



成人术后急性中重度疼痛预测模型的系统评价*

曹颖 廖玲 谭敏[△]

(川北医学院附属医院麻醉科, 南充 637000)

术后急性疼痛是临床最常见和最需紧急处理的急性伤害性疼痛,主要集中在术后24~72小时,常持续1周左右,短于1个月^[1]。术后疼痛是全球范围内重要的健康问题,国内外调查结果均显示术后急性疼痛控制现状不容乐观,中重度疼痛视觉模拟评分法(visual analogue score, VAS)或数字分级评分法(numerical rating scale, NRS)评分 ≥ 4 分^[2]发生率高。美国一项研究表明,约有54%的病人在出院时经历了“中度到极端”的疼痛^[3]。西班牙的一项多中心调查结果显示,73%的病人报告经历了术后急性疼痛,其中48.7%在术后72小时内经历过中重度疼痛^[4]。我国术后急性疼痛流行病学数据库(China acute postoperative pain study, CAPOPS) 2023年数据显示,术后第1天中重度疼痛的发生率达48.7%^[5]。在短期内,术后疼痛治疗不足会对机体各系统造成负性影响,延缓术后恢复,增加并发症,导致睡眠障碍、焦虑等;长期则将增加发展为慢性疼痛和导致精神行为改变的风险^[1]。因此,早期识别术后易发生中重度疼痛的高危人群,从而提前进行精准干预对改善病人预后具有重要临床意义。

术后急性中重度疼痛预测模型的构建有助于指导疼痛管理团队有效筛查、识别术后易发生发展为中重度疼痛的高风险人群,优化围手术期镇痛策略和节约医疗资源。早在20世纪90年代就有学者对术后疼痛的预测方法进行了探索研究。近年来,国内外学者构建了多种专科性和综合性术后疼痛风险预测模型。其中关于综合性术后急性疼痛预测模型,我国从2011年至今共发表3项研究^[6-8]。相关研究的质量和结果存在异质性,且尚无研究报道对综合性术后急性疼痛预测模型的性能和适用性进行系统评价。因此,本研究旨在对国内外综合性成人术后急性中重度疼痛风险预测模型进行系统性分析和评价,以期对相关模型构建、应用和制订个性化的围手术期疼痛管理策略提供参考。

方 法

1. 文献检索策略

系统检索Cochrane Library、PubMed、Embase、CINAHL、Web of Science、中国知网、维普、万方和中国生物医学文献数据库中有关成人术后急性中重度疼痛预测模型的研究,采用主题词与自由词相结合的检索方式,检索时限为建库至2024年1月1日。中文检索词为:疼痛、手术后、术后疼痛、急性疼痛、疼痛程度、危险因素、预测因子、预测模型、列线图。英文检索词为:“pain, postoperative” “postoperative pain” “postsurgical pain” “persistent pain” “predict” “prediction model” “prognostic model” “risk stratification model” “nomogram model”。

2. 文献纳入与排除标准

纳入标准:①研究对象为年龄 ≥ 18 周岁的手术病人,不限种族、国籍、手术类型或部位;②研究内容为手术病人术后急性疼痛预测模型构建的研究,预测结局指标为中重度疼痛(VAS或NRS评分 ≥ 4 分);③研究类型包括队列研究,病例对照研究;④说明了建模过程及统计学方法的研究;⑤术后疼痛持续时间1个月以内。

排除标准:①仅为分析危险因素,未构建模型的研究;②研究对象仅为某单一手术类型病人;③模型包含的预测因子数 ≤ 2 个;④研究结局包含多个重点指标,术后疼痛仅为其中之一,且并非预测模型的结局指标;⑤外部验证未更新模型预测因子或模型预测性能低于原模型的研究;⑥系统评价、综述、会议摘要、动物研究、非中英文文献;⑦重复、无法获取全文、信息不全的文献。

3. 文献筛选与资料提取

2名研究者按照文献纳排标准独立筛选文献,经过文献管理软件去除重复题录后,通过阅读题目及摘要进行初筛,阅读全文并确定最终纳入文献。

* 基金项目:川北医学院附属医院科研发展计划项目(2021ZD020);四川省护理学会护理科研课题计划(H24071)

