

术前阻力训练对内侧开放式楔形截骨术患者膝关节功能、步态及生活质量的影响

刘文辉,董婕,王宏庆,董昕,孙凤龙

【摘要】 目的:观察术前阻力训练对内侧开放式楔形截骨术后患者膝关节功能、步态及生活质量的影响。方法:选取拟接受内侧开放式楔形截骨术的患者58例,随机分为康复宣教组30例和阻力训练组28例。康复宣教组在术前接受康复宣教,阻力训练组进行为期4周的术前抗阻训练。于训练前、术前训练后及手术后6个月采用美国特种外科医院膝关节功能评分(HSS)评估患者膝关节功能,使用世界卫生组织生存质量评定量表(QOL-BRER)评定患者生活质量,佩戴便携式步态评估仪评估患者在平地上完成20m步行时步长、步速、步频,使用手持式测力计测量患者股四头肌、腘绳肌肌力。结果:训练前2组HSS评分、QOL-BRER评分、步长、步速、步频比较差异无统计学意义。阻力训练组:术前训练后HSS评分、QOL-BRER评分、步速、步频较训练前增加($P<0.05$),步长与训练前比较无统计学意义;术后6个月HSS评分、QOL-BRER评分、步长、步速、步频较术前训练后增加($P<0.05$)。康复宣教组:HSS评分、QOL-BRER评分、步长、步速、步频较宣教前无统计学差异。术后6个月HSS评分、QOL-BRER评分、步长、步速、步频较术前宣教后增加($P<0.05$)。与康复宣教组比较,阻力训练组在术前训练后HSS评分、QOL-BRER评分、步长、步速、步频均增加($P<0.05$);术后6个月HSS评分、QOL-BRER评分、步长、步速、步频均增加($P<0.05$)。术前训练后股四头肌肌力较训练前增加($P<0.05$),术后6个月股四头肌肌力较术前训练后降低($P<0.05$)。术前训练后腘绳肌肌力较训练前增加($P<0.05$),术后6个月腘绳肌较术前训练后无统计学意义。结论:术前阻力训练对内侧开放式楔形截骨术患者膝关节功能、步态、生活质量及肌肉力量方面均有明显改善作用。在术前进行强化股四头肌和腘绳肌的高强度等速相互向心收缩训练,其治疗效果具有一定持续作用。

【关键词】 胫骨高位截骨术;阻力训练;膝关节;步态;生活质量

【中图分类号】 R49;R681 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2023.10.006

Effects of preoperative resistance training on knee function, gait and quality of life in patients with medial open wedge osteotomy Liu Wenhui, Dong Jie, Wang Hongqing, et al. Second Rehabilitation Center of Orthopedics, Beijing Rehabilitation Hospital Affiliated to Capital Medical University, Beijing 100144, China

【Abstract】 Objective: To observe the effect of 4-week preoperative resistance training on knee function, gait and quality of life in patients after medial open wedge osteotomy. **Methods:** A total of 60 patients who were going to undergo medial open wedge osteotomy from June 2020 to May 2022 were selected. In the enrolled 58 patients, 30 cases served as the rehabilitation education group and 28 as resistance training group by the random number table method. The rehabilitation education group received rehabilitation education before surgery, and the resistance training group underwent 4 weeks of preoperative resistance training. The knee function of the American Hospital of Special Surgery (HSS) was used to assess the knee function of the patient before training. After the preoperative training and 6 months after surgery, the quality of life was assessed by the World Health Organization Quality of Life Rating Scale (QOL-BRER). The step length, pace of the patient and cadence were assessed when completing a 20-meter walk on flat ground by wearing a portable gait evaluator. A handheld ergometer was used to measure the strength of the patient's quadriceps and hamstrings. **Results:** There were no significant significances in HSS score, QOL-BRER score, step length, stride speed and cadence frequency between two groups before training. In the resistance training group, HSS score, QOL-BRER score, stride speed and cadence increased after preoperative training as compared with those before training ($P<0.05$), but there was no

significant difference in the stride length before and after training. HSS score, QOL-BRER score, step length, stride speed, and cadence increased significantly at 6th month after surgery ($P<0.05$) as compared with those after preoperative training. In the rehabilitation education group, HSS score, QOL-BRER score, step length, stride speed, and cadence showed no significant difference from those before education ($P>$

基金项目:首都医科大学附属北京康复医院康复临床研究培育专项青年项目(2021-057)

