

• 论 著 •

# 老年全膝关节置换患者术后疼痛变化轨迹及与衰弱的纵向关联研究

王苗<sup>1</sup>, 赖融融<sup>2</sup>, 李如如<sup>2</sup>, 陈硕硕<sup>2</sup>, 徐嘉仪<sup>2</sup>, 王珏<sup>3</sup>, 张丽青<sup>4</sup>

**摘要:****目的** 探讨老年全膝关节置换患者术后疼痛与衰弱的纵向关联,为制订针对性疼痛管理策略以减少衰弱风险提供参考。**方法** 采用便利抽样法选取 235 例老年全膝关节置换患者为研究对象。术前 1 d 收集患者的一般资料,术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月时调查患者的疼痛和衰弱水平。采用组基轨迹模型拟合术后疼痛的轨迹类别,采用广义估计方程模型分析术后疼痛与衰弱的纵向关联。**结果** 共 203 例患者完成随访。术后疼痛表现为 3 种不同轨迹,分别为轻度疼痛-快速下降组(占 59.6%)、中度疼痛-平稳下降组(占 32.0%)和重度疼痛-缓慢下降组(占 8.4%);调整混杂因素后,术后疼痛变化轨迹与衰弱状态存在显著关联( $P<0.05$ );不同疼痛轨迹组在各时间点的衰弱边际效应值存在显著梯度差异,同一时间节点下,重度疼痛-缓慢下降组的衰弱边际效应值>中度疼痛-平稳下降组>轻度疼痛-快速下降组( $P<0.05$ )。**结论** 老年全膝关节置换患者术后疼痛轨迹存在异质性,且与衰弱状态密切相关。医护人员应重视患者术后疼痛管理,针对不同轨迹类别制订相应干预措施,以预防或早期干预衰弱。

**关键词:** 老年人; 膝关节关节炎; 全膝关节置换; 疼痛; 衰弱; 纵向研究; 变化轨迹

**中图分类号:** R473. 6; R684. 3 **DOI:** 10. 3870/j. issn. 1001-4152. 2025. 24. 012

## Postoperative pain trajectories and their longitudinal association with frailty in elderly patients following total knee arthroplasty

Wang Miao, Lai Rongrong, Li Ruru, Chen Shuoshuo, Xu Jiayi, Wang Jue, Zhang Liqing. Ningbo Graduate School of Wenzhou Medical University, Ningbo 315300, China

**Abstract:****Objective** To explore the longitudinal association between postoperative pain and frailty in elderly patients who have undergone total knee arthroplasty (TKA), and to provide a reference for developing targeted pain management strategies to reduce the risk of frailty. **Methods** A convenience sample of 235 elderly patients undergoing TKA were enrolled. General patient data were collected one day before surgery. Pain and frailty levels were assessed at one week, one month, three months, and six months post-operatively. Group-based trajectory modeling was used to identify distinct trajectories of postoperative pain. A generalized estimating equation model was applied to analyze the longitudinal association between postoperative pain and frailty. **Results** A total of 203 patients completed the follow-up. Three distinct postoperative pain trajectories were identified: mild pain-rapid decline group (59.6%), moderate pain-gradual decline group (32.0%), and severe pain-slow decline group (8.4%). After adjusting for confounding factors, postoperative pain trajectories were significantly associated with frailty status ( $P<0.05$ ). Significant gradient differences existed in the marginal effects of frailty across different pain trajectory groups at each time point. At the same time point, the marginal effect of frailty in the severe pain-slow decline group was the highest, followed by the moderate pain-gradual decline group and the mild pain-rapid decline group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Postoperative pain trajectories are heterogeneous in elderly patients after TKA and are closely associated with frailty status. Healthcare professionals should prioritize postoperative pain management and develop tailored interventions for different trajectory groups to prevent or delay frailty in elderly patients after TKA.

