

• 综述 •

情境模拟演练在恶性高热急救教学培训中的应用进展

林道纳 于雪瑶 张静 郑虹彩 杜海明 周阳 郭向阳 李正迁

北京大学第三医院麻醉科,北京市临床麻醉质量控制和改进中心,北京 100191

通信作者:李正迁, Email: Zhengqianli@hsc.pku.edu.cn

【摘要】 恶性高热(MH)是一种常染色体显性遗传的围术期罕见病,其发病机制与基因突变相关,临床特征表现为常规麻醉药物可触发骨骼肌异常高代谢反应。该病虽发病率低,但病情凶险,进展迅速,病死率高;其救治有赖于早期诊断、及时应用特效药丹曲林钠及快速有序的综合对症支持治疗。MH集成了异常发热、内环境紊乱、恶性心律失常及心搏骤停等危机事件,是麻醉危机综合管理的代表性教学案例。情境模拟演练作为一种有效的教学方法,通过模拟急救场景、授课考核和复盘讨论等环节,能全面提升医护人员的个人技术能力、非技术能力和团队协作能力,尤其适合致命性疾病的综合管理培训。国际上已有许多国家将MH情境模拟演练纳入常规教学培训体系,通过周期性培训的教学模式,不断提升麻醉科医护人员MH教学培训的效果及麻醉危机事件的处置能力。本文系统梳理了情景模拟演练在MH急救培训中的研究进展和实践经验,重点探讨了如何结合国内实际情况建立丹曲林钠紧急应用及综合对症支持治疗的情境模拟演练方案,以期为提高MH及其他临床危机事件的教学培训质量提供参考依据。

【关键词】 情境模拟演练; 恶性高热; 危机事件

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(82271289);北京大学第三医院学医酷专项教学研究课题(2024bysyxyk10)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.03.025

Application and progress of scenario simulation exercise in the training of malignant hyperthermia management

Lin Xiaona, Yu Xueyao, Zhang Jing, Zheng Hongcai, Du Haiming, Zhou Yang, Guo Xiangyang, Li Zhengqian

Department of Anesthesiology, Peking University Third Hospital, Beijing Center of Quality Control and Improvement on Clinical Anesthesia, Beijing 100191, China

Corresponding author: Li Zhengqian, Email: Zhengqianli@hsc.pku.edu.cn

【Abstract】 Malignant hyperthermia (MH) is a rare perioperative disease with autosomal dominant inheritance, and its pathogenesis involves specific gene mutations. Its clinical feature is that conventional anesthetics can trigger abnormally high metabolic reactions in skeletal muscles. Although the incidence of this disease is low, the condition is dangerous, progresses rapidly, and has a high mortality rate; Its treatment relies on early diagnosis, timely application of the specific drug Dantrolene Sodium, and rapid and orderly comprehensive symptomatic supportive treatment. MH is a critical perioperative emergency that can occur during surgery. It presents with symptoms such as hyperpyrexia, metabolic acidosis, rhabdomyolysis, and dysfunction of multiple organ systems. If not treated promptly, it can quickly lead to life-threatening arrhythmias and cardiac arrest. This condition serves as an essential teaching example in anesthesia crisis resource management. As an effective teaching method, scenario simulation exercises can comprehensively enhance medical staff's personal technical, non-technical, and teamwork abilities through simulating emergency scenarios, teaching assessments, and retrospective discussions, especially suitable for comprehensive management training of fatal diseases. Many countries internationally have incorporated simulation exercises for MH into their routine teaching and training systems. The effectiveness of teaching and training for anesthesiologists in MH and their ability to handle anesthesia crisis events have been continuously improved through a periodic training model. This article systematically reviews the research progress and practical experience of scenario simulation exercises in emergency training for MH, with a focus on exploring how to establish a scenario simulation exercise plan for emergency application and comprehensive symptomatic support treatment of Dantrolene Sodium based on the actual situation in China, providing reference for improving the teaching and training quality of MH and other clinical crisis events.