收稿日期:2023-03-05

作者单位:首都医科大学附属北京康复医院骨科二康复中心,北京100144

作者简介:刘文辉(1987-),男,主管技师,主要从事肌肉骨骼系统围手术期康复治疗与管理。

通讯作者:孙凤龙, sunfenglong@ccmu.edu.cn

0.05)。HSS score, QOL-BRER score, step length, stride speed, and cadence frequency increased at 6th month after surgery as compared with those after preoperative education ($P<0.05$). As compared with the rehabilitation education group, the HSS score, QOL-BRER score, step length, stride speed and cadence frequency in the resistance training group increased after preoperative training ($P<0.05$). HSS score, QOL-BRER score, step length, stride speed, and cadence frequency increased at 6th month after surgery ($P<0.05$). The strength of the quadriceps muscle after preoperative training increased as compared with that before training ($P<0.05$), and the strength of the quadriceps muscle decreased after 6 months after preoperative training ($P<0.05$). The strength of the hamstrings after preoperative training increased as compared with the preoperative training ($P<0.05$), and the hamstrings at 6 months after surgery showed no significant difference from those after preoperative training ($P>0.05$). **Conclusion:** Preoperative resistance training can significantly improve knee function, gait, quality of life and muscle strength in patients undergoing medial open wedge osteotomy. High-intensity isokinetic reciprocal contraction training to strengthen the quadriceps and hamstrings muscles is performed before surgery, and the therapeutic effect has a certain consistent effect.

【Key words】 high tibial osteotomy; resistance training; knee; gait; quality of life

内侧开放式楔形截骨术(open wedge high tibial osteotomy, OWHTO)被证实在改善膝骨关节炎患者下肢力学对线不齐、膝关节负荷以及患者报告的膝关节疼痛等方面效果显著,是目前临床应用最为广泛的外科治疗手段^[1-2]。然而该术后需要长达约6~12周的保护性负重,导致术后股四头肌力量和随意肌激活明显减弱^[3-4],严重降低患者生活质量。术前阻力训练可有效改善患者肌肉力量和耐力、提高肌肉的承载能力,对于术后运动和日常生活活动的恢复具备优势^[5]。本研究拟探讨术前抗阻训练对内侧开放式楔形截骨术患者膝关节功能、步态及生活质量的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年6月~2022年5月拟接受内侧开放式楔形截骨术的患者60例。纳入标准:Kellgren-Lawrence分级 \leq II且符合《骨关节炎诊疗指南》对膝骨关节炎的诊断标准;单侧病变,下肢力线位于内侧间室;年龄 <65 岁;内翻畸形 $>5^\circ$,近端内侧角 $<85^\circ$,符合行内侧开放式楔形截骨术标准;首次拟行内侧开放式楔形截骨术;术前步行距离 ≥ 20 m, VAS ≤ 3 分,具有一定运动能力。排除标准:术前合并感染性关节炎、髌股关节终末期疾病、多韧带不稳定等者;股骨端存在畸形,需行股骨端截骨矫形术者;存在认知功能障碍,无法配合康复训练者;患有严重心血管疾病、内科急性及精神疾病不能耐受或配合术后康复者。60名患者中1名患者在手术中被发现存在严重

侧室骨关节炎,另1位患者6个月后未能参与随访而被排除。训练期间未出现重大不良事件。通过调整训练计划解决了4个轻微不良事件。1名参与者由于疼痛加剧而错过了培训课程,该参与者在咨询骨科专家后继续接受并完成培训。根据纳入标准,最终纳入58例患者。按照随机数字表法,分为康复宣教组30例和阻力训练组28例。2组患者一般比较无统计学差异。见表1。

1.2 方法 康复宣教组在术前接受康复宣教,阻力训练组进行为期4周的术前抗阻训练。

1.2.1 术前康复宣教 2组均接受由物理治疗师以口头结合纸质材料的方式进行术前康复宣教。主要内容包括:手术前后康复训练方式、注意事项、支具的使用和日常生活活动的指导等。

1.2.2 术前抗阻训练 阻力训练组在手术前进行术前抗阻训练。热身阶段:患者使用功率自行车进行低速率(50 rpm)和低负荷(1 kp)骑行,持续5min。结束后进行15s的股四头肌和腘绳肌牵拉。目标设定:通过体适能测试获取患者最大等速力量,并将最大等速力量的70%设为训练目标。若由于个人体质原因未能立即完成该强度训练,则可从最大等速力量的40%开始渐进式增加运动强度直到能够完成最大等速力量的70%。治疗师通过计算机显示器上提供的视觉反馈,指示患者每次动作完成必须达到或超过该目标。训练阶段:指导患者以 $60^\circ/s$ 、 $90^\circ/s$ 和 $120^\circ/s$ 的速度进行等速膝关节伸展和屈曲运动训练,10次/组,共3

