DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20264485

·论著·

基于六西格玛法的病原学送检质量改进及其对医疗质量的影响

任 慧[1],刘明明[2],肖蓉儿[1],闫 雪[3],李峒作[4],周润吉[3],于 昊[1],潘 宇[4]
(哈尔滨医科大学附属第一医院 1.公共卫生科;2.检验科;3.感染监控科;4.医务部,黑龙江 哈尔滨 150001)

[摘 要] **目的** 运用基于六西格玛的定义—测量—分析—改进—控制(DMAIC)法改进病原学送检相关环节质量,分析其对医疗质量的影响,为医院高质量发展提供重要依据。**方法** 以某三级甲等医院 2024 年 4—9 月(对照组)与 2025 年 4—9 月(干预组)呼吸科和重症监护病房(ICU)治疗性使用抗菌药物的住院患者为研究对象,采用 DMAIC 法对病原学送检关键环节进行质量改进,比较两组医疗质量指标。**结果** 与干预前相比,干预后 ICU 与呼吸科抗菌药物治疗前病原学送检率(90.68% VS 93.14%,65.02% VS 80.13%)、指向性病原学送检率(43.87% VS 53.63%,48.30% VS 57.22%)均明显提升($P<0.001$);ICU 与呼吸科标本转运时间分别缩短 0.23、1.19 h,检验前血培养周转时间(TAT)分别缩短 0.27、0.36 h;ICU 无菌体液送检率(24.24% VS 25.87%)、双侧双套血培养构成比(90.83% VS 95.83%)均明显提升($P<0.001$),呼吸科双侧双套血培养构成比大幅提升(7.31% VS 89.51%,$P<0.001$)。**结论** DMAIC 法能有效提升病原学送检率,优化送检流程与质量,缩短检验周转时间,有助于提高抗菌药物使用的合理性与医疗资源利用效率。

[关 键 词] 六西格玛;DMAIC;病原学送检率;抗菌药物管理;医疗质量
[中图分类号] R181.3+2

Six Sigma-based quality improvement in specimen submission for microbiological testing and its impact on healthcare quality

Ren Hui[1], *Liu Mingming*[2], *Xiao Ronger*[1], *Yan Xue*[3], *Li Tongzuo*[4], *Zhou Runji*[3], *Yu Hao*[1], *Pan Yu*[4] (1. *Public Health Department*; 2. *Clinical Laboratory Department*; 3. *Infection Control Department*; 4. *Medical Affairs Department*, *The First Affiliated Hospital of Harbin Medical University*, *Harbin* 150001, *China*)

[**Abstract**] **Objective** To apply the Six Sigma-based define-measure-analyze-improve-control (DMAIC) method to improve the quality of processes related to specimen submission for microbiological testing, analyze its impact on healthcare quality, and provide an important basis for the high-quality development of the hospital. **Methods** Hospitalized patients receiving antimicrobial agents for therapeutic purposes in the department of respiratory medicine and intensive care unit (ICU) of a grade A tertiary hospital from April to September 2024 (control group) and from April to September 2025 (intervention group) were included as the study subjects. The DMAIC method was used for quality improvement in key steps of specimen submission for microbiological testing, and healthcare quality indicators were compared between the two groups. **Results** Compared with those before the intervention, the rates of specimen submission for microbiological testing before antimicrobial treatment in the ICU and department of respiratory medicine (90.68% vs. 93.14%, and 65.02% vs. 80.13%, respectively) and targeted submission rates (43.87% vs. 53.63%, and 48.30% vs. 57.22%, respectively) significantly increased after the intervention (all $P<0.001$). Specimen transport time in the ICU and department of respiratory medicine was shortened by 0.23 h and 1.19 h, respectively, and pre-analytical blood culture turnaround time (TAT) was shortened by 0.27 h and 0.36 h,

[收稿日期] 2026－04－21
[基金项目] 哈尔滨医科大学附属第一医院科研创新基金(2024G04)
[作者简介] 任慧(1982－),女(汉族),黑龙江省哈尔滨市人,研究员,主要从事医院感染防控及医院管理研究。
[通信作者] 潘宇 E-mail:panyu0203@163.com

respectively. In the ICU, both the sterile body fluid specimen submission rate (24.24% vs. 25.87%) and the proportion of bilateral two-set blood cultures (90.83% vs. 95.83%) increased significantly (both $P<0.001$). In the department of respiratory medicine, the proportion of bilateral two-set blood cultures increased markedly (7.31% vs. 89.51%, $P<0.001$). **Conclusion** The DMAIC method can effectively increase the rate of specimen submission for microbiological testing, optimize the specimen submission process and quality, shorten the laboratory turnaround time, and help improve the rational use of antimicrobial agents and the efficiency of medical resource utilization.

