

PDCA 循环在医用超声诊断设备管理中的应用

杨睿 王子洪 陈勇 廖婧容

摘要 **目的** 探讨PDCA(plan, do, check and action,计划、实施、检查和处理)循环和鱼骨图等管理手段在医用超声诊断设备管理中的应用价值,以期提高医疗设备管理水平。**方法** 确定PDCA循环的步骤,并根据因果分析进行现状调研和措施制定,观察实施PDCA循环管理前后医用超声诊断设备检测覆盖率和合格率、超声探头测量参数、维修次数和时长等相关情况,并利用三级评价指标进行综合打分。**结果** 实施PDCA循环后,医用超声诊断设备覆盖率、合格率均有明显降低($P<0.05$);超声探头的大部分测量参数均有不同程度的改善;维修次数从2.76台次降低至1.77台次($P=0.004$),单台维修工作时长从10.30 h降低至5.88 h($P=0.001$);综合评价得分也从33.90分增加至56.91分($P<0.001$)。**结论** 运用PDCA循环管理办法可以改善医用超声诊断设备的问题现状,有效提升设备管理质量,提高临床服务质量。

关键词 PDCA循环管理方法;医用超声诊断设备;设备管理;质量控制

DOI:10.3969/j.issn.1002-3208.2026.03.005.

中图分类号 R318.04 **文献标志码** A **文章编号** 1002-3208(2026)03-0254-08

本文著录格式 杨睿,王子洪,陈勇,等. PDCA循环在医用超声诊断设备管理中的应用[J]. 北京生物医学工程, 2026, 45(3): 254-261. YANG Rui, WANG Zihong, CHEN Yong, et al. Application of PDCA cycle in the management of medical ultrasonic diagnostic equipment [J]. Beijing Biomedical Engineering, 2026, 45(3): 254-261.

Application of PDCA cycle in the management of medical ultrasonic diagnostic equipment

YANG Rui, WANG Zihong, CHEN Yong, LIAO Jingrong

Medical Engineering Department, The First Hospital Affiliated of Army Medical University, Chongqing 400038

Corresponding author: LIAO Jingrong (E-mail: ly1053989557@tmmu.edu.cn)

【Abstract】 Objective To explore the application value of PDCA (plan, do, check and action) cycle and fishbone chart in the management of medical ultrasonic diagnostic equipment, so as to improve the management level of medical equipment. **Methods** The steps of PDCA cycle were determined, and the status quo investigation and measures were made according to causal analysis. The detection coverage and qualification rate of medical ultrasonic diagnostic equipment, ultrasonic probe measurement parameters, maintenance times and duration were observed before and after the implementation of PDCA cycle

management, and the three-level evaluation indicators were used for comprehensive scoring.

Results After the implementation of PDCA cycle, the coverage rate and qualified rate of medical ultrasonic diagnostic equipment were significantly reduced ($P<0.05$). Most of the measurement

基金项目:重庆市科卫联合医学科研面上项目(2022MSXM060)、重庆市技术创新与应用发展专项面上项目(cstc2019jcsx-msxmX0183)资助

作者单位:陆军军医大学第一附属医院医学工程科(重庆 400038)

通信作者:廖婧容. E-mail: ly1053989557@tmmu.edu.cn

parameters of the ultrasonic probe have been improved to varying degrees. The number of maintenance decreased from 2.76 to 1.77 ($P=0.004$), and the working time of single maintenance decreased from 10.30 hours to 5.88 hours ($P=0.001$). The overall evaluation score also increased from 33.90 to 56.91 ($P<0.001$). **Conclusions** The application of PDCA cycle management can improve the current situation of medical ultrasonic diagnostic equipment, effectively improve the quality of equipment management, and improve the quality of clinical service.

【Keywords】 PDCA cycle management method; medical ultrasonic diagnostic equipment; equipment management; quality control

0 引言

医用超声诊断设备因具有无创、实时成像、无射线辐射、操作简便等优点,被广泛应用于穿刺、术中、急救等临床领域,与MRI、CT和放射性核素合称当代最具实用价值的四大图像诊断技术^[1-2]。据统计,我国医用超声诊断设备销量发展迅速,从2016年的2.84万台增至2022年5.67万台^[3],大量超声诊断设备引入医疗机构,在提升诊疗服务能力的同时,对高质量设备管理的需求日益增加。目前,超声设备存在使用率低^[4-5]、检测合格率低和故障维修频发等问题,严重影响医疗机构的运营成本^[6]和高质量发展。因此,如何提高医用超声诊断设备的管理能力并高效保障临床诊断的使用需求^[7],成为设备管理部门需要思考的重点。

