

ICU 多参数心电监护仪阈值设置证据总结

李婷 胡慧玲 吴雪

北京大学护理学院, 北京 100191

通信作者: 吴雪, Email: wuxue@bjmu.edu.cn

【摘要】 **目的** 检索重症监护病房(ICU)多参数心电监护仪阈值设置的相关证据,并对最佳证据进行总结。**方法** 在文献检索后筛选符合要求的临床指南、专家共识、证据总结及系统评价,对指南应用临床指南研究与评估系统Ⅱ(AGREEⅡ)进行评价,对专家共识及系统评价应用澳大利亚 JBI 循证卫生保健中心真实性评价工具进行评价,对证据总结应用 CASE 清单进行评价。筛选高质量文献,并从中提取与 ICU 多参数心电监护仪应用和设置有关的证据。**结果** 研究共纳入 19 篇文献,其中指南 7 篇,专家共识 2 篇,系统评价 8 篇,证据总结 1 篇,国家行业标准 1 篇。经证据提取、翻译和审校、汇总后,共整合证据 32 条。纳入证据涉及进行心电监护仪应用环境准备、心电监护仪用电要求、心电监护仪使用流程、心电监护仪报警设置原则、心电监护仪报警心率/心律监测设置、心电监护仪报警血压监测设置、心电监护仪报警呼吸及血氧饱和度阈值设置、警报延迟发出提示时间设置、调整报警设置方法、评估报警设置时机、提高监护患者的舒适度、减少滋扰警报的发生、报警优先级处理、报警智能化处理等方面。**结论** 该证据总结涉及心电监护仪设置及应用的多个方面,依据最新指南及专家共识等进行更新与修正,指导医疗工作者更科学、安全地监测患者,从而保障患者安全。

【关键词】 重症监护病房; 多参数心电监护仪; 患者安全; 阈值设置

基金项目: 国家自然科学基金(72071004)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230228-00121

Summary of evidence for threshold setting of multi-parameter electrocardiograph monitor in intensive care unit

Li Ting, Hu Huiling, Wu Xue

School of Nursing, Peking University, Beijing 100191, China

Corresponding author: Wu Xue, Email: wuxue@bjmu.edu.cn

【Abstract】 **Objective** To retrieve the evidence for threshold setting of multi-parameter electrocardiograph (ECG) monitors in intensive care unit (ICU), and summarize the best evidence. **Methods** After literature retrieval, clinical guidelines, expert consensus, evidence summary and systematic review that met the requirements were screened. Guidelines were evaluated by the appraisal of guidelines for research and evaluation Ⅱ (AGREE Ⅱ), expert consensus and systematic review were evaluated by the Australian JBI evidence-based health care center authenticity evaluation tool, and evidence summary was evaluated by the CASE checklist. High-quality literature was selected to extract evidence related to the use and setup of multi-parameter ECG monitors in the ICU. **Results** A total of 19 literatures were included, including 7 guidelines, 2 expert consensus, 8 systematic reviews, 1 evidence summary, and 1 national industry standard. After evidence extraction, translation, proofreading and summary, a total of 32 pieces of evidence were integrated. The included evidence involved the environmental preparation for the application of the ECG monitor, the electrical requirements of the ECG monitor, ECG monitor use process, ECG monitor alarm setting principles, ECG monitor alarm heart rate or heart rhythm monitoring setting, ECG monitor alarm blood pressure monitoring setting, ECG monitor alarm respiratory and blood oxygen saturation threshold setting, alarm delay warning time setting, adjusting alarm setting method, evaluating alarm setting time, improving the comfort of monitoring patients, reducing nuisance alarm report the occurrence, alarm priority processing, alarm intelligent processing and so on. **Conclusions** This summary of evidence involves many aspects of the setting and application of ECG monitor. According to the latest guidelines and expert consensus, it is updated and revised to guide healthcare workers to monitor patients more scientifically and safely, and aims to ensure patient safety.

【Key words】 Intensive care unit; Multi-parameter electrocardiograph monitor; Patient safety; Threshold setting

Fund program: National Natural Science Foundation of China (72071004)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230228-00121

病情严重的患者大部分需要进入重症监护病房(intensive care unit, ICU)进行相应治疗,从而取得较好的治疗效果^[1]。ICU 患者的病情变化快,死亡风险较普通科室患者更高,心电监护仪的应用使医护人员能够及时发现患者异常^[2]。医疗工作者为患

者设置心电监护仪参数的最高值和最低值,只要患者的参数偏离被设置的最高值或最低值,监护仪就会发生报警,以提醒工作人员进行响应^[3]。规范应用心电监护仪、提供仪器参数报警阈值设置方法,可辅助医护人员对危重症患者进行临床决策,提高

医疗工作质量,保证患者安全。

在临床上,57.1%的不良事件与生命体征相关^[3]。即使患者生命体征发生微小变化也可能很重要,可能与其不良预后相关。根据不同患者的不同状态设置合理的心电监护仪阈值,是为患者进行个体化设置阈值方案的过程。有研究表明,65.4%~99.0%的心电监护仪报警为无临床意义警报或错误警报,护士接触大量不可操作警报,继而可能会忽视报警或延迟对报警的回应,严重威胁患者安全^[4]。

因此,以多项临床研究为基础,通过科学的方法对所检索的研究进行评价,提取与心电监护仪应用和报警阈值设置有关的证据,构建ICU多参数心电监护仪应用和报警参数设置的实践方法,可以指导临床护理工作、提高护理质量,从而进一步保障患者安全。

1 研究方法

本研究在文献检索后纳入临床实践指南、专家共识、证据总结及系统评价,进行ICU心电监护仪阈值设置有关的证据总结。

1.1 检索问题:① P(目标人群):ICU内应用心电监护仪的成人。② I(干预措施):心电监护仪应用、阈值设置、报警评估、报警设置。③ P(专业人员):多学科专业人员(成人ICU医生、成人ICU护士)。④ O(研究结局):患者方面产生错误警报、无意义警报减少;实践者方面依据心电监护仪阈值设置方案进行工作,改善警报疲劳情况;系统方面心电监护工作流程的改变。⑤ S(证据应用场所):神经ICU、心内科ICU、综合ICU。⑥ T(证据类型):临床实践指南、证据总结、专家共识、系统评价。

