,优化感染防控措施,降低感染率。国内外已有众多研究关注手术室感染防控及PDCA循环法在医疗领域的应用^[5]。在手术室感染防控方面,研究涉及感染的危险因素、防控措施以及不同防控方法的效果评估等。例如,Wistrand等^[6]研究发现手术室护士与非医护人员手部细菌生长和再定植存在差异,且手术手套袖口处有细菌生长,这提示了手术室感染防控的薄弱环节。在PDCA循环法应用方面,已有研究表明其在医院感染管理、护理质量提升等方面具有积极作用^[7]。然而,针对PDCA循环法在麻醉手术室感染防控中的系统研究,特别是关于不同方法下微生物菌种及相对丰度与感染相关性的研究仍相对较少,本研究将对此进行深入探讨。

本研究旨在评估PDCA循环法在降低麻醉手术室感染率方面的应用效果,具体包括分析实施PDCA循环管理前后病原微生物检测率、切口感染率、消毒合格率以及不规范事件发生率的变化,检测不同方法下环境内的微生物菌种及相对丰度,探究不同菌种与感染的相关性,为麻醉手术室感染防控提供科学依据和有效方法。

对象与方法

1 研究对象

选取火箭军特色医学中心麻醉手术室接受手术的患者作为研究对象。在实施PDCA循环管理前的2023年1~12月,纳入180例于该手术室接受手术的患者作为对照组样本;在实施PDCA循环管理后的2024年1月-12月,纳入180例于该手术室接受手术的患者作为观察组样本。

纳入标准:符合手术指征且无严重基础疾病影响感染判断的患者。具体而言,患者需经过专业医生评估,确定其手术必要性及可行性,且不存在如严重心肺功能障碍、肝肾功能衰竭等可能干扰术后感染判断的基础疾病。

排除标准:术前已存在感染、合并免疫系统疾病或恶性肿瘤的患者。对于术前已有明确感染症状或感染指标异常的患者,以及患有系统性红斑狼疮、艾滋病等免疫系统疾病,或处于恶性肿瘤进展期的患者,均予以排除,以确保研究结果能准确反映PDCA循环管理对手术感染相关指标的影响

2 PDCA循环法的实施

2.1 计划阶段(Plan) 组建由麻醉医生、手术室护士、感染控制专家等组成的PDCA循环管理小组。通

过回顾性分析既往手术室感染数据、实地观察手术室工作流程以及与医护人员访谈,全面评估麻醉手术室感染防控现状,识别存在的问题,如人员手卫生执行不规范、环境消毒不彻底、器械灭菌流程存在漏洞等。根据评估结果,结合医院感染防控标准和手术室实际情况,设定明确的感染控制目标,如将病原微生物检测率降低50%、切口感染率降低至3%、消毒合格率提高到95%以上等。同时,制定详细的PDCA循环实施计划,明确各阶段的任务、责任人以及时间节点。

2.2 执行阶段(Do) 开展多层次、多形式的培训活动,包括专题讲座、操作演示、案例分析等,向医护人员普及手术室感染防控知识和PDCA循环管理理念,强化手卫生、消毒隔离、无菌操作等技能培训。定期组织考核,确保医护人员熟练掌握相关知识和技能。加强手术室环境管理,严格执行环境清洁消毒制度。增加消毒频次,采用合适的消毒剂对手术室空气、物体表面、地面等进行消毒,并定期进行消毒效果监测。优化器械管理流程,规范器械的清洗、消毒、灭菌操作,确保器械灭菌质量。加强对一次性医疗器械的管理,严格检查其包装完整性和有效期。对麻醉手术操作流程进行全面梳理和优化,明确各环节的操作规范和质量标准。强化无菌操作意识,规范医护人员在手术过程中的行为,减少手术过程中的污染机会。