**Keywords:** the elderly; osteoarthritis; total knee arthroplasty; pain; frailty; longitudinal study; trajectory

随着外科技术进步与人口预期寿命延长,全膝关节置换术(Total Knee Arthroplasty, TKA)作为治疗终末期膝关节关节炎的主要方法,其全球应用规模持续扩大<sup>[1-2]</sup>。该术式通过矫正关节畸形、缓解疼痛及恢复功能,显著改善患者的生活质量<sup>[3]</sup>。尽管 TKA 有

显著的益处,但研究表明约 20% 的患者在术后会经历长期疼痛,影响术后康复<sup>[4]</sup>。在老年群体中,持续的疼痛可能通过多重机制导致生理储备丧失和行动能力受损,从而增加衰弱的风险<sup>[5]</sup>。衰弱作为一种以多系统生理储备下降和应激能力受损为特征的老年综合征<sup>[6]</sup>,已被证实与跌倒风险增加、住院率上升、功能依赖性增强及全因死亡率升高等不良健康结局显著相关<sup>[7]</sup>。值得注意的是,衰弱具有动态可逆的干预窗口期<sup>[8-9]</sup>。这提示,若能在术后疼痛演变过程中及时识别衰弱进展的关键节点,可能通过早期干预打破疼痛驱动衰弱的恶性循环,从而延缓衰弱进程。目前

作者单位:1. 温州医科大学宁波研究生院(浙江 宁波, 315300); 2. 温州医科大学第一临床医学院; 3. 温州医科大学附属第一医院心脏外科; 4. 温州医科大学附属第一医院医院感染管理部  
通信作者:张丽青, 1390406419@qq.com  
王苗:女,硕士在读,护士, wangmiao20220127@163.com  
收稿:2025-07-08; 修回:2025-09-23

国内有关疼痛与衰弱关联的研究局限于横断面调查,缺乏对两者纵向关联的实证研究。广义估计方程模型能够有效处理纵向数据中的自相关性,并允许存在缺失值,方便纳入协变量,提高了结果的稳健性与可靠性<sup>[10]</sup>。因此,本研究采用广义估计方程模型探索老年 TKA 患者术后疼痛轨迹与衰弱的纵向关联,以期对护理决策的制订提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 本研究为前瞻性纵向研究,采用便利抽样法,选取 2023 年 8 月至 2024 年 2 月在温州医科大学附属第一医院关节外科住院的老年 TKA 患者作为调查对象。纳入标准:①年龄≥60 岁;②术前诊断符合膝骨关节炎的诊断标准<sup>[11]</sup>;③初次行单侧 TKA;④既往无其他导致疼痛的疾病;⑤能正常沟通并自愿参加后期随访。排除标准:①合并其他重大器质性疾病;②术后出现其他严重并发症;③正在参与其他研究。脱落标准:①随访过程中明确要求退出调查或失访的患者;②随访期间突发严重疾病或不良生活事件的患者。采用 GPower 3.1 软件计算样本量。本研究每例样本测量 5 次,选择平均相关系数  $r=0.5$ ,效应值  $f=0.14$ , $\alpha=0.05$ ,在确保检验效能  $1-\beta=0.8$  的条件下,需要样本量为 163。考虑 20% 失访率,最终样本量至少为 204。本研究已通过研究医院伦理委员会批准(KY2023-217),调查对象均知情同意,并自愿参与研究。

1.2 调查工具

1.2.1 一般资料调查表 由研究者自行设计,调查内容包括性别、年龄、身高、体质量、文化程度、婚姻状况、既往职业类型、家庭人均月收入、付费方式、关节炎病程、共病数量、术前疼痛、术前衰弱等。

1.2.2 西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index, WOMAC) WOMAC 是由美国风湿性关节炎临床研究组推荐的用于评估患者骨关节炎严重程度的工具<sup>[12]</sup>,包含疼痛、僵硬和身体功能 3 个维度。在疼痛维度中,共 5 个条目,采用 Likert 5 级评分法(从“没有疼痛”到“剧烈疼痛”分别赋 0~4 分),疼痛总分 0~20 分,得分越高表示疼痛越严重。本研究采用 WOMAC 的疼痛维度测量患者的疼痛状况,该维度 Cronbach's  $\alpha$  系数为 0.84<sup>[13]</sup>。