1.2 检索策略:检索5年内发表的心电监护仪使用的临床实践指南、证据总结、专家共识、系统评价。在加拿大安大略注册护士协会网站、英国国家卫生与临床优化研究所(National Institute for Health and Clinical Excellence, NICE)、苏格兰校际指南网、国际指南网、JBI循证卫生保健中心数据库中按照表1检索词检索。用医脉通以“监护仪/心电监护/监测、报警/警报/阈值、警报疲劳/警报倦怠”为中文检索词。在Cochrane Library、PubMed、Embase、Web of Science、CINAHL等数据库检索,检索词:threshold value、threshold、alarm、cardiogram monitor、monitoring、physiologic、electrocardiography、electrocardiscope monitor、electrocardiogram monitor、electrocardiographic、monitor alarm、neurological

care unit、intensive care units、emergency care unit、cardiology care unit、alarm fatigue、false alarm、meaningless alarm。中国知网(CNKI)检索式用“心电监护或监测”和“报警或报警”和“疲劳或倦怠”。万方数据库检索式:题名或关键词用“心电监护或警报疲劳、警报、报警”。

表1 心电监护仪应用相关的文献检索词

项目	英文检索词
警报疲劳相关检索词	alarm fatigue ; alarm system
心电监护仪相关检索词	cardiogram monitor ; ECG monitor ; electrocardiscope monitor ; electrocardiogram monitor ; electrocardiographic monitoring ; monitor alarm ;
心率/心律失常相关检索词	atrial fibrillation ; acute heart failure ; arrhythmia ; cardiac arrhythmia ;
血压相关检索词	hypertension ; hypotension ; blood pressure
呼吸相关检索词	respiratory insufficiency ; breathe ; respiratory failure ; hyoxemia

1.3 文献纳入和排除标准

1.3.1 文献纳入标准:① 文献类型包括临床实践指南、证据总结、专家共识、系统评价、Meta分析、行业标准。② 语种为英文或中文。③ 文献涉及床旁心电监护仪应用、设置、疾病监测、诊断、治疗。

1.3.2 文献排除标准:① 一般综述、质量评价低的文献,推荐意见不明确的指南,直接参照国外翻译版指南解读、计划书,重复发表或已被更新的文献。② 信息不全或无法获得全文的文献。

1.4 文献质量评价:由2名接受过循证护理教育的研究人员根据文献质量评价标准独立对文献进行评价(表2),意见冲突时由循证专家判定。

表2 重症监护病房多参数监护仪阈值设置证据总结研究文献的质量评价方法

类型	使用的文献质量评价工具
指南	AGREE II
系统评价	澳大利亚 JBI 循证卫生保健中心对系统评价论文的真实性评价工具
证据总结	CASE 清单对证据总结方法学质量评价表
专家共识	澳大利亚 JBI 循证卫生保健中心对意见和共识类论文的真实性评价工具

注:AGREE II为临床指南研究与评估系统II

1.5 证据提取翻译:由2名研究者独立完成证据提取,如结果不同,可通过讨论或与第3人讨论确定。提取原则:① 以心电监护仪阈值设置和应用为主题的指南,提取全部推荐意见。② 以预防警报疲劳为主题的指南以及以应用心电监护仪进行疾病监测的指南,提取与心电监护仪阈值设置和应用有关的推荐意见。将推荐意见翻译为中文稿后由另外2位研

究者审校,必要时可与循证专家和研究小组讨论确定最优的翻译稿。

1.6 证据汇总、分级方法:依据文献回顾、研究目的及参考文献分类框架,通过研究小组讨论后制定证据分类主题。证据冲突时按照“循证证据优先、高质量证据优先、最新发表证据优先”的原则,必要时追溯不同推荐意见的来源以找出冲突的原因。证据分级方法采用 JBI 证据预分级及证据推荐级别系统(2014 版),该系统适用于护理学及其他卫生保健领域^[5]。

2 结果

2.1 纳入文献特征:

经过严格的纳入和排除标准筛选后,共纳入 19 篇文献(图 1),指南 7 篇^[6-12],专家共识 2 篇^[13-14],证据总结 1 篇^[15],系统评价 8 篇^[16-23],1 篇国家行业标准^[24]缺乏相关评价标准,向循证专家咨询同意后保留该行业标准。文献特征见表 3。

2.2 文献评价结果:

评价员在评价开始前应用临床指南研究与评估系统 II (appraisal of guidelines for research and evaluation II, AGREE II) 对纳入的指南类文献进行预评价,各领域组内相关系数(interclass correlation coefficient, ICC)分别为:第一维度 1.000 [95% 可信区间(95% confidence interval, 95%CI)为 1.000~1.000]、第二维度 0.992(95%CI 为 0.940~1.000)、第三维度 0.925(95%CI 为 0.778~0.983)、第四维度 1.000(95%CI 为 1.000~1.000)、第五维度 0.994(95%CI 为 0.970~1.000)、第六维度 1.000(95%CI 为 1.000~1.000),说明评价员间一致性较高;指南的方法学质量评价情况见表 4。应用 JBI 循证卫生保健中心系统评价方法学质量评价工具对系

统评价类文献进行偏倚风险评价,见表 5。应用 JBI 评价工具对专家共识类文献进行评价,其方法学质量评价见表 6。应用 CASE 清单对证据总结类文献方法学质量进行评价,结果显示,条目 3 为“完全不是”,条目 4 和条目 10 为“不完全是”,其余条目均为“是”(条目 1 为证据总结的范围和应用是否具体;条目 2 为证据总结的作者身份是否透明;条目 3 为