[△] 通信作者 谭敏 mintan81@163.com

如遇意见分歧时，由第3名资深研究者协助判断。文献内容提取条目参考 CHARMS (checklist for critical appraisal and data extraction for systematic reviews of prediction modeling studies, CHARMS)^[9] 清单，制订标准化表格进行内容提取，包括第一作者、年份、国家、研究类型、研究对象、预测变量、结局指标、样本量、变量筛选、评估工具、建模方法、验证方法、模型性能、缺失数据及呈现方式。

4. 文献偏倚风险及适用性评估

由2名经过循证医学系统评价专题培训并合格的研究者（医学硕士）采用诊断或预后多因素预测模型研究偏倚风险的评估工具 PROBAST (prediction model risk of bias assessment tool, PROBAST) 独立对纳入的模型进行偏倚风险和适用性风险评估。PROBAST 是由荷兰乌得支大学 Moons 等^[10] 于2019年制订的用于评价诊断或预后多因素预测模型的评估工具，包括偏倚风险和适用性风险评估，其中偏倚风险评价包括研究对象、预测因子、结果和分析4个领域，共20个信号问题。每个问题采用“是/可能是”或“不是/可能不是”或“没有信息”进行回答，所有领域问题回答结果为“是/可能是”才能评为“低风险”，只要有1个问题回答为“不是/可能不是”就评为“高风险”。适用性风险评价包括研究对象、预测因子和结果3个信号问题。每个问题采用“低风险”“高风险”或“不清楚”进

行回答，所有问题回答结果为“低风险”才能评为“低风险”。

结 果

1. 文献筛选流程及结果

初检共获得文献8590篇，其中英文6567篇，中文2023篇。经过逐层筛选，最终纳入9篇文献。文献筛选流程见图1。

2. 纳入研究基本特征及预测结局

最终纳入9篇文献，包括2篇中文文献，7篇英文文献。5项为回顾性研究，4项为前瞻性研究。纳入研究对象主要包括住院手术病人及日间手术病人，手术类型不限。总样本量为259~50,005例。预测结局评估工具主要包括NRS和VAS评分。纳入研究的基本特征及预测结局见表1。

3. 预测模型的构建及验证

最终纳入9篇文献，共19个成人术后急性中重度疼痛预测模型。常见的变量筛选方式包括单因素分析、多因素回归分析和lasso回归。变量处理方式上，2项研究保持连续性原值输入，其余均将部分连续性变量根据临床知识转变为分类变量。建模方法上，6项研究采用了回归分析建模，3项采用机器学习方法建模。缺失数据处理上，2项研究对缺失数据进行填补，3项删除缺失值病例，4项

