

膝关节置换术前开展膝关节肌肉力量及功能训练的效果研究

柯 飞

十堰市太和医院 湖北 十堰 442000

摘要: **目的:** 探讨膝关节置换术前开展肌肉力量及功能训练对患者术后康复的影响。**方法:** 选取80例在我院骨科行膝关节置换术的患者,按手术时间排序,前40例为对照组,行常规医疗护理,随后纳入的40例为观察组,术前进行4周肌肉力量及功能训练。对比两组患者术前、术后疼痛及康复情况。**结果:** 术前两组患者的膝关节相关指标无明显差异 ($P > 0.05$); 术后3个月两组患者膝关节相关指标均比术前有所改善 ($P < 0.05$), 观察组患者膝关节肌肉力量、活动度、疼痛程度、日常生活能力等指标改善幅度显著优于对照组 ($P < 0.05$), 且并发症发生率更低 ($P < 0.05$)。**结论:** 术前系统性膝关节肌肉训练可显著增强患者膝关节肌肉力量,改善关节活动度,减轻术后疼痛,提高日常生活能力,降低并发症发生率。

关键词: 膝关节置换术; 膝关节功能训练; 肌肉力量训练; 功能恢复

膝关节置换术 (Total Knee Arthroplasty, TKA) 是治疗膝关节骨关节炎、类风湿性关节炎等终末期膝关节疾病的主要方法,可有效缓解疼痛、改善关节功能,提高患者生活质量^[1-5]。然而,术后康复效果受多种因素影响,其中术前膝关节周围肌肉力量薄弱、关节活动度受限及功能障碍是导致术后康复延迟、并发症增多的重要原因之一^[6]。研究表明,术前肌肉萎缩和力量下降可导致术后关节稳定性降低、步态异常及康复时间延长,术前积极的康复训练可能通过增强肌肉力量、改善关节功能状态,为术后康复奠定基础^[7-9]。因此,本研究通过随机对照试验,探讨术前膝关节肌肉力量及功能训练对患者术后康复效果的影响,具体如下所示。

1 资料与方法

1.1 一般资料

从2023年1月起在我院骨科行单侧膝关节置换术的80例患者为研究对象。按手术时间排序,前40例为对照组,随后纳入的40例为观察组,两组患者的一般资料无明显差异 ($P > 0.05$) (见表1)。

纳入标准: ①符合膝关节置换术手术指征,且首次行单侧膝关节置换术^[10]; ②年龄40~75岁,性别不限; ③术前膝关节活动度 $\leq 90^\circ$ ^[11]; ④自愿参与本研究并签署知情同意书。

排除标准: ①合并严重脏器功能障碍; ②患有神经系统疾病或肌肉疾病影响肢体功能^[12]; ③术前3个月内接受过膝关节相关手术或注射治疗; ④认知功能障碍无法配合训练。

表1 两组患者一般性资料比较

组别	例数 (n)	性别		平均年龄 (岁)	BMI	术前诊断(例)		患病时长(年)
		男	女			骨关节炎	类风湿关节炎	
观察组	40	23	17	61.38±5.78	25.6±2.5	33	7	8.7±3.3
对照组	41	21	19	61.27±5.81	25.3±2.3	31	9	8.5±3.5
t/χ^2		0.302		0.421	0.943	0.401		0.562
P		> 0.625		0.643	0.362	0.527		0.575

1.2 方法

1.2.1 对照组

术前不进行针对性的膝关节肌肉力量训练,术后进行常规护理和康复训练。

1.2.2 观察组

术前4周开始膝关节肌肉力量及功能训练,具体内容如下:

(1) 股四头肌训练

每日进行3次等长收缩训练,患者取仰卧位,膝关节伸直,踝关节背屈,用力下压膝关节,保持大腿肌肉收

缩状态,每次持续5~10秒,根据患者情况每组动作重复10~15次^[13]。

每日进行3次直腿抬高训练,患者取仰卧位,膝关节伸直,缓慢抬起下肢至与床面成30°角,保持5秒后缓慢放下,根据患者情况每组动作重复10~15次^[14]。后期根据患者力量评估结果,可进行负重训练,在踝关节处绑缚沙袋,逐渐增加训练难度,进一步强化股四头肌力量。训练过程中,需注意保持呼吸平稳,避免憋气,以免增加心脏负担。

