

化及其与糖脂代谢、胰岛素抵抗的相关性[J]. 安徽医药, 2021, 25(4): 769-772.

[11] HWANG H J, KIM S H. Inverse relationship between fasting direct bilirubin and metabolic syndrome in Korean adults[J]. Clin Chim Acta, 2010, 411 (19/20): 1496-1501.

[12] SHAN C X, QIU N C, LIU M E, et al. Effects of diet on bile acid metabolism and insulin resistance in type 2 diabetic rats after roux-en-Y gastric bypass[J]. Obes Surg, 2018, 28(10): 3044-3053.

[13] IMGA N N, KARCI A C, OZTAS D, et al. Effects of vitamin supplementation on insulin resistance and dyslipidemia in overweight and obese premenopausal women[J]. Arch Med Sci, 2019, 15(3): 598-606.

[14] LANGER J, PENNA-MARTINEZ M, BON D, et al. Insufficient vitamin D response to solar radiation in german patients with type 2 diabetes or gestational diabetes[J]. Horm Metab Res, 2016, 48(8): 503-508.

(收稿日期: 2021-12-11 修回日期: 2022-06-08)

• 临床探讨 • DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2022.22.031

## 基于双重差分模型评估弹性阻力运动对老年 TKA 患者肌肉力量和关节功能的影响

郭彩虹<sup>1</sup>, 王瑞红<sup>2</sup>, 郝娟娟<sup>3△</sup>

1. 榆林市第一医院绥德院区骨科二病区, 陕西榆林 718000; 2. 榆林市第一医院外科 ICU, 陕西榆林 718000; 3. 榆林市第一医院急诊医学科, 陕西榆林 718000

**摘要:**目的 建立双重差分模型评估弹性阻力运动对老年全膝关节置换术(TKA)患者肌肉力量和关节功能的影响。方法 回顾性选取 2019 年 3 月至 2020 年 6 月于榆林市第一医院行 TKA 治疗的 200 例老年膝骨性关节炎患者为研究对象, 根据患者意愿分为观察组和对照组, 每组 100 例, 对照组予以标准康复训练, 观察组在对照组的基础上予以弹性阻力运动进行康复训练, 训练后比较两组患者疼痛强度、肌肉力量、膝关节功能情况。结果 训练后, 两组患者视觉疼痛模拟评分法(VAS)评分、肌肉力量、外科膝关节功能量表(HSS)评分较训练前均有改善( $P < 0.05$ ), 但观察组肌肉力量、HSS 评分均高于对照组( $P < 0.05$ ), VAS 评分两组间比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); 肌肉力量、HSS 评分双重差分模型净效应高于 VAS 评分( $P < 0.05$ )。双重差分模型分析显示, 肌肉力量、HSS 评分在组别、时间、组别·时间互项差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。结论 基于双重差分模型评估显示弹性阻力运动应用于老年 TKA 患者中能有效缓解患者早期疼痛, 提高患者肌肉力量及膝关节功能。

**关键词:** 双重差分模型; 弹性阻力运动; 全膝关节置换术; 肌肉力量; 关节功能

**中图分类号:** R493

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1672-9455(2022)22-3142-03

老年全膝关节置换术(TKA)后常需予以康复训练以改善患者肌肉质量下降状态。目前临床中通常予以标准康复训练措施进行治疗, 由于患者术后疼痛等原因, 康复效果欠佳<sup>[1]</sup>。因此, 需寻找新型有效康复训练手段以提高康复疗效。弹性阻力运动是一种通过增加肌肉收缩和线粒体蛋白合成速率来减缓衰老相关 II 型肌纤维表型萎缩的康复训练手段。既往研究发现, 弹性阻力运动可预防老年少肌症<sup>[2]</sup>, 也有研究将其应用于 TKA 术后患者中, 但研究过程中均采用传统方法评估干预效应, 导致对弹性阻力运动干预效应的评估准确性欠佳<sup>[3]</sup>。双重差分模型设置更加科学, 能更加准确地估计干预措施效应。为此, 本研究纳入 200 例老年患者, 旨在建立双重差分模型评估弹性阻力运动在老年 TKA 患者中的价值。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 经榆林市第一医院伦理委员会审核后回顾性选取 2019 年 3 月至 2020 年 6 月于榆林市第