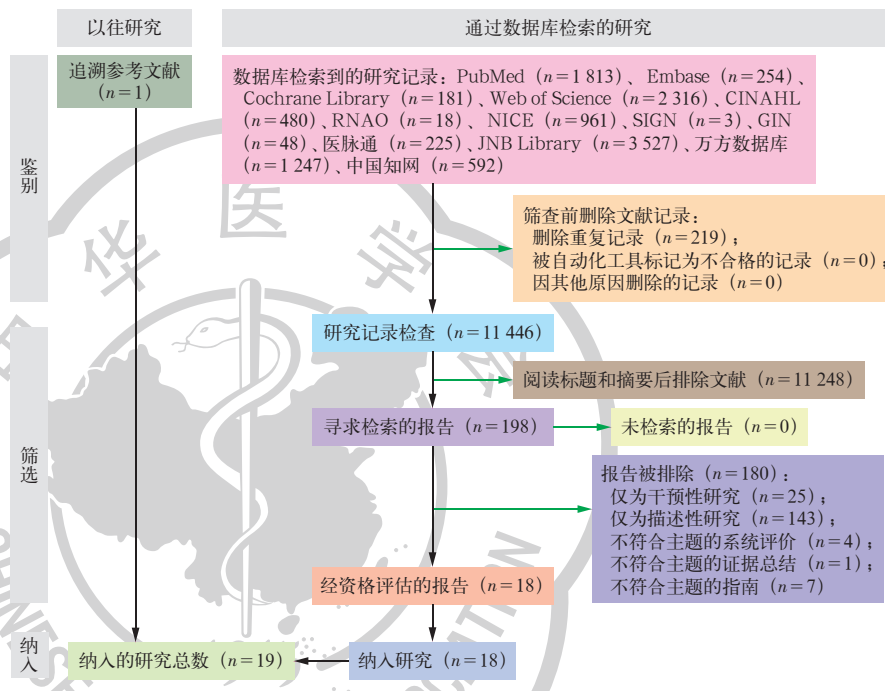


图 1 重症监护病房多参数监护仪阈值设置证据总结研究的文献纳入流程

表 3 重症监护病房多参数监护仪阈值设置证据总结研究纳入文献的特征

纳入文献	发表时间 (年)	检索来源	文献性质	研究主题
Sandau 等 ^[6]	2017	医脉通	指南	心电监护管理的建议
Stacy 等 ^[7]	2018	PubMed	指南	心电监护管理的建议
NICE (DG41) ^[8]	2020	NICE	指南	心脏疾病治疗和管理
国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅)等 ^[9]	2021	万方数据库	指南	心电监护应用及警报管理的建议
NICE (NG196) ^[10]	2021	NICE	指南	心脏疾病治疗和管理
NICE (NG136) ^[11]	2019	NICE	指南	高血压疾病治疗和管理
Qaseem 等 ^[12]	2017	GIN	指南	高血压疾病治疗和管理
Kario 等 ^[13]	2021	医脉通	专家共识	高血压疾病治疗和管理
Otto 等 ^[14]	2017	PubMed	专家共识	心脏疾病治疗和管理
张奕等 ^[15]	2021	万方数据库	证据总结	临床警报管理的建议
Chromik 等 ^[16]	2022	PubMed	系统评价	缓解警报疲劳的建议
Dee 等 ^[17]	2022	PubMed	系统评价	临床警报管理及缓解警报疲劳的建议
Downey 等 ^[18]	2018	Web of Science	系统评价	心电监护仪应用的建议
Kane-Gill 等 ^[19]	2017	PubMed	系统评价	临床警报管理及缓解警报疲劳的建议
Lewandowska 等 ^[20]	2020	Embase	系统评价	缓解警报疲劳的建议
Nyarko 等 ^[21]	2022	PubMed	系统评价	缓解警报疲劳的建议
Sun 等 ^[22]	2020	Web of Science	系统评价	临床警报管理及缓解警报疲劳的建议
Winters 等 ^[23]	2018	PubMed	系统评价	缓解警报疲劳的建议
国家卫生健康委员会 ^[24]	2019	国家卫健委	行业标准	心电监护仪维护、使用的建议

注: NICE 为英国国家卫生与临床优化研究所

表4 重症监护病房多参数监护仪阈值设置证据总结研究纳入指南的方法学质量评价

指南	各维度标准化百分比 (%)						指南质量		是否推荐使用该指南	≥60% 领域数 (个)	≥30% 领域数 (个)	推荐级别
	范围和目的	参与人员	制定的严谨性	清晰性	应用性	编辑的独立性	评分 (分)					
Sandau 等 ^[6]	100.0	66.7	64.6	97.2	44.0	100.0	7	是	5	6	A	
Stacy 等 ^[7]	100.0	86.1	25.0	100.0	87.5	100.0	6	是,修改完善后推荐	5	5	B	
NICE (DG41) ^[8]	100.0	94.4	32.3	91.7	64.6	79.2	6	是,修改完善后推荐	5	6	B	
国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅)等 ^[9]	100.0	100.0	90.6	100.0	64.6	100.0	7	是	6	6	A	
NICE(NG196) ^[10]	100.0	72.2	96.9	100.0	75.0	100.0	7	是	6	6	A	
NICE(NG136) ^[11]	100.0	88.9	89.6	100.0	70.8	100.0	7	是	6	6	A	
Qaseem 等 ^[12]	100.0	100.0	75.0	91.7	70.8	50.0	6	是,修改完善后推荐	5	6	B	

注:指南质量评分为1~7分;NICE为英国国家卫生与临床优化研究所

表5 重症监护病房多参数监护仪阈值设置证据总结研究纳入系统评价的方法学质量评价

系统评价	评价条目											是否推荐
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Chromik 等 ^[16]	是	是	不清楚	是	不清楚	不清楚	是	是	是	是	是	是
Dee 等 ^[17]	是	是	是	是	是	是	不清楚	是	否	是	是	是
Downey 等 ^[18]	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是
Kane-Gill 等 ^[19]	是	是	是	是	是	是	是	是	不清楚	是	是	是
Lewandowska 等 ^[20]	是	是	是	是	不清楚	是	不清楚	是	是	是	是	是
Nyarko 等 ^[21]	是	是	是	是	是	是	是	不清楚	否	是	是	是
Sun 等 ^[22]	是	是	是	是	是	是	不清楚	是	是	是	是	是
Winters 等 ^[23]	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是	是

注:条目1为所提出的循证问题是否清晰明确;条目2为文献的纳入标准是否恰当;条目3为采用的检索策略是否恰当;条目4为研究论文的来源是否恰当;条目5为采用的文献质量评价标准是否恰当;条目6为是否由2名或2名以上的评价者独立完成文献质量评价;条目7为提取资料时是否采用一定的措施减少误差;条目8为综合/合并研究的方法是否恰当;条目9为是否对可能的发表偏倚进行评估;条目10为是否在报道数据的支持下对政策和(或)实践提出推荐意见;条目11为对今后进一步研究的特定方向是否提出恰当建议

