

## 后交叉韧带替代型假体全膝关节置换术后屈曲受限的影响因素

<https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.3761>

肖国庆, 刘选泽, 严钰皓, 钟喜红

2095-4344.3761

投稿日期: 2020-02-10

送审日期: 2020-02-14

采用日期: 2020-05-13

在线日期: 2020-09-25

中图分类号:

R459.9; R319; R684.3

文章编号:

2095-4344(2021)09-01362-06

文献标识码: A

## 文章快速阅读:

## 对象:

接受后交叉韧带替代型假体全膝关节置换术的患者。

## 影响因素分析:

采用单因素和 Logistic 回归分析手术因素和非手术因素对全膝关节置换术后屈曲受限的影响。

## 文章特点一

△分析后交叉韧带替代型假体全膝关节置换术后屈曲受限的影响因素。

## 研究结果:

- (1) 患者的年龄、体质量指数、术前 HSS 评分、术前关节活动度、术前目测类比分、术后主动锻炼、关节线高度对术后膝关节屈曲功能有显著影响;
- (2) 体质量指数、术前 HSS 评分、术前关节活动度是患者术后膝关节屈曲受限的非手术独立影响因素; 术后关节线高度是患者术后膝关节屈曲受限的手术独立影响因素;
- (3) 体质量指数、术后关节线高度与患者术后膝关节屈曲活动度呈显著负相关, 术前 HSS 评分、术前关节活动度与患者术后膝关节屈曲活动度呈显著正相关。

## 文题释义:

**后交叉韧带替代型假体:** 全膝关节置换术中切除后交叉韧带, 通过一个盒式结构的装置来代替后交叉韧带实现膝关节屈曲过程中的后滚机制。试验采用后交叉韧带替代型假体进行全膝关节置换, 选择膝正中切口和内侧髁旁入路, 松懈支持带外翻髁骨后屈膝(髁骨只做修整不做置换); 凿除股骨髁边缘骨赘, 切除脂肪垫和两侧半月板前角, 切断前后交叉韧带和半月板后根止点进一步屈膝至 $110^{\circ}$ (屈曲活动度 $\leq 45^{\circ}$ 的患者股四头肌腱可能需要斜切)。

**膝关节屈曲受限:** 日常生活中膝关节所需要的最小屈曲活动度是  $90^{\circ}$ , 全膝关节置换术后膝关节活动度不理想,  $<90^{\circ}$ 可认为屈曲受限。膝关节屈曲活动度受到全膝关节置换手术和非手术因素的影响。

## 摘要

**背景:** 全膝关节置换术是保守治疗无效或晚期膝关节骨关节炎患者重要的治疗手段, 但其手术效果和满意度仍有待提高。膝关节活动度是评价患者术后功能和满意度的重要参数。

**目的:** 探讨后交叉韧带替代型假体全膝关节置换术后屈曲受限的影响因素。

**方法:** 选择2010年1月至2018年12月成都医学院第二附属医院/核工业四一六医院收治的膝关节骨关节炎患者117例, 其中男29例, 女88例, 均接受全膝关节置换术。术后随访6个月以上, 对全膝关节置换术后屈曲受限的影响因素(手术因素: 术后关节线高度变化、术后胫骨平台后倾角、股骨前髁偏距比率变化; 非手术因素: 年龄、体质量指数、术前HSS评分、术前关节活动度、术前目测类比分、术后主动锻炼)进行单因素分析和Logistic回归分析, 探讨全膝关节置换术后屈曲受限的独立影响因素。研究获得成都医学院第二附属医院/核工业四一六医院伦理委员会批准。

**结果与结论:** ①单因素分析结果显示, 患者的年龄、体质量指数、术前HSS评分、术前关节活动度、术前目测类比分、术后主动锻炼、术后关节线高度变化对术后膝关节屈曲功能有显著影响( $P$ 均 $< 0.05$ ); ②Logistic 回归分析: 体质量指数[OR=0.131, 95%CI(0.065, 0.261),  $P < 0.001$ ]、术前HSS评分[OR=4.297, 95%CI(2.139, 8.634),  $P < 0.001$ ]、术前关节活动度[OR=10.612, 95%CI(6.565, 17.153),  $P < 0.001$ ]是全膝关节置换术后膝关节屈曲受限的非手术独立影响因素; 术后关节线高度变化[OR=0.255, 95%CI(0.167, 0.387),  $P < 0.001$ ]是全膝关节置换术后膝关节屈曲受限的手术独立影响因素; 体质量指数、术后关节线高度变化与全膝关节置换术后膝关节屈曲活动度呈显著负相关, 术前HSS评分、术前关节活动度与全膝关节置换术后膝关节屈曲活动度呈显著正相关; ③结果表明, 后交叉韧带替代型假体全膝关节置换术后的屈曲功能与患者体质量指数、术前HSS评分、术前关节活动度、术后关节线高度变化存在显著相关性。

**关键词:** 骨; 假体; 关节炎; 膝关节; 关节置换; 屈曲受限; 影响因素

## Influencing factors of knee flexion limitation after total knee arthroplasty with posterior stabilized prostheses

Xiao Guoqing, Liu Xuanze, Yan Yuhao, Zhong Xihong

Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Chengdu Medical College/Nuclear Industry 416 Hospital, Chengdu 610051, Sichuan Province, China  
Xiao Guoqing, Master, Associate chief physician, Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Chengdu Medical College/Nuclear Industry 416 Hospital, Chengdu 610051, Sichuan Province, China