【Key words】 Scenario simulation exercise; Malignant hyperthermia; Crisis event

Fund program: General Program of National Natural Science Foundation of China (82271289); Teaching Research Project of Peking University Third Hospital, Xueyiku Special Project (2024bysyxyk10)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.03.025

恶性高热(malignant hyperthermia, MH)是一种常染色体显性遗传的罕见疾病,其发生率约为1/15 000~50 000。患者平素可无异常表现,但在接触卤化吸入性麻醉药如七氟烷、

异氟烷或去极化肌松药琥珀酰胆碱后,迅速出现骨骼肌强直收缩、体温升高、横纹肌溶解、肾功能衰竭甚至心搏骤停。MH发病罕见、病情进展迅速、病死率高,是围术期最严重

的麻醉危机事件之一^[1]。2018 年中华医学会麻醉学分会骨科麻醉学组发布《中国防治恶性高热专家共识》^[2], 2020 年该共识得以更新^[3]。两部共识均强调预防为主、早期发现、个体化救治、综合运用物理降温、床旁血液滤过及其他对症支持的救治原则。在国内无药可医的情况下, 两部共识为 MH 患者紧急启动多学科协作诊疗 (multi-disciplinary team, MDT) 提供了详尽的处理流程。其中, 最新版指南还强调了就 MH 急救开展全员培训的重要性。

20 世纪 70 年代, 国际上部分国家开始使用 MH 特效药丹曲林钠, 将其病死率从 80% 降至 6%~10% 甚至更低水平^[4-7]。2020 年 11 月, 国产注射用丹曲林钠被批准投入临床使用, 结束了国内无特效药可用的处境^[8]。然而, 即便有特效药可用, 仍需通过加强多学科参与的救治培训来提高 MH 救治效率。而多学科团队需通过预先组建、反复磨合以更好地提升疾病处置技能。因此, 很多国家将 MH 纳入教学培训项目, 并得到了受训者的广泛认可^[9-10]。

情境模拟演练又称“仿真训练”。通过创建类似于真实体验的场景, 让学习者在安全的环境中培训或学习, 尤其适合罕见且致命性疾病救治的培训^[11]。MH 危机集成了高热、急性肾损伤、电解质紊乱、恶性心律失常、弥漫性血管内凝血, 甚至心搏骤停等多重临床危机, 是教学培训中极具代表性的案例。国内 MH 的急救培训仍处于探索阶段, 将情境模拟演练应用于以特效药丹曲林钠为基础的 MH 综合救治培训, 是临床麻醉学重要的教学内容和教学研究的重要方向^[3-12]。本文系统阐述 MH 情境模拟演练应用现状、配置及流程, 以期规范情境模拟演练在国内 MH 教学培训中的应用, 促进以 MH 为代表的临床危机事件管理能力的提升。

1 MH 培训现状

MH 情境模拟演练是理论知识与实践技能的结合, 通常以案例教学 (case-based learning, CBL) 的方式进行, 由授课、演练、讨论、考核环节组成。它为学习者提供教育资源, 本质上也是 MH 临床质量管理的过程, 旨在提供最佳的 MH 急救与护理^[9]。

随着 MH 研究的深入, 很多国家和地区相继成立 MH 专门的研究机构, 如美国 MH 协会 (MH Association of the United States, MHAUS)^[13]、欧洲 MH 学组 (European MH Group, EMHG)^[14]、北美 MH 学组^[15]、中国医疗保健国际交流促进会围术期医学分会 MH 研究组等^[16]。这些组织和机构定期发布的指南及相关资讯为 MH 培训的开展提供了丰富的教学资源。EMHG、MHAUS 建议手术室内所有专业人员应接受教学培训以应对 MH 危机。在美国, MH 做为情境模拟演练的典型案例纳入医学院校及医疗机构的常规培训项目, 多学科团队、专用 MH 模拟教室、急救人员角色卡贴、仿制特效药丹曲林钠等多元化教学资源在培训中得以发展和应用^[9-17]。在德国、巴西等很多国家医疗机构的手术室, MH 情境模拟演练已列入手术室教学内容^[10-18]。我国近年来已有 MH 教学领域的探索性研究, 关于急救教学物资也在不断优化升级。