1.2.3 Tilburg 衰弱评估量表(Tilburg Frailty Indicator, TFI) TFI 是由 Gobbens 等<sup>[14]</sup>开发的用于评估老年人衰弱状况的工具。该量表共 15 个条目,包括身体(1~8 题)、心理(9~12 题)和社会(13~15 题)3 个维度,总分 0~15 分,5 分以上为衰弱,分数越高衰弱程度越重。中文版由奚兴等<sup>[15]</sup>汉化,量表总 Cronbach's  $\alpha$  系数为 0.686。

1.3 资料收集方法 由 2 名经统一培训的研究者进行资料收集。由于本研究需进行多次院外电话随访,

因此在首次调查时说明本研究的目的及后续随访需要的配合程度,并要求研究对象提供 2 个及以上有效的联系方式,患者知情同意后再进行后续调查。本研究共设定 5 个调查时间点,于患者术前 1 d(T0)面对面收集一般资料,术后 1 周(T1)、1 个月(T2)、3 个月(T3)、6 个月(T4)进行面对面、电话或门诊随访调查疼痛和衰弱,每次调查时间控制在 10 min 内。基线调查共纳入 235 例老年 TKA 患者,最终 203 例完成 6 个月的随访,随访完成率 86.4%。失访 32 例:26 例无法取得联系,1 例在随访期间突发严重疾病,5 例因进行另一侧关节置换自动退出本研究。

1.4 统计学方法 采用 SPSS27.0 和 StataMP17 软件进行统计分析。服从正态分布的计量资料用( $\bar{x} \pm s$ )表示,偏态分布用  $M(P_{25}, P_{75})$  表示;计数资料用频数表示。采用重复测量的方差分析比较不同时间点疼痛和衰弱得分的纵向变化趋势。采用组基轨迹模型拟合术后疼痛的异质性轨迹。此外,以术后不同疼痛轨迹组作为自变量,衰弱评分作为因变量构建广义估计方程模型,分析术后疼痛轨迹与衰弱之间的纵向关联。根据相关文献<sup>[16-18]</sup>,年龄、性别、身体质量指数(BMI)、关节炎病程、术前疼痛和衰弱情况以及共病数量被认为是术后疼痛与衰弱关系中的混杂因素。为了减少这些因素对结果的影响,这些变量被作为协变量纳入模型。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 老年 TKA 患者的一般资料 共 203 例患者完成随访调查,其中男 72 例,女 131 例;年龄 60~83 (70.70±6.43)岁;根据 BMI 分级标准,偏瘦 2 例,正常 70 例,超重 93 例,肥胖 38 例;小学及以下文化程度 179 例,初中 16 例,高中 6 例,大专及以上 2 例;有配偶 164 例,无配偶 39 例;家庭人均月收入<3 000 元 1 例,3 000~<5 000 元 130 例,5 000~10 000 元 71 例,>10 000 元 1 例;付费方式为自费 7 例,医保 72 例,新农合 124 例;关节炎病史<5 年 83 例,5~10 年 34 例,>10 年 86 例;合并慢性病数量为 4(3,5)个;术前疼痛评分为 7(4,9)分;术前衰弱评分为 6(5,7)分。

2.2 老年 TKA 患者不同时间点术后疼痛与衰弱评分 T1~T4 疼痛评分分别为(5.23±1.97)分、(3.08±1.76)分、(1.88±1.28)分和(1.01±1.05)分,不同时间比较,差异有统计学意义( $F=790.407, P<0.001$ )。同时,T1~T4 衰弱评分分别为(6.19±1.58)分、(4.86±1.65)分、(4.07±1.40)分和(3.63±1.25)分,不同时间比较,差异有统计学意义( $F=407.656, P<0.001$ )。

2.3 老年 TKA 患者术后疼痛随时间变化的轨迹 将老年 TKA 患者在 T1~T4 的疼痛评分纳入组基轨迹模型进行轨迹拟合。首先,使用最高阶(3 阶)从 1~4 个类别展开探索。结果显示,当类别为 4 时,模型出现“方差矩阵非对称或高度奇异”的警告,且存在