成都医学院第二附属医院/核工业四一六医院骨科, 四川省成都市 610051

第一作者: 肖国庆, 男, 1981年生, 四川省绵阳市人, 硕士, 副主任医师, 主要从事关节外科的研究。

通讯作者: 钟喜红, 主任医师, 成都医学院第二附属医院/核工业四一六医院骨科, 四川省成都市 610051

<https://orcid.org/0000-0002-1086-3251> (肖国庆)

引用本文: 肖国庆, 刘选泽, 严钰皓, 钟喜红. 后交叉韧带替代型假体全膝关节置换术后屈曲受限的影响因素[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(9):1362-1367.



## Abstract

**BACKGROUND:** Total knee arthroplasty is an important treatment for patients with ineffective conservative treatment or terminal knee osteoarthritis, but its surgical effect and patients' satisfaction still need to be improved. Range of motion is an important parameter to evaluate patients' postoperative function and satisfaction.

**OBJECTIVE:** To investigate the influencing factors of knee flexion limitation after total knee arthroplasty with posterior stabilized prostheses.

**METHODS:** From January 2010 to December 2018, 117 patients with knee osteoarthritis were treated in the Second Affiliated Hospital of Chengdu Medical College/Nuclear Industry 416 Hospital, including 29 males and 88 females, all of whom received total knee arthroplasty. After a follow-up of more than 6 months, single factor analysis and Logistic regression analysis were performed on the influencing factors (surgical factors: postoperative joint line height change, postoperative tibial plateau retroversion, femoral condyle offset ratio change; non-operative factors: age, body mass index, preoperative HSS score, preoperative joint range of motion, preoperative visual analogue scale score, and postoperative active exercise) of postoperative knee flexion limitation to identify the independent impact factors of flexion limitation after total knee arthroplasty. The research was approved by the Ethics Committee of the Second Affiliated Hospital of Chengdu Medical College/Nuclear Industry 416 Hospital.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) Single factor analysis showed that the patient's age, body mass index, preoperative HSS score, preoperative range of motion, preoperative visual analogue scale score, postoperative active exercise and postoperative joint line height change had a significant effect on postoperative knee flexion function (all  $P < 0.05$ ). (2) Logistic regression analysis: body mass index [ $OR=0.131$ , 95% $CI$  (0.065,0.261),  $P < 0.001$ ], preoperative HSS score [ $OR=4.297$ , 95% $CI$  (2.139,8.634),  $P < 0.001$ ], and preoperative range of motion [ $OR=10.612$ , 95% $CI$  (6.565,17.153),  $P < 0.001$ ] were non-operative independent influencing factors for patients with limited knee flexion after total knee arthroplasty. Postoperative joint line height change [ $OR=0.255$ , 95% $CI$ (0.167,0.387),  $P < 0.001$ ] was an independent surgical influencing factor for patients with limited knee flexion after total knee arthroplasty. Body mass index and postoperative joint line height change were negatively correlated with postoperative knee flexion function; and preoperative HSS score and preoperative range of motion were positively correlated with postoperative knee flexion function. (3) The results showed that knee flexion function after total knee arthroplasty with posterior stabilized prostheses had correlations with patient's body mass index, preoperative HSS score, preoperative range of motion and postoperative joint line height change.

**Key words:** bone; prosthesis; arthritis; knee; arthroplasty; flexion limitation; influencing factor

**How to cite this article:** XIAO GQ, LIU XZ, YAN YH, ZHONG XH. Influencing factors of knee flexion limitation after total knee arthroplasty with posterior stabilized prostheses. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2021;25(9):1362-1367.

## 0 引言 Introduction

膝关节骨关节炎是一种常见的退行性疾病,随着中国人口老龄化加剧,膝关节骨关节炎患病人群不断增加,最新数据显示中国膝关节骨关节炎的患病率为8.1%<sup>[1]</sup>,全国约1.2亿人受到膝骨关节炎的困扰。对于轻中度的膝骨关节炎患者,常选择非类固醇抗炎药、关节腔注射玻璃酸钠、运动康复等方法进行治疗,多数患者的症状可以缓解。对于保守治疗无效或晚期的膝骨关节炎患者,全膝关节置换术是一种重要的治疗手段。近年来,随着全膝关节置换技术和围术期管理不断完善,患者的满意度明显提高,但是多项大数据研究显示全膝关节置换术后的满意度在75%左右<sup>[2-3]</sup>。膝关节活动度是评价患者术后功能和满意度的重要参数<sup>[4]</sup>。研究回顾性分析2010年1月至2018年12月成都医学院第二附属医院/核工业四一六医院实施的117例全膝关节置换术患者的病历资料,探讨全膝关节置换术后屈曲受限的影响因素,有利于临床医师拟定术前计划、术中决策及术后康复计划。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析。