表1 2组患者一般资料比较

组别	n	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	身高 (m, $\bar{x} \pm s$)	体质量 (kg, $\bar{x} \pm s$)	病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	病变侧别(例)		Kellgren-Lawrence 分级(例)	
		男	女					左	右	1级	2级
阻力训练组	28	16	12	58.13 \pm 6.89	1.67 \pm 0.07	61.25 \pm 15.07	15.84 \pm 5.24	17	11	17	11
康复宣教组	30	14	16	60.37 \pm 3.31	1.66 \pm 1.19	65.22 \pm 12.08	16.33 \pm 4.10	18	12	16	14

组。再以 $180^\circ/s$ 进行上述运动训练, 15 次/组, 共 3 组。进阶阶段: 为了监控进度并设定新的训练目标, 在第 3 周、第 6 周和第 9 周分别进行最大等速力量测试, 并根据测试结果设定新的训练目标。在术前阻力训练期间, 由物理治疗师为患者提供个性化评估及训练计划, 并始终密切监测、保护。训练 3d/周, 持续 4 周。

1.3 评定标准 训练前、术前训练后及手术后 6 个月对患者进行评估。采用美国特种外科医院膝关节功能评分(hospital for special surgery knee score, HHS)评估患者膝关节功能^[6], 使用世界卫生组织生存质量评定量表(World Health Organization Quality of life rating scale, QOL-BRER)评定患者生活质量^[7], 佩戴便携式步态评估仪评估患者在平地上完成 20m 步行时步长、步速、步频, 使用手持式测力计测量患者股四头肌、腘绳肌肌力。

1.4 统计学方法 所有统计分析均采用 SPSS 25.0。计量资料符合正态分布, 表示为 $\bar{x} \pm s$, 使用独立 t 检验组间比较 HHS、QOL-BRER 得分, 以及步频、步长、步速结果。采用 ANOVA 比较阻力训练组训练前、术前训练后及手术后 6 个月的股四头肌和腘绳肌肌力。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组 HSS、QOL-BRER 评分及步行能力比较 训练前, 2 组 HSS 评分、QOL-BRER 评分、步长、步速、步频无统计学差异。阻力训练组: 术前 HSS 评分、QOL-BRER 评分、步速、步频较训练前增加 ($P < 0.05$), 步长较训练前无统计学差异。术后 6 个月 HSS 评分、QOL-BRER 评分、步长、步速、步频较术前训练后增加 ($P < 0.05$)。康复宣教组: 康复宣教后, HSS 评分、QOL-BRER 评分、步长、步速、步频较康复宣教前无统计学差异。术后 6 个月 HSS 评分、QOL-BRER 评分、步长、步速、步频较康复宣教后增加 ($P < 0.05$)。与康复宣教组比较, 阻力训练组在术前 HSS 评分、QOL-BRER 评分、步长、步速、步频均增加 ($P < 0.05$); 术后 6 个月 HSS 评分、QOL-BRER 评分、步长、步速、步频均增加 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 阻力训练组训练前后股四头肌、腘绳肌肌力比较 术前阻力训练后股四头肌肌力较训练前增加 ($P < 0.05$), 术后 6 个月股四头肌肌力较术前降低 ($P < 0.05$)。术前腘绳肌肌力较训练前增加 ($P < 0.05$), 术后 6 个月腘绳肌较术前无统计学差异。见表 3。

表 3 阻力训练组训练前后股四头肌、腘绳肌肌力比较 $\bar{x} \pm s$

项目	训练前	术前	术后 6 个月
股四头肌(Nm)	128.63±27.30	169.68±41.07 ^a	153.55±30.86 ^b
腘绳肌(Nm)	70.72±34.32	110.25±37.04 ^a	113.87±33.98

