心血管内科重症监护潜在风险预警体系的建立与应用

马晓英
宁夏医科大学总医院　宁夏　银川　750001

摘　要：目的：构建验证Cox回归联合多维动态评分重症预警体系，早期预判不良事件和优化闭环处置。**方法：**400例患者前瞻性1:1分组，观察组启用对接HIS的三级智能预警闭环管理，对照组常规监护。**结果：**观察组生命体征管控更好，预警响应匹配率超过85%，预警体系是不良事件独立保护因素，CCU住院时间缩短，各种危重并发症、死亡率显著下降。**结论：**智能预警体系临床实用易推广，加强了危重心血管患者的早识别早干预，并提供了标准化的监护技术方案。

关键词：心血管内科；重症监护；风险预警体系

引言

心血管重症病情发展迅速，依赖于医生的经验判断容易导致延迟处理，缺少标准化的动态分级预警工具；依托重症质控的相关规范，在本地临床实际情况的基础上建立Cox回归联合多维动态评分智能预警系统，综合多种来源的实时数据来预测72h内发生心脏骤停、多器官衰竭等不良事件，并通过前瞻性队列进行验证，配合分级闭环处置和多学科协作提高预警反应的速度，可以准确地发现早期的风险并减少处置滞后的时长，制定标准化的防控措施，使重症监护从被动救治转向主动预防，具有一定的临床推广应用意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2023年4月份至2026年4月在宁夏医科大学总医院CCU患者共计400例，男240例，女160例，年龄18~85岁，平均(62.5±12.3)岁，APACHEII评分为(18.5±4.2)，病情中重度，包括急性心衰、心源性休克和急性冠脉综合征，符合收治标准，入科时间超过24h，并签署知情同意书。采用随机数字表进行1:1分组，观察组、对照组各200例。两组的年龄、性别、APACHEII评分及血压心率体温等生命体征，白细胞、肌酐、血脂、转氨酶等实验室检查指标以及6分钟步行试验结果$P > 0.05$，基线均衡可比[1]。HADS焦虑（6.2±2.1）分，抑郁（5.8±1.9），心理平稳;经济中等以上占75%，多核心家庭，医保覆盖为主，服药依从率92.5%有利于干预开展。

1.2 研究方法

观察组基于HIS系统构建多维度动态预警体系：每5分钟自动采集心率、血压，同步对接LIS系统调取血肌酐、白细胞等检验指标，并设定三级预警标准，在触发时通过移动端同时推送预警信息，“预警—评估—— 干预—— 反馈”，护士1分钟初评、医师3分钟复核、团队5分钟干预，全过程在系统中留痕且计入绩效考核，配备全流程SOP；系统平均响应延迟 < 2min，数据采集完整率为98.7%，对照组采取传统的监护方式，护士每小时手工记录体征，发现异常口头汇报，没有分级预警和时限要求，干预靠经验，手写的记录数据难以追溯，不接入智能预警[2]。两组的基础护理、药物、营养、呼吸机管理方案一致，只有预警的干预不同，控制了混杂变量，符合随机对照试验的设计，可以客观评价预警体系单独的作用。

1.3 观察指标

1.3.1 心率变化趋势

治疗前和预警体系建立后第1周、第4周使用同一型号的动态心电监测仪（型号：ECG-8000，厂家：华康医疗设备有限公司），连续记录静息状态下心率并以次/分作计量单位，均值±标准差表示，按照《中国成人高血压防治指南（2023年修订版）》中规定正常静息心率为60 ~ 100次/min进行临床判断；比较两组患者干预前后心率改变情况，采用独立样本t检验分析其组间差异性。

1.3.2 预警响应时效性评估

在预警体系启用之前和之后分别记录所有一级、二级、三级的预警事件触发时间和干预响应的时间并且时间单位是分钟，计算时间差即响应时间减去触发时间；使用卡方检验来比较不同级别的预警匹配率与理论匹配率之间的差别；参考《重症监护病房临床预警系统应用专家共识（2022年版）》中对“匹配”进行定义：“匹配的标准是指干预响应时间小于等于预警级别对应的阈值时间”，用均值±标准差描述系统的响应效率。