1.2 时间及地点 试验于2010年1月至2020年6月在成都医学院第二附属医院/核工业四一六医院完成。

1.3 对象 选择2010年1月至2018年12月成都医学院第二附属医院/核工业四一六医院收治的膝关节骨关节炎患者117例,其中男29例,女88例,均接受全膝关节置换术。研究获得成都医学院第二附属医院核工业四一六医院伦理委员会批准。

**纳入标准:** ①患者均被确诊为膝关节骨关节炎, Kellgren-Lawrence III - IV级,保守治疗无效,严重影响患者

的正常生活<sup>[1]</sup>; ②均为初次全膝关节置换手术患者; ③患者对治疗知情同意; ④随访资料完整,随访时间 $\geq 6$ 个月。

**排除标准:** ①关节外畸形 $\geq 15^\circ$ ; ②膝关节假体位置不良或松动; ③合并其他疾病、手术并发症等影响康复训练; ④限制性或铰链式假体。

1.4 材料 后交叉韧带替代型假体材料学特征见表1。

表1 | 后交叉韧带替代型假体材料学特征

Table 1 | Material characteristics of posterior stabilized prostheses

项目	后交叉韧带替代型假体
生产厂家	北京爱康宜诚医疗器械股份有限公司
批准号	国械注准 2015346136
材质及组成	该产品由股骨假体、髌骨假体、胫骨托、固定螺钉、锁闭及半月板假体组成。股骨假体及胫骨托由符合ISO5832-4标准规定的铸造钴铬合金材料制成,固定螺钉及锁闭由符合ISO5832-12标准规定的锻造钴铬合金材料制成,半月板假体及髌骨假体由符合ISO5834-2标准规定的1型超高分子量聚乙烯制成。灭菌包装
适应证	该产品主要用于严重的膝关节疼痛、不稳、畸形,日常活动严重障碍,经过保守治疗无效或效果不显著病例的膝关节置换
不良反应	假体周围骨折、金属过敏、滑膜增生等

1.5 方法

1.5.1 手术方法 该组病例全部采用爱康医疗器械有限公司的后交叉韧带替代型假体,麻醉方式均为全麻,采取膝正中切口和内侧髌旁入路,松解支持带外翻髌骨后屈膝(髌骨只做修整不做置换)。凿除股骨髁边缘骨赘,切除脂肪垫和两侧半月板前角,切断前后交叉韧带和半月板后根止点进一步屈膝至 $110^\circ$ (屈曲活动度 $\leq 45^\circ$ 的患者股四头肌腱可能需要斜切)。先做股骨远端截骨,然后将胫骨前脱位做平台截骨,伸直位内外间隙平衡后做“四合一”截骨、股骨髁间截骨和平台开槽,切除残留的半月板,清理股骨后髌骨赘,屈曲位内外间隙和屈伸间隙平衡后,将“鸡尾酒”50 mL(罗派卡因

100 mg+ 吗啡 10 mg+ 复方倍他米松注射液 2 mL 加生理盐水配成 100 mL) 注入后关节囊, 使用骨水泥固定假体。后髌截骨均采用后参考, 当后参考与前参考不一致时, 可少量加截股骨前髌或将股骨远端截骨模块调整为轻度屈曲, 从而保证后髌截骨量恒定。早期的病例如果术中发现髌骨外移超过髌骨宽度 3/4 甚至髌骨骑跨在股骨外髌上, 将外旋截骨角度增大至 5°; 后期根据术前膝关节 CT 测量的股骨后髌角以及髌股关节对合情况调整外旋截骨角度。假体安装完毕后, 助手抱患侧大腿后方便髌关节屈曲 90°, 所有患者的膝关节在自然重力下屈曲活动度 ≥ 110°, 伸直活动度 ≥ -10°。最大范围屈伸膝关节, 观察髌骨轨迹, 如果髌骨外移或向外倾斜, 纵形切开外侧支持带, 无拇指试验为阴性说明髌股关节对合满意。松开止血带彻底止血, 置入匹配的聚乙烯衬垫并放置普通硅胶引流管, 屈膝 110° 缝合关节囊和切口, 通过引流管向关节腔注射 100 mL 氨甲环酸 (1 g), 最后将剩下 50 mL “鸡尾酒” 注入股四头肌、内外侧副韧带和切口附近。所有入组患者均由同一手术团队按照同样的标准完成。

1.5.2 研究方法 患者资料包括: ①性别、年龄、体质量、身高等信息; ②术前 HSS 评分、术前关节活动度、术前目测类比评分、术前关节线高度、术前股骨前髌偏距比率; ③手术记录; ④术后关节线高度、术后胫骨平台后倾角、术后股骨前髌偏距比率; ⑤术后主动锻炼情况; ⑥术后屈曲活动度。

以患者术后第 6 个月随访时的最大屈曲活动度为研究对象, 分析手术因素 (术后关节线高度变化、术后胫骨平台后倾角、股骨前髌偏距比率变化) 和非手术因素 (年龄、体质量指数、术前 HSS 评分、术前关节活动度、术前目测类比评分、术后主动锻炼) 对患者术后膝关节屈曲功能的影响。使用 Sonial vision versa X 射线摄像系统 (生产厂家: 日本岛津) 拍摄标准的膝关节正位和侧位 X 射线片, 采用 Digimizer 软件测量图像, 根据 HOFMANN 等<sup>[5]</sup> 介绍的方法以股骨内收肌结节为参考标志测量关节线高度, 根据 SCOTT 等<sup>[6]</sup> 和 NG 等<sup>[7]</sup> 介绍的方法测量股骨前髌偏距比率。每位患者重复测量 3 次取平均值, 以减小误差。