PDCA循环管理方法^[8-9]是全面质量管理思想基础和方法,P(plan)代表计划,D(do)代表实施,C(check)代表检查,A(action)代表处理。以往的研究表明,PDCA应用在应急调配^[10]、计量检定^[11]、设备完好率^[12]、故障维修^[13-15]、设备维护^[16]等特定方面,均有较好的改善效果。但设备质量的整体提升与全生命周期管理有关,目前少有研究探讨PDCA循环对设备管理的应用影响,本研究拟以陆军军医大学第一附属医院的医用超声诊断设备作为研究对象,探讨PDCA循环对医疗设备质量控制、故障维修、预防性维护等方面的影响,并利用综合评分法进行整体评价,以期提高医疗设备管理水平,更好地为患者和临床服务。

1 设备管理过程

1.1 计划阶段(plan)

医学工程科选取本院100余台医用超声诊断设备,统计2021~2023年各项相关数据。针对质控合

格率偏低、漏检的现状,调取2021年和2022年所有检测不合格设备信息,分析造成此现象的原因,绘制原因分析鱼骨图(图1)。

(1)管理制度不完善:①关于医疗设备的管理规定版本老旧,未及时更新;②未细化全生命周期管理制度,设备机身贴有各项标签,未统一规范,造成设备状态混乱。

(2)人员管理存在不足:①专业人员配置不足,现有人员培训考核不足,专业技能有待加强;②部门间协作沟通不畅,频繁出现长时间待检或待修;③设备管理智能化程度低,管理能力有待提升,临床使用人员操作设备不规范。

(3)其他原因:①设备环境条件不达标;②设备老旧未及时报废。

针对医用超声诊断设备,在PDCA循环周期开始时制定周期检测计划和巡检计划,通过质量控制、故障维修、信息化管理和预防性维护四个方面展开设备管理改进工作。

1.2 执行阶段(do)

