

基于重症儿童疼痛评估多模态标准数据集的 可视化培训平台构建及应用

荣心怡¹, 顾莺², 王颖雯², 傅唯佳³, 金芸⁴, 杨玉霞⁴, 沈伟杰⁴, 秦妍⁴,
王慧美⁵, 王蓓蓓⁴, 章莹莹⁴, 朱孟欣², 王亚柳惠¹

摘要: **目的** 构建基于重症儿童疼痛评估多模态标准数据集的可视化培训平台,并对平台的可用性进行评价。**方法** 以刻意练习为理论指导,基于多模态标准数据集,开发适用于儿科危重症患儿疼痛评估的可视化培训平台。平台共有 2 大模块,分别为学习资料模块和疼痛评估训练模块,内含 2 大章节 9 个小节和 104 例案例可供学习。采用目的抽样法,选取 14 名从事危重症护理的儿科护士进行平台的初步应用。通过系统可用性量表和半结构化访谈评价平台可用性。**结果** 14 名研究对象均完成平台中 2 大章节 9 个小节的理论学习和 4 次疼痛评估的练习。平台的可用性评价总分为 (73.50 ± 9.94) ;质性访谈共提炼出 4 个主题:平台提供较好学习体验、平台使用带来多维效益、使用意愿受平台可及性和使用负担影响、平台的可用性有待进一步提升。**结论** 基于重症儿童疼痛评估多模态标准数据集的可视化培训平台具备良好的可用性,但在可及性、直观性、功能性等方面仍需进一步完善,以提供更好的培训体验和效果。

关键词: 危重症儿童; 疼痛评估; 可视化; 培训平台; 刻意练习; 可用性; 可及性; 护理

中图分类号: R473.2 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2025.09.079

Construction and application of the visualization training platform based on a multi-modal standardized dataset for pain assessment in critically ill children

Rong Xinyi, Gu Ying, Wang Yingwen, Fu Weijia, Jin Yun, Yang Yuxia, Shen Weijie, Qin Yan, Wang Huimei, Wang Beibei, Zhang Yingying, Zhu Mengxin, Wang Yaliuhui. School of Nursing, Fudan University, Shanghai 200032, China

Abstract: **Objective** To construct the visualization training platform based on a multimodal standardized dataset for pain assessment in critically ill children and evaluate the usability of the platform. **Methods** Utilizing deliberate practice as the theoretical guide, a visualization training platform was developed for pain assessment in pediatric critical care, employing the multimodal standardized dataset. Two major modules were available for the platform: the learning materials module and the pain assessment training module, comprising 2 major chapters, 9 subsections and 104 cases. A purposive sampling method was used to select 14 pediatric nurses specialized in critical care for preliminary application of the platform. The usability of the platform was evaluated using the System Usability Scale (SUS) and semi-structured interviews. **Results** All 14 participants completed the theoretical learning of 2 major chapters with 9 subsections, as well as 4 exercises of pain assessment on the platform. The overall SUS usability score of the platform was 73.50 ± 9.94 . Four themes were identified for qualitative interviews: better learning experience provided by the platform, multidimensional benefits from its usage, willingness of use influenced by platform accessibility and burden of use, platform usability in need of further improvement. **Conclusion** The visualization training platform based on a multimodal standardized dataset for pain assessment in critically ill children demonstrated good usability. However, further improvements are still needed in terms of accessibility, intuitiveness, and functionality to ensure an even better training experience and effectiveness.

Keywords: critical ill children; pain assessment; visualization; training platform; deliberate practice; usability; accessibility; nursing

作者单位: 1. 复旦大学护理学院(上海, 200032); 2. 复旦大学附属儿科医院护理部; 3. 复旦大学附属儿科医院信息科; 4. 复旦大学附属儿科医院重症医学科; 5. 复旦大学附属儿科医院心胸外科

通信作者: 顾莺, guying0128@aliyun.com

荣心怡: 女, 硕士在读, 学生, rongxinyi0208@126.com

科研项目: 上海市 2022 年度“科技创新行动计划”人工智能科技支撑专项项目(STCSM22511105900); 上海申康医院发展中心市级医院诊疗技术推广及优化管理项目(SHDC22023240)

收稿: 2024-12-05; 修回: 2025-03-14

疼痛是危重症患儿在儿童重症监护病房(Pediatric Intensive Care Unit, PICU)住院期间常见的负性经历, 会给患儿生理、心理、社会等方面带来多维影响^[1-2]。PICU 护士是疼痛评估执行者, 高质量的疼痛评估有助于危重症患儿得到更有效的疼痛管理, 从而改善患儿体验^[3]、促进患儿康复^[4]。通过为护士提供疼痛相关培训, 有助于提高护士疼痛评估的知识和技能^[5]。然而, 危重症患儿的疼痛评估及培训面临诸多挑战。年龄阶段、发育水平、疾病类型等因素使危重

