

doi:10.3969/j.issn.1006-9852.2024.07.012

双闭环管理系统结合关键指标在疼痛管理中的构建及应用 *

廖雨萍¹ 张达颖^{2,3} 王志剑^{2,3} 万露^{2,3} 宁玉梅^{2,3} 刘韦辰^{2,3} 魏建梅^{2,3} [△]⁽¹⁾ 南昌大学护理学院, 南昌 330006; ⁽²⁾ 南昌大学第一附属医院疼痛科, 南昌 330006; ⁽³⁾ 江西省卫生健康神经性疼痛重点实验室, 南昌 330006)

近年来,随着疼痛学科的发展,疼痛管理已成为医疗中的重要组成部分,同时也是评价医疗水平的关键指标之一^[1]。调查发现,在实际临床工作中,大多数医院仍存在护士疼痛评估不规范、医师处置延迟、疑难疼痛病人会诊流程复杂等多种问题^[2],导致疼痛管理效果尚不理想^[3],分析原因可能与缺乏完善的信息化系统支持有关。2023年国家卫生健康委员会和国家中医药管理局联合印发的《疼痛综合管理试点工作方案》中提出,应鼓励医疗机构充分运用信息化手段,开展全院疼痛综合管理智慧化建设^[4]。因此,应用智能化手段进行疼痛管理是政之所向、医之所需。闭环管理(closed-loop management, CLM)是综合闭环系统、管理控制、信息系统等原理的一种管理方法,既关注前瞻性控制,也注重事后分析^[5],目前在检验危急值^[6,7]、药物管理^[8]、静脉输液^[9]等领域应用广泛,且取得良好效果。关键指标是一种目标量化管理指标,用于衡量流程效能,基于管理学的“二八原则”找出全流程的关键参数,并将其作为评价标准^[10]。将闭环管理与关键指标结合有望提升管理效能,提高疼痛管理质量。然而疼痛管理信息化建设起步较晚,现有信息系统尚未实现系统闭环、有效监管与实时优化^[11]。本研究拟建立基于关键指标的疼痛管理与监管双闭环管理系统,以弥补现有信息系统所存缺陷,为优化疼痛管理流程,提高疼痛管理各关键节点质量,提升医院管理效能提供参考。

方 法

1. 一般资料

本研究通过南昌大学第一附属医院医学伦理委员会审核(IIT[2023]临伦审第416号),2023年1月信息科完成疼痛双闭环管理系统的构建并在南昌

大学第一附属医院正式使用,本研究选取疼痛科、肿瘤科、骨科、儿科、重症医学科、烧伤科6个与疼痛密切相关科室的数据进行分析。将应用双闭环管理系统前6个月(2022年7至12月)疼痛程度为轻度及以上的4633例病人作为对照组;应用双闭环管理系统后6个月(2023年1至6月)疼痛程度为轻度及以上的5135例病人作为试验组。两组病人年龄、性别、住院科室及疼痛程度等一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$,见表1)。

纳入标准:①疼痛评估为“轻度”及以上;②疼痛评估及诊疗经过记录完整。

排除标准:中途出院、出院前死亡等致诊疗中断。

2. 双闭环管理系统的设计与功能

(1)成立系统研发小组:为满足系统开发需求,由医务处、护理部、信息处、疼痛科主任及护士长组成研发小组。其中,医务处负责对系统开发全过程进行监管,保证信息安全;护理部作为总督导,负责采集系统开发前所需解决问题,对信息处提供开发思路;信息处负责提供软硬件支持、实现系统功能;疼痛科主任和护士长负责反馈科室使用体验并根据临床实际提出合理改善意见。

(2)组建医护药一体化专家团队:团队成员包括疼痛科、肿瘤科、骨科等相关专科副高以上医师、护士及疼痛专职药剂师。主要负责会诊二次预警的疼痛病人,深入各科室指导,并记录反馈结果。

(3)疼痛评估功能:疼痛评估是疼痛管理的首要步骤,是采取正确镇痛措施的前提^[12]。信息科根据病人的年龄、意识情况、认知水平及临床现状等特点^[13],将8种疼痛评估量表预先植入系统。