证据总结的审稿人/编辑是否透明;条目4为搜索方法是否透明和全面;条目5为证据分级系统是否透明且可翻译;条目6为建议是否清楚;条目7为这些建议是否被恰当引用;条目8为这些建议是最新的吗;条目9为证据总结是否公正;条目10为此证据总结可以应用于您的患者吗)。

3 讨论

本研究纳入证据涉及进行设置前心电图监护仪应用环境准备,设置前监护仪用电要求,心电图监护仪使用流程、报警设置的原则、报警心率/心律监测设置、报警血压监测设置、报警呼吸及血氧饱和度阈值设置,警报延迟发出提示时间设置,调整报警设置方法、评估报警设置时机,提高监护患者的舒适度,减少滋扰警报的发生,报警优先级处理,报警智能化处理等方面。

3.1 心电图监护仪应用环境:应用环境内温度、湿度不达标可能导致仪器内部损坏,导致多参数心电图监护仪出现显示数字漂移,影响患者生命体征测量的准确性,同时影响患者安全^[25]。在ICU环境内电子设备较多,其他设备也可能会对多参数心电图监护仪的结果产生干扰,所以要求应用仪器在ICU内合理布局,正常状态下使用多参数心电图监护仪时周围应无影响设备正常工作的机械振动及电磁干扰。

3.2 心电图监护仪使用流程:国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅)等^[9]2021年发布的临床实践指南对心电图监护仪使用的全流程进行了规范。王孝琪

表6 重症监护病房多参数监护仪阈值设置证据总结研究纳入专家共识的方法学质量评价

专家共识	评价条目						是否推荐
	1	2	3	4	5	6	
Kario 等 ^[13]	是	是	是	不适用	是	否	是
Otto 等 ^[14]	是	是	是	是	是	否	是

注:条目1为是否明确标注了观点的来源;条目2为观点是否来源于该领域有影响力的专家;条目3为所提出的观点是否以研究相关的人群利益为中心;条目4为陈述的结论是否基于分析的结果;条目5为是否参考了现有的其他文献;条目6为所提出的观点与以往文献是否有不一致的地方

2.3 证据整合结果及证据等级(表7):先由2名研究者独立完成证据提取并对比结果,再由2名研究者及循证专家进行证据审校,共整合32条ICU多参数心电图监护仪阈值设置证据。

表7 重症监护病房多参数监护仪阈值设置证据总结研究纳入文献的证据整合结果

类别	证据条目	证据等级
设置前监护仪应用环境准备	(1) 监护仪应用环境的温度应保持在 5~40℃; 监护仪应用环境的相对湿度应≤80% (国家行业标准)	
设置前监护仪用电要求	(2) 周围无影响设备正常工作的机械振动及电磁干扰 (国家行业标准)	
心电监护仪使用流程	(3) 供电电源应保持电压 (220±22)V; 供电频率 (50±1)Hz (国家行业标准)	4级
监护仪报警设置的原则	(4) 使用前准备、开机自检、设置报警参数; 使用中定时巡视观察; 使用后清洁保养、定期检测	3级
	(5) 依据环境噪音水平和昼夜时间段调节报警音量。夜班护士应根据制度和患者情况适当降低心电监护仪报警声级	2级
	(6) 医生和护士担任设置和更改报警阈值的责任人, 多学科人员共同制定报警制度: ①心电监护仪报警声音的设置; ②心电监护仪报警参数的设置; ③关闭心电监护仪报警声音的条件; ④更改心电监护仪报警参数的条件; ⑤有权设置心电监护仪报警参数人员; ⑥有权更改心电监护仪报警参数人员; ⑦处理心电监护仪报警的方法; ⑧设备操作和检测标准; ⑨报警相关的信息化建设标准, 包括数据采集、数据分析和可视化等	4级
	(7) 当工作人员在床旁进行可能产生错误警报的患者护理时, 建议延迟或关闭由于护理操作引起的听觉警报; 传感器、探头或模块被操作者有意断开时, 可根据实际需要判断是否关闭视觉警报	2级
监护仪报警心率/心律监测设置	(8) 鼓励护士在既定参数范围内调整单个患者的警报参数	2级
	(9) 建议将监测参数报警阈值设定为患者平均监测数值±(20%~30%)	5级
	(10) 正常心率(60~100次/min): 若无特殊情况, 上限100次/min, 下限60次/min。心动过速: 上限上浮5%~10%, 最高不超过150次/min; 下限下浮10%~20%, 或遵医嘱设置报警阈值。心动过缓: 上限上浮15%~20%, 下限45~50次/min, 或遵医嘱设置报警阈值。有心脏起搏器者: 上限上浮10%~20%, 或遵医嘱设置报警阈值; 下限设置起搏器下限的频率	2级
监护仪报警血压监测设置	(11) 推荐心律失常〔心搏骤停、心室纤颤(室颤)、无脉性室性心动过速(室速)]危急警报设置为危象或高级警报	5级
	(12) 对虚弱或多病患者、需要严格控制血压或使用血管活性药物的患者(如主动脉夹层、液体复苏过程)进行综合临床判断, 遵医嘱设置报警阈值	1级
	(13) 80岁以下成人, 在无其他疾病状态下, 收缩压上限140mmHg, 下限90mmHg; 舒张压上限90mmHg, 下限60mmHg。80岁及以上成人, 在无其他疾病状态下, 收缩压上限150mmHg, 下限90mmHg; 舒张压上限90mmHg, 下限60mmHg	5级
	(14) 高血压患者: 上限在现测血压上浮5%~10%, 下限在现测血压下浮20%~30%; 或遵医嘱设置报警阈值。低血压患者: 上限在现测血压上浮20%~30%, 下限在现测血压下浮5%~10%; 或遵医嘱设置报警阈值	1级
	(15) 如果有脉搏不规则(如心房颤动所致), 或心电图提示不规则的RR间隔(心跳之间的间隔)、P波缺失和心房率超过300次/min, 自动化设备可能无法准确测量血压, 在测量血压之前, 应触摸挠动脉或肱动脉脉搏, 若发现脉搏不规则, 测量血压时应手动直接听诊肱动脉	5级
监护仪报警呼吸及血氧饱和度阈值设置	(16) 血氧饱和度报警下限设为0.90, 或根据病情遵医嘱设置。II型呼吸衰竭患者报警下限0.85。高浓度氧气吸入时, SpO ₂ 仍低于0.95, 可根据患者实际数据下浮0.05作为报警下限, 或根据病情遵医嘱设置	5级
	(17) 呼吸正常者(12~20次/min): 下限10次/min, 上限24次/min。呼吸过缓者(<10次/min): 下限不低于8次/min。呼吸急促者(>20次/min): 上限不高于30次/min。呼吸暂停时间警报设置为20s, 或遵医嘱设置	2级
警报延迟发出提示时间设置	(18) 除心律报警外, 在无特殊情况下可以设置15~30s的报警延迟。心律报警延迟设置不应超过10s	2级
调整报警设置方法	(19) 评估报警参数设置, 根据患者个人病情和年龄进行定制, 确保设备的默认报警设置适合患者群体	2级
	(20) 针对所监测的不同患者病情动态或根据医嘱随时进行评估和调整报警设置	2级
评估报警设置时机	(21) 在每个班次开始时、患者状况变化时和护理人员变化时评估报警参数设置, 根据制度和患者情况评估报警参数、开/关状态和报警延迟设置	5级
	(22) 患者病情恶化、生理监测指标超过基础阈值范围时建议调整报警参数, 患者经过治疗病情好转后, 建议再次调整报警参数	2级
提高监护患者的舒适度	(23) 仅对有临床指征的患者进行监测。跨专业团队合作, 确定应该监测人群或护理单位中的哪些患者以及使用哪些参数。推荐参考美国心脏协会更新的医院心电监测实践标准	2级
	(24) 实时评估患者和家属的知识需求, 动态调整健康教育计划	2级
	(25) 针对患者和家属的文化水平、疾病认知程度采用合适的健康宣教方式	2级
	(26) 测量血压时, 应使环境标准化, 并提供放松、温和的环境, 让患者安静地坐位或卧位, 伸出手臂并加以支撑。选择合适的血压袖带尺寸, 提高患者的安全性和满意度(良好实践的建议)	5级
减少滋扰警报的发生	(27) 放置电极前进行正确的皮肤准备并正确使用电极片, 降低多参数监护仪虚假警报的发生率	2级
	(28) 用肥皂和水清洗放置电极区域, 用毛巾或纱布擦拭使皮肤保持清洁干燥, 不使用医用乙醇清理贴电极片处的皮肤, 推荐每24h或当心电图感应不良时更换电极片, 对于皮肤脆弱的患者可适当减少更换电极片的次数, 剪掉粘贴电极片部位过多的毛发, 评估导线完整性或使用一次性导线	1级
	(29) 不要在耳朵上使用SpO ₂ 手指夹传感器, 血氧饱和度的监测会受到患者监测位置、活动状态、指甲油、肤色及外界光线等因素的影响, 将SpO ₂ 探针置于温暖的四肢上	2级
报警优先级处理	(30) 心电监护仪通过视觉和听觉信号将报警分为高、中、低3个优先级, 即高优先级报警(红色报警)是需要立即处理的紧急情况; 中优先级报警(黄色报警)是可暂缓处理的危险情况; 低优先级报警(蓝色报警)则需要适当注意。心搏骤停、室速和室颤为高优先级, 需立即处理	1级
	(31) 根据所护理的患者类型, 对心电图波形和数据进行初步和持续的正确解释教育, 制定对年轻护士或入职人员的义务培训程序, 培训计划围绕新技术的发展持续补充	2级
报警智能化处理	(32) 可使用算法(时间序列分析、相关向量机器学习法、多导子波信号分析、时间序列分析、谱回归、各种特征离散化、特征选择等分类器)、信号滤波和人工智能系统进行报警信号存取与分析。优化报警限制和延迟, 过滤不必要报警	

