

# 基于 PDCA 循环管理模式优化血培养报告流程 对脓毒症诊断能力的提升作用\*

邹文燕<sup>1</sup>, 姚海<sup>2</sup>, 智深深<sup>1</sup>, 张媛媛<sup>1</sup>, 许文娟<sup>1</sup>, 李维<sup>1△</sup>

重庆市急救医疗中心:1. 检验科;2. 骨科, 重庆 400014

**摘要:**目的 探讨利用 PDCA 循环管理模式优化血培养报告流程对脓毒症诊断能力的提升作用。方法 利用鱼骨图分析影响阳性血培养报告临床实验室标本周转时间(TAT)的因素,针对影响因素提出整改措施,对阳性血培养的流程进行优化,并将处理流程分解为 6 个阶段,分析项目启动前后阳性血培养处理流程中各阶段 TAT。收集了该院检验科微生物组 105 例患者的阳性血培养报告。改进前(2020 年 1—3 月)41 例,其中肠杆菌科细菌 25 例;改进后(2020 年 4—6 月)64 例,其中肠杆菌科细菌 51 例。采用 SPSS24.0 统计软件进行非参数检验。结果 与实施前比较,项目实施后阳性血培养报告 TAT 中位数缩短了 19.2 h( $P < 0.01$ ),血培养阳性的肠杆菌科细菌报告 TAT 中位数缩短了 18.6 h( $P < 0.01$ ),完成了项目的预定目标。结论 通过 PDCA 循环法管理工具,分析了影响阳性血培养报告 TAT 的关键因素,建立数据收集策略,并且加以改正,切实提高了实验室阳性血培养的处理能力,达到提升脓毒症诊断能力的目的。

**关键词:**血培养; 脓毒症; 质量管理; 肠杆菌科细菌

**DOI:**10.3969/j.issn.1673-4130.2021.17.027

**中图法分类号:**R446.5

**文章编号:**1673-4130(2021)17-2164-03

**文献标志码:**B

脓毒症是临床危急重症患者的常见病因和并发症,具有高致死率的特点,因此快速、准确诊断脓毒症尤为重要<sup>[1]</sup>。尽管微生物培养步骤烦琐,自动化及智能化程度相对不足,但传统的血培养检测仍是脓毒症诊断的金标准,对脓毒症的诊疗、病情评估及预后具有重要意义<sup>[2-3]</sup>。因此,缩短血培养临床实验室标本周转时间(TAT)对提升脓毒症的治疗效果有重要。本研究应用 PCDA 循环管理工具对血培养实验流程优化,旨在缩短血培养报告 TAT,提升实验室的检测能力,从而为临床快速、精准抗感染治疗提供有力保障。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 为了有效缩短血培养报告 TAT,本院检验科微生物组于 2020 年 1 月开展流程优化活动。本研究收集了 2020 年 1—6 月血培养报告共计 1 020 例,其中阳性报告患者 153 例,符合 2016 年 2 月欧洲重症医学会发布的 Sepsis 3.0 定义的脓毒症诊断标准<sup>[4]</sup>患者 137 例,不符合此诊断标准的阳性报告患者 16 例不纳入统计分析,去除同一患者多次血培养送检 32 例,共计对 105 例患者的血培养报告进行统计,改进前(2020 年 1—3 月)41 例,其中肠杆菌科细菌 25 例;改进后(2020 年 4—6 月)64 例,其中肠杆菌科细菌 51 例。

**1.2 方法** 将 PDCA 循环体系应用于阳性血培养处理流程的每个步骤。

**1.2.1 计划阶段** 通过数据统计发现 2020 年 1—3

月阳性血培养平均 TAT 为 86.7 h,其中最长 TAT 为 200.5 h,严重影响临床诊疗的精准开展。针对这一现象,本院检验科成立项目小组,利用 PDCA 管理方法实施流程优化。首先,根据现有流程绘制出阳性血培养报告时间流程图,并利用鱼骨图分析影响阳性血培养 TAT 的因素;最后的制订改进目标为阳性血培养 TAT 中位数缩短 $>15$  h,确定改进监测时间为 2020 年 4—6 月。

**1.2.2 执行阶段** 增加一台全自动细菌鉴定及药物敏感实验分析仪 VITEK2 Compact,完成实验室分区改造;增加技师 1 名,加强专业技能培训,重新确定各岗位职责;调整微生物工作模式执行 24 h 值班制度;与标本运送中心沟通,优化标本的送检流程。