一医院行 TKA 治疗的 200 例老年膝骨性关节炎患者为研究对象, 根据患者意愿分为观察组和对照组, 每组 100 例。观察组男 67 例, 女 33 例; 年龄 60~75 岁, 平均(66.32±5.20)岁; 左侧 48 例, 右侧 52 例; 病程 10~26 个月, 平均(17.41±5.31)个月。对照组男 59 例, 女 41 例; 年龄 60~75 岁, 平均(65.85±3.74)岁; 左侧 43 例, 右侧 57 例; 病程 10~26 个月, 平均(16.30±4.15)个月。两组患者上述一般资料比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性。

**纳入标准:** (1) 符合《骨关节炎诊疗指南(2018 年版)》<sup>[4]</sup>中膝骨性关节炎的诊断标准, 并接受 TKA; (2) 局部有疼痛, 关节功能障碍, 膝关节屈曲 $< 60^\circ$ , 无全身症状; (3) 临床资料完整。排除标准: (1) 既往膝关节手术史; (2) 合并神经肌肉功能障碍性疾病; (3) 体质指数 $\geq 31 \text{ kg/m}^2$ ; (4) 合并基础疾病, 如糖尿病、心脑血管疾病, 依从性差。

### 1.2 方法

△ 通信作者, E-mail: 357725488@qq.com.

**1.2.1 对照组** 予以标准康复训练,于术后第 2 周接受标准康复训练,如拉伸练习、活动范围练习、静止自行车和跑步机行走等训练,训练 2 次/周(每周一次和周三下午 14:00~16:00 各进行一次训练),持续时间约为 30 min。干预 12 周。

**1.2.2 观察组** 在对照组的基础上予以弹性阻力运动进行康复训练,于术后第 2 周接受 2 次/周(每周一次和周三下午 14:00~16:00 各进行一次训练),为期 12 周的训练。每次训练包括 10 min 的热身、40 min 的弹性抗阻练习和 5 min 的休息期。针对上肢和下肢主要全身肌肉群,将以下 7 个动作纳入训练:坐姿挺胸、坐姿划船、坐姿肩部推举、伸膝、屈膝、屈髋、伸髋。每 2 周(于首次训练的第 2、4、6、8、10 周)使用渐进式阻力负荷训练来增加运动的难度(通过改变条带颜色,即黄色、红色、绿色、蓝色、黑色和银色,在 100% 伸长率下相应的阻力水平分别为 1.32、1.77、2.27、3.22、4.40 和 5.99 kg)。患者每个动作做 10~20 次,共做 3 组。阻力训练中弹性阻力(条带颜色)的运动负荷根据 15 分博格感知努力量表设定在有点困难(13 分)至困难(15 分)。

**1.3 评价指标及标准**

**1.3.1 疼痛强度** 于训练前及训练第 4 周、第 8 周及第 12 周采用视觉疼痛模拟评分法(VAS)<sup>[5]</sup> 对患者的疼痛强度进行评价,满分 10 分,分值越高表示患者疼痛强度越高。

**1.3.2 肌肉力量** 于训练前及训练第 4 周、第 8 周

及第 12 周采用 HUMAC NORM 等速测力器(CSMi-Solutions, Stoughton MA, 美国)对患者患肢膝关节进行伸峰值扭矩等速收缩测试,等速肌力角速度为每秒 60° 进行测量。

**1.3.3 膝关节功能评估** 采用外科膝关节功能量表(HSS)<sup>[6]</sup> 评估患者膝关节功能,包括疼痛(30 分)、功能(22 分)、活动范围(18 分)、肌肉力量(10 分)膝关节屈曲畸形(10 分)、失稳(10 分)。分值越高表示患者膝关节功能越好。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS20.0 软件对本研究数据进行分析,符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用 *t* 检验,组内比较采用重复测量的方差分析。采用 Stata14 软件 diff 函数进行模型拟合;*P* < 0.05 表示差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 两组患者疼痛强度、肌肉力量、膝关节功能比较** 训练后,两组患者 VAS 评分、肌肉力量、HSS 评分均改善(*P* < 0.05),观察组肌肉力量、HSS 评分均高于对照组(*P* < 0.05),但 VAS 评分两组间比较差异无统计学意义(*P* > 0.05),肌肉力量、HSS 评分双重差分模型净效应高于 VAS 评分(*P* < 0.05)。见表 1。