2.3 检查阶段(Check) 制定严格的监测指标和检查方法,定期对手术室的病原微生物检测率、切口感染率、消毒合格率以及不规范事件发生率进行监测和统计。采用现场检查、问卷调查、数据分析等方式,对PDCA循环管理措施的执行情况进行全面检查。每周对手术室环境、器械、医护人员手等进行微生物采样检测,统计病原微生物检测率;每月对手术患者的切口感染情况进行跟踪调查,计算切口感染率;定期检查手术室消毒记录和消毒效果监测报告,评估消毒合格率;同时,记录手术室工作中出现的不规范事件,如手卫生执行不规范、器械使用不当等,并统计不规范事件发生率。对监测和检查数据进行深入分析,与设定的感染控制目标进行对比,及时发现存在的问题和不足之处,并将相关信息反馈给PDCA循环管理小组。

2.4 处理阶段(Act) 针对检查阶段发现的问题,PDCA循环管理小组组织召开会议,深入分析问题产生的原因,制定针对性的改进措施。对于成功的经验和有效的措施,进行总结和固化,形成标准化的操作流程和管理制度,并在手术室全体医护人员中进行推广。将尚未解决的问题或新出现的问题纳入下一个PDCA循环,持续进行改进和优化。

3 观察指标

观察并记录实施PDCA循环管理前后患者的病

原微生物检测率、手术切口感染率。通过对手术室空气、物体表面、医护人员手等进行微生物采样检测,计算消毒合格率。统计手术室工作中出现的不规范事件,包括手卫生执行不规范、器械消毒不彻底、无菌操作违规等,计算不规范事件发生率。

4 微生物菌种及相对丰度检测

在实施 PDCA 循环管理前后,分别采集手术室空气、物体表面、器械等样本。采用高通量测序技术对样本中的微生物 DNA 进行测序,通过生物信息学分析,鉴定微生物菌种,并计算各菌种的相对丰度。

5 数据分析

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验;计数资料以率(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。通过 Spearman 相关性分析,计算不同微生物菌种相对丰度与感染率之间的相关性。

结 果

1 PDCA 循环法对感染相关指标的总体影响

在本研究对麻醉手术室中实施 PDCA 循环法结合精细化管理的效果进行了评估,实施 PDCA 循环管理后,病原微生物检测率显著降低,由实施前的 15.6% 降至实施后的 8.2%,差异有统计学意义($t = 43.395, P < 0.001$)。切口感染率也明显下降,从实施前的 7.8% 降低至实施后的 3.4%,差异有统计学意义($t = 42.882, P < 0.001$)。消毒合格率大幅提高,由实施前的 85.0% 提升至实施后的 96.0%,差异有统计学意义($t = 39.118, P < 0.001$)。不规范事件发生率显著减少,从实施前的 12.0% 降低到实施后的 4.0%,差异有统计学意义($t = 91.397, P < 0.001$)。见表 1。

表 1 PDCA 循环法对感染相关指标的影响
Table 1 The impact of the PDCA cycle method on infection-related indicators

分组	例数	病原微生物检测率(%)	切口感染率(%)	消毒合格率(%)	不规范事件发生率(%)
对照组	180	12.78±2.02	9.03±1.56	87.05±2.31	12.53±1.12
观察组	180	5.42±1.05	3.49±0.75	94.97±1.43	3.51±0.70
t		43.395	42.882	39.118	91.397
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2 不同性别患者感染相关指标分析

对患者按性别分组进行分析,结果显示在实施 PDCA 循环管理结合精细化管理前,对照组男性患者的病原微生物检测率为(12.69±1.94)%,女性为(12.87±2.09)%;实施后,观察组男性患者降至(5.50±1.09)%,女性降至(5.34±0.99)%。在切口感染率方面,实施前对照组男性患者为(8.92±1.46)%,女性