1.5.3 术后随访 117 例患者均获得随访, 随访内容包括最大屈曲活动度、患侧膝关节正侧位 X 射线片 (测量关节线高度、胫骨平台后倾角、股骨前髌偏距比率) 及术后锻炼的依从性。随访方式包括到院随访和电话随访; 前 3 个月每月随访, 之后每 3 个月随访一次。

1.6 主要观察指标 术后关节线高度变化、术后胫骨平台后倾角、股骨前髌偏距比率变化及患者年龄、体质量指数、术前 HSS 评分、术前关节活动度、术前目测类比评分、术后主动锻炼的依从性。

1.7 统计学分析 采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析, 计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示, 采用 t 检验, 计数资料用 n/% 表示, 采用卡方检验; 对患者术后膝关节屈曲受限的影响因素进行单因素分析, 并采用非条件 Logistic 回归进行多因素分析,  $P < 0.05$

表示差异有显著性意义。

## 2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 117 例患者均进入结果分析。

2.2 一般资料 纳入的 117 例患者, 年龄 49-85 岁, 平均 70.8 岁; 104 例单膝, 13 例双膝, 1 例同期置换双膝, 另 12 例分 2 次置换, 患者一般资料见表 2。

表 2 | 全膝关节置换 117 例一般资料

Table 2 | General information of 117 patients undergoing total knee arthroplasty

项目	n	构成比 (%)
性别		
男	29	24.79
女	88	75.21
年龄		
<65 岁	31	26.50
≥ 65 岁	86	73.50
体质量指数		
<25 kg/m <sup>2</sup>	38	33.48
≥ 25 kg/m <sup>2</sup>	79	67.52
术前 HSS 评分		
<59 分	98 膝	75.38
≥ 59 分	32 膝	24.62
术前关节活动度		
<90°	40 膝	30.77
≥ 90°	90 膝	69.23
术前目测类比评分		
<6 分	43 膝	33.08
≥ 6 分	87 膝	66.92

2.3 全膝关节置换术后膝关节屈曲受限的单因素分析 单因素分析结果表明, 患者的年龄、体质量指数、术前 HSS 评分、术前关节活动度、术前目测类比评分、术后主动锻炼、术后关节线高度变化对术后膝关节屈曲功能有显著影响 ( $P < 0.05$ ), 见表 3。

2.4 全膝关节置换术后膝关节屈曲受限的多因素分析 多项研究证实, 全膝关节置换术后患者恢复日常生活, 膝关节的屈曲活动度必须达到 90°<sup>[8]</sup>, 因此试验将术后膝关节屈曲活动度 ≥ 90° 的患者作为关节功能良好组, <90° 的患者作为关节功能不良组, 将表 3 中单因素分析存在统计学差异的因素作为自变量, 术后膝关节屈曲活动度 (不良 =0, 良好 =1) 作为因变量, 进行 Logistic 回归分析。各因素赋值见表 4。

结果显示, 体质量指数 [ $OR=0.131, 95\%CI(0.065, 0.261), P < 0.001$ ]、术前 HSS 评分 [ $OR=4.297, 95\%CI(2.139, 8.634), P < 0.001$ ]、术前关节活动度 [ $OR=10.612, 95\%CI(6.565, 17.153), P < 0.001$ ] 是全膝关节置换术后患者膝关节屈曲受限的非手术独立影响因素; 术后关节线高度变化 [ $OR=0.255, 95\%CI(0.167, 0.387), P < 0.001$ ] 是全膝关节置换术后患者膝关节屈曲受限的手术独立影响因素; 其中体质量指数、术后关节线高度变化与全膝关节置换术后患者膝关节屈曲活动度呈显著负相关, 术前 HSS 评分、术前关节活动度与全膝关节置换术后患者膝关节屈曲活动度呈显著正相关, 见表 5。

表 3 | 全膝关节置换术后膝关节屈曲受限的单因素分析结果 (n/%)

Table 3 | Univariate analysis of factors affecting postoperative knee flexion limitation after total knee arthroplasty

影响因素	n	术后膝关节屈曲活动度 (°)	t 值	P 值
非手术因素				
性别				
男	29	102.25±8.25	0.687	0.493
女	88	103.42±8.04		
年龄				
< 65 岁	31	103.85±8.58	2.284	0.024
≥ 65 岁	86	100.25±7.74		
体质量指数				
< 25 kg/m <sup>2</sup>	38	108.25±8.15	3.677	< 0.001
≥ 25 kg/m <sup>2</sup>	79	102.69±8.02		
术前 HSS 评分				
< 59 分	98 膝	99.54±8.52	14.921	< 0.001
≥ 59 分	32 膝	123.05±7.85		
术前关节活动度				
< 90°	40 膝	85.69±8.25	18.977	< 0.001
≥ 90°	90 膝	118.25±8.24		
术前目测类比评分				
< 6 分	43 膝	110.25±7.05	5.435	< 0.001
≥ 6 分	87 膝	103.25±6.84		
术后主动锻炼				
是	74 膝	115.52±8.41	13.973	< 0.001
否	56 膝	95.25±7.89		
手术因素				
术后关节线高度变化				
≤ 4 mm	120 膝	109.32±7.63	2.384	0.019
> 4 mm	10 膝	103.32±7.84		
术后胫骨平台后倾角				
≤ 6°	69 膝	102.26±8.22	1.331	0.186
> 6°	61 膝	104.18±8.16		
股骨前髁偏距变化				
术前 ≥ 术后	11 膝	104.22±7.85	1.736	0.085
术前 < 术后	119 膝	101.84±7.66		