症患儿的疼痛表现复杂多样,插管、镇静、意识状态改变等情况限制患儿疼痛有效表达^[6],影响护士评估判断。同时,ICU 护士接触各类型疼痛案例机会相对有限,难以在短时间内积累足够经验以指导临床实践。因而,关于危重症患儿的疼痛评估培训内容应当更广泛,涉及各类情境,且需要具备一定的灵活性和可及性,但现有的培训方式存在一些不足。以讲座、课程教学在内的理论授课能够显著提升知识水平^[7],但不利于知识向临床实践转化^[8],对培训者的资质也提出较高要求。模拟类教学需要大量时间、精力成本和相应资源支持,可重复性较差,模拟案例与实际间也可能存在差异。刻意练习作为一种有目的、有计划地进行重复练习和反馈的训练方法^[9-10],能够为个体提供实践机会,及时识别与纠正错误,促进知识与实践融合,使特定技能的熟练程度得到提高。本研究基于刻意练习理论,利用前期研究形成的重症儿童疼痛评估多模态标准数据集^[11],开发可视化培训平台并初步应用 PICU 护理人员对危重症患儿的疼痛评估培训,可用性评价良好,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究所在场所为三级甲等综合性儿童专科医院,重症医学科为国家临床重点专科,开放床位 50 张,每年收治危重症患儿 1 800~2 000 例, PICU 护士进行疼痛评估超过 30 000 次/年。2024 年 4—5 月,采用目的抽样法,根据可用性评价样本量要求^[12],10 名及以上研究对象至少能够发现平均约 95% 的可用性问题,因而选取我院 PICU 14 名护士作为研究对象。纳入标准:①取得护士执业证书;②自愿参加此项研究。排除标准:①研究期间因进修、轮转、病假、产假等原因未在岗;②研究期间在本院进修的护士;③未能完成或中途退出者。男 1 名,女 13 名;年龄 24~45[30(24.75,38.25)]岁。学历:大专 3 人,本科 8 人,硕士 3 人。工作年限:<3 年 2 人,3~<6 年 2 人,6~<11 年 4 人,11~<21 年 5 人,21 年及以上 1 人。职称:护士 3 人,护师 7 人,主管护师 3 人,副主任护师 1 人。本研究已通过医院伦理审查(复儿伦审[2023]319 号)。

1.2 平台研发

1.2.1 研发基础 本课题组前期开展了重症儿童疼痛评估多模态标准数据集构建的相关研究^[11](伦理号:复儿伦审[2023]151 号)。该数据集专门针对重症儿童疼痛的多模态数据,采集范围包括儿童重症监护病房(PICU)、心脏重症监护病房(CICU)、麻醉后苏醒室(PACU)三个重要场所;包括术后和操作(如外科清创/换药、肌肉/皮下注射、外周静脉置管、动脉置管等)两种临床场景。覆盖患儿年龄范围从 2 个月至 18 周岁,共包含 205 例患儿,在不同场景中,同一患儿会被多次记录和拍摄。采集数据类型涵盖

各种特征的临床病例(不同年龄段、性别、疾病诊断等)、生理数据(心率、脉搏、血氧饱和度等)、图片和视频多种模态信息,能够为平台的构建提供真实、丰富且高质量素材。

1.2.2 组建团队 组建多学科研究团队,成员包括:项目负责人 1 名、信息科副主任 1 名,儿童危重症高年资护士 3 名,护理研究生 1 名(研究者本人),信息技术工程师 1 名。项目负责人为医院护理部主任,负责平台架构审核、项目指导与进度管理;信息科副主任具有丰富的临床护理与信息学交叉合作经验,参与医院数据平台打造,熟悉医院信息业务流程,在项目开展过程中,协助与信息科间跨部门协作,调配项目所需人力、物力和技术资源。3 名高年资护士均具有约 20 年临床经验,专注儿童重症监护、疼痛管理领域,负责平台学习资料模块的相关素材和疼痛评估训练模块的案例审核。研究者本人负责平台方案拟定和可用性评价;信息技术工程师负责平台开发、测试和后续调适、维护。