患者为(9.13±1.66)%;实施后,观察组男性患者降至(3.58±0.72)%,女性患者降至(3.39±0.77)%。对于消毒合格率,实施前对照组男性患者为(87.03±2.19)%,女性为(87.07±2.42)%;实施后,观察组男性患者升至(95.10±1.49)%,女性患者升至(94.85±1.38)%。不规范事件发生率在实施前对照组男性患者为(12.51±1.11)%,女性为(12.54±1.13)%;实施后,观察组男性患者降至(3.53±0.71)%,女性患者降至(3.49±0.69)%。统计分析显示,实施 PDCA 循环管理结合精细化管理前后,不同性别患者病原微生物检测率、切口感染率、消毒合格率和不规范事件发生率差异均有统计学意义(男性: $t = 30.432, 30.944, 28.688, 64.207$,均 $P > 0.001$;女性: $t = 30.850, 29.945, 26.634, 64.701$,均 $P > 0.001$)。表明 PDCA 循环管理结合精细化管理在降低病原微生物检测率、切口感染率,提高消毒合格率和减少不规范事件发生率方面均具有显著效果。见表 2。

表 2 不同性别患者感染相关指标结果
Table 2 Results of infection-related indicators for patients of different genders

分组	例数	病原微生物检测率(%)	切口感染率(%)	消毒合格率(%)	不规范事件发生率(%)
对照组	男性 87	12.69±1.94	8.92±1.46	87.03±2.19	12.51±1.11
	女性 93	12.87±2.09	9.13±1.66	87.07±2.42	12.54±1.13
	t	1.160	1.342	0.251	0.224
	P	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999
观察组	男性 90	5.50±1.09	3.58±0.72	95.10±1.49	3.53±0.71
	女性 90	5.34±0.99	3.39±0.77	94.85±1.38	3.49±0.69
	t	1.037	1.245	1.581	0.229
	P	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999
两组男性比较	t	30.432	30.944	28.688	64.207
	P	>0.001	>0.001	>0.001	>0.001
两组女性比较	t	30.850	29.945	26.634	64.701
	P	>0.001	>0.001	>0.001	>0.001

3 不同年龄段患者感染相关指标分析

根据年龄将患者分为<40 岁和≥40 岁两组进行分析。实施 PDCA 循环管理结合精细化管理前,对照组<40 岁患者的病原微生物检测率为(12.92±2.10)%,≥40 岁患者为(12.71±1.98)%;实施后,观察组<40 岁患者降至(5.39±1.05)%,≥40 岁患者降至(5.43±1.05)%。实施前后不同年龄段患者病原微生物检测率差异均有统计学意义($t_{<40岁} = 26.53, t_{\geq 40岁} = 39.340$,均 $P > 0.001$)。切口感染率方面,实施前对照组<40 岁患者为(8.92±1.47)%,≥40 岁患者为(9.07±1.61)%;实施后,观察组<40 岁患者降至(3.62±0.85)%,≥40 岁患者降至(3.42±0.68)%。实施前后不同年龄段患者切口感染率差异均有统计学意义($t_{<40岁} = 18.671, t_{\geq 40岁} = 30.541$,均 $P > 0.001$)。消毒合格率在实施前对照组<40 岁患者为(87.38±

2.42)%, ≥ 40 岁患者为(86.89 $\pm$ 2.25)%;实施后,观察组 <40 岁患者升至(95.04 $\pm$ 1.50)%, ≥ 40 岁患者升至(94.94 $\pm$ 1.41)%。不规范事件发生率在实施前对照组 <40 岁患者为(12.60 $\pm$ 1.19)%, ≥ 40 岁患者为(12.49 $\pm$ 1.09)%;实施后,观察组 <40 岁患者降至(3.62 $\pm$ 0.71)%, ≥ 40 岁患者降至(3.46 $\pm$ 0.69)%。消毒合格率和不规范事件发生率在不同年龄段患者中同样表现出显著的改善,差异均有统计学意义(消毒合格率: $t_{<40岁}=27.012, t_{\geq 40岁}=43.481$,均 $P>0.001$;不规范事件发生率: $t_{<40岁}=31.660, t_{\geq 40岁}=48.782$,均 $P>0.001$)。见表3。