### 3 讨论 Discussion

全膝关节置换术是晚期膝关节炎的重要治疗手段, 可以明显改善患者的生活质量, 无论是旋转平台还是固定平台假体的 10 年生存率均达到 92% 以上<sup>[9-11]</sup>, 但是与全髋关节置换相比, 全膝关节置换的手术效果和满意度还有待提高。全膝关节置换术后的活动度是影响全膝关节置换手术效果和满意度的重要指标。VAN ONSEM 等<sup>[12]</sup> 研究发现, 男性患者在全膝关节置换术后的活动度每增加 5° 满意度将提升 6-8 倍。DEVERS 等<sup>[13]</sup> 认为全膝关节置换术后高屈曲活动度特别是膝关节屈曲超过 130°, 将明显改善全膝关节置换术后的功能。

SINGH 等<sup>[14]</sup> 调查了梅奥诊所关节注册中心 1993 至 2005 年的全膝关节置换手术患者, 发现体质量指数 ≥ 35 kg/m<sup>2</sup> 是全膝关节置换术后功能受限的高危因素。XU 等<sup>[15]</sup> 回顾性分析 126 例单侧全膝关节置换手术患者术后 10 年的功能变化, 根据体质量指数分为对照组 (体质量指数 < 30 kg/m<sup>2</sup>) 和肥胖组 (体质量指数 ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>), 结果显示尽管肥胖和非肥胖患者在术后功能和生活质量上都有明显改善, 但肥胖患者术后 10 年的 Oxford Knee Score(OKS) 和 Mental Component Score(MCS) 改善较小。此次研究将患者体质量指数以 25 kg/m<sup>2</sup> 为临界值, 结果显示体质量指数 < 25 kg/m<sup>2</sup> 患者在术后表现出更理想的屈曲活动度, 考虑可能与非肥胖患者在屈曲时膝关节后方的软组织阻挡小有关; 另外在训练强度相同的前提下, 肥胖患者

表 4 | 各因素赋值说明

Table 4 | Explanation of each factor assignment

因素	赋值说明
年龄	< 65 岁 = 1, ≥ 65 岁 = 2
体质量指数	< 25 kg/m <sup>2</sup> = 1, ≥ 25 kg/m <sup>2</sup> = 2
术前 HSS 评分	< 59 分 = 1, ≥ 59 分 = 2
术前关节活动度	< 90° = 1, ≥ 90° = 2
术前目测类比评分	< 6 分 = 1, ≥ 6 分 = 2
术后主动锻炼	是 = 1, 否 = 2
术后关节线高度变化	≤ 4 mm = 1, > 4 mm = 2

表 5 | 全膝关节置换术后膝关节屈曲受限的多因素分析结果

Table 5 | Multivariate analysis of factors affecting postoperative knee flexion limitation after total knee arthroplasty

因素	β 值	标准误 S.E.	Wald 卡方 (χ <sup>2</sup> )	P 值	OR 值	95%CI 值
体质量指数	-2.036	0.354	33.079	< 0.001	0.131	0.065, 0.261
术前 HSS 评分	1.458	0.356	16.773	< 0.001	4.297	2.139, 8.634
术前关节活动度	2.362	0.245	92.945	< 0.001	10.612	6.565, 17.153
术后关节线高度变化	-1.368	0.214	40.864	< 0.001	0.255	0.167, 0.387

完成训练的难度比普通患者大也是原因之一。既往研究认为年龄是全膝关节置换手术效果的影响因素, 年龄越大, 患者的全身状况、耐受疼痛的能力和术后康复的依从性越差, 因此高龄患者术后的屈曲活动度相对较小, 但是随着围术期管理和康复水平的不断提高, 年龄的负面效应逐渐弱化。此次研究结果显示, 尽管单因素分析中年龄对全膝关节置换术后屈曲活动度的影响有统计学差异, 但多因素分析中却不是独立影响因素。值得注意的是, 与年龄和全膝关节置换术后功能的关系不同, 年龄和全膝关节置换术后满意度的关系在多个研究中呈现正相关的结果。LANGE 等<sup>[16]</sup> 调查分析了 529 例年轻患者 (18-55 岁) 和 2 001 例老年患者 (65-75 岁), 均为非炎症性关节炎, 并接受全膝关节置换术, 研究发现相对于年轻患者, 老年患者的整体满意度更高。MERLE-VINCENT 等<sup>[17]</sup> 的一项前瞻性多中心研究也显示, ≥ 70 岁患者更容易获得较高的满意度。作者认为全膝关节置换术后的满意度与患者手术前后功能改善的大小有关, 与全膝关节置换术后功能恢复的绝对值不相关, 因此年龄与全膝关节置换术后功能及年龄与全膝关节置换术后满意度相关性研究的结论并不矛盾。