①年龄 ≥ 4 岁且语言交流正常的患儿或成年病人:以视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分为主,同时结合数字分级评分法(numerical rating scales, NRS)评分、文字描述评分量表(verbal descrip-

* 基金项目:2013~2014年度国家临床重点专科建设项目[国卫办医函(2013)544号]

[△] 通信作者 魏建梅 945645667@qq.com

tors scale, VDS) 和语言评分量表 (verbal rating scale, VRS); ②年龄 ≥ 4 岁无法正常交流的患儿或神志清楚有先天性认知障碍、语言表达困难的病人 (如痴呆、听障病人): 采用 Wong-baker 面部表情疼痛评分量表 (the Wong-baker faces pain scale); ③年龄 < 4 岁的婴幼儿或意识障碍无法配合完成评估的患儿: 使用 FLACC 行为学评分量表 (FLACC behavioral pain assessment scale); ④新生儿: 采用新生儿疼痛、躁动及镇静评估量表 (neonatal pain, agitation and sedation scale, N-PASS); ⑤使用呼吸机、气管插管、气管切开等机械通气而无法表达的病人: 使用危重症病人疼痛观察工具 (critical-care pain observation tool, CPOT)。系统将根据病人情况自动匹配合适量表, 护士可遵循系统智能推荐, 也可根据病人实际情况自选量表进行疼痛评估。护士完成评估后在系统进行统一录入, 新入院病人评估结果自动保存至入院护理评估单、生命体征观测单及疼痛综合评定报告单; 其余住院病人评估结果自动保存至生命体征观测单及疼痛综合评定报告单。

(4) 疼痛管理闭环: 基于护理部提出的开发要求及疼痛管理的标准, 信息科工程师借助医院信息化平台, 优化软硬件设施, 制订疼痛评估、风险预警、医师处置、二次预警及专家会诊的疼痛管理闭环, 在原有智慧一体化医疗平台 (Intelligent & Integrated Healthcare, IIH) 信息正向传输的功能上增加反馈功能, 实现系统间信息的双向传输。此闭环具体内容如下: ①疼痛评估: 各科室护士完成疼痛评估, 病人的一般信息、疼痛评分、既往用药史及病史等资料将自动保存并传输至 IIH; ②风险预警: 当病人疼痛级别达“重度”时, 将触发系统风险预警功能, IIH 病人信息一览表中出现红色的“重度”二字; 轻中度疼痛病人则分别显示绿色“轻度”、橙色“中度”二字。查阅相关文献^[14], 并结合我院疼痛管理规范: 当病人疼痛级别达“重度”时, 医护需在 30 min 内进行处理, 故将此标准作为预警时间; ③医师处置: 医师在 IIH 接收预警信息后即时生成处置时间反馈至闭环管理系统。针对轻、中、重度疼痛病人, 各临床科室基于镇痛药物分线分级管理的疼痛管理模式^[15]进行处理, 超时未处理者, 视为处置延迟病人, 系统将其设置成最优先处理对象, 以漂浮窗的形式出现在 IIH 医师端, 提醒医师尽快处理; ④二次预警及专家会诊: 若病人疼痛评分 ≥ 4 分持续时间超过 3 天或疼痛评分 ≥ 7 分持续时间超过 2 天, 则视为处置失败, 该病人进入需二次处置的病人列表, 点击该病人, 系统将生成会诊邀请单,

并发送至疼痛科及相关科室专家团队进行多学科会诊。直至病人疼痛级别下降, 疼痛管理闭环流程结束。

(5) 疼痛管理全流程监管闭环: 为明确本院各科室疼痛管理现状, 分析各关键环节, 制订科学管理策略, 提升管理效能, 特制订追踪、审核、统计、分析、整改的监管闭环。此闭环具体内容如下: ①数据生成: 系统自动生成病人疼痛级别、处置时间及处置结果等信息, 实时更新数据; ②统计分析: 在全院各科室系统间建立闭合式的应答处理模式, 所有数据加密传输, 形成疼痛处理汇总表、关键指标监测值及趋势图等各项统计数据; ③科学整改: 根据统计分析结果对疼痛管理闭环功能进行科学整改, 以进一步优化疼痛管理流程。