表3 不同性别患者感染相关指标结果
Table 3 Results of infection-related indicators for patients of different age

分组	例数	病原微生物 检测率(%)	切口感染率 (%)	消毒合格率 (%)	不规范事件 发生率(%)	
对照组	<40 岁	87	12.92±2.10	8.92±1.47	87.38±2.42	12.60±1.19
	≥40 岁	93	12.71±1.98	9.07±1.61	86.89±2.25	12.49±1.09
	<i>t</i>	<i>t</i>	1.281	0.927	2.906	0.677
	<i>P</i>	<i>P</i>	>0.999	>0.999	>0.999	>0.999
观察组	<40 岁	90	5.39±1.05	3.62±0.85	95.04±1.50	3.62±0.71
	≥40 岁	90	5.43±1.05	3.42±0.68	94.94±1.41	3.46±0.69
	<i>t</i>		0.195	1.220	0.577	0.955
	<i>P</i>		>0.999	>0.999	>0.999	>0.999
<40 岁比较	<i>t</i>		26.53	18.671	27.012	31.660
	<i>P</i>		>0.001	>0.001	>0.001	>0.001
≥40 岁比较	<i>t</i>		39.340	30.541	43.481	48.782
	<i>P</i>		>0.001	>0.001	>0.001	>0.001

4 微生物菌种及相对丰度变化

在实施PDCA循环管理前,手术室环境样本中检测到多种常见环境微生物菌种,其中葡萄球菌属相对丰度为28.3%、链球菌属为15.2%、假单胞菌属为10.5%、肠杆菌属为8.0%、念珠菌属为6.5%、芽孢杆菌属为3.0%、乳酸菌属为1.2%、微球菌属为4.8%、棒状杆菌属为5.6%、不动杆菌属为7.4%。实施PDCA循环管理后,微生物菌种的种类和相对丰度发生明显变化。葡萄球菌属相对丰度降至15.1%、链球菌属降至8.3%、假单胞菌属降至5.2%、肠杆菌属降至4.0%、念珠菌属降至3.2%、芽孢杆菌属增至7.5%、乳酸菌属增至4.0%、微球菌属降至3.0%、棒状杆菌属降至3.8%、不动杆菌属降至4.5%。不同阶段主要微生物菌种相对丰度变化见图1。

5 微生物菌种相对丰度与感染的相关性

通过Spearman相关性分析发现,葡萄球菌属的相对丰度与切口感染率呈显著正相关($r=0.653, P<0.05$),链球菌属的相对丰度与切口感染率也呈显著正相关($r=0.582, P<0.05$),假单胞菌属($r=0.495, P<0.05$)、肠杆菌属($r=0.452, P<0.05$)、念珠菌属($r=0.421, P<0.05$)的相对丰度与切口感染率同样呈

显著正相关,即这些菌种的相对丰度越高,切口感染率越高。而芽孢杆菌属($r=-0.231, P>0.05$)、乳酸菌属($r=-0.185, P>0.05$)、微球菌属($r=-0.203, P>0.05$)、棒状杆菌属($r=-0.156, P>0.05$)、不动杆菌属($r=-0.218, P>0.05$)等有益微生物或低致病性微生物的相对丰度与感染率呈负相关,但相关性不显著(图2)。此外,葡萄球菌属、链球菌属、假单胞菌属、肠杆菌属和念珠菌属的相对丰度与消毒合格率均呈负相关,但不规范事件发生率与这些菌属的相对丰度之间的相关性不显著。芽孢杆菌属、乳酸菌属、微球菌属、棒状杆菌属和不动杆菌属的相对丰度与消毒合格率以及不规范事件发生率均呈负相关,但相关性不显著。