2 MH 情境模拟演练配置

2.1 人员配置: 国际 MH 指南及共识强调需启动 MDT。MH 情境模拟演练团队应以麻醉科医师为主导, 由手术室、药剂科、重症医学科、肾内科、心外科等学科协同参与^[19]。麻醉科医师及护士分别负责医疗及护理的教学内容。除麻醉科、手术室团队实施的麻醉专科操作、降温及纠正酸中毒等常规急救措施, 肾内科医护团队的血液净化及心外科医护团队的体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 均是 MDT 中主要的专科治疗手段, 药剂科团队指导药物的使用及丹曲林钠的调取^[9-20], 待患者临床症状稳定后转入重症监护病房 (intensive care unit, ICU)。MH 救治应侧重于横纹肌溶解导致体内酸性环境快速加剧的病理特点, 需联动多学科专业知识, 开展临床讨论并制定管理方案, 建立以 MH 专病为中心的多学科团队, 加强科际间的联系和交流, 形成长期、稳定、规范的多学科团队。Cain 等^[9]的研究建议, 医疗机构应就 MH 急救组建一支专属的 MDT。通过改善成员沟通和团队合作, 能更好地处理 MH 危机, 保障临床安全。

麻醉科医师团队负责 MH 情境模拟演练整体工作, 包括撰写脚本、组织团队实施教学内容、评价教学结果和反馈教学改进意见等。MH 脚本为综合性案例设计, 设计中应注意平衡理论与实践部分的占比布局。麻醉科医师是实施紧急救治的主要角色, 需对患者尽快进行 MH 诊断与鉴别诊断、基本对症支持治疗、动静脉穿刺及可能的心肺复苏等高级生命支持。对于 MH 患者救治的风险及走向作出合理预判, 带动以麻醉科为主的多学科团队共同协作救治^[21]。

MH 患者护理内容包括降温、药物护理、实验室检查、病程记录及物资供给等。麻醉科护士负责 MH 情境模拟演练的护理内容。麻醉科及手术室护士担任了急救护理团队中的主要任务, 既往研究对其职责进行了划分, 不同职责采取文字标注, 并以不同鲜明颜色为背景的卡贴固定于护士衣着统一位置。清晰的职责分工减少了急救中角色混乱的现象, 快速拉近了多学科团队成员间的沟通距离^[22]。护士职责分工包括: 降温护士、给药护士、化验护士、病程记录护士、物资供给护士、机动护士等。

2.2 物资配置推荐

2.2.1 MH 急救车: MH 急救车在教学急救物资供给方面发挥着重要作用。MH 急救车将丹曲林钠和其他急救所需耗材根据不同温域 (常温、冷藏、冷冻) 进行一站式存储, 缩短各类急救物资的准备时间^[3-14]。MH 急救车上还附有急救流程卡、紧急联络电话卡、急救人员角色卡贴等辅助信息。MHAUS 推荐手术室应像配备除颤仪的标准一样配置 MH 急救车, 并对其内置配备的急救物资和辅助信息进行了推荐^[9], 详见表 1。

2.2.2 认知辅助: 重要信息的书面化或计算机化呈现称为认知辅助 (cognitive aid, CA), CA 是 MHAUS 提供的 MH 救治方案中重要组成部分。CA 是一种学习的辅助工具, 为团队成员在患者管理过程中提供提示和审查^[22]。