1.2.1 质量控制

(1)完善检测工作制度。根据最新的《军队计量条例》和《中华人民共和国计量法实施细则》,制定医院计量工作条例。

(2)加强检测档案管理,设置设备管理员,专人负责,并提高信息系统检测账目更新频率,若发现漏检设备,立即开展补检工作。

(3)加强检测人员配置和培训考核力度,要求所有检测工程师持证开展检测工作。

(4)加强检测标准装置的配置,提高检测能力覆盖率。

(5)加大质控数据向其他环节的反馈深度,尤其是医疗设备的购置、维修、报废等流程。

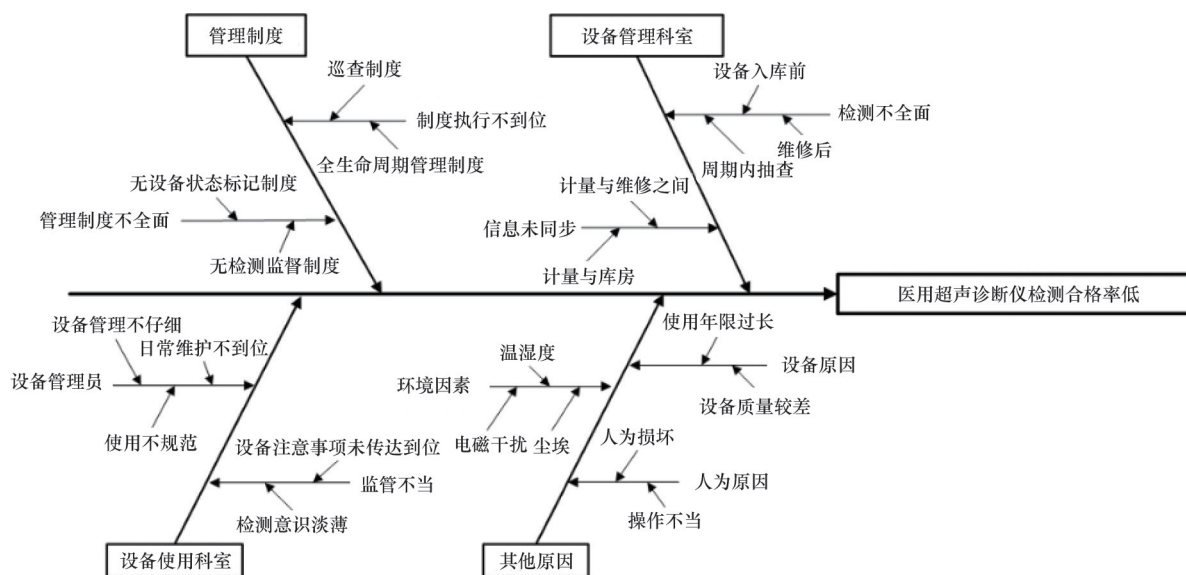


图1 检测合格率低的原因分析鱼骨图

Figure 1 Analysis of fishbone diagram for the reason of low qualified rate

1.2.2 故障维修

(1)完善设备管理体系,制定管理制度,明确专人管理、定期巡检及维护保养工作细则。

(2)开展医疗设备故障识别系统研究^[17-18],提高智能化故障检测能力。

(3)建立医疗设备故障维修库,对典型故障案例^[19]进行分析总结。

(4)提高外出培训或进修频率,学习先进的维修保养理念,了解最新行业动态。

(5)做好应急调配管理^[20],提高维修备件精细化管理水平^[21],为设备维修做好保障工作。

(6)规范设备维修室和临床存放位置的环境条件,例如温度、湿度、磁场条件、清洁度等。图2为更新后的维修流程。

1.2.3 信息化管理

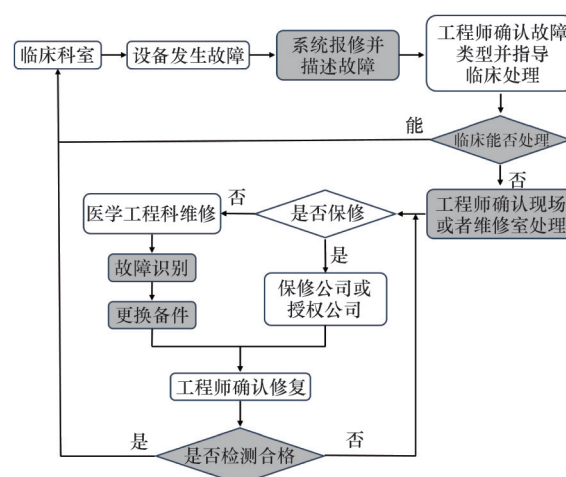
(1)建立医疗设备管理信息化系统^[22],全流程监控医疗设备状态。

(2)提升设备管理的精细化水平,加强智慧化管理力度。

(3)配置专业人员进行数据统计和分析,为医疗设备的购置计划、质量管理等提供数据支撑。

1.2.4 维护保养

为提高医用超声诊断仪的使用安全性,及时发现设备潜在故障或安全隐患,降低维修率,延长设备的使用寿命,制定三级维护计划(表1)。



图中阴影部分为重点改进措施

图2 维修流程

Figure 2 Maintenance process

1.3 检查阶段(check)

为评价PDCA循环法对医用超声诊断设备管理水平的影响,并根据医院医疗设备管理实际,建立医疗设备管理评价指标体系(图3),其中一级指标为设备管理评价指标,二级指标包括管理制度、人员队伍建设、工作质量、其他方面4项,以及二级指标下的16项三级指标,采用综合评分法,各指标权重相同,并均为5分制,总分为80分。设备管理委员会成员在引入PDCA循环法前后分别填写评价量表,并将设备维修次数、维修时长、设备检测数据一

表1 医用超声诊断设备三级维护计划

Table 1 Three-level maintenance plan for medical ultrasonic diagnostic instrument

项目	一级维护	二级维护	三级维护
定义	日常保养	巡检保养	深层维护及性能检测
负责部门	使用科室	设备管理部门	设备管理部门、厂家
维护周期	1个月	3个月	6个月
主要内容	设备环境的检查;设备标识的检查;外观及附件完好性检查;外观及附件清洁与消毒;按键、旋钮、拉杆等机械部件简单检查;显示(触摸)屏功能检查;时钟检查与校对;数据定期备份检查;说明书要求的其他日常保养项目	一级维护的全部内容;设备内部零件的除尘清洁;风扇运转状况的检查;附件破损、零件缺失的检查;易耗品、易损件的检查与更换;说明书要求的其他定期维保项目	二级维护的全部内容;主机、附属设备性能检测;电气安全检测;电池性能检测;报警功能检测;工程维修模式下的检查;说明书要求的其他维保项目

起进行统计分析。

1.4 处理阶段(action)

根据检查出的问题进行改进,并将整改措施引入下一个PDCA循环中。医学工程科配置专业人员,设置设备管理岗位,开展人员培训与考核,提升科室整体技能水平;改善设备所处环境,使其处于合适的温湿度、清洁度和电磁场中;定期开展设备巡检和维护工作,规范设备使用流程,持续不断地改善设备管理现状。