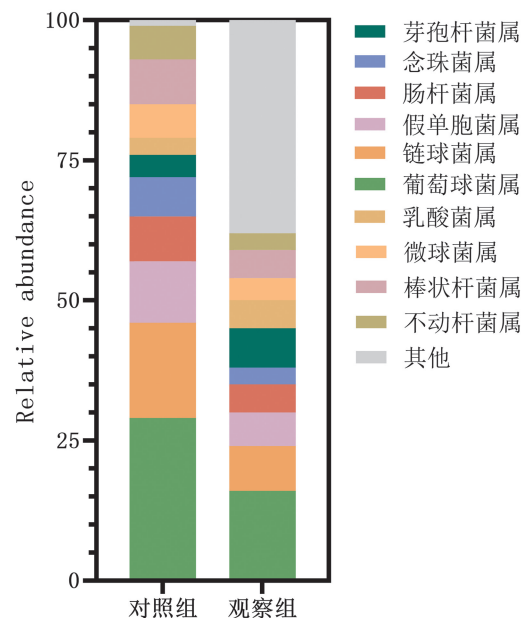


图1 微生物菌种及相对丰度变化
Fig. 1 Changes in microbial species and their relative abundance

讨论

本研究深入探讨了PDCA循环法在降低麻醉手术室感染率方面的应用效果,通过对实施PDCA循环管理前后感染相关指标、不同性别及年龄段患者感染情况、微生物菌种及相对丰度变化等多维度分析,取得了一系列有价值的结果,对优化麻醉手术室感染防控策略具有重要意义。

实施PDCA循环管理后,病原微生物检测率、切口感染率显著降低,消毒合格率和不规范事件发生率明显改善。这与目前已有的研究结果相符,该研究中实施PDCA循环相关管理后手术室感染相关指标也得到优化^[8]。在一针对眼科手术过程中PDCA循环法管理的研究结果表明,精细化管理结合PDCA循环方法能够有效提高眼科精密仪器的消毒合格率,减少毒性前房综合征的发生率^[9]。上述结果均表明,实施PDCA循环并结合精细化管理操作,能够有效切

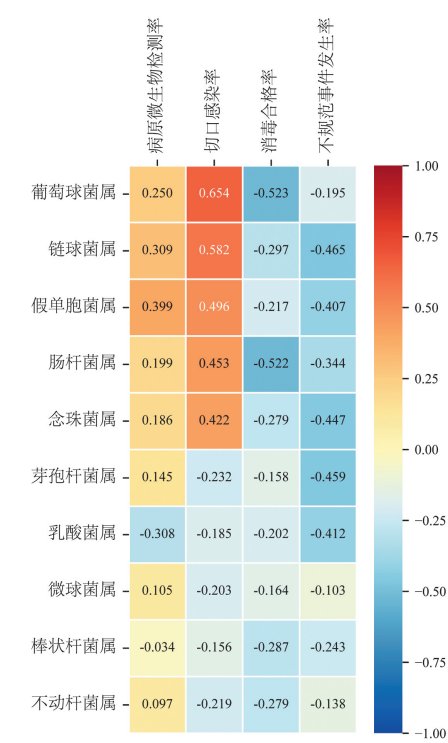


图 2 微生物菌种相对丰度与感染的相关性
Fig. 2 The Correlation between Relative Abundance of Microbial Species and Infection

断了感染传播途径,减少了感染源,从而显著降低了感染风险,提高了手术室感染防控水平。不同性别和年龄段患者在实施 PDCA 循环管理前后,感染相关指标均有显著改善。实施前,不同性别或不同年龄段的患者感染情况无明显差别。实施 PDCA 循环管理后,各亚组感染相关指标均显著降低,表明 PDCA 循环法对不同特征患者群体均具有良好的感染防控效果。这提示在临床实践中,无论患者性别、年龄如何,PDCA 循环法都能有效减少感染发生,为患者提供更安全的手术环境。