PUA 等<sup>[18]</sup> 在一项前瞻性队列研究中统计了 4 026 例初次全膝关节置换手术患者, 调查发现术前屈曲活动度是与术后屈曲活动度正相关的最强预测因子。LANGLOIS 等<sup>[19]</sup> 对 584 例全膝关节置换进行了前瞻性的随访研究 (随访时间 ≥ 5 年), 研究显示最终屈曲活动度与术前屈曲活动度正相关, 但没有显示最终屈曲活动度和患者术前功能具有相关性。张恒岩等<sup>[20]</sup> 应用多重线性回归对患者体质量指数、术前活动度与术后活动度进行分析, 结果显示术后活动度与术前活动度正相关, 与体质量指数负相关。多项研究显示, 全膝关节置换术前活动度与术后活动度正相关, 与此次研究结果一致, 但仍然有部分研究提出不同的结论。RUSSELL 等<sup>[21]</sup> 对 153 例全膝关节置换术后的活动度进行评估, 根据术前活动度分为 2 组 (I 组, 术前活动度 < 95°; II 组, 术前活动度 > 95°), 结果显

术后 3, 12 个月两组在屈曲活动度均无差异, 并且在 3-12 个月, 所有患者活动度的变化不超过 2°。术前 HSS 评分、目测类比评分和术后屈曲活动度的相关性研究较少, 作者认为患者术前 HSS 评分越高功能越好, 术后恢复的难度就越小。目测类比评分和 HSS 评分负相关, 所以术前目测类比评分越低预示术后屈曲活动度越好。

在全膝关节置换术后的康复上, 作者主张在良好镇痛的前提下尽早恢复膝关节活动度, 鼓励患者每天在最大屈伸活动度坚持足够长的时间即提倡牵张训练, 避免频繁小范围活动, 同时指导患者肌力训练, 一方面通过肌肉泵效应促进肢体血液循环, 降低深静脉血栓风险; 另一方面, 肌力的增强有助于改善患者的主动活动度。张银光等<sup>[22]</sup>研究发现, 出院时患者膝关节活动度与术后 1 年的活动度有关, 术后早期功能训练有利于最大限度地提高全膝关节置换术后活动度。BAWA 等<sup>[23]</sup>研究显示, 全膝关节置换术后和麻醉下手法松解的时间间距与最终活动度呈负相关, 对于活动度差的患者应尽量在全膝关节置换术后 75 d 内采取麻醉下手法松解, 从而争取更理想的活动功能。WITVROUW 等<sup>[24]</sup>研究发现与麻醉下手法松解相比, 牵张训练在患者活动度和功能方面有着相同甚至更好的效果, 因此对于全膝关节置换术后屈曲活动度恢复慢或膝关节持续僵硬的患者, 牵张训练是首选的康复方式。以上研究结论与作者的康复理念一致, 作者建议最好在全膝关节置换术后一两个月恢复患者的活动度, 时间越久活动度的恢复越困难, 相对于持续被动活动, 现在更推崇牵张训练。在患者是否主动锻炼的判断上, 此次研究存在一定局限性, 无法对主动锻炼进行量化, 只是根据患者随访时的反馈及恢复情况来判断患者锻炼的依从性, 如何量化主动锻炼是该研究继续完善的方向。

VAN LIESHOUT 等<sup>[25]</sup>对全膝关节置换术后关节线改变和预后之间的关系进行了荟萃分析, 结果显示关节线升高与术后 KSS 评分呈显著负相关, 作者建议关节线的升高不应超过 4 mm。HAN 等<sup>[26]</sup>回顾性分析 166 例随访期 2 年以上的全膝关节置换翻修(144 例患者)手术, 结果显示股骨关节线高度是影响全膝关节置换翻修术后活动度的唯一因素。FORNALSKI 等<sup>[27]</sup>对 6 具尸体标本进行了生物力学研究, 结果显示关节线升高会导致膝关节活动度的丢失。基于以上研究, 此次研究将 4 mm 作为关节线改变的参考标准进行分类, 证实术后关节线高度变化是全膝关节置换术后膝关节屈曲受限的手术独立影响因素。

CINOTTI 等<sup>[28]</sup>通过 MRI 测量 80 例正常膝关节胫骨平台骨性后倾角和半月板后倾角, 发现骨性后倾角内侧 8°, 外侧 7.7°, 而半月板后倾角内侧 4.1°, 外侧 3.3°。部分学者提出胫骨平台截骨时应该考虑半月板和平台软骨的厚度, 以半月板后倾角作为胫骨平台截骨时的后倾角度, 更符合人体原有的解剖学特点。此次研究在早期预设 7° 为胫骨平台后倾角, 后期把胫骨平台后倾角调整为 3°-5°, 但并没有发现其与术后屈曲活动度存在联系, 这与刘凯等<sup>[29]</sup>的研究结论一致。作