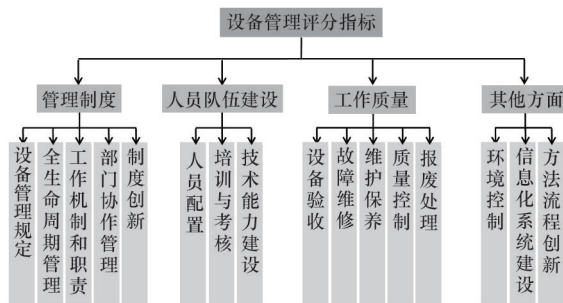


图3 医疗设备管理评价指标

Figure 3 Medical equipment management evaluation index

2 应用结果

2.1 质量控制

为提高医用超声诊断设备的质量控制工作效果,2023年初医学计量站开展一系列举措:①安排计量工程师外出学习医用超声等医疗设备的检测知识和设备功能原理,培训考核并获得由中国计量科学研究院颁发的检测资格证书;②医学计量站通过上级单位的机构考核,并获得12项常见医疗设备的检测资质;③配备mV级超声功率计等标准装置,

规范检测室环境条件,归档历年检测证书、原始记录等资料;④检测结果纳入指导设备报废、维保等工作中;⑤深入临床宣传检测工作内容和注意事项。

统计2021~2023年医用超声诊断设备的计量检测台数,计算3年来医疗设备检测合格率(检测合格率=检测合格总数/检测设备总数)和覆盖率(检测覆盖率=检测设备总数/设备总数),评估医院该医疗设备的总体性能状态。采用SPSS24.0软件进行单因素方差分析,发现合格率和覆盖率的提升均具有显著性差异($P<0.05$)(表2),LSD事后检验发现,仅在2022年和2023年之间,检测合格率($P=0.03$)和覆盖率($P<0.001$)差异具有显著性,表明经历PDCA循环周期后,医用超声诊断设备的质量状态得到明显改善。

表2 2021~2023年检测结果比较

Table 2 Comparison of test results in 2021—2023

年份	设备总数	检测总数	合格总数	合格率	覆盖率
2021	118	101	80	79.2%	85.6%
2022	125	114	92	80.7%	91.2%
2023	111	111	104	93.7%	100%
<i>F</i>				5.46	8.59
<i>P</i>				0.005	0.001

为了评估日常清洁消毒、三级维护保养等举措效果,以及精细化掌握设备附件功能状态,医学计量站根据检定规程对医用超声诊断设备的外观及各部件进行检测,检测内容包括探头盲区、探测深度、图像质量和模拟病灶的测量能力等。

图4为2022年和2023年不同类型探头的皮肤

浅表检测能力(盲区)和最大探测深度。统计分析发现,凸阵探头和线阵探头的盲区值均呈显著下降趋势,表明探头探测近体表组织的能力得到显著增强。同时,探测深度项目中,两种探头的最大探测深度的能力均有不同程度提升,其中线阵探头增加显著。

此外,医用超声诊断设备的图像质量是影响疾病诊断的重要因素。因此,利用仿组织超声体模对固定深度(100 mm)的几何位置进行横纵向测量,以及固定大小及位置的模拟病灶进行横纵向直径测量。使用配对样本 t 检验进行统计分析,结果如表3所示,经过PDCA循环管理后,凸阵探头的各项测量示值误差,以及线阵探头的病灶测量误差均有不同程度降低,其下降原因可能与精细化管理设备附件有关,PDCA整改措施中规定,在上一年度的检测合格设备中,定期更换误差相对较大的设备附件。同时也发现,线阵探头在固定深度的横纵向示值误差均增大,分析其原因,可能与该类型探头频繁使用、探头老旧有关。

此外,医学工程科开展利用质量控制结果指导其他设备环节的工作措施:更换检测结果中误差超过合格线90%的探头,共计5个;检测报废超声设备的探头质量,共筛选出合格探头11个,为科室挽回部分损失;在探头的输出声功率测量时,发现30个心脏探头的测量值偏高,对这部分探头张贴“孕妇慎用”标识;分析各品牌超声的测量数据,发现进口品牌的心脏探头图像几何位置误差低于国产品牌($P<0.05$),将此结论作为设备购置参数的数据支撑。

2.2 故障维修

为降低医用超声诊断设备的故障维修率,提高维修速度,医学工程科维修组开展基于电性能特征的医疗设备故障识别研究。该项目利用医疗设备输出的电流、电压和功率3种电信号,建立一套故障知识库,用于替代人工检测的智能化医疗设备检测方法。