1.2.3 平台模块设计及实现 平台包括学习资料模块和疼痛评估训练模块 2 大功能模块。学习资料模块提供疼痛评估相关理论学习素材,以文本形式呈现,每章节末各设置 1 道选择题作为章节回顾。疼痛评估训练模块遵循刻意练习理论,由 4 次练习组成,共包括 104 例案例(均基于重症儿童疼痛评估多模态标准数据集生成)可供受训学员练习,通过专注、反复疼痛评估案例练习,结合及时、具体反馈,以逐步提高受训学员疼痛评估的准确性和熟练度。首先,由研究者本人对数据集中病例进行初筛,排除标准包括:①患儿患有严重躯体和精神疾病或使用神经肌肉阻滞剂,导致疼痛的行为反应发生改变,影响疼痛评估;②数据信息有缺失;③图片、视频内容模糊,被遮挡,难以清晰观察患儿面部五官变化和表情或患儿的躯干和肢体活动。然后,研究者本人对初筛后的病例,根据患儿的年龄、性别、意识状态、报告能力、疼痛场景等病例资料,将每个病例编制成案例,并判断疼痛评估工具:年龄 2 个月至 3 岁或无法获得其自我报告的患儿,选用儿童疼痛行为量表(the Face, Legs, Activity, Cry, Consolability behavioral tool, FLACC);年龄 3~7 岁、可以进行自我报告的患儿,选用 Wong-Baker 面部表情评定量表;年龄大于 7 岁、可以进行自我报告的患儿,选用视觉模拟量表(Visual Analogue Scale, VAS)。研究者本人依据患儿的面部和躯体图片、视频进行疼痛评分,形成案例集初稿共 207 例。3 名危重症高年资护士对案例集初稿的信息完整性、工具选择准确性、疼痛评分合理性进行审核。最终,根据疼痛程度的分布(无疼痛、轻度疼痛、中度疼痛、重度疼痛,各占 25%),并结合不同年龄段(2 个月至 3 岁、3~7 岁、7 岁以上)、不同报告能力,以及各种疼痛场景的多样性选取 104 例案例组成 4 次练习。平台

采用 ThinkPHP 框架开发,以 Apache 服务器作为运行环境,使用 CSS、HTML、JavaScript 等前端技术进行界面设计,选择 MySQL 数据库进行数据的储存与处理。

1.2.4 平台试运行 2024 年 4 月,平台初步开发完成,研究者本人、3 名高年资护士、信息技术工程师共同进行试运行,就平台稳定性、美观性、功能性进行测试。平台在试运行期间整体运行流畅,未出现闪退、卡顿等问题,在不同网络环境下具有良好表现。在美观性方面,“学习资料模块”存在可读性欠佳的问题。由研究者对单个章节进行细分,分设小节,合理利用图片、表格、示意图等形式进行排版优化,使整体内容更加简洁明了、生动易懂,提升阅读体验,形成平台最终版。

1.3 平台应用

1.3.1 学习资料模块 学习资料模块共有两大章节需学习。第一章节主要讲解疼痛相关基础知识,共有 5 个小节,分别为:疼痛的定义、疼痛的类型、疼痛的生理机制、疼痛的影响和疼痛的表现。第二章节聚焦疼痛评估,共 4 个小节,包括:疼痛评估的意义、疼痛患儿的病史采集、疼痛评估工具和疼痛评估频率。受训学员点击章节旁蓝色按钮“去完成”,进入相应章节开始学习。完成章节内容学习及章节末习题后,章节旁按钮变为灰色“已完成”。

1.3.2 疼痛评估训练模块 疼痛评估训练模块共有 4 次练习需完成。受训学员点击单次练习旁蓝色按钮“去完成”,开始练习。案例以随机顺序呈现,不重复。每个案例首先请受训学员根据患儿的面部、躯体图片和案例信息(包括年龄、性别、意识状态、报告能力、疼痛场景等)进行疼痛评估,完成工具选择,即单个案例练习结束。平台根据受训学员应答情况进行实时反馈,显示选择正确性;答题错误即刻会提供相应答案解析作为书面反馈。受训学员可以根据个人练习节奏安排学习进度,平台能够记录每次练习的应答情况。该模块的练习流程图,见图 1。

1.4 平台的可用性评价方法

1.4.1 可用性评价 采用系统可用量表(System Usability Scale,SUS)^[13]进行评价。SUS 共有 10 个条目,使用 Likert5 级评分法,1~5 分对应“非常不同意”到“非常同意”,根据每题选择情况获得基础分值,奇数条目采用正向计分,得分=基础分值-1,偶数条目采用反向计分,得分=5-基础分值,SUS 量表总分等于所有条目得分之和再乘以 2.5,总分 0~100 分,总分>60 为可用,≥70 为好,≥80 为良好,≥90 为优,具有良好的信效度。Wang 等^[14]对 SUS 量表进行了翻译、回译和文化调适形成中文版 SUS 量表,Cronbach's α 系数为 0.840。