者认为胫骨平台后倾角小范围的变化不会对术后屈曲活动度产生影响, 后交叉韧带替代型假体不同于后交叉韧带保留型假体, 后交叉韧带保留型假体在全膝关节置换术中屈曲间隙的张力容易受到胫骨平台后倾角度变化的影响, 而后交叉韧带替代型假体的屈曲间隙不再受到后交叉韧带的限制, 胫骨平台后倾角影响较小。

近年来临床医生越来越重视髌股关节填塞对全膝关节置换术后屈曲功能的负面影响, 髌股关节填塞的影响因素包括股骨滑车和髌骨 2 方面。此次研究只是切除髌骨周围的骨赘, 未作髌骨置换, 髌骨保留了原有厚度, 因此股骨滑车是影响髌股关节填塞的主要因素。股骨前髌偏距是评估股骨滑车厚度的重要参数, 但是股骨前髌偏距变化多少才会对屈曲功能产生影响尚没有统一的结论, 并且不同的人种、体型、膝关节大小其股骨前髌偏距也不一样, 因此有学者提出使用股骨前髌偏距比率(股骨前髌偏距/股骨直径)作为评价指标, 来消除不同个体之间股骨前髌偏距大小的影响。MIHALKO 等<sup>[30]</sup>在尸体研究中发现股骨滑车少截 2 mm 则被动屈曲活动度减少(1.3±1.2)°, 少截 4 mm 则被动屈曲活动度减少(4.8±3.2)°, 认为股骨前方形态的改变可能对屈曲有小的影响, 但在临床上也许并不重要。KEMP 等<sup>[31]</sup>回顾性分析了 107 例全膝关节置换手术患者的 X 射线片, 他们认为股骨前髌偏距增大 WOMAC 功能评分越差, 但是把股骨滑车和髌骨作为整体进行分析时其与 WOMAC 功能评分之间没有明确的相关性。此次研究中股骨前髌偏距比率术后小于术前者, 术后屈曲活动度更好, 但数据分析显示无统计学意义。其原因主要有 3 方面: ①术者对股骨前参考较为重视, 操作上避免了前髌过度抬高; ②第二, 相邻假体型号大小差值仅为 2.5 mm, 数据倚倚控制在一个较小的范围; ③第三, X 射线片测量受限于特定的投照角度, 在测量原理上存在一定缺陷。正常人的股骨后髌内外侧不等, 而全膝关节置换使股骨后髌内外侧相等, 因此手术前后膝关节侧位 X 射线片的投照角度是不同的, 会对测量结果产生一定的影响; ④数据显示大多数患者的股骨前髌偏距比率术后是大于术前的, 但是术后屈曲活动度的下降却没有统计学意义, 作者分析股骨前髌偏距比率在一定范围内增大可能不会对屈曲活动度产生明显影响, 但这需要对股骨前髌偏距比率的大小进行量化分析, 确定对屈曲活动度产生影响的临界值。另外, 在术中直接测量股骨前髌截骨厚度并与假体前髌厚度进行比较, 会提高该项研究的可靠性, 也是下一步对研究方法进行优化的方向。

综上所述, 全膝关节置换术后的屈曲功能与患者的体质指数、术前 HSS 评分、术前关节活动度、术后关节线高度变化存在显著相关性, 明确这些影响因素有助于术前更加准确地预测患者术后功能, 引导患者对手术效果合理地期望, 以及术者对手术细节更加精准地把控。

作者贡献: 钟喜红进行试验设计, 试验实施为刘选择, 试验评估为肖国庆, 资料收集为严钰皓, 肖国庆成文, 钟喜红审核。

经费支持: 该文章未接受任何经费支持。

**利益冲突:** 文章的全部作者声明, 在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

**机构伦理问题:** 研究获得成都医学院第二附属医院 / 核工业四一六医院伦理委员会批准。

**知情同意问题:** 所有患者对治疗知情同意。

**写作指南:** 该研究遵守《观察性临床研究报告指南》(STROBE 指南)。

**文章查重:** 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

**文章外审:** 文章经小同行外审专家双盲外审, 同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

**生物统计学声明:** 该文统计学方法已经成都医学院第二附属医院 / 核工业四一六医院生物统计学专家审核。

**文章版权:** 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

**开放获取声明:** 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名 - 非商业性使用 - 相同方式共享 4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