近乎空组的类别,导致平均后验概率(AvePP)无有效观测值,类别比例也因样本量不足呈现逻辑缺失,提示模型过拟合。当类别为3时BIC的绝对值最小,因此选择3类别模型。其次,根据多项式阶数的不同排列组合从高阶(3阶)逐步到低阶(1阶)进行比较。当阶数为“3阶-3阶-3阶”时,各轨迹亚组的平均后验概率均>0.7,且各亚组样本量均>5%,表明拟合程度良好。老年TKA患者术后疼痛轨迹类别拟合指标,见表1。

表 1 老年 TKA 患者术后疼痛轨迹类别拟合指标

类别	AIC	BIC	LL	Entropy	AvePP	类别比例(%)
1	-1 512.80	-1 521.09	-1 507.80		1.00	100.0
2	-1 331.47	-1 348.04	-1 321.47	0.910	0.98/0.96	70.9/29.1
3	-1 273.20	-1 298.05	-1 258.20	0.880	0.96/0.90/0.95	59.6/32.0/8.4
4	-1 302.69	-1 335.82	-1 282.69	0.753	-/0.89/0.93/0.94	无效组(过度拟合)

注:AIC为赤池信息准则,BIC为贝叶斯信息准则,LL为对数似然比,Entropy为信息熵,AvePP为平均后验概率。

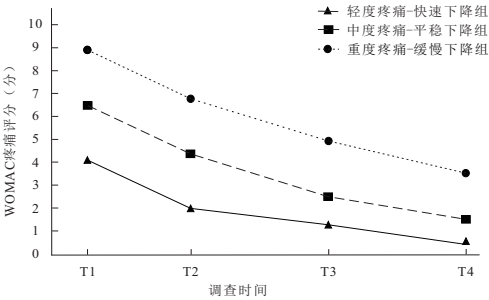


图 1 老年 TKA 患者术后疼痛变化轨迹

**2.4 老年TKA患者术后疼痛轨迹与衰弱的纵向关联** 老年TKA患者术后疼痛轨迹类别与衰弱程度的纵向关联分析结果,见表2。轨迹类别方面,中度疼痛-平稳下降组( $\beta=1.631$ )和重度疼痛-缓慢下降组( $\beta=1.988$ )的衰弱程度显著更高。时间效应方面,术后衰弱程度随时间显著降低,术后1~6个月的 $\beta$ 值分别为-1.364、-1.992和-2.404(均 $P<0.001$ )。在交互效应方面,中度疼痛-平稳下降组在术后3个月和6个月时衰弱程度的下降幅度显著大于轻度疼痛-快速下降组(均 $P<0.001$ ),而重度疼痛-缓慢下降组与时间的交互作用不显著(均 $P>0.05$ )。进一步联合检验表明模型整体具有统计学意义( $\chi^2=30.760$ ,  $P<0.001$ )。

**2.5 老年TKA患者术后疼痛轨迹类别与衰弱边际效应** 见表3。3个疼痛轨迹组的衰弱预测值均随时间递减,其中轻度疼痛-快速下降组从T1的5.66降至T4的3.25;中度疼痛-平稳下降组从6.80降至3.71;重度疼痛-缓慢下降组从7.66降至5.13。不同疼痛轨迹组在各时间点的衰弱边际效应值存在显著梯度差异,同一时间节点下,重度疼痛-缓慢下降组的衰弱边际效应值>中度疼痛-平稳下降组>轻度疼痛-快速下降组( $P<0.001$ ),提示疼痛程度越重的组别,其对应的衰弱边际效应值越高。

根据3个类别术后疼痛轨迹在不同时间点的严重程度及发展趋势,分别对其命名:①类别1(121例,占59.6%)初始疼痛水平较低,随着时间推移疼痛快速缓解,因此命名为轻度疼痛-快速下降组;②类别2(65例,占32.0%)初始疼痛水平为中等,初期呈现明显下降后下降速率有所减缓,因此命名为中度疼痛-平稳下降组;③类别3(17例,占8.4%)起始疼痛水平较高,下降过程较缓和,因此命名为重度疼痛-缓慢下降组。见图1。