**2.2 双重差分模型分析** 双重差分模型分析显示,肌肉力量、HSS 评分在组别、时间、组别·时间互项中差异均有统计学意义(*P* < 0.05),VAS 评分在组别、时间、组别·时间互项中差异均无统计学意义(*P* > 0.05),见表 2。

表 1 两组患者疼痛强度、肌肉力量、膝关节功能比较( $\bar{x} \pm s$ )

指标	组别	n	训练前	训练第 4 周	训练第 8 周	训练第 12 周	$F_{(组别,时间)}$	$P_{(组别,时间)}$	双重差分
									模型净效应
VAS 评分(分)	观察组	100	2.55±0.74	1.21±0.30 <sup>#</sup>	0.87±0.25 <sup>#</sup>	0.62±0.16 <sup>#</sup>	0.328	0.677	0.547
	对照组	100	2.63±0.80	1.25±0.32 <sup>#</sup>	0.91±0.28 <sup>#</sup>	0.59±0.17 <sup>#</sup>			
肌肉力量(N.m)	观察组	100	95.22±15.65	98.42±19.83* <sup>#</sup>	101.88±16.94* <sup>#</sup>	105.35±10.22* <sup>#</sup>	3.094	0.030	23.353
	对照组	100	94.88±12.64	96.61±10.47 <sup>#</sup>	98.32±18.63 <sup>#</sup>	102.23±13.24 <sup>#</sup>			
HSS 评分(分)	观察组	100	51.56±8.83	63.78±8.54* <sup>#</sup>	71.20±9.45* <sup>#</sup>	77.32±10.60* <sup>#</sup>	10.183	<0.001	28.345
	对照组	100	52.67±9.51	59.46±8.62 <sup>#</sup>	65.8±8.74 <sup>#</sup>	73.26±8.59 <sup>#</sup>			

注:与组内训练前比较,<sup>#</sup>*P* < 0.05;与同时期对照组比较,\**P* < 0.05。

表 2 双重差分模型分析

结果变量	组别			时间			组别·时间		
	$\beta_1$	OR(95%CI)	<i>P</i>	$\beta_2$	OR(95%CI)	<i>P</i>	$\beta_3$	OR(95%CI)	<i>P</i>
VAS 评分	-1.854	-3.180(-2.994~-0.714)	0.335	-4.015	-4.760(-0.412~-3.118)	0.052	-0.621	-0.960(-1.868~-0.644)	0.102
肌肉力量	-1.840	-1.965(-1.934~-1.997)	<0.001	-2.443	-2.072(-1.443~-2.340)	<0.001	-2.029	-2.123(-2.401~-1.394)	<0.001
HSS 评分	-6.764	-7.172(-7.511~-6.017)	0.032	1.257	2.149(1.108~2.347)	<0.001	-1.966	-2.590(-2.982~-1.994)	<0.001

**3 讨论**

老年 TKA 患者术后常伴肌肉衰减及力量减退,影响患者术后膝关节功能恢复<sup>[7]</sup>。术后有效的运动

训练干预是改善患者肌肉力量及促进膝关节功能恢复的主要手段。但目前临床上常采用的标准康复治疗中关于抗阻训练的阻力设计多以等速测力系

统测定,导致在部分基层康复中很难实现<sup>[8]</sup>。弹性阻力运动是一种新型康复运动训练措施。唐微等<sup>[9]</sup>报道称,弹性阻力运动可预防肌肉萎缩,但在膝关节炎及膝关节炎 TKA 术后患者的研究中发现弹性阻力运动对患者的影响存在差异,部分学者认为弹性阻力运动可增强患者肌肉力量。而另外部分学者称在研究中未观察到患者肌肉力量的改变<sup>[10-11]</sup>。鉴于此,本研究用双重差分模型通过基于一个反事实的框架来评估弹性阻力运动实施和不实施两种情况下弹性阻力运动在老年 TKA 术后患者中的价值。