[**Key words**] Six Sigma; DMAIC; rate of specimen submission for microbiological testing; antimicrobial stewardship; healthcare quality

近年来,细菌耐药已成为全球关注的重点公共卫生问题,世界卫生组织(WHO)将耐药防控列为全球卫生优先行动方向。提高抗菌药物治疗前病原学送检率是防控细菌耐药的有效措施之一。为此,国家卫生健康委员会陆续出台《国家医疗质量安全改进目标》(2021—2023 年)、《遏制微生物耐药国家行动计划》(2022—2025 年)等系列政策文件[1-4],将住院患者抗菌药物治疗前病原学送检率列为核心改进指标,旨在明确病原学送检管理要求,遏制细菌耐药,防控医院感染,保障医疗质量安全。在此基础上,国家卫生健康委员会医院管理研究所发布了《"提高住院患者抗菌药物治疗前病原学送检率"专项行动指导意见》[5],连续多年推进专项改进工作。各医疗机构积极开展提升送检率的管理实践及相关研究,虽已取得一定成效,但仍存在标本送检意识不强、标本质量参差不齐、送检流程存在堵点等问题,且系统评价提高病原学送检率及优化送检流程对医疗质量和医疗效率改善作用的研究仍较有限。

六西格玛是一种以数据驱动为核心的质量管理方法,广泛应用于多领域流程质量管控,近年来逐步成为医疗服务质量优化领域的重要管理工具之一[6]。其核心实施框架 DMAIC 法通过定义(define)、测量(measure)、分析(analyze)、改进(improve)、控制(control)5 个步骤,实现对各项工作流程的全链路、可量化改造。本研究采用 DMAIC 法,系统性优化抗菌药物治疗前病原学送检全流程,在提升送检率的同时完善各环节的标准化管理制度,进一步分析送检流程优化对医疗资源利用效率等医疗质量指标的影响,以期为完善病原学送检规范化管理体系,推动医疗管理模式向精细化、科学化转变,助力医院高质量发展提供循证依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取某三级甲等综合医院抗菌药物使用较多、送检内容较复杂的呼吸科和重症监护病房(intensive care unit,ICU)作为数据收集的特定临床科室,以 2024 年 4—9 月与 2025 年 4—9 月两科室的住院患者为研究对象。其中,2024 年 4—9 月为对照组,调查资料通过回顾性调查获取;2025 年 4—9 月为干预组,调查资料通过前瞻性调查获取。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:住院期间全身治疗性使用抗菌药物的患者。排除标准:调查资料有缺失的患者。

1.3 方法

1.3.1 研究方法 运用 DMAIC 法对干预组实施干预,改进阶段实施期为 2024 年 10 月—2025 年 3 月(共 6 个月);2025 年 4 月起进入控制阶段,转为常态化管理。

1.3.1.1 定义阶段 参照《关于印发"提高住院患者抗菌药物治疗前病原学送检率"专项行动指导意见的函》和《国家医疗质量安全改进目标的通知》,以及抗菌药物病原学送检失效模型[7-9],确定"提升病原学送检率"为六西格玛管理主题,明确改进指标体系与数据统计规则,成立多部门专项小组并细化分工。

1.3.1.2 测量阶段 通过医院信息系统(hospital information system, HIS)、实验室信息系统(laboratory information system, LIS)、电子病历(electronic medical record, EMR)、医院感染管理信息系统及医院护理信息系统收集并统计研究对象的指标数据。

1.3.1.3 分析阶段 采用失效模式与效应分析(failure mode and effects analysis,FMEA)管理工具计算风险优先数(risk priority number,RPN)值[7],识别出信息系统提示不足、医生送检意识薄弱、送检指征掌握不足、质控缺失、检验结果反馈不及时 5 个关键风险环节。分析其根本原因,形成改进方向。