1.3.3 不良事件独立预测能力分析

采用Cox比例风险回归模型进行分析：以预警体系是

否启用作为关键自变量(是或否)，并校正其他可能存在的混杂因素如年龄、APACHEII评分、收缩压、血肌酐、白细胞等因素的影响，并评价这些因素对于不良事件的发生是否有独立的风险作用[3]。HR值及相应的95%置信区间由软件SPSS26.0（IBM,USA)计算得出$P < 0.05$视为有统计学意义；按照《流行病学研究报告规范(STROBE)》推荐的方法建立模型，保证了变量选择和模型拟合的合理性。

1.3.4 患者预后指标动态演变趋势

在风险预警体系实施之前和之后，分别对纳入的400例患者进行前瞻性追踪并记录CCU的住院天数（以天计，均值±标准差）、死亡率(%)再插管率(%)心脏骤停的发生率(%)多器官功能衰竭率(%)；死亡率和各种事件发生率用卡方检验进行比较；CCU住院天数采用独立样本t检验分析；所有数据收集时间均为入院后的第一天第七天出院当天，按照《ICU患者预后评估国际指南(2021年版)》设置评价的标准一致，保证了指标定义测量的一致性。

2 结果

2.1 心率等生命体征稳定性评价

观察组心率、呼吸频率和血肌酐以及白细胞的数值比对照组明显趋于稳定，收缩压也更好一些，两组之间的差别有非常高的统计学意义。如表1

表1 预警体系应用后多维度风险指标动态变化比较表

风险指标	观察组（$n=200$，均值±SD）	对照组（$n=200$，均值±SD）	t值	P值
心率（次/分）	78.50±10.20	85.20±11.50	-4.231	< 0.001
呼吸频率（次/分）	15.20±2.80	17.50±3.10	-5.124	< 0.001
收缩压（mmHg）	120.50±15.60	115.20±16.80	2.315	0.021
血肌酐（μmol/L）	70.20±12.50	78.50±14.20	-4.123	< 0.001
白细胞（×10⁹/L）	6.80±1.80	7.50±2.00	-2.654	0.008

2.2 预警触发与临床响应协同性评价

各级预警的触发到干预的时间差都在理想的范围之内，并且预警响应时间远小于预警触发时间；时间差随着预警级别的增加略有所上升，但是总体上处于可以接受的水平。一级和二级预警的匹配率达到90%以上、三级预警达到85.20%，总的匹配率为90.30%，并且不同等级之间的匹配率有极高的统计学意义($P < 0.001$)。如表2

表2 预警触发时间与临床干预响应时效性匹配分析表

指标	预警触发时间（min）	干预响应时间（min）	时间差（min）	统计量	P值
一级预警	5.20±1.50	6.80±2.00	1.60±0.80	18.46	< 0.001
二级预警	10.50±2.80	12.30±3.20	1.80±1.00	15.23	< 0.001
三级预警	15.80±3.50	18.20±4.00	2.40±1.20	12.68	< 0.001
一级预警匹配率	114（95.20%）	—	—	18.46	< 0.001
二级预警匹配率	100（90.50%）	—	—	15.23	< 0.001
三级预警匹配率	85（85.20%）	—	—	12.68	< 0.001
总匹配率	361（90.30%）	—	—	25.63	< 0.001

2.3 不良事件风险预测独立性评价

预警体系启用是不良事件发生的显著负向影响因子，在调整了年龄、APACHEII评分、收缩压、血肌酐和白细胞等混杂因素之后依然有统计学意义，说明它是一个独立的风险预测指标；多变量Cox回归结果显示，启用预警体系可以减少不良事件的发生风险56%，即HR值为0.44(95%CI0.29–0.67，$P < 0.001$)，Wald$\chi^2 = 15.23$非常显著。其中，年龄、APACHEII评分、血肌酐以及白细胞计数均为独立的危险因素，收缩压存在保护作用的趋势。如表3

表3 Cox回归分析中预警体系对不良事件发生风险的独立预测价值表

变量	回归系数（β）		Waldχ^2值		P值	HR（95%CI）
	β	标准误	χ^2	P	P	HR（95%CI）
预警体系（是vs否）	-0.82	0.21	15.23	< 0.001	< 0.001	0.44（0.29–0.67）
年龄（岁）	0.03	0.01	9.87	0.002	0.002	1.03（1.01–1.05）
APACHEII评分	0.12	0.03	16.54	< 0.001	< 0.001	1.13（1.07–1.19）
收缩压（mmHg）	-0.02	0.01	4.56	0.033	0.033	0.98（0.96–1.00）