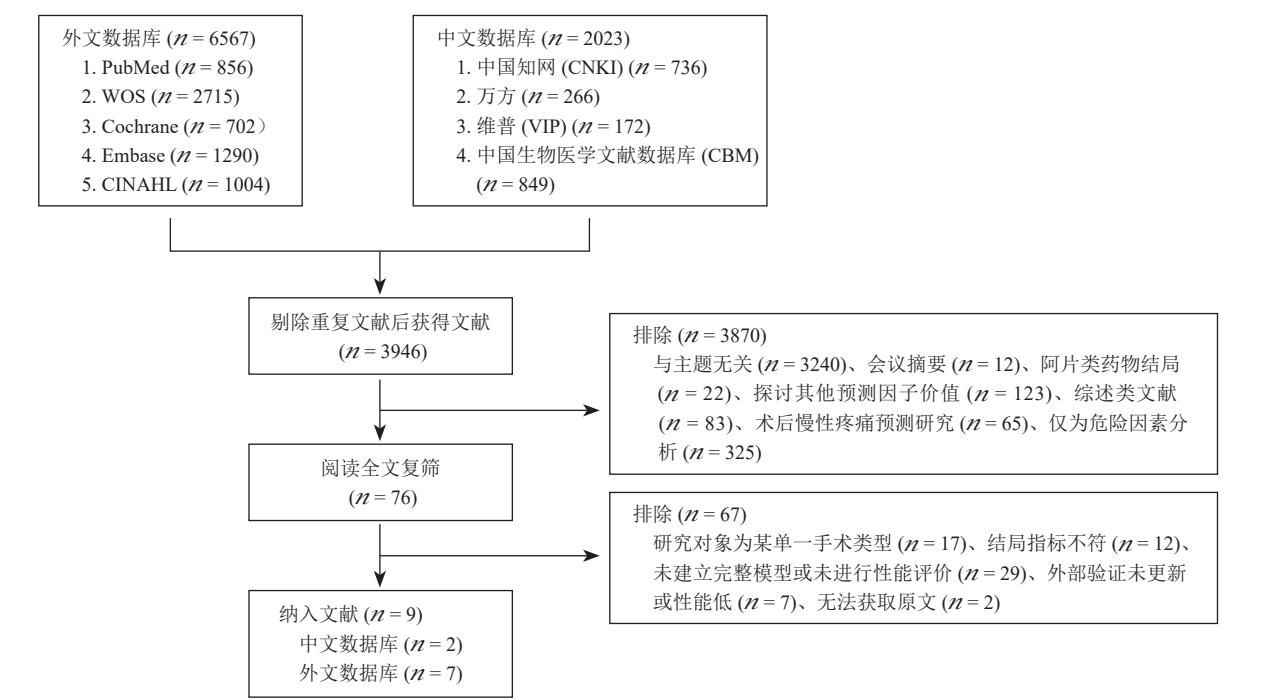


图1 文献筛选流程及结果



表 1 纳入文献的基本特征及预测结局

纳入文献	年份	国家	研究类型	研究设计	数据来源	研究对象	结局指标	评估工具
Armstrong 等 ^[11]	2023	英国	D	回顾性	英国围手术期质量改进计划 (PQIP) 网络数据库	17,079 例不限手术类型, 但主要以结直肠手术为主	术后 24 小时内发生重度疼痛	NRS
陈蔚星等 ^[6]	2022	中国	V + D	回顾性	广东省第二人民医院	1643 + 1000 例非日间非局部麻醉手术病人	术后 24 小时疼痛评分 ≥ 4 分	VAS
van Boekel 等 ^[12]	2021	荷兰	D	前瞻性	奈梅亨大学医学中心	1579 例住院及门诊手术病人	术后前 3 天的平均运动诱发的数字评定量表 (NRS-MEP) ≥ 4 分	NRS
Schnabel 等 ^[13]	2020	德国	D	回顾性	国际围手术期疼痛登记机构 (PAIN OUT)	33,667 + 16,338 例住院手术病人	术后 24 小时发生重度疼痛评分 ≥ 7 分	NRS
Wang 等 ^[7]	2018	中国	D	前瞻性	重庆市第九医院	259 例普外科、妇科、胸外科手术病人	术后 48~72 小时平均疼痛评分 ≥ 4 分	NRS
Stessel 等 ^[14]	2017	荷兰	D	前瞻性	马斯特里赫特大学医学中心	1118 例接受日间手术病人	术后第 4 天疼痛评分 > 4 分	NRS
Tighe 等 ^[15]	2015	美国	D	回顾性	佛罗里达大学综合数据库	8071 例非产科、非门诊手术病人	术后第 1、3 天发生中重度疼痛评分 ≥ 4 分	NRS
吴先平等 ^[8]	2011	中国	D	回顾性	广东省中医院	2859 例手术病人 (矫形外科、腹部外科、腔镜手术等)	术后是否有中等以上疼痛	VAS
Kalkman 等 ^[16]	2003	荷兰	V + D	前瞻性	乌得勒支大学医学中心	1386 例除心脏手术和颅内神经外科手术病人	术后 1 小时麻醉恢复室 (PACU) 中最高疼痛评分 ≥ 8 分	NRS

注: D 表示模型开发研究; V + D 表示模型开发及外部验证研究

未报告缺失数据。模型验证方面, 2 项研究采用了内部验证和外部验证相结合的方法, 6 项仅进行内部验证, 1 项仅评价了模型性能未进行验证。模型呈现方式上, 3 项研究以回归方程展示, 1 项以列线图模型展示, 1 项以风险分层评分展示, 1 项以分类树模型展示, 剩余 3 项未展示出具体模型。模型建立及验证情况见表 2。

4. 预测因子及模型性能

在纳入的预测模型中, 各项研究共包含 4~275 个预测因子。出现频率前 5 的预测因子包括年龄、手术类型、术前疼痛、性别、术前使用阿片类镇痛药。模型性能方面, 2 项研究未报告区分度 (受试者工作特征曲线下面积 AUC), 1 项采用 C 统计量对模型区分度进行判定, 其余模型 AUC 为 0.607~0.900, 6 个模型 AUC < 0.7 , 4 项研究未报告校准度评价指标及结果, 1 项采用临床决策曲线评价模型的临床收益。模型预测因子及性能见表 2。