利用医疗设备信息管理系统对设备进行全流程监控,调取2022年和2023年所有医用超声诊断

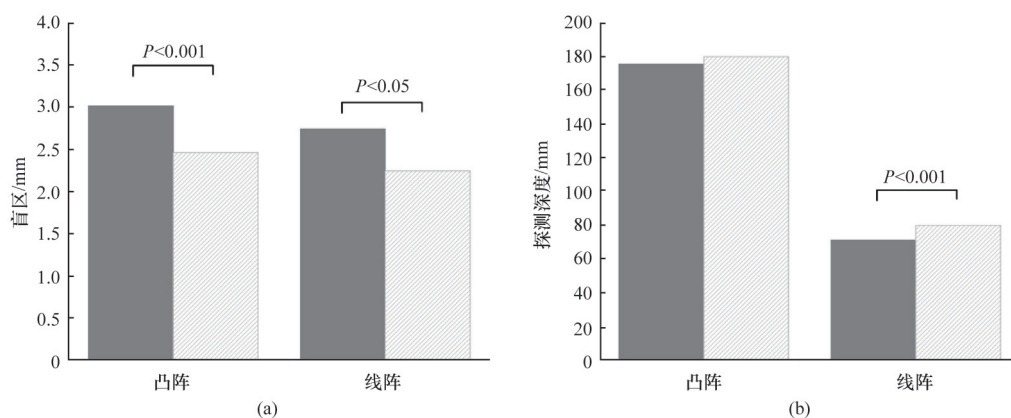


图4 盲区(a)和探测深度(b)对比图

Figure 4 Comparison map of blind area(a) and detection depth(b)

表3 2022年和2023年示值误差检测结果比较

Table 3 Comparison of indication error detection results in 2022 and 2023

年份	凸阵(5.6×1.6)				线阵(4.2×1.0)			
	横向	纵向	病灶横向直径	病灶纵向直径	横向	纵向	病灶横向直径	病灶纵向直径
2022	1.54±0.6	2.00±0.9	3.40±1.4	3.10±1.4	1.26±0.5	1.31±0.7	2.80±1.0	3.65±1.5
2023	1.42±0.7	1.63±0.8	2.60±1.1	2.54±1.0	1.85±0.8	1.98±0.8	2.60±0.9	2.57±0.9
<i>t</i>	1.00	2.20	3.46	2.23	-6.27	-5.08	0.67	3.23
<i>P</i>	0.32	0.03	0.001	0.029	0.001	0.001	0.51	0.002

注:探头尺寸使用投射阴影的长×宽表示,mm;病灶直径的横纵向误差均经过绝对值处理;示值误差均由平均值±标准偏差表示,%。

设备的报修信息,整理出常见故障类型和解决办法(表4)。

表4 常见故障类型及解决办法
Table 4 Common fault types and solutions

故障类型	解决办法
附件故障 (按钮、探头、轨迹球)	更换附件,加强保养,定期清洁,探头轻拿轻放
主机散热不良	通风散热,定期除尘
系统程序故障	定期系统维护,禁止使用中关机
电源模块故障	更换模块,避免频繁插拔电

为比较PDCA循环法的引入对医用超声诊断设备故障维修方面的影响差异,分别对单台维修次数和维修时长进行统计分析(表5)。结果表明,2023年单台超声设备的维修次数下降至1.77次,并且维修时长锐减至5.88 h,因此,加强设备管理、提高故障检测能力能够显著降低设备维修次数和时长,极大改善设备使用效率偏低的现状。

表5 2022年和2023年维修数据比较
Table 5 Comparison of maintenance data in 2022 and 2023

年份	维修次数/台次	维修时长/(h/台)
2022	2.76±1.2	10.30±3.9
2023	1.77±0.8	5.88±2.5
<i>t</i>	2.87	13.41
<i>P</i>	0.004	0.001

2.3 综合评价

为了整体评估PDCA循环法对医用超声诊断设备的应用效果,利用图3展示的三级评价指标进行综合打分。邀请医务处、医学工程科、超声科等相关人员填写评分量表,共计11人参与打分,每项分值区间为1~5,依次从不满意到非常满意递增。统计2022年和2023年的评分量表,绘制综合评分对比图(图5)。统计分析发现,2023年(56.91±2.7)相较于2022年(33.90±3.4)综合评价得分明显增加($t=-9.9, P<0.001$)。