每日进行3次腘绳肌训练,患者取俯卧位,膝关节屈曲30°,缓慢将小腿向臀部方向抬起到患者极限并在该位置保持5秒,根据患者情况每组动作重复10~15次。后期根据患者力量评估结果,可在踝关节处使用弹力带进行负重训练^[15]。

每日进行3次臀中肌训练,患肢在上伸直,缓慢将患肢向上抬起约30°,保持5秒后放下,根据患者情况每组动作重复10~15次。

(2) 关节活动度训练

每日进行3次主动屈伸训练,患者坐于床边,双手握住床沿,主动进行膝关节屈伸运动,尽可能达到最大活动范围,每次训练持续10~15分钟。

每日进行2次被动屈伸训练,在采用持续被动运动机辅助进行循序渐进的训练,起始角度为0°~30°,每日增加5°~10°,最大角度不超过术前安全范围,每次训练持续30分钟。

(3) 平衡与步态训练

每日进行2次平衡训练,站立位,双手扶椅,进行单腿站立训练,逐渐过渡到不扶椅站立,提高平衡能力,每次保持10~20秒,每侧腿5次。

每日进行2次步态训练,使用助行器进行步行训练,强调患肢均匀负重,避免跛行,每次10~15分钟。

1.3 观察指标

(1) 膝关节肌肉力量:采用等速肌力测试仪(Biodex System 4)测量术前、术后3个月患侧膝关节伸直(股四头肌)和屈曲(腘绳肌)的峰力矩(Peak Torque, PT)及总做功量(Total Work, TW),测试速度为60°/s和120°/s^[16]。

(2) 关节活动度:使用标准量角器测量膝关节最大屈曲角度和伸直角度,分别于术前、术后1周、术后3个月进行评估。

(3) 疼痛程度:采用视觉模拟评分法(Visual Analogue Scale, VAS)评估患者术前、术后1周、术后3个月的膝关节疼痛程度,评分范围0~10分,分数越高表示疼痛越剧烈^[17]。

(4) 日常生活能力:采用改良Barthel指数(Modified Barthel Index, MBI)评估患者术前、术后3个月的日常生活自理能力,包括进食、穿衣、洗漱、行走、上下楼梯等10项内容,总分100分,分数越高表示生活自理能力越强^[18]。

(5) 术后并发症:记录两组患者术后出现的并发症种类及频次。

1.4 统计学方法

采用SPSS26.0软件对各组基础数据进行统计分析,并进行独立样本 t 、 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 膝关节肌肉力量比较

术前两组患者膝关节肌肉力量无明显差异($P > 0.05$)。术后3个月,观察组患者的股四头肌和腘绳肌在60°/s和120°/s速度下的PT、TW值均显著高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。组内比较显示,两组患者术后股四头肌和腘绳肌力量均较术前显著增强($P < 0.05$),但观察组的改善幅度显著大于对照组(见表2)。

表2 两组患者膝关节肌肉力量比较($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	术前	术后3个月	t	P
股四头肌PT(N·m)	观察组	31.5±5.0	45.1±5.7*	11.431	< 0.05
	对照组	31.3±4.9	38.7±5.4*	6.722	< 0.05
	t	0.638	5.851		
	P	0.525	< 0.05		
	观察组	27.8±4.3	39.5±4.7*	10.285	< 0.05
	对照组	28.3±4.4	33.7±4.6*	5.193	< 0.05
120°/s	t	0.754	6.391		
	P	0.472	< 0.05		
	观察组	124.8±17.3	188.4±21.6*		< 0.05
腘绳肌TW(J)	60°/s	124.3±18.1	151.6±19.5*		< 0.05

续表:

指标	组别	术前	术后3个月	<i>t</i>	<i>P</i>
	<i>t</i>	0.525	6.382		
	<i>P</i>	0.629	< 0.05		
120°/s	观察组	101.3±15.5	159.4±18.8*	9.832	< 0.05
	对照组	101.1±16.2	127±17.3*	6.392	< 0.05
	<i>t</i>	0.537	7.322		
	<i>P</i>	0.647	< 0.05		