5. 预测模型偏倚风险及适用性评价

本研究纳入的预测模型中, 总体偏倚风险均高, 总体适用性风险较低。偏倚风险评价结果中, 研究对象领域, 3 项研究为高风险, 1 项为不清楚; 预测因子领域, 1 项研究为高风险, 3 项为不清楚; 结果领域, 2 项研究为高风险, 1 项为不清楚; 分析领域, 9 项研究均为高风险。适用性风险评价结

果中, 1 项研究为高风险。纳入文献偏倚风险及适用性评价结果见表 3。

讨 论

术后急性中重度疼痛预测模型是临床麻醉和术后疼痛综合管理的重要内容, 准确预测术后疼痛的发生和发展对于制定合理的镇痛方案和提高病人术后生活质量具有重要意义。本研究对 9 篇文献, 共 19 个综合性成人术后急性中重度疼痛预测模型进行了系统性评价和分析。

本研究结果显示, 在纳入的研究中有 13 个预测模型的区分能力合格 (AUC > 0.7), 说明能够正确将术后是否发生中度以上疼痛的病人区分开来。5 项研究报告了校准度相关指标如 H-L 检验、Brier 评分、校准曲线等, 显示出实际发生概率与模型预测概率较为一致。1 项研究采用临床决策曲线评估模型性能, 结果表明该模型的构建对临床决策有较大意义。但文献提取结果显示仅有 3 个模型 AUC > 0.8 , 模型的预测性能还有待进一步提升; 风险偏倚评价结果显示, 所有研究均存在高风险。主要原因为: ①研究对象领域: 回顾性地进行数据收集及分析可能会影响资料的完整性与真实性, 导致风险增高, 其中多项研究也并未报告是否使用了盲法进行控

表 2 成人术后急性中重度疼痛预测模型构建及验证情况

纳入文献	预测因子	变量筛选	变量处理	缺失值处理	建模方法	验证方法	模型性能	呈现形式
Armstrong 等 ^[11]	25 个: 年龄、性别、手术类型、手术方式、白细胞计数、吸烟史、脑血管病史、饮酒史、手术等级、焦虑抑郁、术前使用阿片类药物、胰岛素依赖型糖尿病等	多因素回归分析	对数转换、部分转为分类变量	删除缺失值 病例	LR	A: Bootstrap 重抽样	C 统计量 = 0.660 Brier 评分 = 0.135 临床决策曲线 A: LR-AUC = 0.746 SVM-AUC = 0.729 DTM-AUC = 0.641 RFM-AUC = 0.789 GBM-AUC = 0.800 ABM-AUC = 0.761 B: RFM-AUC = 0.728 GBM-AUC = 0.714 ABM-AUC = 0.692	-
陈蔚星等 ^[6]	重要性前 20: 麻醉时长、手术时长、晶体、舒芬太尼、顺阿曲库铵、胶体、体重指数、年龄、中心静脉穿刺、右美托咪啶、手术体位、手术级别、麻醉分级、动脉穿刺、性别、帕瑞昔布钠、氟比洛芬酯、吗啡、甲强龙、七氟烷	单因素分析、SHAP 图	保持连续性，部分转为分类变量	未报告	LR、SVM、DTM、RFM、GBM、ABM	A: 随机拆分 验证 + B: 时间验证	-	-
van Boekel 等 ^[12]	10 个: 女性、较高的术前疼痛评分、年轻、疼痛灾难化、焦虑、高的功能障碍评分、预期疼痛、医学类别、预期的未知伤口大小、实际伤口大小 > 10 cm	lasso 回归	保持连续性	删除缺失值 病例	多元线性回归	A: 随机拆分 验证	AUC 未报告、 均方根误差 (RMSE) = 2.110	回归方程
Schnabel 等 ^[13]	4 个: 年龄、女性、术前慢性疼痛、术前阿片类药物使用量	多因素回归分析	部分转变为分类变量	未报告	LR	A: 随机拆分 验证	建模组 AUC = 0.607 验证组 AUC = 0.704	风险分级 评分
Wang 等 ^[7]	4 个: 疼痛自我效能感、疼痛灾难化、病程时长 (> 1 周)、体重指数	多因素回归分析	部分转变为分类变量	未报告	CTA	A: 交叉验证	AUC 未报告 准确率 93%	分类树 模型图
Stessel 等 ^[14]	9 个: 手术类型、年龄、性别、ASA 分级、文化程度、术前疼痛、术前使用镇痛药、预期疼痛、焦虑恐惧	多因素回归分析	保持连续性	多重插补 (MI) 法	LR	A: Bootstrap 重抽样	AUC = 0.820 校准图	回归方程
Tighe 等 ^[15]	275 个: 包括人口统计学、共病、家庭药物、手术过程和手术情况	多因素回归分析、lasso 回归	保持连续性，部分转为分类变量	自动输入缺失数据	LSSAO、DTM、NN、SVM、KNNM	A: 随机拆分 + 交叉验证	LSSAO 算法具有 最佳性能，模型 IAUC = 0.704、 模型 2AUC = 0.727	-
吴先平等 ^[8]	9 个: 性别、年龄、术前疼痛、术前焦虑、术前心率、手术类型、手术切口大小、麻醉方式、手术时间	单因素分析、多因素回归分析	保持连续性，部分转为分类变量	未报告	LR	-	AUC = 0.900 Kappa 检验 = 0.540	回归方程
Kalkman 等 ^[16]	6 个: 年龄、性别、手术类型、切口大小、术前疼痛评分、AP AIS 评分	单因素分析、多因素回归分析	保持连续性，部分转为分类变量	删除缺失值 病例	LR	A: Bootstrap 重抽样 + B: 时间验证	AUC = 0.710 H-L 检验 P = 0.780	列线图 模型