3. 疼痛管理关键指标的构建

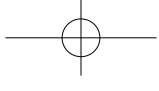
采用节点控制理念, 梳理出影响疼痛管理闭环全流程的 5 个关键节点: 疼痛评估、风险预警、医师处置、二次预警及专家会诊。针对上述关键节点, 遵循美国护理质量指标数据库 (the National Database of Nursing Quality Indicators, NDNQI) 的管理经验和思路^[16], 通过查阅文献, 并结合临床实际, 最终修订出 5 项关键指标。其中包含过程指标 3 项: 疼痛评估准确率、初次预警及时处置率、二次预警及时处置率; 结局指标 2 项: 病人镇痛满意度与病人平均住院天数。

4. 建立疼痛管理三级质控平台

从护理部主任-科护士长-病区护士长三级对疼痛管理质量进行过程控制, 信息科对三级分别进行授权, 护理部可看到全院各项统计数据, 每季度对各科室进行大数据分析, 做好疼痛管理质量督查、抽查; 科护士长可了解所管病区实施情况, 也可进入单一科室查看质控结果, 每个月对质控结果进行公示, 发现处置不及时等相关问题及时与相应科室护士长沟通; 各科护士长则负责本科室的数据查看、反馈追踪及统计分析, 并将各项统计数据导出, 每个月再以 PPT 的形式公示本科室的实施情况, 发现所存问题并及时解决, 以促进管理质量持续改进。

5. 评价方法

比较应用双闭环管理系统前和双闭环管理系统后疼痛评估准确率、初次预警及时处置率、病人镇痛满意度及平均住院天数 4 项关键指标的差异, 统计应用双闭环管理系统后二次预警及时处置率的达标情况。疼痛评估准确率 (%) = 疼痛评估准确病例数/疼痛评估总病例数 $\times 100\%$; 初次预警及时处置率 (%) = 及时处置重度疼痛病人例数/重度疼痛病人总例数 $\times 100\%$; 二次预警及时处置率 (%) = 专家



团队及时处置二次预警病人例数/二次预警病人总例数 $\times 100\%$ 。其中病人镇痛满意度采用休斯顿疼痛情况调查表 (Houston pain outcome instrument, HPOI) 中文版^[17]进行调查,该量表共 13 个问题,33 个条目,具有良好的信效度,各分量表的 Cronbach's α 系数为 0.808~0.894,总量表的 Cronbach's α 系数为 0.770,内容效度指数为 0.976。各科室护士(疼痛科、肿瘤科、骨科、儿科、重症医学科、烧伤科)每月 5、10、15、20、25 日随机抽取重度疼痛病人 2 例,轻中度疼痛病人 5 例进行问卷调查。每月回收有效问卷 210 份,有效回收率 100%。

6. 统计学分析

采用 SPSS 23.0 软件进行统计分析,计量资料采用均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm SD$) 表示,组间比较采用 t 检验,组内比较采用配对 t 检验;计数资料采用人数和百分比进行描述,采用 χ^2 检验进行比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 应用双闭环管理系统前后重度疼痛病人 4 项关键指标比较

表 1 应用双闭环管理系统前后病人一般资料比较 ($\bar{x} \pm SD$)

组别	例数	年龄	性别		科室						疼痛程度		
			男	女	疼痛科	肿瘤科	骨科	儿科	重症医学科	烧伤科	轻度	中度	重度
对照组	4633	52.1 $\pm$ 7.3	2629	2004	1077	702	1072	652	414	716	2290	1700	643
试验组	5135	51.6 $\pm$ 7.7	2959	2176	1241	780	1188	723	409	794	2439	1984	712
统计值		$t = 0.462$	$\chi^2 = 0.769$		$\chi^2 = 3.599$						$\chi^2 = 4.314$		
P		0.645	0.381		0.609						0.116		

表 2 应用双闭环管理系统前后重度疼痛病人 4 项关键指标比较 ($\bar{x} \pm SD$)