**1.2.3 检查阶段** 根据血培养阳性处理流程图,统计改进前后阳性血培养各阶段 TAT 及肠杆菌科细菌报告 TAT,进行分析汇总,评估完成情况。

**1.2.4 行动阶段** 根据新的工作流程,修正实验室质量体系文件,明确考核指标,并在实际的工作中监督文件的执行情况,根据实际的运行情况,确定下一步的工作目标。

**1.3 统计学处理** 通过本院 LIS 系统查询从标本采集时间开始到最终报告发出为止的时间,并根据阳性血培养处理流程进行分解(分为 T1~T6 共 6 个阶段),记录各阶段所需时间,采用 M(最小值,最大值)表示。利用 SPSS24.0 对以上各阶段时间进行分析,两组间的数据采用非参数检验。

\* 基金项目:重庆市科技局医学科研项目(cstc2019jcsx-msxm0944);重庆市科卫联合医学科研项目(2021MSXM238)。

△ 通信作者, E-mail:liwei111@163.com。

2 结 果

根据阳性血培养报告流程,将报告 TAT 分为 6 个阶段(T1~T6),并利用鱼骨图分析影响各阶段报告 TAT 的因素,见图 1。研究发现,工作模式的缺陷、人员配置不足、仪器设备陈旧等是 TAT 延长的主要原因。因此,项目小组基于以上因素采取相应措施实施改进计划,拟定 3 个月后对比改进前后血培养报告 TAT。

实施各项改进措施后,T4、T5 阶段及报告 TAT 的中位数、最短耗时、最长耗时均有显著降低。优化阳性血培养处理流程后与优化前相比,阳性血培养报告 TAT 中位数缩短了 19.2 h( $P<0.01$ ),见表 1;T4

阶段中位数缩短 133.5 min( $P<0.01$ ),T5 阶段中位数缩短 16.27 h( $P<0.01$ ),均具有统计学意义。检验前时间(T1+T2)中位数延迟 4.5 min( $P>0.05$ ),但是改进后标本的最长耗时 $\leq 2$  h,改进效果明显。

进一步对血培养阳性的肠杆菌科细菌报告进行分析,见表 2,T4、T5 阶段及报告 TAT 的中位数、最长耗时、最短耗时均有缩短,T4 阶段 TAT 中位数缩短 138 min( $P<0.01$ ),T5 阶段 TAT 中位数缩短 20 h( $P<0.01$ ),阳性血培养报告 TAT 中位数缩短 18.6 h( $P<0.01$ ),以上结果均说明阳性血培养 TAT 显著改善。

表 1 改进前后阳性血培养各阶段时间对比[M(最小值,最大值)]

组别	检验前时间(min)	阳性转种时间(min)	药敏鉴定时间(h)	阳性报告 TAT(h)
改进前	48.5(17.0,303.0)	208.5(62.0,946.0)	46.1(25.0,123.0)	69.6(44.5,200.5)
改进后	53.0(17.0,120.0)	75.0(17.0,394.0)	29.8(14.0,101.0)	50.5(30.5,191.7)
Z	0.432	-7.164	-4.847	-3.659
P	0.666	<0.01	<0.01	<0.01

注:检验前时间为 T1+T2;阳性转种时间为 T4;药敏鉴定时间为 T5。

表 2 肠杆菌科细菌改进前后阳性血培养 TAT 对比[M(最小值,最大值)]

组别	阳性转种时间(min)	药敏鉴定时间(h)	阳性报告 TAT(h)
改进前	210.0(62.0,946.0)	46.5(25.0,123.0)	64.5(44.5,200.5)
改进后	72.0(17.0,394.0)	26.5(14.0,64.9)	45.9(30.5,146.7)
Z	-5.877	-3.499	-4.566
P	<0.01	<0.01	<0.01

注:阳性转种时间为 T4;药敏鉴定时间为 T5。

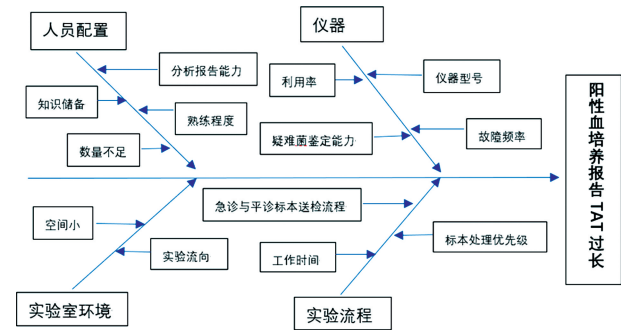


图 1 使用鱼骨图分析造成阳性血培养报告 TAT 过长的因素

3 讨 论

随着个体化和精准化治疗理念的不断深入,临床医生对检测方法、报告时间、报告准确性提出了更高的要求,所以检验科需要及时调整工作模式契合医学的发展,更好地服务于临床诊疗活动。脓毒症是一种与高发病率和 high 病死率相关的危及生命的危急重症,尽早鉴定病原菌并给予合理的抗菌药物治疗直接关系到患者的生存和预后,因此阳性血培养报告 TAT 每缩短 1 h 都可能提升患者的生存率<sup>[5-6]</sup>。根据血培养的原则和规程要求,血培养连续培养 5 d 未见细菌生长可向临床报告实验结果为阴性,因此在现有技术条件下,缩短阴性血培养报告 TAT 空间不大,血培养