1.3.1.4 改进阶段 针对关键风险环节实施以下措施:(1)完善信息系统软件功能。针对反映送检标

本效率情况的指标数据无法获得的问题，完成医院信息系统、护理信息系统、医院感染管理信息系统与实验室信息系统的数据对接，实现标本采集、转运等节点数据的全流程采集，打破信息壁垒，保障工作效率和数据质量。(2)规范标本送检流程。完善标本采集、运送、保存、检测等环节的质量控制制度及相关规范，制定标本采集指导手册，细化送检工作流程。(3)强化人员培训与考核。针对医生送检相关知识掌握不足、经验欠缺、培训不到位的问题，依照“重点人群培训、重点环节督查考核”的方案制定培训计划，录制标本宣教视频并开展分级授课，对相关人员(包括实习生在内)开展分层培训和模拟情景考核等，实现同质化管理。(4)提升检验反馈及时性。增加标本转运频次，缩短送检前周转时间(TAT)；弹性调整检验人员工作时间，确保标本及时上机；严格落实分级报告机制，阳性标本优先处理，对疑难或特殊耐药结果实行电话与信息系统双通道预警，确保检验结果第一时间反馈至临床。(5)完善指标考核及监督反馈机制。建立多部门定期数据统计与评估机制，鼓励 ICU 及呼吸科通过多种形式反馈送检过程中遇到的困难和问题，及时分析并持续改进，以问题为导向动态优化工作策略，形成良性反馈机制，保障专项工作规范化、科学化开展。

1.3.1.5 控制阶段 将改进措施标准化、制度化，纳入日常质量管理体系。实施“周反馈、月分析、季度报告”的常态化质控机制，定期推送专项数据；同步落实科室自检自查与职能部门督导抽查的双监督模式；将病原学送检率纳入科室主任考核指标体系，保障改进项目的持续落地。

1.3.2 观察指标 参照国家卫生健康委员会医院管理研究所提高住院患者抗菌药物治疗前病原学送检率专项行动相关文件[10]选取具体观察指标，见表 1。

表 1 指标数据的计算公式与获取途径

Table 1 Calculation formulas and acquisition methods for indicator data

指标名称	获取途径	计算公式与指标说明
抗菌药物治疗前病原学送检率	医院感染管理信息系统	抗菌药物治疗前病原学送检率=(使用抗菌药物治疗前完成病原学送检的病例数/同期使用抗菌药物治疗的病例数)×100%；以护理人员通过移动床边护理系统(PDA)执行以“治疗”为目的的抗菌药物输注医嘱时间和病原学送检项目采集医嘱时间为统计依据
指向性病原学送检率	医院感染管理信息系统	指向性病原学送检率=(指定时间段内使用抗菌药物治疗前完成指向性病原学送检的病例数/同期使用抗菌药物治疗的病例数)×100%；以护理人员通过 PDA 执行以“治疗”为目的的抗菌药物输注医嘱时间和病原学送检项目采集医嘱时间为统计依据；指向性病原学送检项目指除降钙素原(procalcitonin，PCT)和白细胞介素-6(interleukin-6，IL-6)外的病原学检验项目
非指向性病原学送检率	医院感染管理信息系统	非指向性病原学送检率=(指定时间段内使用抗菌药物治疗前完成非指向性病原学送检的病例数/同期使用抗菌药物治疗的病例数)×100%；以护理人员通过 PDA 执行以“治疗”为目的的抗菌药物输注医嘱时间和病原学送检项目采集医嘱时间为统计依据；非指向性的病原学送检项目指 PCT 和 IL-6
医院感染诊断相关病原学送检率	医院感染管理信息系统	医院感染诊断相关病原学送检率=(完成医院感染诊断相关病原学送检的病例数/同期发生医院感染病例总数)×100%
联合使用重点药物前病原学送检率	医院感染管理信息系统	联合使用重点药物前病原学送检率=(接受两个或以上重点药物联合使用前病原学送检病例数/同期住院患者中接受两个或以上重点药物联合使用病例数)×100%；以护理人员通过 PDA 执行以“治疗”为目的的抗菌药物输注医嘱时间和病原学送检项目采集医嘱时间为统计依据
标本转运/送检时间	实验室信息系统与手工统计	标本转运/送检时间=标本接收时间-采血时间；以护理人员通过 PDA 执行血培养采集医嘱时间为采血时间
检验前血培养 TAT	实验室信息系统与手工统计	检验前血培养 TAT=血培养瓶上机培养时间-标本接收时间
一级涂片报告时长	实验室信息系统与手工统计	一级涂片报告时长=一级报告时间-血培养报阳时间
二级快速鉴定报告时长	实验室信息系统与手工统计	二级快速鉴定报告时长=二级报告时间(质谱鉴定结果)-血培养报阳时间
血培养 TAT	实验室信息系统与手工统计	血培养 TAT=三级最终报告时间-采血时间；以护理人员通过 PDA 执行血培养采集医嘱时间为采血时间
无菌体液培养送检率	实验室信息系统与手工统计	无菌体液培养送检率=(单位时间内无菌体液培养送检量/同期所有微生物培养标本送检量)×100%
血培养阳性率	实验室信息系统与手工统计	血培养阳性率=(单位时间内血培养阳性例数/同期所有送检血培养例数)×100%
双侧双套血培养构成比	实验室信息系统与手工统计	双侧双套血培养构成比=(送检双侧双套血培养成人患者例数/所有送检血培养成人患者例数)×100%