注: SpO₂为脉搏血氧饱和度; 1mmHg≈0.133kPa; 空白代表无此项

等^[26]通过调查分析某三级甲等医院护士使用监护仪的规范性,从心电监护仪使用全过程进行研究,提出护士使用心电监护仪应做好使用前准备(如设备功能准备、应用环境安全准备、患者皮肤准备);监护仪开机自检,正确连接所需监测模块,正确设置报警界限,打开报警开关;使用过程中观察患者及仪器运转情况。临床护士熟练掌握监护设备故障识别和处理的相关知识,可以为临床提供完整、准确的监护信息,发挥多参数心电监护仪监测的功能和作用。

3.3 心电监护仪报警设置原则:监护仪报警设置的原则对于报警设置的基本要求进行了阐述。世界卫生组织(World Health Organization, WHO)推荐噪音水平为白天35 dB,夜间30 dB,峰值不超过40 dB^[27],噪音污染可能引起患者和医护的惊恐、烦躁不良情绪,影响患者睡眠。建议依据环境噪音水平和昼夜时间段调节警报音量。目前临床存在大量不可操作警报和错误警报,随着心电监护仪误报率的增加,护士对临床警报的反应性降低^[28]。生理监测器警报数量过多是不适当的用户设置、患者状况和算法缺陷的复杂的相互作用结果。尹琴等^[29]在一项类实验研究中将监测参数报警阈值设定为患者平均监测数值 \pm (20%~30%),在实际护理工作中需要根据患者实际情况调整参数报警阈值。在一项质量改进项目研究中,将基于证据的实践干预措施应用于临床护士,包括护患及医护沟通、每日更换电极片,评估是否需要心电监测,为患者定制报警参数,以及对护士提供持续的定制报警参数教育和监测结果解读的知识,结果显示,护士感觉骚扰报警的发生率显著降低(68%比44%),无不良事件发生^[30]。减少监测报警总数可改善护士对报警疲劳的感知。

当护士进行临床操作时很容易引起心电监护仪报警,导致大量不可操作的黄色报警产生,建议延迟或关闭由于护理操作引起的报警,因为这些报警并无提示患者临床状况改变的作用,反而增加了护士的工作量,加重报警疲劳。Görges等^[31]的一项实地观察研究表明,临床报警持续时间的中位数为17 s,在报警发出提示前,设置延迟14 s将删除50%无效的报警,延迟19 s将删除67%。除心律报警外,在无特殊情况下可以设置15~30 s的报警延迟;心律报警延迟设置不应超过10 s。适当的报警延迟可以过滤不必要的报警,但延迟时间过久可能导致患者发生不良事件的风险增加,所以临床工作中应慎重设置报警延迟时间,不能将患者置于不安全的风险