在实施 PDCA 循环管理前,手术室环境样本中葡萄球菌属、链球菌属、假单胞菌属等条件致病菌相对丰度较高。这与多篇文献的报道一致,在常规手术室环境中,葡萄球菌属、链球菌属、假单胞菌属常作为优势条件致病菌存在,其较高的相对丰度增加了手术感染风险^[10-13]。本研究结果表明,实施 PDCA 循环管理后,这些致病菌的相对丰度显著降低,同时芽孢杆菌属、乳酸菌属等有益微生物相对丰度有所上升。这一变化趋势文献研究中通过改善环境管理和消毒措施改变微生物群落结构的研究结果一致^[14-15]。PDCA 循环法通过计划阶段对手术室环境和操作流程的全面评估,识别出微生物污染的关键环节;执行阶段严格落实改进措施,包括加强消毒、规范器械处理等;检查阶段持续监测微生物群落变化;处理阶段根据监测结果及时调整策略,从而有效改变了微生物生存环境,抑制了

致病菌生长,促进了有益微生物的定殖。

相关性分析显示,葡萄球菌属、链球菌属、假单胞菌属、肠杆菌属、念珠菌属等的相对丰度与切口感染率呈显著正相关,这与大量研究结果一致^[16-19]。葡萄球菌属中的金黄色葡萄球菌等菌种是手术切口感染的常见病原菌,其相对丰度的增加会显著提高感染风险。假单胞菌属在医院环境中具有较强的耐药性和致病性,其相对丰度与感染发生率密切相关^[20-21]。而芽孢杆菌属、乳酸菌属、微球菌属、棒状杆菌属、不动杆菌属等有益微生物或低致病性微生物的相对丰度与感染率呈负相关,但相关性不显著。尽管相关性不显著,但在其他研究中,这些微生物被发现可能通过竞争营养物质、产生抑菌物质等方式抑制致病菌生长,如乳酸菌属能够产生乳酸等有机酸,降低环境 pH 值,从而抑制部分致病菌生长^[22]。

本研究通过 PDCA 循环法有效改善了手术室微生物群落结构,降低了感染率。然而,仍存在一定局限性。本研究仅在一家医院开展,样本量相对有限,可能影响结果的普遍性。未来研究可在多中心进行,纳入更大样本量,以更准确地评估 PDCA 循环法对手术室微生物群落及感染率的影响。同时,可进一步深入研究微生物之间的相互作用机制,以及如何通过优化 PDCA 循环法,更精准地调控手术室微生物群落,降低感染风险。此外,随着宏基因组学等新技术的发展,可对手术室微生物进行更全面、深入的分析,为感染防控提供更有力的科学依据。总而言之,本研究为后续麻醉手术室感染防控策略的完善提供了重要参考,有望推动手术室感染防控水平进一步提高。

【参考文献】

[1] Cochand L, Filipovic MG, Huber M, et al. Systems anesthesiology: systems of care delivery and optimization in the operating room [J]. Anesthesiol Clin, 2023, 41 (4): 847-861.

[2] 霍柯言,王瑶,李文一. 现代病原微生物技术发展中的生物安全法律规制问题研究[J]. 中国病原生物学杂志, 2025, 20(1): 120-123.

[3] Bashaw MA, Keister KJ. Perioperative Strategies for Surgical Site Infection Prevention [J]. Aorn j, 2019, 109(1): 68-78.

[4] Zhong X, Wu X, Xie X, et al. A descriptive study on clinical department managers' cognition of the Plan-Do-Check-Act cycle and factors influencing their cognition [J]. BMC Med Educ, 2023, 23(1): 294.

[5] Gao Y, Chen X, Kang L. The effect of Plan-Do-Check-Act cycle nursing management of gynecological surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. Ann Palliat Med, 2021, 10(7): 8072-8081.