1.4　统计分析　应用 SPSS 27.0 统计学软件及百分位数法进行数据分析。连续性变量呈正态分布用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，非正态分布用中位数和四分位数[$M(P_{25}, P_{75})$]表示，分类变量以频数(百分比)[n(%)]表示。采用 χ^2 检验比较改进前后病原学送检率、无菌体液培养送检率、双侧双套血培养构成比等指标的差异，对改进前后标本转运时间、检验前血培养 TAT 、一级涂片报告时长、二级快速鉴定报告时长及血培养 TAT 等指标数据采用 *Wilcoxon* 秩和检验进行比较。$P \leqslant 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　总体情况　分别纳入 2024 年 4—9 月 ICU 和呼吸科住院期间全身治疗性使用抗菌药物的患者 2 822、3 122 例作为对照组，2025 年 4—9 月 ICU 和呼吸科住院期间全身治疗性使用抗菌药物的患者 2 786、3 488 例作为干预组。

2.2　抗菌药物治疗前病原学送检相关指标　实施 DMAIC 法干预后，ICU 与呼吸科的抗菌药物治疗前病原学送检率和指向性病原学送检率得到明显改善。ICU 抗菌药物治疗前病原学送检率由 90.68% 提升至 93.14%($P = 0.001$)，指向性病原学送检率由 43.87% 提升至 53.63%($P < 0.001$)。非指向性病原学送检率略有下降(88.38% VS 88.12%)，但差异无统计学意义($P = 0.764$)。医院感染诊断相关送检率及联合使用重点药物前送检率干预前后均为 100%。见表 2。

呼吸科抗菌药物治疗前病原学送检率由 65.02% 提升至 80.13%($P < 0.001$)，指向性病原学送检率由 48.30% 提升至 57.22%($P < 0.001$)，非指向性病原送检率由 33.47% 提升至 39.59%($P < 0.001$)。医院感染诊断相关送检率及联合使用重点药物前送检率亦均为 100%。见表 3。

表 2　DMAIC 法干预前后 ICU 抗菌药物治疗前病原学送检情况比较

Table 2　Comparison of specimen submission for microbiological testing before antimicrobial treatment in the ICU pre- and post-DMAIC intervention

项目	干预组			对照组			χ^2	P
	送检例数(例)	未送检例数(例)	送检率(%)	送检例数(例)	未送检例数(例)	送检率(%)		
抗菌药物治疗前病原学送检	2 595	191	93.14	2 559	263	90.68	11.44	0.001
指向性病原学送检	1 494	1 292	53.63	1 238	1 584	43.87	53.41	<0.001
非指向性病原学送检	2 455	331	88.12	2 494	328	88.38	0.09	0.764
医院感染诊断相关病原学送检	229	0	100	312	0	100	-	-
联合使用重点药物前病原学送检	272	0	100	405	0	100	-	-

注：- 表示未进行比较。

表 3　DMAIC 法干预前后呼吸科抗菌药物治疗前病原学送检情况比较

Table 3　Comparison of specimen submission for microbiological testing before antimicrobial treatment in the department of respiratory medicine pre- and post-DMAIC intervention