表 2 老年 TKA 患者术后疼痛轨迹类别与衰弱的纵向关联

变量	分类	$\beta$	95%CI 下限	95%CI 上限	P
疼痛轨迹	类别1(参照)				
	类别2	1.631	1.229	2.033	<0.001
	类别3	1.988	1.384	2.592	<0.001
时间	T1(参照)				
	T2	-1.364	-1.546	-1.182	<0.001
	T3	-1.992	-2.174	-1.810	<0.001
	T4	-2.404	-2.587	-2.223	<0.001
疼痛轨迹×时间	类别2×T2	0.010	-0.298	0.318	0.950
	类别2×T3	-0.454	-0.762	-0.147	0.004
	类别2×T4	-0.687	-0.995	-0.380	<0.001
	类别3×T2	0.187	-0.331	0.706	0.479
	类别3×T3	0.168	-0.350	0.687	0.525
	类别3×T4	-0.124	-0.643	0.394	0.638

注:类别1轻度疼痛-快速下降组,类别2中度疼痛-平稳下降组,类别3重度疼痛-缓慢下降组。广义估计方程模型调整了基线的年龄、性别、BMI、关节炎病程、术前疼痛、术前衰弱、合并慢性病数量。

**3 讨论**  
**3.1 老年TKA患者术后疼痛整体呈改善趋势,但疼痛轨迹有明显的异质性** 本研究显示,老年TKA患者的术后疼痛存在3种不同的轨迹类别,即轻度疼痛-快速下降组、中度疼痛-平稳下降组和重度疼痛-缓慢下降组。3种轨迹类别均在术后1周至3个月间表现出显著的下降趋势,在术后3~6个月内下降速率逐渐减缓,这一变化趋势与Lenguerrand等<sup>[19]</sup>的研究结果一致,表明TKA术后的大部分恢复发生在术后3个月内。轻度疼痛-快速下降组占比最高,达59.6%,表明大多数老年患者在TKA术后能够获得较好的疼痛缓解和恢复效果<sup>[20-21]</sup>。中度疼痛-平稳下降组占比32.0%,尽管该组患者在术后初期可能经历了一定的疼痛,但相较于重度疼痛-缓慢下降组,他们更有可能克服疼痛带来的障碍,积极参与康复锻炼。然而,仍有8.4%患者处于重度疼痛-缓慢下降组,这可能是由于该组患者术后疼痛起点最高,导致患者活动受限,对早期康复锻炼产生抵触,从而延缓了术后恢复<sup>[22]</sup>。医护人员应密切关注老年TKA患者术后疼痛的群体



异质性和早期疼痛表现,制订针对性的疼痛管理及康复方案,通过综合管理和个性化干预有效改善老年

TKA 患者的预后。

表 3 术后疼痛轨迹类别在各时间点的衰弱边际效应值

时间	轻度疼痛-快速下降组		中度疼痛-平稳下降组		重度疼痛-缓慢下降组		P
	边际效应值	95%CI	边际效应值	95%CI	边际效应值	95%CI	
T1	5.66	5.48~5.83	6.80	6.56~7.04	7.66	7.29~8.03	<0.001
T2	4.29	4.09~4.50	5.45	5.16~5.74	6.48	6.08~6.89	<0.001
T3	3.67	3.50~3.84	4.36	4.12~4.60	5.84	5.51~6.16	<0.001
T4	3.25	3.10~3.40	3.71	3.49~3.93	5.13	4.68~5.58	<0.001