注: A 表示内部验证; B 表示外部验证; AUC 表示受试者工作特征曲线下面积; H-L 表示 hosmer-lemeshow 检验; LR 表示 logistic 回归; SVM 表示支持向量机模型; RFM 表示随机森林模型; GBM 表示梯度提升模型; DTM 表示决策树模型; NBM 表示朴素贝叶斯模型; ANNM 表示人工神经网络模型; KNNM 表示 K 最近邻模型; ABM 表示自适应增强算法模型; ENM 表示弹性网络算法模型; CTA 表示分类树分析



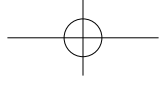
表 3 纳入研究偏倚风险及适用性风险评价结果

纳入文献	偏倚风险				适用性风险			总体	
	研究对象	预测因子	结局	分析	研究对象	预测因子	结果	偏倚风险	适用性风险
Armstrong 等 ^[11]	高	不清楚	低	高	低	低	低	高	低
陈蔚星等 ^[6]	低	低	低	高	低	低	低	高	低
van Boekel 等 ^[12]	低	低	低	高	低	低	低	高	低
Schnabel 等 ^[13]	低	不清楚	低	高	低	低	低	高	低
Wang 等 ^[7]	低	低	低	高	低	低	低	高	低
Stessel 等 ^[14]	不清楚	低	高	高	低	低	低	高	低
Tighe 等 ^[15]	高	高	高	高	低	高	低	高	高
吴先平等 ^[8]	高	不清楚	不清楚	高	低	低	低	高	低
Kalkman 等 ^[16]	低	低	低	高	低	低	低	高	低

制。②预测因子领域：除未报告是否使用盲法进行变量评估外，部分模型最终纳入了差异无统计学意义或缺少数据的无效预测因子，增加了偏倚风险。③结果领域：部分模型所包含的预测因子是结果定义中相关的内容，可能导致过高的估计结果与预测因子之间的关联性^[17]。④分析领域：大部分研究将连续变量处理为分类变量，这可能导致部分信息丢失和降低模型预测能力；直接删除缺失值病例或使用单因素分析筛选变量可能会导致具有代表性的数据或变量遗漏；未对预测模型进行外部验证也可能影响外推性。建议未来相关研究应参照 PROBAST 工具进行预测模型开发及验证，并按个体预后或诊断多因素预测模型报告规范 TRIPOD 声明 (transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis, TRIPOD)^[18] 提升文献报告质量。