项目	干预组			对照组			χ^2	P
	送检例数(例)	未送检例数(例)	送检率(%)	送检例数(例)	未送检例数(例)	送检率(%)		
抗菌药物治疗前病原学送检	2 795	693	80.13	2 030	1 092	65.02	190.80	<0.001
指向性病原学送检	1 996	1 492	57.22	1 508	1 614	48.30	52.65	<0.001
非指向性病原学送检	1 381	2 107	39.59	1 045	2 077	33.47	26.57	<0.001
医院感染诊断相关病原学送检	3	0	100	8	0	100	-	-
联合使用重点药物前病原学送检	44	0	100	93	0	100	-	-

注：- 表示未进行比较。

2.3　送检相关质量与效率指标

2.3.1　送检效率指标(血培养 TAT)　干预后，标本转运及检验前环节效率明显提升。对照组 ICU 标本转运/送检时间及检验前血培养 TAT 中位数分别为 2.34、0.38 h，干预后分别为 2.11、0.11 h，分别缩短了 0.23、0.27 h，差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。呼吸科标本转运/送检时间及检验前血培养 TAT 对照组中位数分别为 2.56、0.44 h，干

预后分别为 1.37、0.08 h，分别缩短了 1.19、0.36 h，差异均有统计学意义（均 $P<0.001$）。呼吸科一级涂片报告时长延长，可能与干预后严格执行“阳性报警后即时涂片复核”流程及记录更完整有关。干预前后血培养 TAT 时间 ICU 缩短 1.54 h，呼吸科缩短 6.35 h，总血培养 TAT 干预后仍在 90 h 以上，改善有限，推测瓶颈在于细菌培养存在固有周期。见表 4、5。

2.3.2 送检质量指标 干预后，ICU 的无菌体液培养送检率、双侧双套血培养构成比均明显提升（均 $P<0.001$）。呼吸科双侧双套血培养构成比从 7.31%提高至 89.51%（$P<0.001$），系干预阶段调整医嘱收费模式及强化培训的直接效果。见表 6。

表 4 DMAIC 法干预前后 ICU 血培养效率指标比较（h）

Table 4 Comparison of blood culture efficiency indicators in the ICU pre- and post-DMAIC intervention (h)

效率指标	干预组（$n=2\,231$）	对照组（$n=1\,996$）	Z	P
标本转运/送检时间	2.11（1.80，2.26）	2.34（1.92，2.67）	−8.47	<0.001
检验前血培养 TAT	0.11（0.10，0.18）	0.38（0.28，0.50）	−49.19	<0.001
一级涂片报告时长	4.66（4.06，5.36）	6.65（6.00，7.20）	−46.02	<0.001
二级快速鉴定报告时长	12.49（11.50，13.65）	16.53（15.77，17.17）	−52.73	<0.001
血培养 TAT	96.86（92.79，101.83）	98.40（94.22，102.89）	−6.29	<0.001

表 5 DMAIC 法干预前后呼吸科血培养效率指标比较（h）

Table 5 Comparison of blood culture efficiency indicators in the department of respiratory medicine pre- and post-DMAIC intervention (h)

效率指标	干预组（$n=591$）	对照组（$n=657$）	Z	P
标本转运/送检时间	1.37（1.18，2.44）	2.56（1.78，3.03）	−13.34	<0.001
检验前血培养 TAT	0.08（0.06，0.34）	0.44（0.25，0.80）	−20.18	<0.001
一级涂片报告时长	3.21（2.00，3.61）	1.26（1.03，2.63）	−16.01	<0.001
二级快速鉴定报告时长	12.01（11.00，21.02）	26.10（18.04，28.05）	−17.90	<0.001
血培养 TAT	92.30（88.64，96.16）	98.65（94.32，99.33）	−17.91	<0.001

表 6 DMAIC 法干预前后标本送检质量指标比较（%）

Table 6 Comparison of specimen submission quality indicators pre- and post-DMAIC intervention (%)