表 1 MH 急救车物品配置推荐

温域	药物	耗材
常温	丹曲林钠、灭菌注射用水、碳酸氢钠、肾上腺素、阿托品、多巴胺等	体温监护探头、钠石灰、活性炭呼吸过滤器、呼吸管路、中心静脉及动脉装置套装、采血套装等
冷藏	晶体溶液、肝素、胰岛素等	
冷冻		冰块、冰袋、冰毯

注：空白代表无此项

CA 在 MH 急救领域中有许多很有价值的工具。如 MH 手机程序、纸质版 CA 急救流程卡等。MH 手机程序是隶属于 EMHG 和 MHAUS 的官方多语种 MH 急救程序,可引导操作者根据患者症状进行临床分级评分 (clinical grading scale, CGS) 并快速做出初步诊断^[9]。纸质版 CA 在 MH 急救中同样发挥着积极作用,包括放置于 MH 急救车的急救流程卡、紧急联络电话卡、角色卡贴等信息。急救流程卡梳理了整体急救过程,为团队成员提供明确的流程引导;紧急联络电话卡上附有多学科团队及辅助科室等急救人员的电话,让信息沟通更为便捷;角色卡贴明确定位了护士职责,使团队成员间的配合更加高效^[9-19]。CA 在提升急救及演练质量的同时也需持续改进,如反复列出重要内容或更改字体颜色引起读者关注等。Harrison 等^[22]发现 CA 的应用与 MH 患者合理有效的救治密切相关,表现良好的团队其 CA 应用率高,而表现最差的团队则没有使用任何形式的 CA。紧急状态下,良好的记忆和判断等都可能因急救压力受到影响,不熟悉 CA 会导致不理想的处理结果,造成偏离指南的措施出现。此外,有关手术情境模拟演练的研究显示,使用 CA 将因遗忘因素产生的相关误差降低 73%,说明 CA 在情境模拟演练中发挥了重要作用^[23]。

2.2.3 其他物品配置推荐: 针对丹曲林钠药物昂贵且需求量大等经济模型特点,既往研究有很多仿真且简易的替代方法,如橙汁粉、柠檬粉、鸡蛋黄仿制而成的丹曲林钠,解决了 MH 情境模拟演练中的药物供给问题^[24]。

MH 情境模拟演练中需要用到的其他物品配置推荐如下:模拟监护仪可依据案例预设的病情进展显示患者监护数值变化^[11];活性炭呼吸过滤器相较于常规呼吸过滤器其内置的活性炭能更好地吸附和去除麻醉废气里的吸入类麻醉药物,建议在麻醉机进气及出气端同时安装^[14]。

3 MH 情境模拟演练流程

MH 情境模拟演练由理论授课与考核、模拟演练及复盘讨论等环节组成。通过理论过渡至实践并整体复盘的过程,借助丰富的教学资源,构建出全面而立体的 MH 学习框架。

3.1 理论授课与考核: 理论授课是情境模拟演练的初始环节,为学习者提供理论知识及 MH 情境模拟演练事项讲解,深化对整体救治过程的理解。讲师为有教学资质的麻醉科医师,通常采取传统授课教学法并结合 CBL 及基于问题导向的教学法等常用教学法。多种教学法的联合运用融会贯通了各自的优势,在临床教学中相得益彰^[9-11]。理论授课期

间,团队成员应熟悉 MH 急救车、CA 等物品的使用方法,鼓励成员借助课本、网络等教学资源自主学习 MH 相关知识。

MH 情境模拟演练前、后期对麻醉科医护团队及手术室护理团队进行考核。考核形式可为电子或纸质试卷。组织者可将前期考核结果中存在的问题融合到模拟演练、复盘讨论环节中,通过后期考核综合检验教学效果。