1.4.2 护士使用平台的体验 采用描述性质性研

究,通过查阅文献^[15]、咨询专家意见初步拟定访谈提纲,预访谈研究组内 2 名完整使用过平台的高年资护士以确定访谈提纲:①您可以跟我分享一下您的平台使用体验吗?②您认为平台提供的信息质量如何?③您认为平台是否易于使用?您在使用过程中是否遇到困难?④您如何评价平台的功能设置、界面设计、页面布局?⑤您如何评价平台的稳定性、安全性和响应性?⑥您对使用平台进行疼痛评估培训的满意度如何?⑦您是否愿意使用平台进行疼痛评估培训?是否有影响您使用意愿的因素?⑧您认为使用平台进行疼痛评估培训是否有益?⑨在结束今天的访谈前,您对于平台还有什么问题或者想要分享的内容吗?

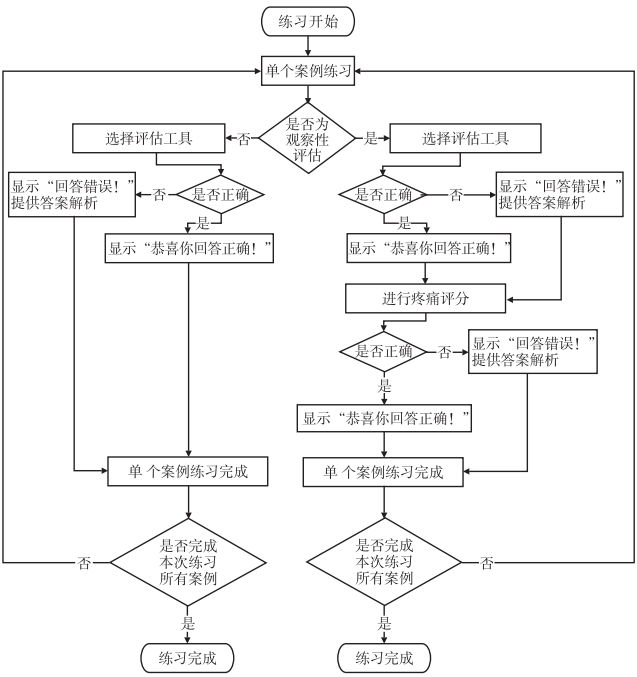


图 1 疼痛评估训练模块练习流程图

1.5 资料收集方法 资料收集全过程均由研究者本人负责,SUS 问卷回收有效率达到 100%,完成 SUS 后进行面对面、半结构式深入访谈。访谈在 PICU 会议室进行,录音前征得受访护士同意,访谈过程仅研究者与受访护士在场,环境安静、无干扰且保护隐私,过程中严格遵循自愿原则和保密原则。

1.6 统计学方法 量性数据使用 Excel 软件进行数据的录入、管理和维护工作,采用 SPSS26.0 软件对数据进行处理,SUS 总分和各条目得分采用($\bar{x} \pm s$)描述。定性数据由研究者在访谈结束后 24 h 内反复听取访谈录音并转录为文本,导入 NVivo20.0 进行资料的编码,按照主题分析法^[16]进行资料分析。

2 结果

2.1 平台应用情况 14 名研究对象均完成平台中 2 大章节 9 个小节的理论学习和 4 次评估练习。平台在应用过程中运行稳定,各模块功能表现良好,所有

和管理培训,但存在疼痛类型和场景单一、疼痛表现缺乏真实感、视觉质量不佳、开发成本过高等问题^[23]。本平台融合基础理论和实践练习,精选真实临床案例,覆盖危重症重点科室的常见场景,全面考虑患儿年龄差异、疼痛程度、报告能力等多样性。案例采用文字、图片、视频等多模态形式呈现,内容真实细致,还原复杂多样临床情境。移动平台形式更具灵活性,突破传统培训的时空局限,进一步增强了平台独特优势和临床价值。

4 结论

本研究开发了基于重症儿童疼痛评估多模态标准数据集的可视化培训平台,研发过程科学、严谨,满足基础培训需求,提供丰富学习资源和良好使用体验。平台作为一个系统化学习工具,在针对性、丰富性、真实感等方面展现独特优势,有助于推动护士疼痛评估技能和科室培训效率提升。然而,平台在可及性、介绍直观性、功能拓展性上尚有改进空间。后续研究可依据反馈优化平台,考虑开发手机端页面,增设引导式教程、分析报告和错题集合,支持学习进度监测与针对性复习。

参考文献:

[1] 王亚静,李杨,孙静,等. 新生儿重症监护病房患儿操作性疼痛现状调查[J]. 护理学杂志,2019,34(11):20-23.