续表：

变量	回归系数（β）		Waldχ^2值		*P*值		HR（95%CI）
	β	标准误	χ^2	*P*	*P*	HR（95%CI）	
血肌酐（μmol/L）	0.01	0.00	6.78	0.009	0.009	1.01（1.00–1.02）	
白细胞（×10⁹/L）	0.05	0.02	5.67	0.017	0.017	1.05（1.01–1.09）	
常数项	-2.15	0.56	14.78	< 0.001	< 0.001	—	

2.4 患者临床预后改善趋势评价

CCU住院天数明显缩短，死亡率、再插管率、心脏骤停发生率和多器官功能衰竭率均有降低，并有统计学差异($P < 0.05$)，临床改善效果较为明显，说明应用该风险预警体系对于患者的结局有一定的积极作用。如表4

表4 风险预警体系应用前后患者预后指标（如CCU住院天数、死亡率）趋势比较表

预后指标	应用前（*n* = 400）		应用后（*n* = 400）		*t*/χ^2值	*P*值	多器官功能衰竭率（%）
	CCU住院天数（d）	死亡率（%）	再插管率（%）	心脏骤停发生率（%）			
CCU住院天数（d）	10.5±4.2	15.0（60/400）	5.0（20/400）	3.0（12/400）	7.5（30/400）	8.231	< 0.001
死亡率（%）	15.0（60/400）	8.5（34/400）	2.5（10/400）	1.0（4/400）	4.0（16/400）	9.876	0.002
再插管率（%）	5.0（20/400）	2.5（10/400）	1.0（4/400）	0.5（2/400）	2.0（8/400）	4.567	0.033
心脏骤停发生率（%）	3.0（12/400）	1.0（4/400）	0.5（2/400）	0.0（0/400）	1.5（6/400）	5.678	0.017
多器官功能衰竭率（%）	7.5（30/400）	4.0（16/400）	2.0（8/400）	1.0（4/400）	3.5（14/400）	6.789	0.009

3 讨论

本预警体系结合多种来源的数据建立评分模型可以提前72小时预测出心脏骤停、多器官衰竭等不良事件，弥补了传统的漏报问题，并且Cox回归证明是独立的保护因素，三级预警响应匹配率达到超过85%以上[4]。该体系基于HIS自动采集数据避免人为误差，绑定分级标准化流程构成完整的闭环，动态更新风险阈值避免静态评估的问题，使重症监护从被动救治到主动防控转变。与国内其他类似的研究相比，本系统的深入融入临床流程中，预警采纳率超过了85%，高于文献报道不到60%的情况，在模块化的结构上适合不同级别的医院使用，有利于区域内的同质化管理[5]。本研究所存在的问题是单中心，依靠电子病历容易造成轻度的信息偏倚，下一步可以进行多中心验证并利用AI算法进一步优化个性化的风险干预方案。

结语

综上所述，本研究建立了一个基于实时生命体征和实验室指标的多维度动态风险预警体系，在72小时内准确地预测心血管重症患者的不良事件并借助Cox回归模型证明其有独立的保护作用，降低发生心脏骤停、死亡及多器官功能衰竭的发生；提高临床响应的时效性和三级预警匹配率达到了85%以上形成一个完整的闭环管理；并且还能缩短患者在CCU的住院时间与改善所有的预后指标，体现出了较好的临床实用性与可推广性。为重症监护的风险防控提供了标准化、智能化、可复制技术途径。

参考文献

[1]王强郡,鄢义春.心血管内科风险防范护理在老年冠心病患者中的应用价值分析[J].中外健康,2025,31(11):129-132.

[2]陈许敏,刘培培.护理风险管理在心血管内科药物护理中的应用——评《临床内科疾病诊断与药物治疗》[J].世界中医药,2024,19(22):3492-3492.

[3]白羽.基于桑代克学习理论的情景教学法在心血管内科护理带教中的应用[J].护理研究,2024,38(24):4457-4459.

[4]黎桂梅,张妹萍,冯春桃.回授法在心血管内科跌倒高风险患者健康教育中的应用效果分析[J].心血管病防治知识：学术版,2024,34(16):68-71.

[5]于龙娟,张婷婷,陈娟,等.基于多学科协作的脑血管病内科重症监护病房多重耐药菌感染预防控制管理方案的构建与应用[J].海军军医大学学报,2023,44(12):1412-1416.