本研究总结归纳出现频次前 5 的预测因子包括年龄、手术类型、术前疼痛、性别和术前使用阿片类镇痛药，这与 Yang 等^[19] 的荟萃分析研究结果一致。女性病人术后更易出现中度以上的疼痛，可能与女性和男性在基因组和神经免疫水平上的疼痛处理有内在的差异和女性表现出炎症性疼痛调节相关的高疼痛敏感性有关^[20]。不同的手术类型会导致不同程度的创伤，更多的组织创伤会释放大炎症介质，致使外周敏化，术后出现较高级别的疼痛。荟萃分析和多项原始研究结果显示术前存在疼痛和使用阿片类药物是术后急性疼痛及术后持续使用阿片类药物的显著预测因子^[19]。在术前，临床医护人员应重视并积极干预这些可控可改变的危险因素，例如对病人进行规范的健康宣教、减轻焦虑恐慌心理、积极处理疼痛。对于不可改变的因素，应对高危病人采取个性化的预防性镇痛措施，以达到尽早干预有效防止术后疼痛的目的。

本研究结果显示，有 3 项研究采用了机器学习算法建模。机器学习是人工智能领域中重要的一门学科，该项技术能对海量资料实现智能数据分析、数据收集和数据存储，被广泛应用于医疗卫生领域^[21]。建立综合性术后急性疼痛预测模型需要大量手术病人的一般人口学特征、围手术期各项指标、医疗护理干预方法等多维度的相关数据，在这种情况下使用逻辑回归的建模方法存在较多限制，例如对缺失值较敏感，变量不能纳入太多，模型拟合结果不理想等。本研究纳入文献中，2020 年德国一项研究回顾性利用国际围手术期疼痛登记机构 (PAIN OUT) 数据库中 50,005 例手术病人资料构建了成人术后 24 小时内发生重度疼痛的预测模型，该项研究纳入了足够大量的样本，但逻辑回归建模结果显示模型的预测性能并不理想（建模组 AUC = 0.607，验证组 AUC = 0.704）^[13]；2023 年，Armstrong 等^[11] 利用英国围手术期质量改进计划 (PQIP) 网络数据库中 17,079 例病人的数据建立术后 24 小时内重度疼痛预测模型，逻辑回归建模结果显示 C 统计量仅为 0.660。相较于传统逻辑回归或线性回归等建模方法，机器学习算法在处理复杂数据，变量特征选择和模型拟合上有其独特的优势。陈蔚星等^[6] 研究显示，相比于逻辑回归建模，部分机器学习算法能显著提升术后疼痛预测模型的性能。模型结果呈现方面，使用机器学习建模的研究多数未展示出具体的预测模型^[6,15]，这是由于机器学习算法中大多是非参数模型，模型结果较难直观展示，这对于医疗领域的模型来说是一个重要考虑因素，未来需要跨学科与计算机领域专家合作开发出可视化的呈现方式或自动计算模型嵌入信息系统，更方便临床使用。传统的回归模型有较多具体的呈现形式（如回归方程、风险评分表、列线图、网页计算器等），模型使用简便且易于解读。故而建议未来在相关预测模型构



建研究时应充分考虑数据特点, 结合临床现实需求, 对比分析和客观看待已有建模方法的优势与缺点。

术后急性中重度疼痛预测模型的研究尚处于发展阶段, 综合性预测模型也在逐年改进和完善, 研究者们也一直在努力探索新的方法和技术来预测术后疼痛的严重程度和持续时间。研究表明, 外周白细胞比率水平是腹部手术后 48 小时内严重疼痛的独立预测因素^[22]; 儿茶酚氧位甲基转移酶 (catechol-O-methyltransferase, COMT) 基因 rs4680 多态位点与人类疼痛有潜在关系, 可能与疼痛敏感性个体化差异有关, 并且能够预测术后疼痛评分^[23]。此外, 荷兰奈梅亨大学医疗中心拟于 2025 年在国际招募手术病人以建立综合跨学科测量的数据库用于识别疼痛预测遗传学与术后疼痛的关系, 即找出与术后疼痛有关的基因组并构建个性化术后疼痛管理的预测模型^[24]。基于我国尚缺乏有关术后疼痛的大规模流行病学研究这一现实需求, 中国人民解放军总医院团队发起建立了“中国术后急性疼痛研究 (CAPOPS)”数据库, 为指导临床进行术后疼痛管理提供了重要依据^[5], 同时为建立我国人群术后急性中重度疼痛预测模型提供了宝贵的数据来源。