#### 4 参考文献 References

- [1] 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊疗指南 (2018 年版) [J]. 中华骨科杂志, 2018,38(12):705-715.
- [2] NOBLE PC, CONDITT MA, COOK KF, et al. The John Insall Award: Patient expectations affect satisfaction with total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;452:35-43.
- [3] BOURNE RB, CHESWORTH BM, DAVIS AM, et al. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(1):57-63.
- [4] HA CW, PARK YB, SONG YS, et al. Increased Range of Motion Is Important for Functional Outcome and Satisfaction After Total Knee Arthroplasty in Asian Patients. *J Arthroplasty.* 2016;31(6):1199-1203.
- [5] HOFMANN AA, KURTIN SM, LYONS S, et al. Clinical and radiographic analysis of accurate restoration of the joint line in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2006;21(8):1154-1162.
- [6] SCOTT CEH, CLEMENT ND, YAPP LZ, et al. Association Between Femoral Component Sagittal Positioning and Anterior Knee Pain in Total Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg.* 2019;101(17):1575-1585.
- [7] NG N, PATTON J T, BURNETT R, et al. Sagittal alignment of the cemented femoral component in revision total knee arthroplasty influences the anterior and posterior condylar offset: Stem length does not affect these variables. *Knee.* 2020;27(2):477-484.
- [8] CHIU KY, NG TP, TANG WM, et al. Review Article: Knee Flexion after Total Knee Arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2002;10(2):194-202.
- [9] ARGENSON JN, BOISGARD S, PARRATTE S, et al. French Society of Orthopedic and Traumatologic Surgery (SOFOT). Survival analysis of total knee arthroplasty at a minimum 10 years' follow-up: a multicenter French nationwide study including 846 cases. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013;99(4):385-390.
- [10] CAROTHERS JT, KIM RH, DENNIS DA, et al. Mobile-bearing total knee arthroplasty: a meta-analysis. *J Arthroplasty.* 2011;26(4):537-542.
- [11] PARSCH D, KRÜGER M, MOSER MT, et al. Follow-up of 11-16 years after modular fixed-bearing TKA. *Int Orthop.* 2009;33(2):431-435.
- [12] VAN ONSEM S, VERSTRAETE M, DHONT S, et al. Improved walking distance and range of motion predict patient satisfaction after TKA. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(11):3272-3279.
- [13] DEVERS BN, CONDITT MA, JAMIESON ML, et al. Does greater knee flexion increase patient function and satisfaction after total knee arthroplasty? *J Arthroplasty.* 2011;26(2):178-186.
- [14] SINGH JA, O'BYRNE M, HARMSSEN S, et al. Predictors of moderate-severe functional limitation after primary Total Knee Arthroplasty (TKA): 4701 TKAs at 2-years and 2935 TKAs at 5-years. *Osteoarthritis Cartilage.* 2010;18(4):515-521.
- [15] XU S, CHEN JY, LO NN, et al. The influence of obesity on functional outcome and quality of life after total knee arthroplasty: a ten-year follow-up study. *Bone Joint J.* 2018;100-B(5):579-583.
- [16] LANGE JK, LEE YY, SPIRO SK, et al. Satisfaction Rates and Quality of Life Changes Following Total Knee Arthroplasty in Age-Differentiated Cohorts. *J Arthroplasty.* 2018;33(5):1373-1378.
- [17] MERLE-VINCENT F, COURIS CM, SCHOTT AM, et al. Osteoarthritis Section of the French Society for Rheumatology. Factors predicting patient satisfaction 2 years after total knee arthroplasty for osteoarthritis. *Joint Bone Spine.* 2011;78(4):383-386.
- [18] PUA YH, POON CL, SEAH FJ, et al. Predicting individual knee range of motion, knee pain, and walking limitation outcomes following total knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2019;90(2):179-186.
- [19] LANGLOIS J, CHARLES-NELSON A, KATSAHIAN S, et al. Predictors of flexion using the rotating concave-convex total knee arthroplasty: preoperative range of motion is not the only determinant. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(6):1734-1740.
- [20] 张恒岩, 崔立强, 翁习生. 影响全膝关节置换术疗效的术前因素分析 [J]. 中华医学杂志, 2016,17(96):1345-1348.
- [21] RUSSELL RD, HUO MH, DE JONG L, et al. Preoperative flexion does not influence postoperative flexion after rotating-platform total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(7):1644-1648.
- [22] 张银光, 王岩, 柴伟. 应用多元回归分析影响全膝关节置换术后膝关节活动度的相关因素 [J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(47):9462-9465.
- [23] BAWA HS, WERA GD, KRAAY MJ, et al. Predictors of range of motion in patients undergoing manipulation after TKA. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(1):258-263.
- [24] WITVROUW E, BELLEMANS J, VICTOR J. Manipulation under anaesthesia versus low stretch device in poor range of motion after TKA. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(12):2751-2758.
- [25] VAN LIESHOUT WAM, VALKERING KP, KOENRAADT KLM, et al. The negative effect of joint line elevation after total knee arthroplasty on outcome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(5):1477-1486.
- [26] HAN HS, YU CH, SHIN N, et al. Femoral joint line restoration is a major determinant of postoperative range of motion in revision total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(7):2090-2095.
- [27] FORNALSKI S, MCGARRY MH, BUI CN, et al. Biomechanical effects of joint line elevation in total knee arthroplasty. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2012;27(8):824-829.
- [28] CINOTTI G, SESSA P, RAGUSA G, et al. Influence of cartilage and menisci on the sagittal slope of the tibial plateaus. *Clin Anat.* 2013;26(7):883-892.
- [29] 刘凯, 沈彬, 裴福兴, 等. Innex 膝关节假体置换术后活动度与假体设计及手术技术的关系 [J]. 中华骨科杂志, 2011,31(2):137-142.
- [30] MIHALKO W, FISHKIN Z, KRAKOW K. Patellofemoral Overstuff and Its Relationship to Flexion after Total Knee Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;449: 283-287.
- [31] KEMP MA, METCALFE AJ, SAYERS A, et al. Does overstuffing of the patellofemoral joint in total knee arthroplasty have a significant effect on postoperative outcomes? *Knee.* 2018;25(5): 874-881.