*注:与术前比较, *P* < 0.05

2.2 两组患者关节活动度比较

术前两组患者膝关节活动度无明显差异 (*P* > 0.05), 术后3个月两组患者关节活动度均显著好于术前 (*P* < 0.05)。术后1周, 两组患者的伸直角度无明显差异 (*P* > 0.05), 观察组患者膝关节最大屈曲角度明显大于对照组 (*P* < 0.05); 术后3个月, 观察组患者膝关节最大屈曲角度和伸直角度均显著优于对照组 (*P* < 0.05) (见表3)。

表3 两组患者关节活动度比较 ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

指标	组别	术前	术后一周	术后3个月
最大屈曲角度	观察组	81.7±5.2	95.2±7.1*	113.3±6.9
	对照组	81.3±5.1	88.7±6.3*	99.6±6.7
	<i>t</i>	0.643	5.282	7.689
	<i>P</i>	0.572	< 0.05	< 0.05
伸直角度	观察组	-5.3±2.2	-2.2±1.3*	-0.8±1.1*
	对照组	-5.3±2.1	-3.7±1.6*	-2.4±1.4*
	<i>t</i>	0.572	3.529	4.690
	<i>P</i>	0.528	< 0.05	< 0.05

*注:与术前比较, *P* < 0.05; 伸直角度以0°为正常, 负值表示屈曲畸形

2.3 两组患者疼痛程度比较

术前两组患者疼痛程度无明显差异 (*P* > 0.05), 术后3个月两组患者疼痛程度较术前均有显著改善 (*P* < 0.05), 且观察组患者改善程度显著优于对照组 (*P* < 0.05) (见表4)。

表4 两组患者VAS评分比较 ($\bar{x} \pm s, \text{分}$)

组别	术前	术后一周	术后3个月
观察组	7.4±1.2	4.6±1.1*	2.4±0.9*
对照组	7.3±1.1	5.6±1.1*	3.7±1.0*
<i>t</i>	0.663	5.821	6.637
<i>P</i>	0.457	< 0.05	< 0.05

*注:与术前比较, *P* < 0.05

2.4 两组患者日常生活能力比较

术前两组患者日常生活能力无明显差异 (*P* > 0.05), 术后两组患者日常生活能力较术前均有显著改善 (*P* < 0.05), 且观察组患者改善程度显著优于对照组 (*P* < 0.05) (见表5)。

2.5 两组患者术后并发症发生情况比较

观察组并发症发生率显著低于对照组 (*P* < 0.05)

(见表6)。

表5 两组患者MBI评分比较 ($\bar{x} \pm s, \text{分}$)

组别	术前	术后3个月	<i>t</i>	<i>P</i>
观察组	62.1±8.1	88.7±6.2*	16.322	< 0.05
对照组	62.3±8.5	78.6±7.1*	11.286	< 0.05
<i>t</i>	0.363	6.472		
<i>P</i>	0.554	< 0.05		

*注:与术前比较, *P* < 0.05

表6 两组患者术后并发症比较

组别	感染	深静脉血栓	关节僵硬	总发生率
观察组	0	1	1	5%
对照组	1	3	3	17.5%
χ^2				4.217
<i>P</i>				< 0.05

3 讨论

3.1 术前训练对膝关节肌肉力量的影响机制与临床价值

本研究结果显示术前4周的肌肉力量训练可有效增强膝关节周围肌群的收缩能力,这一结果与陈阿丽等专家学者通过随机对照试验发现的结果一致,即术前抗阻训练

可使膝关节置换术患者后股四头肌力量提升23%^[19-20]。术前训练改善了神经肌肉适应性,增强运动神经元募集效率,提高肌肉-肌腱单元的协调性,形成“神经肌肉记忆”,可使患者术后更快恢复主动控制能力;术前训练改变了患者肌纤维形态,等长收缩与抗阻训练可促进I型(慢肌纤维)和II型(快肌纤维)肌纤维增粗,增加肌糖原储备,提升肌肉耐力与爆发力;术前训练抑制了患者膝关节肌肉术前失用性萎缩,由于患者膝关节常年饱受疼痛折磨,限制了膝关节活动,容易出现肌肉失用性萎缩,术前训练可通过机械负荷刺激抑制肌肉蛋白分解,维持肌量。