阶段	例数	初次预警及时处置率 [例 (%)]	疼痛评估准确率 [例 (%)]	平均住院日	镇痛满意度	
					例数	得分
管理前	643	472 (73.41)	526 (81.80)	22.3 $\pm$ 2.8	360	82.4 $\pm$ 2.9
管理后	712	649 (91.15)***	665 (93.40)***	17.6 $\pm$ 1.8***	360	96.8 $\pm$ 1.7***
统计值		$\chi^2 = 74.473$	$\chi^2 = 42.698$	$t = 29.617$	$t = 80.081$	
P		$P < 0.001$	$P < 0.001$	$P < 0.001$	$P < 0.001$	

*** $P < 0.001$, 与管理前相比

表 3 应用双闭环管理系统前后轻中度疼痛病人 3 项关键指标比较 ($\bar{x} \pm SD$)

阶段	例数	疼痛评估准确率 [例 (%)]	平均住院日	镇痛满意度	
				例数	得分
管理前	3990	3299 (82.68)	11.1 $\pm$ 1.5	900	83.2 $\pm$ 3.1
管理后	4423	4162 (94.10)***	9.9 $\pm$ 2.3***	900	97.5 $\pm$ 1.7***
统计值		$\chi^2 = 272.480$	$t = 29.476$	$t = 121.321$	
P		$P < 0.001$	$P < 0.001$	$P < 0.001$	

*** $P < 0.001$, 与管理前相比

应用双闭环管理系统后重度疼痛病人初次预警及时处置率、疼痛评估准确率、病人镇痛满意度均高于闭环管理前,病人平均住院天数缩短,差异有统计学意义 ($P < 0.001$, 见表 2), 表明应用双闭环管理系统后加快了医务人员对重度疼痛病人的处置,提高了疼痛评估准确率和病人镇痛满意度,缩短了住院时间。

2. 应用双闭环管理系统前后轻中度疼痛病人 3 项关键指标比较

应用双闭环管理系统后轻中度疼痛病人疼痛评估准确率、病人镇痛满意度均高于闭环管理前,病人平均住院天数缩短,差异有统计学意义 ($P < 0.001$, 见表 3), 表明应用双闭环管理系统后提高了轻中度疼痛评估准确率和病人镇痛满意度,缩短了住院时间。

3. 应用双闭环管理系统后二次预警及时处置率达标情况

应用双闭环管理系统后,二次预警及时处置率均处于较高水平,且呈稳步上升的趋势,完成情况良好(见表 4), 表明应用双闭环管理系统后加速了疑难疼痛病人的会诊流程,并及时对病人进行了二次处置。

表 4 应用双闭环管理系统后二次预警及时处置率达标情况

时间	例数	二次预警及时处置率 [例 (%)]
1 月	22	15 (68.18)
2 月	25	19 (76.00)
3 月	17	13 (76.47)
4 月	15	13 (86.67)
5 月	11	10 (90.90)
6 月	13	12 (92.31)

讨 论

1. 双闭环管理有效提升疼痛管理各关键节点的质量

疼痛管理闭环将疼痛管理看成连续性的医疗活动而非单一的诊疗行为，从护士评估开始至医师成功处置结束，将疼痛管理各关键节点构成闭合回路，在输出的基础上增加反馈功能，能够协助临床及时解决现有问题，提升各关键节点质量。首先是“疼痛评估”阶段，在系统中预先植入疼痛评估量表，并根据病人情况智能推荐量表，能够有效协助护士做出准确决策，使得重度疼痛病人评估准确率从 81.80% 提升至 93.40%，轻中度疼痛病人评估准确率从 82.68% 提高至 94.10%。其次是风险预警及医师处置阶段，未实施闭环管理前，护士将病人疼痛评估结果告知医师，医师继而做出处理这一过程很容易受阻，导致病人持续忍受疼痛；闭环管理后，通过系统的风险预警功能及漂浮窗提示，重度疼痛病人初次预警及时处置率从 73.41% 提高至 91.15%，提高了 17.74%，真正做到 30 min 内快速处理，有效保障病人安全，减轻病人痛苦，提高护士工作效率。最后是二次预警及专家会诊阶段，对于初次预警处置失败的病人，通过系统发送会诊信息至提前组建好的专家团队，不仅缩短了临时调取专家的时间，简化了疑难疼痛病人会诊流程，还保障了病人医疗安全，最大限度地帮助病人缓解疼痛。此外，应用双闭环管理系统后，病人镇痛满意度得分均高于管理前，且平均住院天数较前缩短，表明病人镇痛体验良好。