报告 TAT 改进主要针对阳性标本<sup>[7]</sup>。本研究中,亦没有分析血培养流程中 T3 阶段(从血培养开始到仪器报阳性)的 TAT,此阶段 TAT 主要由细菌的生长特点决定,目前的血培养技术难以实施干预措施。

检验报告 TAT 受到检验前、中、后三方面的影响,而检验前 TAT 更是整个检测环节控制的难点<sup>[8]</sup>。标本检验前周转流程涉及的环节及参与部门较多,改进难度大,因此本院检验科多次举行标本送检协调会与各科室领导层进行沟通,并且通过检验与临床面对面讲座、电话沟通等多种形式宣讲血培养标本及时送检的重要性,贯彻落实标本的前处理时间控制在 2 h 内,从而有效保证血培养阳性率达到理想状态<sup>[9]</sup>。

检验中的流程优化几乎只涉及实验室内部调整,相对难度较小,是此次流程优化的重点。优化前的数据显示,T4 阶段 TAT 的可优化的空间较大。优化前微生物组工作模式为 8:30—17:30,其余时间由检验科值班人员负责阳性血培养转种,但其工作地点与微生物实验室相距较远且夜间急诊患者较多,值班的同事很难及时发现血培养阳性预警,从而不能及时完成阳性血培养转种;另外,考虑血培养阳性处理流程烦琐,容易延误其他急诊标本的 TAT,存在较大的安全隐患,未要求值班的同事对阳性血培养涂片镜检并且报告临床涂片结果。在没有任何病原菌依据的情况下,临床医生仅能根据经验使用广谱抗菌药物,不但影响脓毒症的诊疗也将增加耐药菌产生的概率<sup>[10]</sup>。因此,项目小组考虑微生物组实施 24 h 工作模式。此模式不但便于及时发现血培养阳性预警和及时转种,从而降低 T4 阶段的 TAT,同时也可以尽早报告临床涂片结果,临床医生可根据细菌耐药监测网数据及原发灶的情况分析引发脓毒症可能的菌种,及时调整抗感染治疗的方向,实现提高脓毒症治愈率及缩短住院时间的目的<sup>[11]</sup>。按照微生物组改进前的工作模式,大

量的工作均集中在 8:30—12:00, 这种批量处理标本的模式不但会增加标本的等待时间, 也会增加出错的概率。实施 24 h 工作模式后, 17:30 至第 2 天 8:30 期间如果仅处理阳性血培养标本工作量明显过少, 人力资源配置存在明显浪费, 因此本课题组对每天的工作流程进行梳理, 充分利用现有的人力资源缩短 T5 阶段的 TAT。

人力资源能发挥最大效能与仪器的良好性能也密不可分。对改进前微生物室的仪器现状分析发现, 药敏鉴定板的孵育时间至少需要 17 h, 并且可鉴定的细菌种类覆盖面严重不足, 从而延误了报告时间也降低了报告的准确度。显然, 微生物室的仪器配置已经不能适应临床的需求。对目前市面上的仪器进行性能比对后, 项目小组决定通过增加一台全自动细菌鉴定及药物敏感实验分析仪 VITEK2 Compact 提升微生物实验室的检测能力, 不但可有效缩短 T5 阶段的 TAT 中位数, 同时大量阳性报告处理时间前移也可降低 8:30—12:00 的工作压力, 可间接提升工作质量。其次, 大量的细菌培养基放置在一起不利于及时观察血培养阳性培养基的生长状况, 因此将血培养阳性培养基单独放置, 并且通过细菌鉴定程序单的涂片记录预估细菌菌落的生长时间, 积极主动观察菌落的生长情况, 进一步降低阳性血培养报告 TAT。再次, 根据调整后的工作流程调整实验布局, 从而减少工作时间无效的走动提高工作效率。最后, 加强微生物室工作人员的业务培训, 提升对少见菌的鉴别能力、加深对细菌耐药机制的理解也是缩短阳性血培养 TAT 的重要措施。