3.2 术前训练对关节活动度的双向调节作用

经过为期4周的术前肌肉力量训练的患者,在术后1周时膝关节的最大屈曲角度已经显著超过了对照组患者。到了术后3个月,无论是伸直角度还是屈曲角度都得到了进一步的改善。表明术前训练可通过“预康复”减轻术后关节粘连程度。通过术前训练,患肢膝关节进行了被动活动预处理,CPM机辅助训练通过持续被动牵伸,可逐步扩大关节间隙,预防滑膜皱襞与假体界面的粘连,同时刺激关节软骨滑液分泌,改善软骨营养^[21];股四头肌与腘绳肌的等长收缩可促进关节囊血液循环,减少术前关节内积液,降低滑膜炎反应,从而减轻术后“创伤-炎症-粘连”恶性循环;通过训练逐步突破关节活动度瓶颈,可增强患者对术后康复的信心,减少因恐惧疼痛导致的主动活动规避。

3.3 术前训练的疼痛管理效应及其潜在机制

观察组术后1周及3个月VAS评分均显著低于对照组,表明术前训练可能通过多维度机制减轻术后疼痛。术前规律的低强度运动可激活内源性镇痛系统,促进内啡肽、5-羟色胺等神经递质释放,提高疼痛阈值;股四头肌收缩可加速静脉与淋巴回流,减少术后关节腔积血、肿胀,从而减轻机械性疼痛刺激;术前运动还可能通过抑制NF- κ B信号通路,减少IL-6、TNF- α 等促炎因子释放,减轻术后全身炎症反应综合征(SIRS)^[22]。

3.4 对日常生活能力的远期影响与功能重建逻辑

术后3个月MBI评分显示,观察组患者在行走、上下楼梯等关键项目上的得分显著高于对照组,这与肌肉力量、ROM的改善形成链式反应,强大的股四头肌力量可缩短摆动相耗时,增加支撑相稳定性,臀中肌力量提升可减少行走时骨盆侧倾幅度,使步态更接近生理状态;术前训练还可增强肌肉线粒体功能,降低行走时的氧耗量,使患者能耐受更长时间的活动^[23];平衡训练通过刺激膝关节本体感受器,改善了中枢对肢体位置的感知能

力,减少跌倒风险。

3.5 并发症防控的多因素分析与预防策略

观察组并发症发生率(5%)显著低于对照组(17.5%)。术前下肢肌群的主动收缩可加速静脉血流速度,降低血液瘀滞风险,其效果类似发挥了“物理性抗凝”作用^[24];通过改善内皮细胞功能,减少凝血因子激活,从而降低血栓形成倾向;观察组患者因术前奠定了力量与ROM基础,术后第1天即可开始全负重站立训练,较对照组提前2-3天,早期活动是预防DVT的核心措施。

4 小结

膝关节置换术前4周的膝关节肌肉力量及功能训练可通过增强肌肉功能、改善关节活动度、减轻炎症反应及优化心理状态,显著提升患者术后康复效果,表现为肌肉力量增强、疼痛缓解、日常生活能力提高及并发症减少。该训练方案安全可行,建议作为TKA围手术期管理的常规措施。未来需通过更大样本、更长随访及机制研究进一步验证其远期效益与作用靶点,以推动“术前预康复”理念的临床普及。