[2] Lafond C M, Hanrahan K S, Pierce N L, et al. Pain in the pediatric intensive care unit: how and what are we doing? [J]. Am J Crit Care,2019,28(4):265-273.

[3] Zieliński J, Morawska-Kochman M, Zatoński T. Pain assessment and management in children in the postoperative period: a review of the most commonly used postoperative pain assessment tools, new diagnostic methods and the latest guidelines for postoperative pain therapy in children[J]. Adv Clin Exp Med,2020,29(3):365-374.

[4] Trottier E D, Ali S, Doré-Bergeron M J, et al. Best practices in pain assessment and management for children[J]. Paediatr Child Health,2022,27(7):429-448.

[5] Ozawa M, Yokoo K, Sumiya T, et al. Effectiveness of e-learning on neonatal nurses' pain knowledge and pain measurement skills: a pilot study [J]. Adv Neonatal Care,2022,22(2):132-139.

[6] Laures E, Lafond C, Hanrahan K, et al. Pain assessment practices in the pediatric intensive care unit[J]. J Pediatr Nurs,2019,48(5):55-62.

[7] Muñoz-Narbona L, Cabrera-Jaime S, Lluch-Canut T, et al. E-learning course for nurses on pain assessment in patients unable to self-report[J]. Nurse Educ Pract,2020,43(1):102728.

[8] 吴敏,龙良平,花芸. 儿童疼痛管理短期培训课程设计及实施效果[J]. 护理学杂志,2017,32(16):7-10.

[9] Ericsson K, Krampe R, Tesch-Roemer C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance[J]. Psychol Rev,1993,100(3):363-406.

[10] Ericsson K A. Deliberate practice and acquisition of expert performance: a general overview[J]. Acad Emerg Med,2008,15(11):988-994.

[11] 傅唯佳,张晓波. 面向危重症儿童的疼痛表情标准化数据集构建与验证[C]//中华医学会. 中华医学会第二十九次儿科学术大会论文集. 西安:中华医学会第二十九次儿科学术大会,2024.

[12] Virzi R A. Refining the test phase of usability evaluation: how many subjects is enough? [J]. Hum Factors, 1992,34(4):457-468.

[13] Brooke J. SUS: a quick and dirty usability scale[J]. Usability Eval Ind,1996,189(194):4-7.

[14] Wang Y, Lei T, Liu X. Chinese System Usability Scale: translation, revision, psychological measurement[J]. Int J Hum-Comput Int,2019,36(10):953-963.

[15] 费欣意,施云,袁勤俭. D&m 信息系统成功模型的应用与展望[J]. 现代情报,2018,38(11):161-171,177.

[16] 李偲,毕重增. 主题分析法及其在中国社区心理学研究中的应用[J]. 社区心理学研究,2021,12(2):211-223.

[17] Li J, Li X, Gu L, et al. Effects of simulation-based deliberate practice on nursing students' communication, empathy, and self-efficacy [J]. J Nurs Educ, 2019, 58 (12):681-689.

[18] De Souza L C, Campos J F, De Oliveira H C, et al. Effect of rapid cycle deliberate practice in peripheral intravenous catheters insertion training: a simulation experimental study[J]. Nurse Educ Pract, 2023, 71 (4): 103734.

[19] Karageorge N, Muckler V C, Toper M, et al. Using simulation with deliberate practice to improve pediatric ICU nurses' knowledge, clinical teamwork, and confidence[J]. J Pediatr Nurs,2020,54(5):58-62.

[20] Alazzawi A, Rahmatullah B. A comprehensive review of software development life cycle methodologies: pros, cons, and future directions[J]. Iraqi J Comput Sci Math, 2023,4(4):173-190.

[21] Kirakowski J. Summative usability testing: measurement and sample size [M]//Mayhew D J. Cost-justifying usability. Boston:Morgan Kaufmann,2005:519-553.

[22] 阮晓芬,冯燕,陈洁,等. 疼痛管理高仿真情境模拟综合培训方案的设计与应用[J]. 中华护理教育,2023,20(2):158-163.

[23] Harmon J, Pitt V, Summons P, et al. Use of artificial intelligence and virtual reality within clinical simulation for nursing pain education: a scoping review[J]. Nurse Educ Today,2021,97(1):104700.

(本文编辑 赵梅珍)