**3.2 老年 TKA 患者术后疼痛变化轨迹与衰弱状态存在显著关联** 在调整基线的混杂因素后,广义估计方程模型结果显示,以轻度疼痛-快速下降组为参照,中度疼痛-平稳下降组和重度疼痛-缓慢下降组的衰弱程度显著更高,这表明老年 TKA 患者术后疼痛轨迹与衰弱状态存在显著关联。一项对欧洲六国 22 356 名社区老年人的纵向研究<sup>[22]</sup>显示,疼痛严重程度在衰弱进展中起显著作用。但 Ardoino 等<sup>[5]</sup>的研究结果存在差异,该研究对 3 577 例老年住院患者的横断面调查发现,疼痛的持续性是衰弱程度的主要决定因素,而衰弱程度不受疼痛严重程度的影响。造成这种差异的原因,一方面可能是由于两项研究纳入对象的基本特征存在差异;另一方面,也是更为关键的一点,该研究采用的是横断面研究设计,仅涉及单一时间点的测量。而患者的疼痛与衰弱程度是动态变化的,仅依靠一个时间点的测量结果,难以全面、准确地反映疼痛与衰弱之间的动态关联。因此,本研究采用纵向研究设计,通过多时间点的随访探索疼痛与衰弱关联,能够更真实地反映两者随时间的动态演变。

疼痛轨迹类别影响衰弱程度的潜在作用机制可能涉及以下几个方面:首先,从生理角度而言,中度疼痛-平稳下降组与重度疼痛-缓慢下降组患者术后疼痛程度更高,易持续激活机体的炎症应激反应,促使炎症因子大量释放,从而加速衰弱的进程<sup>[23]</sup>;而轻度疼痛-快速下降组患者因疼痛快速缓解,炎症应激反应较弱,对衰弱的影响更小。其次,在心理因素方面,中度疼痛-平稳下降组与重度疼痛-缓慢下降组患者长期受疼痛困扰,更易产生焦虑、抑郁等负面情绪。焦虑会加重心理负担,提高对疼痛的主观敏感度,抑郁则通过降低 5-羟色胺等神经递质水平,诱发痛觉过敏<sup>[24]</sup>。这些不良情绪会进一步影响患者的睡眠质量与食欲,致使身体恢复缓慢,加重衰弱程度<sup>[25-26]</sup>。在康复进程方面,中度疼痛-平稳下降组与重度疼痛-缓慢下降组患者因持续疼痛限制肢体活动,无法按计划完成术后功能锻炼<sup>[27]</sup>。膝关节长期缺乏运动刺激,可致关节周围肌肉锻炼不足,加速肌力减退与关节功能退化,进而促进衰弱发生。这提示医护人员在老年 TKA 患者的术后康复中,应优先关注疼痛管理,综合制订并实施衰弱预防策略。术后应对患者的疼痛程度和衰弱水平进行全面、系统的评估,并动态监测疼痛变化轨

迹。这将有助于识别与疼痛相关的高风险衰弱个体,为个性化干预提供精确依据。针对疼痛程度较重的患者,应及时采取多模式镇痛、营养支持和心理疏导等有效干预措施,以防止持续疼痛加速衰弱进程。