3.2 模拟演练: 模拟演练场景设置为手术间或专用模拟教室,模拟案例选取手术中全身麻醉患者。由主持人根据脚本进行主持和叙述。MH 模拟监护仪根据预设程序运行,将生命体征显示在监护仪上,并根据成员的处置呈现数值变化。患者初始监护体征变化微妙,心率和呼气末二氧化碳分压轻微升高处于正常值上限。5 min 后监护体征高于正常范围,愈加明显地反映出 MH 征象。手术医师感觉到患者手术部位肌肉僵硬,要求麻醉科医师增加麻醉深度。如果麻醉科医师没有意识到发生的可疑现象,讲师应询问该如何回应外科医师的要求及应用的药物,并在必要时引导成员使其认识到 MH 监护体征的所有变化。麻醉科医师排除异常监护体征发生的原因直到使用 MH 手机程序或 CA 急救流程卡上的 GCS 评分做出初步诊断。此时主持人宣布由患者的上级麻醉科医师及其主管麻醉科医师为此次救治的负责人,麻醉科医师立即启动急救,嘱护士将 MH 急救车推到场地。

麻醉科高年资医师指挥 MH 急救,统筹协调急救人员及物资,协助主管麻醉科医师进行麻醉专科操作。麻醉科及手术室护士以角色卡贴标示出个人职责,随即开始分工协作:降温护士使用冰袋、冰帽等措施行物理降温;给药护士遵医嘱输注包括丹曲林钠在内的药物;化验护士采集动静脉血及尿液等标本进行实验室检查并追踪结果;病程记录护士及时记录各类急救信息;物资供给护士保障急救物资供给;机动护士根据现场实际需求予以配合。同时段麻醉科高年资医师借助紧急联络电话卡依序启动 MDT,药师指导丹曲林钠的使用及其后续剂量的药物调取,肾内科医护团队实施血液净化治疗。随着病情推进,心外科医护团队行 ECMO。此时,患者突发心室纤颤(室颤)并心搏骤停,医护人员立即给药并行电除颤、心肺复苏等治疗。当体温降至 38.5℃,停止降温。经过救治后患者病情逐渐平稳,待监护项目、相关实验室指标趋于稳定,麻醉科高年资医师宣布急救结束,转入 ICU 继续治疗。

模拟演练过程中,团队成员可随时使用 CA,并允许提问或接受提醒及指正,帮助团队更好地完成任务。借助录像录制或者网络直播的方式,可与不能到场人员分享模拟演练过程。

3.3 复盘讨论: 复盘讨论使所有成员能利用他们的批判性思维评价团队的整体表现。通过讨论得到 MH 情境模拟演练改进的方法,提升 MH 教学管理质量。

既往研究表明,最常见的讨论问题集中在丹曲林钠环节,如使用非灭菌注射用水复溶药物、复溶比例错误、用药延迟等^[10]。丹曲林钠药物到位、复溶、开始输注的时间关系着患者救治转归,建议强化理论授课环节教学内容,和药物

相关的 MH 情境模拟演练人员进行职责内依次的角色轮换,以增加实际操作体验;一些讨论中也指出,需要对 MH 急救车功能进行优化,如将护士角色卡贴对应的急救物资分类打包与该角色卡片一同放置,可节省医护人员进行物资分类的时间^[9]。

4 对 MH 情境模拟演练教学方法的评价

MH 情境模拟演练得到了医学院校和医疗机构团队肯定的评价。国内近期的研究表明,接受过 MH 情境模拟演练培训组的麻醉科医师在快速做出初步诊断和丹曲林钠使用方面的答题正确率明显高于传统授课组^[25];巴西相关研究结果显示,接受过 MH 情境模拟演练培训的护士在前、后期考核结果中存在着显著差异。参与成员同时建议,未来情境模拟演练应纳入其他危急重症危机事件的紧急救治中,以提升麻醉科做为临床平台科室的综合急救能力^[9]。