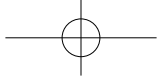
综上所述, 本研究对纳入的 9 篇文献共 19 个综合性成人术后急性中重度疼痛预测模型进行了系统性分析与评价, 结果显示现有的预测模型偏倚风险均高, 预测性能有待进一步提升, 未来研究应遵循模型开发及报告规范, 减少偏倚风险。生物标志物预测 (如基因表达、血清学指标等)、机器学习算法和人工智能是当下及未来该领域的研究热点, 研究者们应积极探索新的潜在预测因子, 提升预测模型整体性能。此外, 我国术后疼痛管理亟需推动高质量进程, 各级医疗中心应积极响应国家政策, 组建多学科疼痛管理团队并建议采用循证护理模式对病人围手术期进行全程、规范、动态和多维度的疼痛评估与诊疗, 以提升病人对疼痛管理的满意度和实现持续改进疼痛管理质量^[25,26]。

本研究存在以下局限性: 仅纳入了综合性术后急性中重度疼痛预测模型相关文献, 未对专科性 (如骨科、妇科等) 术后疼痛预测模型作系统性评价。近年来, 专科性术后疼痛预测模型构建研究逐渐增多, 相关研究向专业化和精细化发展, 值得广泛关注; 研究纳入了部分预测性能较低 ($AUC < 0.7$) 的模型, 可能增加了模型评价的总体偏倚风险。但本研究客观指出了现有综合性预测模型的不足, 评价结果可信。

利益冲突声明: 作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

- [1] 中华医学会麻醉学分会. 成人手术后疼痛处理专家共识 [J]. 临床麻醉学杂志, 2017, 33(9):911-917.
- [2] 国家卫生健康委员会. 关于印发感染性疾病等 4 个专业医疗质量控制指标 (2023 年版) 的通知 [EB/OL]. [2023-11-13]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7657/202311/09e5978ff7df407d90cd3e8437dcb217.shtml>
- [3] Buvanendran A, Fiala J, Patel KA, *et al.* The incidence and severity of postoperative pain following inpatient surgery[J]. *Pain Med*, 2015, 16(12):2277-2283.
- [4] Torres LM, Sánchez-Del-Águila MJ, Salazar R, *et al.* A patient-based national survey and prospective evaluation of postoperative pain management in Spain: prevalent but possibly preventable[J]. *Pain Med*, 2020, 21(5):1039-1048.
- [5] Liu Y, Xiao S, Yang H, *et al.* CAPOPS Group. Postoperative pain-related outcomes and perioperative pain management in China: a population-based study[J]. *Lancet Reg Health West Pac*, 2023, 39:100822.
- [6] 陈蔚星, 王益敏, 吴晓鸽, 等. 术后急性中重度疼痛风险预测模型构建 [J]. 中国数字医学, 2022, 17(9): 79-84.
- [7] Wang Y, Liu Z, Chen S, *et al.* Identifying at-risk subgroups for acute postsurgical pain: a classification tree analysis[J]. *Pain Med*, 2018, 19(11):2283-2295.
- [8] 吴先平, 韦志军, 江映. 术后疼痛高危因素的分析 [J]. 临床麻醉学杂志, 2011, 27(4):353-355.
- [9] Moons KGM, De Groot JAH, Bouwmeester W, *et al.* Critical appraisal and data extraction for systematic reviews of prediction modelling studies: the CHARMS checklist[J]. *PLoS Med*, 2014, 11(10):e1001744.
- [10] Moons KGM, Wolff RF, Riley RD, *et al.* PROBAST: a tool to assess risk of bias and applicability of prediction model studies: explanation and elaboration[J]. *Ann Intern Med*, 2019, 170(1):W1-W33.
- [11] Armstrong RA, Fayaz A, Manning GLP, *et al.* Predicting severe pain after major surgery: a secondary analysis of the peri-operative quality improvement programme (PQIP) dataset[J]. *Anaesthesia*, 2023, 78(7):840-852.
- [12] van Boekel RLM, Bronkhorst EM, Vloet L, *et al.* Identification of preoperative predictors for acute postsurgical pain and for pain at three months after surgery: a prospective observational study[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):16459.
- [13] Schnabel A, Yahiaoui-Doktor M, Meissner W, *et al.* Predicting poor postoperative acute pain outcome in adults: an international, multicentre database analysis of risk factors in 50,005 patients[J]. *Pain Rep*, 2020, 5(4):e831.
- [14] Stessel B, Fiddelaers AA, Marcus MA, *et al.* External