分析三级指标的具体变化:①2022年4月起执行新版《设备管理规定》,明确设备验收、使用、报废等各个流程的工作职责;②新增6名专业对口的高学历人才,从事维修、检测及管理工作,新增2名持证检测超声设备的工程师;③医学工程科全年外出参加讲座培训从23人次增加至51人次;④超声设

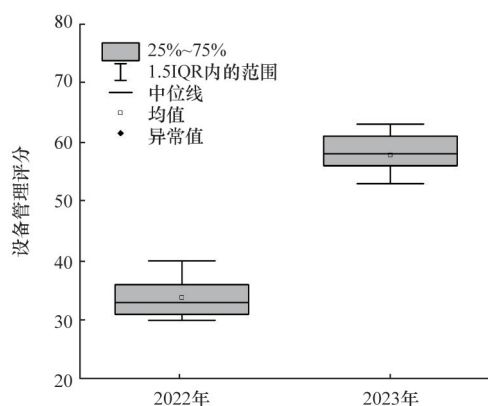


图5 综合评分对比图

Figure 5 Comparison chart of comprehensive scores

备验收审查力度加强,执行商务验收和技术验收,缩短各环节时长,对符合验收标准的设备尽快投入使用;⑤超声设备的报废管理加强,需经第三方评估后才可执行报废下账流程;⑥环境控制方面,超声设备所在楼栋的空调出风口除尘频率加强;⑦流程创新方面,新增对医用超声在入院前和维修后进行计量检测等要求,持合格证书才能投入临床使用。

3 讨论

医用超声诊断设备作为医院超声科的主要资产,其设备管理工作对提高超声成像水平和科室高质量发展具有重要意义。本文通过鱼骨图发现,造成医用超声诊断设备检测合格率低、故障频发的根本原因与制度不完善、职责不明确、人员配置不足、技术能力不够等因素有关。引入PDCA循环方法,利用其评估现状、分析原因、制定措施和计划、检查效果、总结改进并多次循环的特点,对医用超声诊断设备的管理现状进行全面整改,改进措施主要由质量控制、故障维修、信息化管理和维护保养等方面开展。结果表明,在执行一个PDCA循环周期后,医用超声诊断设备的检测覆盖率($P=0.001$)、合格率($P=0.005$)得到明显增加,维修次数($P=0.004$)和时长($P=0.001$)大幅降低。此外,包含16个三级指标的综合评分($P<0.001$)显著增加,改进措施得到初步效果。

PDCA循环的应用特点是持续不断的自我分析与改进,通过每一个循环周期有针对性地解决问题。以往的PDCA循环相关研究,多数着眼于医疗

设备某一方面的改进提升,并取得了显著效果,他们通常是从技术角度证实了PDCA循环对设备的应急调配、完好率、工作效率、故障率^[15]、两周未完修率、可靠性^[23]等方面的改善作用。然而从管理角度出发的研究甚少,目前有研究将其应用在设备维护管理、设备维修管理、质量控制^[24]等方面,均产生了相应的提升效果。但在设备管理研究领域,仅发现基于核医学科SPECT^[25]和急救类医疗设备^[14]的相关研究,评价PDCA的改善效果时均只采用了故障率和故障频次这一维修方面的评价指标。因此,笔者研究的创新之处在于,将PDCA循环应用于超声设备的全流程管理中,医学工程科联合超声科、医务处对医用超声诊断设备的验收、维修、检测、报废整个流程的规范化,推进了医院医疗设备管理规定的落地实施,提升了对超声设备管理的综合评价,高质量保障患者的看病需求和医院的快速发展,也为其他医疗设备的管理模式提供了参考。究其提升原因,其一可能与增加设备检测频率并将检测数据反馈给其他工作环节有关,管理制度要求设备使用前、维修后、周期性和报废前均执行检测工作,并增加检测项目和数据分析深度,利用实测数据对设备购置、使用、维修、报废等环节进行指导;其二也与专业人员配置、技术能力提升有关。同时,本研究仍存在不足之处:①因时间有限,本研究未对仪器设备按照功能或者类型进行分类研究;②前期参与现状调研时,由于参与人员多为工程技术专业,缺乏临床实际经验,导致现状分析研究不深入;③检查阶段利用综合打分量表进行整体评价,打分频率太低,不能实时掌握整改效果。后续将进一步增加此类研究。

4 结论

以PDCA循环管理工作模式为框架,鱼骨图、因果分析等管理工具应用于医用超声诊断设备管理实践中,利用综合打分法进行效果评价,可有效提升设备检测合格率、降低故障次数和维修时长,相关管理措施在医用超声诊断设备的管理中具有应用价值。