中以此换取护士报警疲劳情况的改善。

3.4 心电监护仪报警阈值设置:NICE^[11]于2019年发布的高血压诊断与治疗指南中,建议对80岁以下的成人高血压患者,应将临床血压降至140/90 mmHg(1 mmHg \approx 0.133 kPa)以下,并确保维持在该水平以下;对于80岁及以上的高血压患者,应将临床血压降至150/90 mmHg以下,并确保维持血压低于该水平;对虚弱或多病患者应进行综合临床判断^[32]。对于血压的动态调节可参照证据^[9]:高血压患者上限在现测血压上浮5%~10%,下限在现测血压下浮20%~30%;或遵医嘱设置报警阈值。低血压患者上限在现测血压上浮20%~30%,下限在现测血压下浮5%~10%;或遵医嘱设置报警阈值。ICU患者病情多变,可能存在心房颤动等脉搏不规则的情况,该状态下自动化设备可能无法准确测量血压,因此在测量血压前应触摸桡动脉或肱动脉脉搏,若发现脉搏不规则,测量血压时应手动直接听诊肱动脉。

在临床工作中,于监测初期依据患者病情基础设置报警阈值,监测期间依据病情变化为患者定制报警阈值,能够提高监护仪对患者病情变化的敏感性。同时通过降低监测报警总数来降低错误警报和不可操作警报数量,以改善护士报警疲劳情况。

3.5 调整报警设置的时机:临床护理工作繁重,患者病情变化快,如何在恰当的时机调整报警阈值的设置是一项挑战,建议在每个班次开始时、患者状况变化时和护理人员变化时,都要根据制度和患者情况评估报警参数、开/关状态和报警延迟设置等内容^[7]。国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅)等^[9]发布的实践指南形成意见是,当患者病情恶化、生理监测指标超过基础阈值范围时,建议调整心电监护仪报警参数,即针对不同患者的病情或根据医嘱随时调整报警阈值。临床上应制定相关要求,人员交接班过程中增加查看与调整心电监护仪报警阈值项目,下一班次人员与上一班次护理人员或值班医生共同商讨患者病情变化情况,调整报警阈值。避免患者报警阈值设置一成不变的现象,减少不可操作警报的发生。

3.6 提高监护患者的舒适度:高血压的诊断与治疗指南中,专家建议患者在测量血压时,应使环境标准化,并提供放松、温和的环境,让患者安静坐位,伸出手臂并加以支撑,选择合适的袖带尺寸^[11]。在生理条件下,短期内血压波动可能是机体为维持内环境稳态、行为和情绪等变化做出的神经、体液、血管

和血流动力学方面的反应^[33]。一个寒冷、酷热或让人紧张的环境,或者患者刚进行康复运动、振动排痰等机械治疗可能会导致患者短期内血压、心率、呼吸等生命体征出现大幅波动,造成测量数据不准确等,不能体现患者的生理情况。所以应设置标准的监测环境,提高监测的准确度和舒适度。

2017年11月美国心脏协会科学声明,心电图监护的适应证及持续时间应按照院内心电监护实践标准的建议进行监护,及时停止和减少不必要的监护^[6]。应用心电监护仪的清醒患者看到监护仪上数字改变或听到报警音可能出现紧张情绪^[34],患者擅自拔除电极片、随意运动造成的心电监护仪导线、电极片接触不良以及运动伪影都可造成心电监护仪错误报警,甚至可能错过重要报警对患者造成严重伤害。吕静^[35]的一项前后对照研究显示,对意识清醒的患者要加强治疗依从性教育,如告诉患者及家属在监护期间切勿乱动和随意触碰心电监护仪界面,帮助患者保持良好的心理状态,减少患者肌肉震颤或交感神经兴奋频率,对谵妄、烦躁患者进行适当措施(如肢体约束),以提高监护数值准确性。

3.7 减少滋扰警报的发生:应用心电监护仪的过程中,不能提示患者临床状况改变的无意义警报或错误警报越多,医护工作者对于报警的信任度越低,响应报警的时间越长,甚至不进行响应。因此,减少此类错误警报或无临床意义滋扰警报的发生是十分重要的。有研究显示,可通过正确的皮肤准备和电极片的使用,降低多参数监护仪虚假警报的发生率,Walsh-Irwin 和 Jurgens^[36]发现,进行适当的皮肤准备和电极放置后报警数量显著下降;Shue McGuffin 和 Ortiz^[37]进行的一项前后对照试验证实,采取每日更换电极的干预措施后,心电监护仪心率或心律报警降低了 74.15%。

应用心电监护的患者可能存在机械性皮肤损伤的风险^[38],其可能的原因为:① 年龄增长,皮肤松弛干燥,真皮与表皮附着力降低,皮肤弹性延展性下降;② 患者营养不良,存在慢性消耗性疾病;③ 应用激素类药物,皮肤损伤难以愈合^[39];④ 长期应用心电监护仪,电极片粘贴累积损伤。因此,对于皮肤脆弱的患者可适当减少更换电极片的次数,预防性保护粘贴电极片的区域(液体敷料等喷洒后在皮肤表面迅速形成保护膜,降低患者撕拉电极片的疼痛感)。预防性保护可能对预防机械性损伤有积极效果,但需要更多临床研究进一步探索。

在临床工作中通常应用指夹式脉搏血氧饱和度传感器来获取功能性血氧饱和度读数,但如果患者存在手指末梢灌注不良或手部过度运动且无法停止的情况,可能无法获取有效的读数。Haynes^[40]进行的一项前瞻性研究,将动脉血气分析计算的功能氧饱和度值、指尖测得的血氧饱和度与放置在耳朵上部的指夹传感器的血氧饱和度读数进行比较,发现耳部上传感器不能提供可靠的氧饱和度读数;将血氧饱和度探针置于温暖的四肢上,监测结果准确性可提高。有条件的医院也可引进先进的监护系统,利用其呼气末二氧化碳分压监测设备持续、动态、无创监测患者二氧化碳分压,通过监护仪监测发现患者有无气道梗阻或 CO₂ 潴留^[41]。