2. 关键指标的构建是闭环管理的必要补充

闭环管理是一种全程管理方法，管理者受时间和精力限制，难以把握疼痛管理闭环中的全部事项，通过设立关键指标进行质量管理，从既往的事后分析转变为事前评估、过程督促及事后分析并重，往往能达到事半功倍的效果^[18]。一方面，关键指标

能够准确反映出疼痛管理 5 个关键节点的达标情况，通过数据资讯，及时发现管理偏差，进而采取相应的改进措施，使闭环管理系统不断适应临床需求；另一方面，5 项关键指标也能让临床医务人员知晓疼痛管理全流程中的重点，更好落实关键节点各项工作。因此，关键指标的构建是闭环管理的必要补充，将疼痛管理关键指标与闭环管理有效结合，实现闭环中抓重点，重点外有流程，两者相互促进，共同提升疼痛管理整体效果。

3. 双闭环管理结合关键指标可有效提升疼痛管理的科学性

疼痛管理全流程监管闭环能够实现数据自动获取与分析，并生成各项统计图表，简化了管理 workflow，节省了人力资源与成本，有效提高了工作效率。此外，利用质控平台，护理部-科护士长-病区护士长三层级可在各自权限范围内实时查看与评估各项指标结果，通过统计学角度对关键指标进行分析和反馈，以了解临床疼痛管理效果，既能够避免主观臆断与经验式管理，又有利于提高决策的科学性和准确性^[19]。

综上所述，通过将闭环管理与关键指标有效融合，实现疼痛评估、风险预警、医师处置、二次预警及专家会诊的全流程监控，能有效提高疼痛评估准确率、医师处置及时率及病人镇痛满意度等关键指标，提升疼痛管理各关键节点质量。但该系统仍有部分功能值得优化，如疼痛评估阶段如何有效区分简单或疑难重度疼痛？疑难重度疼痛病人是否直接进入专家会诊环节，以提高首次镇痛治疗成功率等问题仍需在后续研究中不断加以探讨与完善。

利益冲突声明：作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

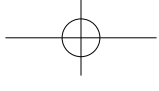
[1] Shdaifat E, Al-Shdayfat N, Sudqi A. Saudi nursing students' pain management knowledge and attitudes[J]. Nurs Open, 2020, 7(6):1833-1839.

[2] 何苗, 王秀丽, 祁海鸥, 等. 全国 145 家医院疼痛护理管理现状调查 [J]. 中国护理管理, 2023, 23(10): 1441-1446.

[3] 徐慧萍, 赵辉, 李东哲, 等. 腰椎术后患者疼痛管理智能化方案的制订及应用 [J]. 中华护理杂志, 2020, 55(10):1465-1470.

[4] 国家卫生健康委员会、国家中医药管理局. 关于印发疼痛综合管理试点工作方案的通知 [EB/OL]. (2022-12-22)[2023-09-12]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2023-01/05/content_5735127.htm.

[5] 陈秋彤. 移动护理信息系统在优化输液微量用药闭环管理中的实践 [J]. 中国数字医学, 2020, 15(8):142-144.