[6] Wistrand C, Soderquist B, Falk-Brynhildsen K, et al. Exploring bacterial growth and recolonization after preoperative hand disinfection and surgery between operating room nurses and non-health care workers: a pilot study [J]. BMC Infect Dis, 2018, 18 (1): 466.

(下转 870 页)

- therapy and mortality in a multicentre study[J]. J Antimicrob Chemother, 2020, 70(7): 733-743.
- [2] Tamma PD, Han JH, Rock C, et al. Carbapenem therapy is associated with improved survival compared with piperacillin-tazobactam for patients with extended-spectrum β -lactamase bacteremia[J]. Clin Infect Dis, 2021, 60(9): 1319-1325.
- [3] Van Boeckel TP, Gandra S, Ashok A, et al. Global antibiotic consumption 2010 to 2018: an analysis of national pharmaceutical sales data[J]. Lancet Infect Dis, 2020, 14(8): 742-750.
- [4] Giannella M, Trecarichi EM, Giacobbe DR, et al. Effect of combination therapy containing a high-dose carbapenem on mortality in patients with carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* bloodstream infection[J]. Int J Antimicrob Agents, 2018, 51(2): 244-248.
- [5] Peri AM, Doi Y, Potoski BA, et al. Antimicrobial treatment challenges in the era of carbapenem resistance [J]. Diagn Microbiol Infect Dis, 2019, 94(4): 413-425.
- [6] La Fauci V, Alessi V. Antibiotic resistance: where are we going [J]. Ann Ig, 2018, 30(1): 52-57.
- [7] Sassone-Corsi M, Nuccio SP, Liu H, et al. Microcins mediate competition among Enterobacteriaceae in the inflamed gut[J]. Nature, 2016, 540(7): 632-648.
- [8] 周宏, 时黎明, 李桂霞, 等. 碳青霉烯类抗生素超级耐药细菌检测及抗菌策略研究进展[J]. 中国病原生物学杂志, 2018, 13(4): 432-435, 439.
- [9] 国家卫健委. 关于印发碳青霉烯类抗菌药物临床应用专家共识等3个技术文件的通知(国卫办医函[2018]822号)[Z]. 2018-09-18.
- [10] Patrick NAH, Paul AT, David CL, et al. Effect of piperacillin-tazobactam vs meropenem on 30-Day mortality for patients with *E. coli* or *Klebsiella pneumoniae* bloodstream infection and ceftriaxone resistance A randomized clinical trial[J]. J Am Med Association, 2018, 320(10): 984-994.
- [11] Su J, Guo Q, Li Y, et al. Comparison of empirical therapy with cefoperazone /sulbactam or a carbapenem for bloodstream infections due to ESBL-producing Enterobacteriaceae [J]. J Antimicrob Chemother, 2018, 73(11): 1176-1180.
- [12] Meyer E, Jonas D, Schwab F, et al. Design of a surveillance system of antibiotic use and bacterial resistance in German intensive care units(SARI)[J]. Infection, 2023, 31(4): 208-215.
- [13] Morris AM, Rennert-May E, Dalton B, et al. Rationale and development of a business case for antimicrobial stewardship programs in acute care hospital settings [J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2018, 7(1): 104.
- [14] 魏兴蕊. 某三甲医院碳青霉烯类抗菌药物临床应用过程评价[D]. 河南大学, 2023.
- [15] 乌仁高娃, 乌云达来, 朱蕾. 耐碳青霉烯肺炎克雷伯菌临床特征分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2022, 17(5): 582-585.
- [16] Martin RM, Bachman MA. Colonization, infection, and the accessory genome of *Klebsiella pneumoniae* [J]. Front Cell Infect Microbiol, 2018, 8(4): 452-456.
- [17] 南超, 黄一凤, 马娜, 等. ICU患者耐碳青霉烯肺炎克雷伯菌的耐药及传播机制的分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2022, 17(5): 578-581.
- [18] Khobrani MA, Dudley SW, Huckleberry YC, et al. Intentional use of carbapenem antibiotics for valproic acid toxicity: A case report[J]. J Clin Pharm Ther, 2018, 43(5): 723-725.