参考文献

- [1] Wang LC, Li B, Hu B, et al. Failure mode effect and criticality analysis of ultrasound device by classification tracking[J]. BMC Health Services Research, 2022, 22(1): 429.
- [2] Antico M, Sasazawa F, Wu L, et al. Ultrasound guidance in minimally invasive robotic procedures [J]. Medical Image Analysis, 2019, 54: 149-167.
- [3] 陆正大, 马宪礼, 杜梦楠, 等. 医用诊断超声质量控制研究现状[J]. 中国医疗设备, 2024, 39(4): 164-168, 180.
- Lu ZD, Ma XL, Du MN, et al. Research status of quality control of medical diagnostic ultrasound [J]. China Medical Devices, 2024, 39(4): 164-168, 180.
- [4] 竺明月, 何伟, 崔志刚, 等. 基于真实世界数据的彩色超声诊断仪临床应用评价[J]. 中国医疗设备, 2024, 39(2): 130-135, 178.
- Zhu MY, He W, Cui ZG, et al. Clinical application evaluation of color ultrasound diagnostic instrument based on real world data[J]. China Medical Devices, 2024, 39(2): 130-135, 178.
- [5] 袁先举, 罗虎, 王子洪, 等. 援埃医疗任务中医疗设备的管理实践与思考[J]. 医疗卫生装备, 2023, 44(11): 95-99.
- Yuan XJ, Luo H, Wang ZH, et al. Practice and thinking of medical equipment management in medical aid mission in Ethiopia [J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2023, 44(11): 95-99.
- [6] 江明尹, 韩宝江, 王道雄, 等. 基于真实世界数据的医用彩超设备超声探头使用分析[J]. 中国医疗设备, 2024, 39(7): 95-100, 106.
- Jiang MY, Han BJ, Wang DX, et al. Analysis of ultrasound probes usage in color ultrasound equipment based on real-world data[J]. China Medical Devices, 2024, 39(7): 95-100, 106.
- [7] 赵勤, 钟华, 郭海宁, 等. 基于质量功能展开的医用耗材一体化管控模式构建[J]. 中国卫生质量管理, 2022, 29(4): 81-86.
- Zhao Q, Zhong H, Guo HL, et al. Construction of integrated management and control mode of medical consumables based on quality function deployment [J]. Chinese Health Quality Management, 2022, 29(4): 81-86.
- [8] 朱露莎, 季晓慧, 孔敏, 等. PDCA循环法用于试验用药品管理质量改进效果分析[J]. 中国药业, 2022, 31(15): 16-19.
- Zhu LS, Ji XH, Kong M, et al. Improvement Effect of PDCA Cycle Method in the Management Quality of Investigational Medicinal Products [J]. China Pharmaceuticals, 2022, 31(15): 16-19.
- [9] 陈贝贝, 陈云芝, 金星宇, 等. PDCA循环法提升医院医用耗材验收效率的研究[J]. 中国医疗设备, 2023, 38(9): 123-128.
- Chan BB, Chen YZ, Jin XY, et al. Research on PDCA Cycle Method in Improving the Acceptance Efficiency of Hospital Medical Consumables [J]. China Medical Devices, 2023, 38(9): 123-128.