据中国耐药监测网 2019 年最新数据显示, 脓毒症的菌种分布前两位为大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌, 均为肠杆菌科细菌, 与本院情况一致<sup>[12-13]</sup>。为降低不同种类细菌的生长特点对阳性血培养报告 TAT 的影响, 选取了阳性率较高的肠杆菌科细菌进行亚组分析。本研究表明, 改进后肠杆菌科细菌报告各阶段 TAT 的中位数均缩短明显, 与表 1 结论完全一致。

综上所述, 通过 PDCA 循环法管理工具, 分析了影响阳性血培养报告 TAT 的关键因素, 建立数据收集策略, 并且加以改正, 切实提高了实验室阳性血培养的处理能力。脓毒症的病理生理非常复杂, 目前人类又对脓毒症预防认识存在较大的局限性, 脓毒症救治效果仍有待提高, 其预防与阻断工作还有赖于所有临床工作者和基础研究人员的共同努力<sup>[14]</sup>。PDCA 循环法是广泛应用于各个领域的管理工具, 尤其是在改进措施实施后检测和行动是保证改进方案有效推进的关键所在<sup>[15]</sup>。本次 PDCA 循环管理法实施取得了良好的成效, 可以推广至检验科工作的其他方面, 进一步提高实验室整体工作质量, 实现最大限度满足临床诊疗活动的终极目标。

## 参考文献

[1] MACHADO F R, CAVALCANTI A B, BOZZA F A, et al.

- The epidemiology of sepsis in Brazilian intensive care units (the Sepsis PREvalence Assessment Database, SPREAD): an observational study[J]. *Lancet Infect Dis*, 2017, 17(11): 1180-1189.
- [2] ESCHBORN S, WEITKAMP J H. Procalcitonin versus C-reactive protein: review of kinetics and performance for diagnosis of neonatal sepsis[J]. *J Perinatol*, 2019, 39(7): 893-903.
- [3] 罗德云, 陈菊屏. 老年社区获得性血流感染患者的病原学特点及预后[J]. *中国感染与化疗杂志*, 2020, 20(1): 43-48.
- [4] SINGER M, DEUTSCHMAN C S, SEYMOUR C W, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3)[J]. *JAMA*, 2016, 315(8): 801-810.
- [5] WANG L, MA X, HE H, et al. Compliance with the surviving sepsis campaign guideline 1-hour bundle for septic shock in China in 2018[J]. *Ann Transl Med*, 2021, 9(4): 278.
- [6] BIAS T E, VINCENT W R, TRUSTMAN N, et al. Impact of an antimicrobial stewardship initiative on time to administration of empirical antibiotic therapy in hospitalized patients with bacteremia[J]. *Am J Health Syst Pharm*, 2017, 74(7): 511-519.
- [7] Clinical and Laboratory Standards Institute. Principles and procedures for blood cultures: M47-A[S]. Wayne, PA: CLSI; 2007.
- [8] 马跃飞, 王炳龙, 林寿榕, 等. 信息管理系统改进在凝血功能常规检验分析前阶段中的应用及效果评价[J]. *临床检验杂志*, 2018, 36(3): 213-216.
- [9] PLEBANI M. Errors in clinical laboratories or errors in laboratory medicine[J]. *Clin Chem Lab Med*, 2006, 44(6): 750-759.
- [10] 刘彩林, 徐岷, 李晓改, 等. 某教学医院 2014—2018 年 5 年间血培养病原菌分布及耐药性变迁[J]. *中国抗生素杂志*, 2020, 45(6): 589-595.
- [11] SCHWEIZER M L, RICHARDSON K, VAUGHANSA RRAZIN M S, et al. Comparative effectiveness of switching to daptomycin versus remaining on vancomycin among patients with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) bloodstream infections[J]. *Clin Infect Dis*, 2021, 72(Suppl 1): S68-S73.
- [12] 胡付品, 郭燕, 朱德妹, 等. 2019 年 CHINET 三级医院细菌耐药监测[J]. *中国感染与化疗杂志*, 2020, 20(3): 233-243.
- [13] HE X L, LIAO X L, XIE Z C, et al. Pulmonary infection is an independent risk factor for long-term mortality and quality of life for sepsis patients[J]. *Biomed Res Int*, 2016, 2016: 4213712.
- [14] 中国医疗保健国际交流促进会急诊医学分会, 中华医学会急诊医学分会, 中国医师协会急诊医师分会, 等. 中国“脓毒症早期预防与阻断”急诊专家共识[J]. *中华危重病急救医学*, 2020, 32(5): 518-530.
- [15] 刘学影, 陈森, 薛娣, 等. PDCA 循环法持续提高病理切片优良率[J]. *临床与实验病理学杂志*, 2017, 33(4): 460-461.

(收稿日期: 2020-12-26 修回日期: 2021-04-08)