质量指标	干预组	对照组	χ^2	P
ICU 无菌体液培养送检率	25.87（4 402/17 013）	24.24（3 944/16 272）	11.85	<0.001
ICU 双侧双套血培养构成比	95.83（2 138/2 231）	90.83（1 813/1 996）	43.15	<0.001
呼吸科无菌体液培养送检率	23.44（1 496/6 381）	22.94（1 245/5 428）	0.42	0.514
呼吸科双侧双套血培养构成比	89.51（529/591）	7.31（48/657）	845.76	<0.001

3 讨论

抗菌药物治疗前病原学送检是遏制细菌耐药、提升感染性疾病诊疗精准度的核心环节，其管理质量关系到医院感染防控成效与医疗安全水平。本研究基于 FMEA 识别出信息系统提示不足、临床医生送检意识薄弱、送检指征掌握不足、院科两级质控体系不完善、检验结果反馈时效性不足 5 类关键风险节点，于 2024 年 10 月—2025 年 3 月集中引入 DMAIC 法进行质量改进，通过多部门联动、全链条闭环管理、信息系统升级、专项培训、动态监测反馈及考核激励等核心措施实施靶向干预。结果显示，干预后抗菌药物治疗前病原学送检率及指向性病原送检率均显著提升，有助于抗菌药物的合理使用，与此同时，送检效率与质量同步改善，并在一定程度上优化了医疗资源利用效率。

DMAIC 法的运用有效提升了病原学送检率等核心指标。本研究实施过程中，针对“医生送检意识薄弱”和“送检指征掌握不足”的问题，实施分层培训与考核；针对“信息系统提示不足”问题，完成系统对接并完善智能提醒功能，二者协同提高了临床医生

对抗菌药物治疗前病原学送检的依从性及对正确送检时机的把握能力；同时，针对“质控缺位”问题，建立“周反馈、月分析、季度报告”的常态化质控机制，结合科室自检与职能部门督导的双监督模式，将病原学送检率纳入科室主任考核指标体系，通过绩效考核调动临床参与积极性。上述措施可能促进了送检行为的规范化，最终反映为核心指标提升。结果显示，干预后 ICU 与呼吸科的抗菌药物治疗前病原学送检率分别提高 2.46%、15.11%，指向性病原学送检率分别提高 9.76%、8.92%。该结果与魏晓珉等[11]的研究结论高度一致——其通过 DMAIC 法优化某三级甲等医院标本送检流程后，抗菌药物治疗前送检率从 52.14% 提升至 82.15%，证实了 DMAIC 法在病原学送检管理中的有效性。

值得注意的是，指向性与非指向性病原学送检率的变化存在科室差异。在 ICU，指向性病原学送检率显著提升而非指向性病原学送检率无明显变化，提示干预措施有效促进了更高质量的病原学送检，成功引导临床将送检重点从非特异性炎症标志物（PCT 和 IL-6）转向更具病原学诊断价值的指向性项目（如培养、核酸检测等），这对指导精准抗感染治疗具有重要意义。在呼吸科，指向性与非指向性病原学送检率均显著提升，可能有如下原因：该科室基线送检率较低（65.02%），为快速提升总体送检率，干预初期的培训与考核涵盖了所有送检项目，导致两类指标同步上升；随着干预深入，指向性病原学送检率的增幅（提高 8.92%）略高于非指向性（提高 6.12%）。未来应进一步加强对呼吸科抗菌药物治疗前病原学送检的精准引导，促进非指向性向指向性送检的结构优化。

运用 DMAIC 法改进送检环节质量效果明确。本研究干预措施直接针对送检全流程，相关指标的改善为改进措施的有效性提供了直接证据。在送检效率方面，通过信息系统升级实现血培养仪全流程联网、增加标本转运频次、弹性调整检验人员工作时间、严格落实分级报告及阳性标本优先处理等综合措施，直接作用于“检验前”和“检验中”环节，缩短了标本从采集到上机的等待时间及阳性标本的等待处理时间。ICU 和呼吸科的检验前血培养 TAT 分别缩短了 0.27、0.36 h，标本转运/送检时间分别缩短了 0.23、1.19 h。Zhao 等[12]也证实，优化血培养流程后，检验前 TAT 明显缩短。在送检质量方面，分层分类培训计划及宣教视频的推广，提高了医护人员对无菌体液送检、双侧双套血培养重要性的认知，直接改善了标本采集的规范性和质量。ICU 无菌体液培养送检率及双侧双套血培养构成比均得到明显提升（均 $P<0.001$）；呼吸科双侧双套血培养构成比从 7.31% 大幅提高至 89.51%（$P<0.001$），这得益于多学科联席会议识别出项目收费及医嘱设置方面的根本问题，并联合多部门协同解决，从而实现了血培养送检质量的跨越式提升。