- [6] Li R, Wang T, Gong L. *et al.* Enhance the effectiveness of clinical laboratory critical values initiative notification by implementing a closed-loop system: a fiveyear retrospective observational study[J]. J Clin Lab Anal, 2020, 34(2):e23038.
- [7] 张怡, 文静, 邱爽, 等. 基于中断时间序列模型的危急值闭环管理干预效果研究 [J]. 中国医院管理, 2023, 43(7):42-45.
- [8] 翁玉英, 应争先, 刘敏敏, 等. 信息化给药闭环管理联合服药到口流程管理效果分析 [J]. 中国医院, 2023, 27(5):87-89.
- [9] 陈秋彤. 移动护理信息系统在优化输液微量用药闭环管理中的实践 [J]. 中国数字医学, 2020, 15(8):142-144.
- [10] 王群英, 孙彩霞. 闭环管理模式结合关键指标对CVC非计划性拔管的预防效果 [J]. 中国预防医学杂志, 2019, 20(8):729-732.
- [11] 张丽平, 朱国强, 苏丹. 以临床决策支持技术为基础构建的疼痛管理系统在儿科的应用 [J]. 护理研究, 2023, 37(10):1853-1856.
- [12] 刘韦辰, 王雨彤, 张达颖, 等. 基于多学科协作疼痛专科护士核心能力评价指标体系的构建 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2021, 27(11):866-871.
- [13] 魏建梅, 王志剑, 刘韦辰, 等. 疼痛评估管理体系的构建及应用 [J]. 中国护理管理, 2023, 23(10):1447-1451.
- [14] 赵永信, 顾莺, 张晓波, 等. 住院患儿疼痛管理决策支持系统的构建与应用研究 [J]. 中华护理杂志, 2020, 55(8):1147-1153.
- [15] 蔡军, 曹力, 杨旭丽, 等. 医疗机构基于镇痛药物分线分级管理的疼痛管理模式初探 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2023, 29(12):892-896.
- [16] Hou Q, Crosser B, Mahnken J D, *et al.* Input data quality control for NDNQI national comparative statistics and quarterly reports: a contrast of three robust scale estimators for multiple outlier detection[J]. BMC Res Notes, 2012, 5:456.
- [17] 沈曲, 李峥. 休斯顿疼痛情况调查表信度和效度的研究 [J]. 中华护理杂志, 2006(11):1049-1051.
- [18] 郑若菲, 陈晓欢, 简钢仁, 等. 基于关键指标监测的双闭环管理在急诊预检分诊中的应用 [J]. 护理学杂志, 2021, 36(10):53-56.
- [19] 熊晓菊, 黄丽红, 叶天惠, 等. 闭环管理结合关键指标监测预防管路滑脱 [J]. 护理学杂志, 2018, 33(9):56-58.

• 国际译文 •

外周神经损伤后的保护因子 *Adcyap1*——促进外周神经再生并缓解疼痛

外周神经损伤 (peripheral nerve injury, PNI) 导致运动障碍和神经病理性疼痛。在临床 PNI 的治疗过程中, 如何促进神经再生并缓解疼痛, 至关重要。然而, 现有的神经病理性疼痛模型并不能准确地模拟临床 PNI。另外, 科学家通常单独研究 PNI 神经再生和神经病理性疼痛, 缺乏对两者内在联系的探讨。本研究目的: 建立新的 PNI 模型, 研究神经再生和神经病理性疼痛之间的内在联系, 寻找潜在的治疗靶点。结果: (1) 首先构建一种新的大鼠外周神经损伤模型-选择性神经挤压模型 (spared nerve crush, SNC), 即坐骨神经的两个分支胫神经和腓总神经受到挤压, 保留腓肠神经的完整性。该模型的优势在于: 受挤压的胫神经和腓总神经直接受到损伤, 有利于研究神经再生, 非直接损伤的腓肠神经有利于研究疼痛。(2) 通过选择性标记方法并结合单细胞测序方法区分了背根神经节 (dorsal root ganglion, DRG) 中直接损伤 (介导神经再生) 和非直接损伤 (介导神经病理性疼痛) 的两群神经元。通过对两群神经元转录组的对比发现了一个关键基因 *Adcyap1*。该基因编码垂体腺苷酸环化酶激活肽 (pituitary adenylate cyclase activating polypeptide, PACAP), 在 PNI 早期阶段表达上调并发挥保护作用。(3) 在外周神经损伤早期给予 PACAP 受体激动剂 PACAP38 促进神经再生并减轻神经病理性疼痛。*Adcyap1* siRNA 和 PACAP 受体拮抗剂 PACAP6-38 可抑制神经再生并促进疼痛。结论: PNI 早期, 外周感觉神经元中 *Adcyap1* 是一种保护因子。促进外周神经再生并缓解疼痛。研究结果为理解神经再生和神经病理性疼痛的内在联系提供了理论依据, 也为周围神经损伤的治疗提供了新的潜在靶点。

(Chen Q, Zhang XY, Wang YP, *et al.* Unveiling *adcyap1* as a protective factor linking pain and nerve regeneration through single-cell RNA sequencing of rat dorsal root ganglion neurons. BMC Biol, 2023, 21(1):235. 北京大学神经科学研究所, 刘风雨 译)