与训练前比较, ^a $P < 0.05$; 与术前比较, ^b $P < 0.05$

3 讨论

我国约有 3% 的人群患有有关节炎, 其中膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA) 占大部分比例^[8]。KOA 的发病率不断增长, 并有逐渐年轻化的趋势^[9]。中青年患者康复具有重要的社会意义。众所周知, 功能结果与下肢机械轴的校正密切相关。胫骨高位截骨术(high tibial osteotomy, HTO) 被证实更适用于中青年单髁 KOA 患者, 对下肢力线的矫正有更高的准确性^[10-11]。本研究证实在 OWHTO 之前接受术前阻力训练的患者在运动和生活质量方面得到更大的改善。2 组在 OWHTO 后的自我报告结果和动态膝关节负荷方面都有显著改善。上述结果与最新的报道结果一致。最新研究提示, 与基线评分相比, 训练后患者膝内收力矩降低了约 50%, 与膝关节相关的生活质量项目均提高了约 50%^[12]。值得注意的是, 计划进行 OWHTO 的患者术前保持积极的运动及生活方式, 能够帮助患者在手术后恢复到之前的活动水平^[13]。

本研究选择探讨术前预康复训练对患者的长期影响。循证研究证明预康复能够有效提高术前心肺储备和运动能力, 满足手术需求做准备, 同时有利于术后回归日常生活甚至完成体力活动^[14-15]。目前术前康复的手段包括术前教育、柔韧性训练、阻力训练、有氧运动、神经肌肉电刺激等^[16]。研究表明在需要长时间减少术后活动性的骨科手术之前, 肌肉力量的术前增益是有用的^[17]。阻力训练能够在短时间内有效改善肌肉力量以及心肺功能, 适用于择期手术前进行短期预康复^[18]。本研究阻力的设定为渐进式抗阻训练, 通过

表 2 2 组治疗前后 HSS、QOL-BRER 评分及步行能力比较

组别	n	时间	HSS(分)	QOL-BRER(分)	步长(m)	步速($m \cdot s^{-1}$)	步频(步 $\cdot \min^{-1}$)
阻力训练组	28	训练前	43.13±2.58	59.96±8.57	0.18±0.07	0.20±0.08	27.17±9.70
		术前	57.24±7.81 ^{ac}	65.79±7.37 ^{ac}	0.19±0.35 ^c	0.26±0.21 ^{ac}	30.45±10.89 ^{ac}
		术后 6 个月	93.34±3.88 ^{abc}	90.11±5.49 ^{abc}	0.58±0.41 ^{abc}	1.20±0.33 ^{abc}	123.21±7.49 ^{abc}
康复宣教组	30	康复宣教前	44.87±4.91	60.31±11.63	0.13±0.27	0.19±0.07	29.65±10.16
		术前	43.12±7.23	56.83±5.77	0.13±0.21	0.18±0.19	28.88±7.96
		术后 6 个月	72.54±5.58 ^{ab}	77.68±8.84 ^{ab}	0.37±0.11 ^{ab}	0.65±0.43 ^{ab}	89.31±9.27 ^{ab}

与训练前比较, ^a $P < 0.05$; 与术前比较, ^b $P < 0.05$; 与康复宣教组比较, ^c $P < 0.05$

体适能测试获取患者最大等速力量,并将最大等速力量的70%设为训练目标。若未能立即完成该强度训练,则可从最大等速力量的40%作为起始训练强度。术前渐进式抗阻训练是使膝关节相关手术后快速康复的有效手段^[19]。除了临床有效性之外,我们必须考虑患者依从性问题,渐进式抗阻训练从患者可以接受的最大运动强度开始,逐渐增加训练难度^[20]。目前有关接受OWHTO患者术前阻力训练的相关研究较少^[21]。虽然Rooks等^[22]提出阻力训练后术前力量显著增加20%,但与对照组相比,手术后的结果仍然没有显著改善。除了这些研究与本研究阻力训练的差异外,患者群体也可能存在重要差异。接受膝关节置换术的患者往往年龄更大,症状更严重,并且可能无法达到适当的训练强度来促进所需的力量改善,从而影响术后结果^[23]。本研究中训练侧重于提高股四头肌和腘绳肌力量,因为这些肌肉主要与KOA患者的功能下降和残疾有关。增加膝关节周围肌肉(尤其是股四头肌)的肌肉力量和耐力,也可以提高肌肉的承载能力,并保护关节免受对线不齐导致的过度负荷。

本研究也存在一定局限性,2组的术后康复方案很难得到控制,因此基于术后管理的差异,组间的差异也可能出现。另外,术前阻力训练更适合推广到相对年轻、活跃的患者,并且本研究仅随访至手术后6个月。未来的研究将探讨其他更容易在各种环境中实施的强化计划的治疗效果。

综上所述,术前阻力训练对内侧开放式楔形截骨术患者膝关节功能、步态、生活质量及肌肉力量方面均有明显改善作用。在术前进行强化股四头肌和腘绳肌的高强度等速向心收缩训练,其治疗效果具有一定持续作用。