3.8 报警处理优先级:监护仪报警处理不及时可能导致不良事件的发生,延误判断及处理可能导致患者病情加重、住院时间延长,报警应答与患者生命安全密切相关。邓文娟等^[42]进行的一项前后对照研究,通过对心电监护仪进行设置,将心搏骤停、心室纤颤(室颤)/室性心动过速(室速)等紧急情况设置为红色报警(危急),要求护理人员处理时间界定在 5 s 内。建议依据报警优先级对心电监护仪发出的报警进行处理:心电监护仪通过视觉和听觉信号将报警分为高、中、低 3 个优先级,高优先级报警是需要立即处理的紧急情况,中优先级报警是可暂缓处理的危险情况,低优先级报警则需要适当注意;心搏骤停、室速和室颤为高优先级,需立即处理。

3.9 智能化技术辅助报警处理:使用优化的基于机器学习的方法有效减少 ICU 心电监护仪误报警的发生,对心搏骤停、极度心动过缓、室速和室颤有更高的阳性预测值^[43]。通过引进新开发的系统,包括使用算法(时间序列分析、相关向量机学习法、多导小波信号分析等)、信号滤波和人工智能系统进行报警信号的存取与分析,能够优化报警限制和延迟,过滤不必要报警^[44]。要考虑每个地区和医院的资源分配情况,依据实际情况购买和使用智能辅助系统。“智能报警”算法减少了真实报警的数量,但假报警不能仅靠技术来解决,期望更先进的智能化技术能够在未来从实验室研究中逐步应用于临床。

4 小结

本研究纳入证据涉及心电监护仪仪器使用及维护要求、心电监护仪报警设置方法、评估报警设置时机调整报警、缓解医护人员报警疲劳策略、报警处理方面。可在本证据总结基础上,结合医院各专

科ICU具体情境,进一步探索其具体应用。

应用方案可以依据最新证据总结不断更新与修正,不断发现问题并改进,形成成熟的临床实践方案,指导医疗工作者更科学、安全地监测患者,保障患者安全。本次研究针对人群为ICU成人患者,在今后的研究中可以依据儿童、新生儿进行证据总结设置专科方案,全面指导临床工作。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 何健卓,张展林,张敏州,等.第三次全国中医医院重症医学科现状调查分析[J].中国中西医结合急救杂志,2018,25(5):453-457. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2018.05.002.

[2] 中国研究型医院学会休克与脓毒症专业委员会,中国人民解放军战创伤专业委员会.创伤后多器官功能障碍综合征临床诊疗专家共识[J].中华危重病急救医学,2022,34(3):225-238. DOI: 10.3760/ema.j.cn121430-20220118-00076.

[3] Jia L, Wang HL, Gao Y, et al. High incidence of adverse events during intra-hospital transport of critically ill patients and new related risk factors: a prospective, multicenter study in China [J]. Crit Care, 2016, 20: 12. DOI: 10.1186/s13054-016-1183-y.

[4] Sendelbach S, Wahl S, Anthony A, et al. Stop the noise: a quality improvement project to decrease electrocardiographic nuisance alarms [J]. Crit Care Nurse, 2015, 35(4): 15-22. DOI: 10.4037/ccn2015858.

[5] 王春青,胡雁.JBI证据预分级及证据推荐级别系统(2014版)[J].护士进修杂志,2015,30(11):964-967. DOI: 10.16821/j.cnki.hsjx.2015.11.002.

[6] Sandau KE, Funk M, Auerbach A, et al. Update to practice standards for electrocardiographic monitoring in hospital settings: a scientific statement from the American Heart Association [J]. Circulation, 2017, 136(19): e273-e344. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000527.

[7] Stacy J, Susan S, Halley R. Managing alarms in acute care across the life span: electrocardiography and pulse oximetry [J]. Crit Care Nurse, 2018, 38(2): e16-e20. DOI: 10.4037/ccn2018468.

[8] National Institute for Health and Clinical Optimization. Implantable cardiac monitors to detect atrial fibrillation after cryptogenic stroke [EB/OL]. (2020-09-02) [2023-01-10]. <https://www.nice.org.uk/guidance/dg41>.

[9] 国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅),中南大学湘雅医院.JBI循证循证实践与健康卫生保健创新中心,等多参数监护仪临床报警管理实践指南(2020版)简版[J].中国护理管理,2021,21(5):758-765. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2021.05.025.

[10] National Institute for Health and Clinical Optimization. Atrial fibrillation: diagnosis and management [EB/OL]. (2021-04-27) [2023-01-10]. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng196>.

[11] National Institute for Health and Clinical Optimization. Hypertension in adults: diagnosis and management [EB/OL]. (2019-08-28) [2023-01-10]. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng136>.

[12] Qaseem A, Wilt TJ, Rich R, et al. Pharmacologic treatment of hypertension in adults aged 60 years or older to higher versus lower blood pressure targets: a clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Academy of Family Physicians [J]. Ann Intern Med, 2017, 166(6): 430-437. DOI: 10.7326/M16-1785.

[13] Kario K, Hoshida S, Chia YC, et al. Guidance on ambulatory blood pressure monitoring: a statement from the HOPE Asia Network [J]. J Clin Hypertens (Greenwich), 2021, 23(3): 411-421. DOI: 10.1111/jch.14128.

[14] Otto CM, Kumbhani DJ, Alexander KP, et al. 2017 ACC expert consensus decision pathway for transcatheter aortic valve replacement in the management of adults with aortic stenosis: a report of the American College of Cardiology task force on clinical expert consensus documents [J]. J Am Coll Cardiol, 2017, 69(10): 1313-1346. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.12.006.

[15] 张奕,陈香萍,邵桑,等.床旁心电监护仪报警管理的最佳证据总结[J].中华护理杂志,2021,56(3):445-451. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2021.03.023.

[16] Chromik J, Klopfenstein S, Pfitzner B, et al. Computational approaches to alleviate alarm fatigue in intensive care medicine: a systematic literature review [J]. Front Digit Health, 2022, 4: 843747. DOI: 10.3389/fgdh.2022.843747.

[17] Dee SA, Tucciarone J, Plotkin G, et al. Determining the impact of an alarm management program on alarm fatigue among ICU and telemetry RNs: an evidence based research project [J]. SAGE Open Nurs, 2022, 8: 23779608221098713. DOI: 10.1177/23779608221098713.

[18] Downey CL, Chapman S, Randell R, et al. The impact of continuous versus intermittent vital signs monitoring in hospitals: a systematic review and narrative synthesis [J]. Int J Nurs Stud, 2018, 84: 19-27. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2018.04.013.