值得深思的是,世界范围内仍有 MH 患者在发病时无法快速得到丹曲林钠的治疗^[26]。因此,将 MH 情境模拟演练纳入医疗机构常规模拟培训仍是极为必要的教学内容。MH 情境模拟演练的意义不仅在于提高突发 MH 事件的救治能力,还在于能积极有效地预防 MH 的发生,是医院安全管理能力的体现^[19]。

5 启示

临床各类危机事件的共同特点是突发、紧急且致死率高,而模拟教学在临床危机管理中的价值日益凸显,创新教学模式的同时极大地提升了危机事件的培训效果。MH 集成了多重危机事件,是麻醉危机事件的经典代表。因此,MH 的紧急救治要求启动 MDT 模式,其教学培训亦应是多学科参与。情境模拟演练在 MH 急救培训中发挥着重要作用,凸显了其在其他危机事件教学培训中的应用价值。

情境模拟演练结合了理论知识与实践技能,围绕特定临床危机事件,综合多种教学法,借助丰富的教学工具,构建了系统的临床危机教学平台。医护人员是教学中的主体,教学过程中应充分利用多元化教学资源,强化知识储备,拓展临床思维,培养团队协作能力。通过反复模拟教学,形成标准化、流程化的应对策略。同时,应注重临床危机事件教学质量的持续改进,反思教学过程中存在的问题,完善不同层级人员的考核机制,引入先进的教学理念、教学工具等,以不断提升临床危机事件教学平台的教学质量。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 郭向阳, 罗爱伦. 恶性高热 [J]. 中华麻醉学杂志, 2001, 21 (10): 604-606.
- [2] 中华医学会麻醉学分会骨科麻醉学组. 中国防治恶性高热专家共识 [J]. 中华医学杂志, 2018, 98 (38): 3052-3059. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.38.002.
- [3] 中国防治恶性高热专家共识工作组. 中国防治恶性高热专家共识 (2020 版) [J]. 中华麻醉学杂志, 2021, 41 (1): 20-25. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20210102.00107.
- [4] Ordling H. Incidence of malignant hyperthermia in Denmark [J]. Anesth Analg, 1985, 64 (7): 700-704.
- [5] Litman RS, Rosenberg H. Malignant hyperthermia: update on susceptibility testing [J]. JAMA, 2005, 293 (23): 2918-2924. DOI: 10.1001/jama.293.23.2918.
- [6] Rosenberg H, Davis M, James D, et al. Malignant hyperthermia [J]. Orphanet J Rare Dis, 2007, 2: 21. DOI: 10.1186/1750-1172-2-21.
- [7] Rosero EB, Adesanya AO, Timaran CH, et al. Trends and outcomes of malignant hyperthermia in the United States, 2000 to 2005 [J]. Anesthesiology, 2009, 110 (1): 89-94. DOI: 10.1097/ALN.0b013e318190bb08.
- [8] Li ZQ, Liu KX, Guo XY. Dantrolene available in China for malignant hyperthermia treatment [J]. Anesthesiology, 2022, 136: 515-516. DOI: https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003998.
- [9] Cain CL, Riess ML, Gettrust L, et al. Malignant hyperthermia crisis: optimizing patient outcomes through simulation and interdisciplinary collaboration [J]. AORN J, 2014, 99 (2): 301-308; quiz 309-311. DOI: 10.1016/j.aorn.2013.06.012.
- [10] Sousa CS, Bispo DM, Cunha AL, et al. Educational intervention on malignant hyperthermia with nursing professionals of the operating room [J]. Rev Esc Enferm USP, 2015, 49 (2): 292-297. DOI: 10.1590/S0080-623420150000200015.
- [11] Quick J, Murthy R, Goyal N, et al. Malignant hyperthermia: an anesthesiology simulation case for early anesthesia providers [J]. MedEdPORTAL, 2017, 13: 10550. DOI: 10.15766/mep_2374-8265.10550.
- [12] 韩永正, 郭向阳. 国产注射用丹曲林钠用于恶性高热抢救规范化管理的个人建议 [J]. 中华麻醉学杂志, 2021, 41 (1): 16-19. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20201207.00106.
- [13] Rosenberg H, Pollock N, Schiemann A, et al. Malignant hyperthermia: a review [J]. Orphanet J Rare Dis, 2015, 10: 93. DOI: 10.1186/s13023-015-0310-1.