【参考文献】

- Machner A, Pap G, Krohn A, et al. Quadriceps muscle function after high tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2002, 399(6):177-183.
- Hansen MI, Staghøj J, Khan N, et al. High tibial osteotomy performed with PEEK implant demonstrated a failure rate of 28[J]. *J ISAKOS*, 2021, 6(1):8-13.
- Huang H, Huang S, Liang G, et al. Is high tibial osteotomy better than proximal fibula osteotomy for treating knee osteoarthritis? A protocol for a systematic review and meta-analysis of clinical controlled trials[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(4):e18910.
- 杜建平,任薇,夏能能,等.等速肌力训练对改善膝骨关节炎肌肉功能的Meta分析[J]. *中国康复*, 2020, 35(11):594-599.
- Ekeland A, Nerhus TK. Editorial Commentary: High Tibial Osteotomy for Varus Knees With Medial Osteoarthritis May Prevent Total Knee Arthroplasty[J]. *Arthroscopy*, 2020, 36(2):544-545.
- Insall JN, Ranawat CS, Aglietti P, et al. A comparison of four models of total knee-replacement prostheses[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 58(6):754-765.
- 郝元涛,方积乾.世界卫生组织生存质量测定量表中文版介绍及其使用说明[J]. *现代康复*, 2000(8):1127-1129,1145.
- Murray R, Winkler PW, Shaikh HS, et al. High Tibial Osteotomy for Varus Deformity of the Knee[J]. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*, 2021, 5(7):e21.
- 周炎,瞿新丛,易成腊,等.胫骨平台骨折术后膝内翻畸形机制探讨[J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21(2):190-192.
- Belsey J, Yasen SK, Jobson S, et al. Return to Physical Activity After High Tibial Osteotomy or Unicompartamental Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Pooling Data Analysis[J]. *Am J Sports Med*, 2021, 49(5):1372-1380.
- Cerciello S, Ollivier M, Corona K, et al. CAS and PSI increase coronal alignment accuracy and reduce outliers when compared to traditional technique of medial open wedge high tibial osteotomy: a meta-analysis[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2022, 30(2):555-566.
- Whatling GM, Biggs PR, Elson DW, et al. High tibial osteotomy results in improved frontal plane knee moments, gait patterns and patient-reported outcomes[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28(9):2872-2882.
- Gupta A, Tejpal T, Shanmugaraj A, et al. Surgical Techniques, Outcomes, Indications, and Complications of Simultaneous High Tibial Osteotomy and Anterior Cruciate Ligament Revision Surgery: A Systematic Review[J]. *HSS J*, 2019, 15(2):176-184.
- 杨晓露,张津沁,胡小卫,等.膝骨关节炎患者步态中膝关节三维运动特征[J]. *中国康复*, 2022, 37(2):90-94.
- Gillis C, Ljungqvist O, Carli F. Prehabilitation, enhanced recovery after surgery, or both A narrative review[J]. *Br J Anaesth*, 2022, 128(3):434-448.
- 李孝熠,朱毅,李聪慧.从“预康复”到“预测性康复”的研究——基于CiteSpace的可视化分析[J]. *中国康复*, 2021, 36(2):67-71.
- Ollivier B, Berger P, Depuydt C, et al. Good long-term survival and patient-reported outcomes after high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29(11):3569-3584.
- 包春茶, Plessl D.全膝关节置换术之后的快速康复方案[J]. *中国康复*, 2021, 36(4):230-230.
- Chen X, Li X, Zhu Z, et al. Effects of progressive resistance training for early postoperative fast-track total hip or knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis[J]. *Asian J Surg*, 2021, 44(10):1245-1253.
- OBryan SJ, Giuliano C, Woessner MN, et al. Progressive Resistance Training for Concomitant Increases in Muscle Strength and Bone Mineral Density in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Sports Med*, 2022, 52(8):1939-1960.
- Morin V, Pailhé R, Duval BR, et al. Gait analysis following medial opening-wedge high tibial osteotomy[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(6):1838-1844.
- Rooks DS, Huang J, Bierbaum BE, et al. Effect of preoperative exercise on measures of functional status in men and women undergoing total hip and knee arthroplasty[J]. *Arthritis Rheum*, 2006, 55(5):700-708.
- Kaya H, Dastan AE, Bicer EK, et al. Posteromedial Open-Wedge High Tibial Osteotomy to Avoid Posterior Tibial Slope Increase[J]. *Arthroscopy*, 2020, 36(10):2710-2717.