[19] Kane-Gill SL, O'Connor MF, Rothschild JM, et al. Technolog-

distractions (Part 1): summary of approaches to manage alert quantity with intent to reduce alert fatigue and suggestions for alert fatigue metrics [J]. Crit Care Med, 2017, 45(9): 1481-1488. DOI: 10.1097/CCM.0000000000002580.

[20] Lewandowska K, Weisbrot M, Cieloszyk A, et al. Impact of alarm fatigue on the work of nurses in an intensive care environment: a systematic review [J/OL]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17(22): 8409. DOI: 10.3390/ijerph17228409.

[21] Nyarko BA, Nie HY, Yin ZZ, et al. The effect of educational interventions in managing nurses' alarm fatigue: an integrative review [J/OL]. J Clin Nurs, 2022 [2023-01-10]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35968774/>. [published online ahead of print August 15, 2022]. DOI: 10.1111/jocn.16479.

[22] Sun L, Joshi M, Khan SN, et al. Clinical impact of multi-parameter continuous non-invasive monitoring in hospital wards: a systematic review and meta-analysis [J]. J R Soc Med, 2020, 113(6): 217-224. DOI: 10.1177/0141076820925436.

[23] Winters BD, Cvach MM, Bonafide CP, et al. Technological distractions (Part 2): a summary of approaches to manage clinical alarms with intent to reduce alarm fatigue [J]. Crit Care Med, 2018, 46(1): 130-137. DOI: 10.1097/CCM.0000000000002803.

[24] 国家卫生健康委员会.WST 659-2019 多参数心电监护仪安全管理[S].北京:中国标准出版社,2019.

[25] 陈有强.心电监护仪的日常维护及常见故障维修[J].大众标准化,2022,363(4):147-149.

[26] 王孝琪,李云芳,李维华.某三级甲等医院监护仪使用规范性调查分析及安全对策[J].全科护理,2020,18(13):1647-1650. DOI: 10.12104/j.issn.1674-4748.2020.13.038.

[27] World Health Organization. Guidelines for community noise [EB/OL]. (1999-02-10) [2023-02-10]. <https://www.who.int/publications/item/a68672>.

[28] Dursun Ergezen F, Kol E. Nurses' responses to monitor alarms in an intensive care unit: an observational study [J]. Intensive Crit Care Nurs, 2020, 59: 102845. DOI: 10.1016/j.iccn.2020.102845.

[29] 尹琴,曹程秀,李琼颖,等.失效模式与效应分析在床边监护仪报警管理的应用[J].护理学杂志,2015,30(10):6-8. DOI: 10.3870/hlzz.2015.10.006.

[30] Lewis CL, Oster CA. Research outcomes of implementing CEASE: an innovative, nurse-driven, evidence-based, patient-customized monitoring bundle to decrease alarm fatigue in the intensive care unit/step-down unit [J]. Dimens Crit Care Nurs, 2019, 38(3): 160-173. DOI: 10.1097/DCC.0000000000000357.

[31] Gorges M, Markewitz BA, Westenskow DR. Improving alarm performance in the medical intensive care unit using delays and clinical context [J]. Anesth Analg, 2009, 108(5): 1546-1552. DOI: 10.1213/ane.0b013e31819bdfbb.

[32] 中华医学会器官移植分会,中国医师协会器官移植医师分会.中国器官移植受者的高血压诊疗指南(2015版)[J/CD].实用器官移植电子杂志,2016,4(5):258-265. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2016.05.001.

[33] 张丽娟,刘敏,李志娟,等.诊室血压波动的影响因素及不同测量方法对血压分级的影响[J].郑州大学学报(医学版),2022,57(3):400-405. DOI: 10.13705/j.issn.1671-6825.2021.11.001.

[34] 陈其萍,夏颖,朱欢欢.情景式健康教育在遥测心电监护患者护理中的应用[J/CD].实用临床护理学电子杂志,2018,3(15):15-16. DOI: 10.3969/j.issn.2096-2479.2018.15.012.

[35] 吕静.PDCA循环管理对降低冠心病监护病房心电监护误报率的效果研究[J].护理研究,2020,34(10):1816-1818. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2020.10.029.

[36] Walsh-Irwin C, Jurgens CY. Proper skin preparation and electrode placement decreases alarms on a telemetry unit [J]. Dimens Crit Care Nurs, 2015, 34(3): 134-139. DOI: 10.1097/DCC.000000000000108.

[37] Shue McGuffin K, Ortiz S. Daily electrocardiogram electrode change and the effect on frequency of nuisance alarms [J]. Dimens Crit Care Nurs, 2019, 38(4): 187-191. DOI: 10.1097/DCC.0000000000000362.

[38] 修杨,张会,苏畅.慢阻肺患者心电监护电极片所致皮肤损伤发生相关因素分析及预防[J].临床肺科杂志,2018,23(6):1069-1072. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6663.2018.06.025.

[39] 张琬婷,孙丽莹,朱志军,等.肝移植术后肠瘘临床特点及诊疗分析[J/CD].实用器官移植电子杂志,2023,11(1):40-45. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2023.01.009.

[40] Haynes JM. The ear as an alternative site for a pulse oximeter finger clip sensor [J]. Respir Care, 2007, 52(6): 727-729.

[41] 刘秀梅,龚平,康健,等.基于指南和RCT研究的ICU成人机械通气患者气管插管拔管管理的最佳证据总结[J].中华危重病急救医学,2021,33(8):927-932. DOI: 10.3760/ema.j.cn121430-20210412-00536.

[42] 邓文娟,李凯,曹浪萍.5S理论在神经外科心电监护报警管理中的应用效果研究[J].黑龙江医学,2020,44(6):832-835. DOI: 10.3969/j.issn.1004-5775.2020.06.045.

[43] 彭川,熊辉.机器学习在急诊科诊疗中的应用研究进展[J].中国中西医结合急救杂志,2022,29(2):253-256. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.02.028.

[44] Au-Yeung WM, Sahani AK, Isselbacher EM, et al. Reduction of false alarms in the intensive care unit using an optimized machine learning based approach [J]. NPJ Digit Med, 2019, 2: 86. DOI: 10.1038/s41746-019-0160-7.

(收稿日期:2023-02-28)