- [14] Rüffert H, Bastian B, Bendixen D, et al. Consensus guidelines on perioperative management of malignant hyperthermia suspected or susceptible patients from the European Malignant Hyperthermia Group [J]. Br J Anaesth, 2021, 126 (1): 120-130. DOI: 10.1016/j.bja.2020.09.029.
- [15] Fletcher JE, Rosenberg H, Aggarwal M. Comparison of European and North American malignant hyperthermia diagnostic protocol outcomes for use in genetic studies [J]. Anesthesiology, 1999, 90 (3): 654-661. DOI: 10.1097/0000542-199903000-00005.
- [16] 中国医疗保健国际交流促进会围术期医学分会. 多措并举加快麻醉学向围术期医学转变 [J]. 中华麻醉学杂志, 2020, 40 (11): 1309-1312. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20200302.01108.
- [17] Pinyavat T, Wong C, Rosenberg H. Development and evolution of the MHAUS cognitive aid for malignant hyperthermia [J]. BMC Anesthesiol, 2014, 14 (Suppl 1): A25. DOI: 10.1186/1471-2253-14-S1-A25.
- [18] Eismann H, Breuer G, Flentje M. Further development of crew resource management training: needs assessment by means of teamwork-context analysis in anesthesia and intensive care teams [J]. Anaesthesiologie, 2022, 71 (Suppl 2): 180-189. DOI: 10.1007/s00101-022-01170-3.
- [19] Ebbitt L, Johnson E, Herndon B, et al. Suspected malignant hyperthermia and the application of a multidisciplinary response [J]. Healthcare (Basel), 2020, 8 (3): 328. DOI: 10.3390/healthcare8030328.
- [20] 韩彬, 李正迁, 周阳, 等. RyR1 基因突变先天性肌肉病患儿术后恶性高热诊疗案例 [J]. 中华麻醉学杂志, 2021, 41 (11): 1330-1333. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20210320.01112.
- [21] 易菁, 赵洋, 李君晴, 等. 病例联合情景演练模拟为基础的教学模式在麻醉本科教育中的应用 [J]. 医学研究与教育, 2024, 41 (6): 75-80. DOI: 10.3969/j.issn.1674-490X.2024.06.010.
- [22] Harrison TK, Manser T, Howard SK, et al. Use of cognitive aids in a simulated anesthetic crisis [J]. Anesth Analg, 2006, 103 (3): 551-556. DOI: 10.1213/01.ane.0000229718.02478.c4.
- [23] Arriaga AF, Bader AM, Wong JM, et al. Simulation-based trial of surgical-crisis checklists [J]. N Engl J Med, 2013, 368 (3): 246-253. DOI: 10.1056/NEJMsa1204720.
- [24] Boet S. Low-cost, easy-to-make simulated dantrolene for malignant hyperthermia scenarios [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2014, 58 (3): 372-373. DOI: 10.1111/aas.12272.
- [25] 林道纳, 张静, 郑虹彩, 等. 基于案例学习结合情境模拟演练在恶性高热急救培训中的应用 [J]. 中华医学教育杂志, 2024, 44 (2): 105-108. DOI: 10.3760/cma.j.cn115259-20230331-00350.
- [26] Ho PT, Carvalho B, Sun EC, et al. Cost-benefit analysis of maintaining a fully stocked malignant hyperthermia cart versus an initial dantrolene treatment dose for maternity units [J]. Anesthesiology, 2018, 129 (2): 249-259. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002231.

(收稿日期: 2024-12-26)

(责任编辑: 邸美仙)