然而，本研究中总血培养 TAT 改善有限，提示进一步缩短总 TAT 可能需要关注检验中（细菌生长所需固有时间）和检验后（报告审核与临床反馈）环节。下一步可引入快速病原学鉴定技术[如质谱直接鉴定、多重聚合酶链反应（PCR）或宏基因组二代测序]以进一步突破 TAT 瓶颈[13]。

综上所述，本研究基于 DMAIC 法，针对病原学送检中的关键风险环节，协同推进信息系统升级、标本流程规范、分层培训考核、检验反馈优化及质控闭环建设等多项措施，有效提升了抗菌药物治疗前病原学送检率，优化了送检流程与质量，缩短了检验 TAT，有助于改善抗菌药物使用合理性与医疗资源利用效率。该实践为医疗机构完善质量安全管理体系、提升精细化与科学化管理水平提供了可复制的参考路径，也为公立医院高质量发展背景下的感染防控体系建设提供了实践依据。

作者贡献声明：任慧负责实验构思、方法设计、实验执行、数据分析、论文撰写与编辑修订；刘明明负责实验执行、数据采集验证与结果核实；肖蓉儿负责实验执行、数据分析与结果核实；闫雪负责实验执行与数据采集验证；李峒作、周润吉负责实验执行与数据分析；于昊负责数据整理分析；潘宇负责监督指导、资源提供、论文审阅与编辑修订。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发2021年国家医疗质量安全改进目标的通知：国卫办医函〔2021〕76号[EB/OL]. (2021-02-09)[2026-05-27]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/c100175/202102/6823244e8de14e8fbc8dbfbcc928bbc5.shtml.
The General Office of the National Health Commission. Notice of the General Office of the National Health Commission on Issuing the 2021 national medical quality and safety improvement goals: National Health Office Medical Letter [2021] No.76[EB/OL]. (2021-02-09)[2026-05-27]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/c100175/202102/6823244e8de14e8fbc8dbfbcc928bbc5.shtml.

[2] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发

2022 年国家医疗质量安全改进目标的通知：国卫办医函〔2022〕58 号[EB/OL]. (2022-03-02)[2026-05-27]. https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100068/202203/d5e4af0c96814da3974d25df0bfad607.shtml.
The General Office of the National Health Commission. Notice of the General Office of the National Health Commission on issuing the 2022 national medical quality and safety improvement goals: National Health Office Medical Letter [2022] No. 58[EB/OL]. (2022-03-02)[2026-05-27]. https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100068/202203/d5e4af0c96814da3974d25df0bfad607.shtml.

[3] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发2023 年国家医疗质量安全改进目标的通知：国卫办医政函〔2023〕45 号[EB/OL]. (2023-02-28)[2026-05-27]. https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100068/202302/5d9f7e4ef1d8472fa9ac6d19140dfb83.shtml.
The General Office of the National Health Commission. Notice of the General Office of the National Health Commission on issuing the 2023 national medical quality and safety improvement goals: National Health Office Medical Administration Letter [2023] No. 45[EB/OL]. (2023-02-28)[2026-05-27]. https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100068/202302/5d9f7e4ef1d8472fa9ac6d19140dfb83.shtml.

[4] 国家卫生健康委，教育部，科技部，等. 关于印发遏制微生物耐药国家行动计划(2022—2025 年)的通知：国卫医函〔2022〕185 号[EB/OL]. (2022-10-28)[2026-05-27]. https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100068/202210/280d6d0c875e453aac606f9c215323bb.shtml.
The National Health Commission, Ministry of Education, Ministry of Science and Technology, et al. Notice on issuing the national action plan to curb antimicrobial resistance (2022-2025): Guowei Yi Han (2022) No. 185[EB/OL]. (2022-10-28)[2026-05-27]. https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100068/202210/280d6d0c875e453aac606f9c215323bb.shtml.