- 【收稿日期】 2025-01-12 【修回日期】 2025-03-30
- ~~~~~
- (上接 865 页)
- [7] Zhang A, Gong Y, Li X, et al. Clinical influence of nursing intervention under FOCUS-Plan-Do-Check-Act cycle management model on preventing and controlling central line-associated bloodstream infections in patients in ICU [J]. Altern Ther Health Med, 2024, 41(4): AT10296.
- [8] Chen H, Wang P, Ji Q. Analysis of the application effect of PDCA cycle management combined with risk factor management nursing for reducing infection rate in operating room [J]. Front Surg, 2022, 9: 837014.
- [9] Zeng F, Wang X, Gao Y, et al. Influence of fine management combined with PDCA Cycle method on disinfection qualified rate and performance grade of ophthalmic precision instruments [J]. Front Surg, 2022, 9: 856312.
- [10] Mellinghoff SC, Bruns C, Albertsmeier M, et al. *Staphylococcus aureus* surgical site infection rates in 5 European countries [J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2023, 12(1): 104.
- [11] 龙小丽. 麻醉机呼吸通路细菌污染特点及高危因素分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2020, 30(11): 1401-1403.
- [12] Lamagni T, Wloch C, Broughton K, et al. Assessing the added value of group B *Streptococcus* maternal immunisation in preventing maternal infection and fetal harm: population surveillance study [J]. Bjog, 2022, 129(2): 233-240.
- [13] Gitajn I, Werth P, O'toole RV, et al. Microbial interspecies associations in fracture-related infection [J]. J Orthop Trauma, 2022, 36(6): 309-316.
- [14] Coury JG, Lum ZC, Dunn JG, et al. Operating room and hospital air environment [J]. Orthopedics, 2021, 44(3): e414-e416.
- [15] Zuskov A, Jones HL, Crowley BP, et al. Operating room airborne microbial load: Nonscrubbed staff apparel matters [J]. J Arthroplasty, 2024, 39(9s2): s415-s419.
- [16] Gencer A, Schichor C, Tonn JC, et al. Reducing the rate of surgical site infection using iodophor-impregnated adhesive incision draping in spine surgery compared with standard adhesive incision draping: a study in 2279 patients [J]. J Neurosurg Spine, 2024, 40(2): 248-54.
- [17] 张丽, 周杨, 黄曼. 重症监护室手术部位切口感染患者预后危险因素分析[J]. 中华急诊医学杂志, 2024, 33(4): 490-496.
- [18] Kwon GB, Kim CH. Microbial isolates and antibiotic sensitivity in patients hospitalized with odontogenic infections at a tertiary center over 10 years [J]. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg, 2023, 49(4): 198-207.
- [19] Ge Y, Wang Q. Current research on fungi in chronic wounds [J]. Front Mol Biosci, 2022, 9: 1057766.
- [20] 吴少林, 刘攀, 李平根. 外科手术患者术后感染病原学特点及危险因素分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2024, 19(12): 1492-1495.
- [21] Abo Kamer AM, Abdelaziz AA, Nosair AM, et al. Characterization of newly isolated bacteriophage to control multi-drug resistant *Pseudomonas aeruginosa* colonizing incision wounds in a rat model: in vitro and in vivo approach [J]. Life Sci, 2022, 310: 121085.
- [22] Trinder M, Bisanz JE, Burton JP, et al. Probiotic lactobacilli: a potential prophylactic treatment for reducing pesticide absorption in humans and wildlife [J]. Benef Microbes, 2015, 6(6): 841-847.
- 【收稿日期】 2025-02-12 【修回日期】 2025-04-28