**3.3 老年 TKA 患者术后不同疼痛轨迹类别在各时间点的衰弱边际效应值存在显著梯度差异** 本研究发现,老年 TKA 患者术后不同疼痛轨迹组的衰弱边际效应值呈显著梯度分布,疼痛程度越重、缓解速度越慢的组别,其术后各时间点的衰弱边际效应值越高,提示疼痛状态与患者衰弱水平存在密切关联,疼痛较重的患者术后衰弱风险可能更高。这可能反映了疼痛在代谢负担和炎症激活程度上的累积效应。高强度且持续时间较长的疼痛可能会反复激活下丘脑-垂体-肾上腺(HPA)轴和免疫系统,从而使疼痛严重程度更高的患者更难以恢复<sup>[28]</sup>。在交互效应方面,中度疼痛-平稳下降组在术后 3 个月和 6 个月时表现出显著的交互效应,而重度疼痛-缓慢下降组与时间的交互作用不显著。这表明基线疼痛程度不仅决定了术后衰弱的初始严重程度,还可能影响后期康复进程。对于重度疼痛-缓慢下降组患者,尽管衰弱程度随时间逐渐改善,但其较高的基线衰弱值及其伴随的潜在因素(如多种合并症、焦虑、抑郁等)可能会进一步加剧衰弱<sup>[29]</sup>,从而延缓康复进程。因此,医护人员应重视术后疼痛的动态监测与分级管理,依据患者的疼痛轨迹特征制订具有针对性的个性化康复方案。针对轻度疼痛-快速下降组患者,应以预防衰弱为主,通过规范化的早期活动方案和渐进式功能锻炼恢复关节功能,同时加强治疗依从性;中度疼痛-平稳下降组患者需强化疼痛管理与康复训练的结合,通过多学科协作(如物理治疗师、疼痛专科护士及心理治疗师等)优化干预效果;重度疼痛-缓慢下降组患者,需在充分控制疼痛的基础上,遵循循序渐进的原则进行康复训练,制订低强度、高频率的功能锻炼计划,避免因疼痛加剧导致的康复中断。同时,应综合考虑患者的年龄、身体状况、心理因素等多方面因素制订康复方案,确保训练的安全性与有效性。此外,随着加速康复外科理念的不断深化,如何在缩短住院周期的同时,构建科学有效的居家康复训练体系,实现从医院到家庭的康复平稳转移,已成为提升关节功能康复效果的关键环节<sup>[30]</sup>。因此应建立完善的长期随访机制,定期对

患者进行随访,密切关注其疼痛与衰弱情况,及时调整治疗方案,为患者提供全面的健康指导,帮助患者提升自我管理能力,促进身体功能的恢复与生活质量的提高。通过完善长期随访与管理体系,实现对老年TKA患者疼痛与衰弱的持续监测与有效控制。

#### 4 结论

本研究显示,老年TKA患者术后疼痛存在3种轨迹类别,术后疼痛严重程度与衰弱状态密切相关,术后不同疼痛轨迹组在各时间点的衰弱边际效应值存在显著梯度差异。医护人员应重视老年TKA患者早期疼痛的系统评估与及时干预,积极采取针对性的疼痛管理策略,以降低衰弱风险,改善术后康复效果。本研究的局限性在于样本量较少,且为单中心研究,未来研究应考虑更大规模的患者群体,以验证结果的普遍性。同时,可开展干预研究,针对不同疼痛轨迹的患者制订个性化的干预方案,评估其有效性和安全性,从而改善老年TKA患者的术后康复效果。

#### 参考文献:

[1] Maman D, Laver L, Becker R, et al. Trends and epidemiology in robotic-assisted total knee arthroplasty: reduced complications and shorter hospital stays[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2024, 32(12): 3281-3288.

[2] 王子豪,李昕华,郭赛男,等.基于社会认知理论的反馈式教育对全膝关节置换术后患者康复的影响[J]. *护理学杂志*, 2024, 39(5): 87-91.

[3] Gelber A C. Knee osteoarthritis[J]. *Ann Intern Med*, 2024, 177(9): ITC129-ITC144.

[4] Carriere J S, Martel M O, Loggia M L, et al. The influence of expectancies on pain and function over time after total knee arthroplasty[J]. *Pain Med*, 2022, 23(10): 1767-1776.

[5] Ardoino I, Franchi C, Nobili A, et al. Pain and frailty in hospitalized older adults[J]. *Pain Ther*, 2020, 9(2): 727-740.

[6] Esses G, Deiner S, Ko F, et al. Chronic post-surgical pain in the frail older adult[J]. *Drugs Aging*, 2020, 37(5): 321-329.

[7] 沈娇妮,郦杭婷,吴佳,等.老年下肢骨关节炎患者衰弱风险评估模型的构建及验证[J]. *中华护理杂志*, 2024, 59(18): 2206-2213.

[8] Otones Reyes P, García Perea E, Pedraz Marcos A. Chronic pain and frailty in community-dwelling older adults: a systematic review[J]. *Pain Manag Nurs*, 2019, 20(4): 309-315.

[9] Hoogendijk E O, Afilalo J, Ensrud K E, et al. Frailty: implications for clinical practice and public health[J]. *Lancet*, 2019, 394(10206): 1365-1375.