参考文献

- [1]贺彩玲,张佳惠,郭利晓,等.术前沙袋加压伸直训练在全膝关节置换术病人中的应用[J].护理研究,2025,39(06):1016-1020.
- [2]幸定碧,秦意,朱捷,等.网络化认知行为干预对全膝关节置换术后患者运动恐惧及康复的影响[J].中国康复医学杂志,2025,40(03):404-409.
- [3]魏长宝,顾三军,刘宇,等.加速康复外科模式下初次全膝关节置换术患者住院时间延长的危险因素[J].中华骨与关节外科杂志,2024,17(12):1088-1093.
- [4]母庆磊,王小芄,古玉龙.基于时机理论的体位管理方案对老年TKA术后关节、运动功能康复的影响[J].老年学杂志,2024,44(23):5723-5726.
- [5]谭可,刘雪莲,李漓,等.全膝关节置换术患者参与疼痛管理干预方案的构建及初步应用效果[J].护理管理杂志,2024,24(12):1013-1018.
- [6]黄志彬,朱健豪,李依格,等.全膝关节置换术后挛缩预防与康复治疗的研究进展[J].中国康复医学杂志,2024,39(11):1730-1735.
- [7]刘培来,李学州,卢群山,等.膝关节置换术后常用康复器具的应用与疗效分析[J].山东大学学报(医学版),2024,62(10):1-7.
- [8]徐丽丽,刘序强.全膝关节置换术后膝关节功能加速康复专家共识[J].山东大学学报(医学版),2024,62(10):48-61.

- [9]姜任东,赵建莉,时超,等.加速康复外科理念下全膝关节置换治疗类风湿关节炎与骨关节炎患者的临床疗效[J].山东大学学报(医学版),2024,62(10):62-67+75.
- [10]曾凡令,贾蕊,黄艺林,等.全膝关节置换术对老年膝关节等速肌力曲线特征的影响[J].中国临床解剖学杂志,2024,42(05):607-611.
- [11]真启云,苏宙,瞿辉武,等.全膝关节置换术患者肢体肿胀管理方案的构建及实施[J].护理学杂志,2024,39(18):1-5.
- [12]许嘉乐,傅利勤,吴红,等.康复自我效能在髌/膝关节置换术后住院患者领悟社会支持与康复锻炼依从性间的中介作用[J].上海交通大学学报(医学版),2024,44(08):959-967.
- [13]张权,石静楠,张宽,等.全膝关节置换术对膝骨关节炎患者本体感觉的影响[J].医用生物力学,2024,39(04):663-669.
- [14]刘芷忻,王翠,王宁华.膝关节置换术围手术期国际功能、残疾和健康分类核心分类组合的信效度评价[J].中国心理卫生杂志,2024,38(09):787-795.
- [15]裴菊红,马同,王兴蕾,等.全膝关节置换术患者治疗结果期望潜在剖面分析及影响因素研究[J].护理管理杂志,2024,24(08):678-682.
- [16]周娃妮,王耀臣,张叶熙,等.活血骨复汤联合功能训练对膝关节单髁置换术后远期膝关节功能康复转归患者的临床疗效[J].中成药,2024,46(07):2484-2487.
- [17]陈玉娥,高远,孔丹,等.静态牵伸在单髁置换术患者围手术期康复护理中的应用[J].中华护理杂志,2024,59(12):1462-1467.
- [18]李睿,王芸姣,杨玉金,等.移动健康在全膝关节置换术患者管理中的应用研究进展[J].中国护理管理,2024,24(06):881-885.
- [19]陈阿丽,苏家琼,曾广会,等.ERAS理念下超早期精细化锻炼方案对高龄全膝关节置换术后患者康复的影响[J].中国老年学杂志,2024,44(11):2625-2628.
- [20]刘欢,唐思齐,吴红,等.全髌、全膝关节置换术后患者院内康复锻炼行为影响因素的质性研究[J].中国护理管理,2024,24(04):530-534.
- [21]程悦,杨旭,吴欣娟,等.髌、膝关节置换术患者医联体向下转诊护理交接指标的设置[J].中国护理管理,2024,24(04):593-598.
- [22]Chu Wenming, Cao Yuan, Li Shiyong, etc The effect of acupuncture on improving knee joint function based on rehabilitation after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis[J].World Journal of Acupuncture-Moxibustion,2024,34(02):95-102.
- [23]陈婷,胡静文,郑永智.髌膝关节置换术病人锻炼益处及障碍感知量表的编制及信效度检验[J].护理研究,2024,38(05):820-826.
- [24]李兴龙,刘家伟,丁亚,等.全膝置换术止血带与控制性低血压的比较[J].中国矫形外科杂志,2024,32(05):463-467.