- validation and modification of a predictive model for acute postsurgical pain at home after day surgery[J]. Clin J Pain, 2017, 33(5):405-413.
- [15] Tighe PJ, Harle CA, Hurley RW, *et al.* Teaching a machine to feel postoperative pain: combining high-dimensional clinical data with machine learning algorithms to forecast acute postoperative pain[J]. Pain Med, 2015, 16(7):1386-1401.
- [16] Kalkman CJ, Visser K, Moen J, *et al.* Preoperative prediction of severe postoperative pain[J]. Pain, 2003, 105(3):415-423.
- [17] 陈香萍, 张奕, 庄一渝, 等. PROBAST: 诊断或预后多因素预测模型研究偏倚风险的评估工具 [J]. 中国循证医学杂志, 2020, 20(6):737-744.
- [18] Collins GS, Reitsma JB, Altman DG, *et al.* Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement[J]. BMJ, 2015, 350:g7594.
- [19] Yang MMH, Hartley RL, Leung AA, *et al.* Preoperative predictors of poor acute postoperative pain control: a systematic review and meta-analysis[J]. BMJ Open, 2019, 9(4):e025091.
- [20] Li JXL, Wang X, Henry A, *et al.* Sex differences in pain expressed by patients across diverse disease states: individual patient data meta-analysis of 33,957 participants in 10 randomized controlled trials[J]. Pain, 2023, 64(8):1666-1676.
- [21] Alanazi HO, Abdullah AH, Qureshi KN. A critical review for developing accurate and dynamic predictive models using machine learning methods in medicine and health care[J]. J Med Syst, 2017, 41(4):69.
- [22] 徐志全, 马青静, 饶焱, 等. 血常规检验指标在腹部手术后急性疼痛的预测作用 [J]. 国际检验医学杂志, 2023, 44(15):1843-1847.
- [23] Kumar S, Kesavan R, Sistla SC, *et al.* Predictive models for fentanyl dose requirement and postoperative pain using clinical and genetic factors in patients undergoing major breast surgery[J]. Pain, 2023, 164(6):1332-1339.
- [24] Li S, van Boekel RLM, van den Heuvel SAS, *et al.* Pain predict genetics: protocol for a prospective observational study of clinical and genetic factors to predict the development of postoperative pain[J]. BMJ Open, 2022, 12(11):e066134.
- [25] 姜柏林, 吴雅青, 王秀丽, 等. 重新认识术后急性疼痛强度和病人满意度之间的关系: 一项注册观察研究带来的启示和术后疼痛的综合评分 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2022, 28(3):186-192.
- [26] 谢斌, 康月明, 黄小芬, 等. 循证护理实践在腰椎显微手术后疼痛管理的应用 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2023, 29(11):869-874.

(上接第 302 页)

- [8] 张媛婧, 杨阳, 王稳, 樊碧发, 等. 短时程脊髓电刺激治疗带状疱疹相关性疼痛的研究进展 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2023, 29(6):414-419.
- [9] 许银红, 陈建平, 李航, 等. 周围神经电刺激对三叉神经第一支带状疱疹后神经痛疗效分析 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2021, 27(12):939-942.
- [10] Liu DY, Chen JS, Lin CY, *et al.* Subcutaneous peripheral nerve stimulation for treatment of acute/subacute herpes zoster-related trigeminal neuralgia: a retrospective research[J]. Clin J Pain, 2021, 37(12):867-871.
- [11] Fan X, Ren H, Xu F, *et al.* Comparison of the efficacy of short-term peripheral nerve stimulation and pulsed radiofrequency for treating herpes zoster ophthalmicus neuralgia[J]. Clin J Pain, 2022, 38(11):686-692.
- [12] Wan CF, Song T. Short-term peripheral nerve stimulation relieve pain for elder herpes zoster ophthalmicus patients: a retrospective study[J]. Neuromodulation, 2021, 24(6):1121-1126.
- [13] Ong Sio LC, Hom B, Garg S, *et al.* Mechanism of action of peripheral nerve stimulation for chronic pain: a narrative review[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(5):4540.