[10] Zeger S L, Liang K Y, Albert P S. Models for longitudinal data: a generalized estimating equation approach[J]. *Biometrics*, 1988, 44(4): 1049-1060.

[11] 中国骨关节炎诊疗指南专家组,中国老年保健协会疼痛病学分会,黄东,等.中国骨关节炎诊疗指南(2024版)[J]. *中华疼痛学杂志*, 2024, 20(3): 323-338.

[12] Rothenfluh D A, Reedwisch D, Müller U, et al. Construct validity of a 12-item WOMAC for assessment of

femoro-acetabular impingement and osteoarthritis of the hip[J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2008, 16(9): 1032-1038.

[13] 许鹏君,许晨思,孙钢,等.膝骨性关节炎关节状态与西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数评分水平的定量CT研究[J]. *创伤与急危重病医学*, 2025, 13(2): 145-147, 160.

[14] Gobbens R J J, van Assen M A L M, Luijkx K G, et al. The Tilburg Frailty Indicator: psychometric properties[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2010, 11(5): 344-355.

[15] 奚兴,郭桂芳,孙静.中文版Tilburg衰弱评估量表的信效度研究[J]. *护理学报*, 2013, 20(16): 1-5.

[16] Dai Z, Wu Y, Chen J, et al. Assessment of relationships between frailty and chronic pain: a bidirectional two-sample Mendelian randomisation study[J]. *Age Ageing*, 2024, 53(1): 256.

[17] Guerriero F, Reid M C. Linking persistent pain and frailty in older adults[J]. *Pain Med*, 2020, 21(1): 61-66.

[18] Saunders R, Crookes K, Seaman K, et al. Frailty and pain in an acute private hospital: an observational point prevalence study[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 3345.

[19] Lenguerrand E, Wylde V, Gooberman-Hill R, et al. Trajectories of pain and function after primary hip and knee arthroplasty: the ADAPT Cohort Study[J]. *PLoS One*, 2016, 11(2): e0149306.

[20] Wylde V, Penfold C, Rose A, et al. Variability in long-term pain and function trajectories after total knee replacement: a cohort study[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2019, 105(7): 1345-1350.

[21] 顾佳慧,韩晓丹,钱韵佳,等.不同麻醉方式对老年患者全膝关节置换术围术期镇痛管理的影响[J]. *复旦学报(医学版)*, 2023, 50(1): 94-100.

[22] Sentandreu-Manó T, Marques-Sule E, Deka P, et al. Associations among frailty conditions and pain indicators: data from 22 356 European older adults[J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2024, 24(12): 1362-1369.

[23] D'Agelli S, Amodeo G, Franchi S, et al. Frailty and pain, human studies and animal models[J]. *Ageing Res Rev*, 2022, 73: 101515.

[24] 王涛.山东省抑郁障碍患者疼痛现状、特征及其影响因素研究[D]. 济宁: 济宁医学院, 2024.

[25] 万羽洁.老年脑卒中衰弱患者抑郁现状及其影响因素研究[D]. 南宁: 广西中医药大学, 2023.

[26] 郑宇,周冰倩,龚妮,等.老年人睡眠与衰弱双轨迹[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2023, 48(4): 621-627.

[27] 门晓婷,李宝好,郑宏梅,等.基于Meleis转变理论的全膝关节置换术后恐动症患者疾病认知方案的构建与应用[J]. *实用骨科杂志*, 2024, 30(11): 1048-1053.

[28] 吴丹,胡雅,李丽君,等.老年人衰弱与慢性疼痛关系的研究进展[J]. *护理研究*, 2021, 35(15): 2738-2741.

[29] 张晶,哈丽米热·阿卜杜吉力力,阿依沙·吉力力,等.老年膝关节置换患者术前衰弱感知影响因素的质性研究[J]. *护理学杂志*, 2025, 40(3): 16-19, 45.

[30] 陈茹,施春香,单亚维,等.全膝关节置换术后患者居家康复锻炼方案的构建[J]. *护理学杂志*, 2024, 39(1): 88-92, 115.