- [10] 娄阳, 张龙, 孔康辉, 等. FOCUS-PDCA模型在除颤仪应急调配中的应用[J]. 医疗卫生装备, 2020, 41(2): 82-86.
Lou Y, Zhang L, Kong KH, et al. Application of FOCUS-PDCA model in emergency deployment of defibrillator [J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2020, 41(2): 82-86.
- [11] 姜楠, 龙云玲, 孟钰麒. PDCA循环法对医疗设备计量检定覆盖率的影响分析[J]. 中国医学装备, 2019, 16(7): 144-147.
Jiang N, Long YL, Meng YQ. Analysis on the influence of PDCA cycle method on the coverage rate of metrological verification of medical equipment [J]. China Medical Equipment, 2019, 16(7): 144-147.
- [12] 付毅. PDCA循环对提高急救与生命支持类设备完好率的应用效果[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(4): 126-128, 169.
Fu Y. Application Effect of PDCA Cycle on Improving Integrity Rate of First Aid and Life Support Equipment [J]. China Medical Devices, 2022, 37(4): 126-128, 169.
- [13] 程世园, 密伟凡, 翟保程, 等. Focus-PDCA模型在降低医疗设备两周未完修率中的应用[J]. 北京生物医学工程, 2022, 41(5): 516-520.
Cheng SY, Mi WF, Zhai YC, et al. Application of Focus-PDCA mode in reducing the two-week uncompleted maintenance rate of medical equipment [J]. Beijing Biomedical Engineering, 2022, 41(5): 516-520.
- [14] 王雨荷, 周鑫, 余晶, 等. PDCA循环结合6S管理法应用于急救医疗设备管理作用探讨[J]. 生物医学工程与临床, 2024, 28(1): 121-128.
Wang YH, Zhou X Yu J, et al. Application of PDCA cycle combined with 6S management in emergency medical equipment management [J]. Biomedical Engineering and Clinical Medicine, 2024, 28(1): 121-128.
- [15] 张骥, 陈萌, 杜桂民, 等. 基于PDCA循环法降低透析机故障率的应用与探讨[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(10): 123-127.
Zhang J, Chen M, Du JM, et al. Application and discussion of reducing the failure rate of dialysis machine based on PDCA cycle method [J]. China Medical Devices, 2022, 37(10): 123-127.
- [16] 韩锦川, 王子洪, 周晟汀, 等. 达芬奇手术机器人系统的临床应用与设备管理体系的建立与实践[J]. 中国医疗设备, 2023, 38(9): 111-116.
Han JC, Wang ZH, Zhou ST, et al. Establishment and practice of clinical application and equipment management system of Da Vinci surgical robot system [J]. China Medical Devices, 2023, 38(9): 111-116.
- [17] 王子洪, 裴飞霸, 任晓梅, 等. 基于实时电流监测的医疗设备故障识别系统研究[J]. 中国医学装备, 2023, 20(8): 111-116.
Wang ZH, Chang FB, Ren XM, et al. Research on the method of fault identification based on the features of electrical performance of medical equipment [J]. China Medical Equipment, 2023, 20(8): 111-116.
- [18] 陈晓宇, 郭海涛, 王子洪, 等. 基于电性能特征的医疗设备故障识别方法研究[J]. 中国医学装备, 2023, 20(9): 1-5.
Chen XY, Guo HF, Wang ZH, et al. Research on the method of fault identification based on the features of electrical performance of medical equipment [J]. China Medical Equipment, 2023, 20(9): 1-5.
- [19] 王子洪, 任晓梅, 杨常清, 等. HS6620型灭菌器的维护方法与故障维修[J]. 中国医学装备, 2023, 20(10): 227-229.
Wang ZH, Ren XM, Yang CQ, et al. Maintenance methods and troubleshooting of HS6620 sterilizer [J]. China Medical Equipment, 2023, 20(10): 227-229.
- [20] 袁先举, 裴飞霸, 王子洪, 等. 医院应急调配设备及维修配件精准储备探讨[J]. 医疗卫生装备, 2021, 42(3): 65-69.
Yuan XJ, Chang FB, Wang ZH, et al. Precise stockpile of emergency deployment equipment and repair parts in hospital [J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2021, 42(3): 65-69.
- [21] 周晟汀, 毛一荐, 马成群, 等. 医疗设备维修备件库存控制与耐用性分析探讨[J]. 生物医学工程与临床, 2023, 27(4): 517-522.
Zhou ST, Mao YJ, Ma CQ, et al. Inventory control and durability analysis of medical equipment maintenance accessories [J]. Biomedical Engineering and Clinical Medicine, 2023, 27(4): 517-522.
- [22] 王子洪, 郭海涛, 甘梦劫, 等. 医疗设备信息化管理进展分析[J]. 生物医学工程与临床, 2020, 24(1): 87-90.
Wang ZH, Guo HT, Gan MJ, et al. Analysis on progress of medical equipment information management [J]. Biomedical Engineering and Clinical Medicine, 2020, 24(1): 87-90.
- [23] 杨明, 姚洪生, 程时栋等. 运用PDCA方法提升微量泵临床使用可靠性的效果研究[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(9): 138-141.
Yang M, Yao HS, Chang SD, et al. Research on the effect of using PDCA methods to improve the reliability of clinical application of syringe pump [J]. China Medical Devices, 2022, 37(9): 138-141.
- [24] 王美丽, 刘东升, 李小康等. 基于PDCA框架下的医用设备质控管理[J]. 中国医药导报, 2023, 20(15): 69-72, 98.
Wang ML, Liu DS, Li XK, et al. Medical equipment quality control management based on PDCA framework [J]. China Medical Herald, 2023, 20(15): 69-72, 98.
- [25] 李红磊, 王猛, 刘杰, 等. 戴明循环法在医疗设备质量管理中的应用[J]. 中日友好医院学报, 2024, 38(2): 115-116.

(2024-10-18收稿, 2025-01-13修回)