[5] 国家卫生健康委医院管理研究所. 关于印发“提高住院患者抗菌药物治疗前病原学送检率”专项行动指导意见的函：国卫医研函〔2021〕198 号[EB/OL]. (2021-10-28)[2026-05-27]. https://www.cn-healthcare.com/articlewm/20211030/content-1279507.html.
The National Health Commission Institute of Hospital Management. Letter on issuing the guiding opinions on the special action to "increase the rate of pathogen testing before antimicrobial treatment for hospitalized patients": Guowei Yi Yan Han (2021) No. 198[EB/OL]. (2021-10-28)[2026-05-27]. https://www.cn-healthcare.com/articlewm/20211030/content-1279507.html.

[6] Thakur V, Akerele OA, Randell E. Lean and Six Sigma as continuous quality improvement frameworks in the clinical diagnostic laboratory[J]. Crit Rev Clin Lab Sci, 2023, 60(1): 63-81.

[7] 肖佳庆，任慧，迟洋，等. 基于 FMEA 方法的抗菌药物治疗前病原学送检关键环节识别[J]. 中华医院感染学杂志，2024，34(10)：1569-1574.
Xiao Jiaqing, Ren Hui, Chi Yang, et al. Identification of key links for etiological submission before antibiotic treatment based on FMEA[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2024, 34(10): 1569-1574.

[8] 黄静，张静，王进，等. 失效模式与效应分析在三级医院标本检验前质量管理中应用研究[J]. 中国临床护理，2018，10(4)：350-353.
Huang Jing, Zhang Jing, Wang Jin, et al. Application of failure mode and effect analysis in quality management of specimens before examination in three-grade hospitals[J]. Chinese Clinical Nursing, 2018, 10(4): 350-353.

[9] 张洁，徐笑，乔甫，等. 783 家医院抗菌药物治疗前病原学送检相关微生物室仪器设备及信息系统功能现状调查[J]. 华西医学，2023，38(3)：380-386.
Zhang Jie, Xu Xiao, Qiao Fu, et al. A survey on the current situation of equipment and information system function of microbiology laboratory for etiological submission before antibiotic treatment in 783 hospitals[J]. West China Medical Journal, 2023, 38(3): 380-386.

[10] 国家卫生健康委医院管理研究所. 关于进一步推进“提高住院患者抗菌药物治疗前病原学送检率”专项行动的函：国卫医研函〔2023〕126 号[EB/OL]. (2023-07-10)[2026-05-26]. https://www.cn-healthcare.com/articlewm/20230715/content-1578983.html.
The National Health Commission Institute of Hospital Management. Letter on further promoting the special action to "increase the rate of pathogen testing before antimicrobial treatment for hospitalized patients": guowei yiyan han [2023] No. 126[EB/OL]. (2023-07-10)[2026-05-26]. https://www.cn-healthcare.com/articlewm/20230715/content-1578983.html.

[11] 魏晓珉，曹侠，王增金，等. 六西格玛联合目标管理在提高病原学送检率的应用及效果评价[J]. 现代医药卫生，2024，40(14)：2507-2512.
Wei Xiaomin, Cao Xia, Wang Zengjin, et al. Application and Effect Evaluation of Six Sigma Joint Goal Management in Improving Pathogen Testing Rate[J]. Modern Medicine and Health, 2024, 40(14): 2507-2512.

[12] Zhao Xinzhe, Qin Xiaoping, Miao Yuli. Reducing turnaround time for routine outpatient biochemical tests through Lean Six Sigma: a case study in China[J]. J Eval Clin Pract, 2025, 31(1): e14116.

[13] Xia Suirui, Jiang Qiankun, Liu Yijun, et al. Impact of an antimicrobial stewardship program on pre-therapy pathogen detection specimen submission, antimicrobial use, and resistant pathogens: an interrupted time series analysis[J]. Infect Drug Resist, 2025, 18: 6561-6575.

（本文编辑：翟若南）

本文引用格式：任慧，刘明明，肖蓉儿，等. 基于六西格玛法的病原学送检质量改进及其对医疗质量的影响[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(10)：1564-1570. DOI：10.12138/j.issn.1671-9638.20264485.

Cite this article as: Ren Hui, Liu Mingming, Xiao Ronger, et al. Six Sigma-based quality improvement in specimen submission for microbiological testing and its impact on healthcare quality[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(10): 1564-1570. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20264485.