本研究显示,训练后,观察组肌肉力量、HSS 评分均高于对照组( $P < 0.05$ ),双重差分模型分析显示,两组患肌肉力量、HSS 评分在组别、时间、组别·时间互项中差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。证实弹性阻力运动应用于老年 TKA 术后患者能有效增加其肌肉力量,提高其膝关节功能。老年 TKA 患者术后肌肉力量及膝关节功能的降低很大程度上归因于 II 型肌纤维的特异性萎缩及相应蛋白的合成减少<sup>[12]</sup>。弹性阻力运动训练的肌肉激活和自我感觉功效与自由重量阻力训练相似,通过促进卫星细胞增殖和增加肌肉收缩和线粒体蛋白合成的速率来抑制衰老相关的 II 型肌纤维表型萎缩,缓解肌肉紧张,增加主要肌肉的血液循环,确保氧气有效地流向相关肌肉群,促进肌纤维肥大及新肌核生成,进而有效提高患者肌肉力量及膝关节功能。在 LEE 等<sup>[13]</sup>的研究中观察了单独弹性阻力运动训练和联合弹性阻力运动增强训练对合成代谢信号的影响,报告显示两种运动方案均产生了类似的哺乳动物雷帕霉素和 p70S6K 靶反应。HUANG 等<sup>[14]</sup>研究发现,弹性阻力运动训练使 I 型纤维的单纤维横截面积增加了 23%, II a 型纤维增加了 22%, II a/II x 型纤维增加了 30%。进一步证实了弹性阻力运动在老年 TKA 患者术后肌肉力量及膝关节功能恢复中的价值。

综上所述,基于双重差分模型评估显示弹性阻力运动应用于老年 TKA 患者能有效提高患者肌肉力量及膝关节功能。本研究的不足之处在于纳入的病例来源于同一中心,研究的广泛性受限,同时纳入的患者仅为老年膝骨性关节炎患者,研究结果可能存在偏倚,后期扩大病例纳入范围,纳入更多类型的膝关节损伤患者,对本研究做进一步验证。

## 参考文献

[1] LIAO C D, CHIU Y S, KU J W, et al. Effects of elastic resistance exercise on postoperative outcomes linked to the ICF core sets for osteoarthritis after total knee replacement in overweight and obese older women with sarcopenia risk: a randomized controlled trial[J]. J Clin Med, 2020, 9(7): 2194.

[2] LIAO C D, TSAUO J Y, LIN L F, et al. Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: a CONSORT-compliant prospective randomized controlled trial[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(23): e7115.

[3] LIAO C D, TSAUO J Y, CHIU Y S, et al. Effects of elastic resistance exercise after total knee replacement on muscle mass and physical function in elderly women with osteoarthritis: a randomized controlled trial[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2020, 99(5): 381-389.

[4] 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.

[5] 严广斌. 视觉模拟评分法[J/CD]. 中华关节外科杂志(电子版), 2014, 8(2): 273.

[6] FABRICANT P D, ROBLES A, MCLAREN S H, et al. Hospital for Special Surgery Pediatric Functional Activity Brief Scale predicts physical fitness testing performance[J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472(5): 1610-1616.

[7] 杨帆, 弋石泉, 尹乾兵. 术前活动能力与 TKA 患者术后膝前痛的相关性[J]. 中国医药导刊, 2021, 23(6): 419-423.

[8] 王春燕, 付玲玲, 韩杰. 多维预康复干预在人工全膝关节置换术后患者中的应用及效果观察[J]. 护士进修杂志, 2020, 35(24): 2286-2289.

[9] 唐微, 闫翔, 范萍, 等. 膳食营养干预联合抗阻力训练治疗老年男性肌少症患者的临床效果分析[J]. 现代生物医学进展, 2020, 20(14): 2698-2701.

[10] LIAO C D, LIAO Y H, LIOU T H, et al. Effects of protein-rich nutritional composition supplementation on sarcopenia indices and physical activity during resistance exercise training in older women with knee osteoarthritis[J]. Nutrients, 2021, 13(8): 2487.

[11] CHEN N, HE X, FENG Y, et al. Effects of resistance training in healthy older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Eur Rev Aging Phys Act, 2021, 18(1): 23.

[12] LIAO C D, TSAUO J Y, HUANG S W, et al. Effects of elastic band exercise on lean mass and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: a randomized controlled trial[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 2317.

[13] LEE Y H, LEE P H, LIN L F, et al. Effects of progressive elastic band resistance exercise for aged osteosarcopenic adiposity women[J]. Exp Gerontol, 2021, 147(1): 111272.

[14] HUANG S W, KU J W, LIN L F, et al. Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: a pilot randomized controlled trial[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2017, 53(4): 556-563.