

· 临床研究 ·

LARS 韧带与自体腘绳肌腱加高强度线保残重建后交叉韧带疗效比较

李根, 可雨奇, 杨梁

(大连医科大学附属第二医院, 辽宁 大连 116023)

【摘要】 目的: 比较关节镜下后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 保残重建术中应用先进韧带加强系统 (ligament advanced reinforcement system, LARS) 韧带与自体腘绳肌腱加高强度线的临床效果。方法: 选择 2019 年 8 月至 2021 年 12 月行关节镜下 PCL 保残重建术治疗的 96 例单纯 PCL 损伤, 其中男 78 例, 女 18 例; 年龄 20~56 (32.50±8.68) 岁; 左侧 40 例, 右侧 56 例。根据术中移植物不同分为两组。LARS 韧带保残重建组 (LARS 韧带组) 52 例, 其中男 42 例, 女 10 例; 年龄 (31.84±8.62) 岁; 身体质量指数 (body mass index, BMI) 为 (24.73±2.29) kg·m⁻²; 采用 7 mm LARS 韧带保残重建 PCL。自体腘绳肌腱加高强度线组 (自体肌腱组) 44 例, 其中男 36 例, 女 8 例; 年龄 (33.06±8.99) 岁; BMI 为 (23.52±2.16) kg·m⁻²; 采用 4 股腘绳肌腱加 3 根爱惜牌缝线加强技术保残重建 PCL。术后 3、6、12 个月通过 KT-1000 测量膝关节的松弛度客观评价膝关节的稳定性, 采用 Lysholm、Tegner、国际膝关节文献委员会 (International Knee Documentation Committee, IKDC) 评分进行主观评分评价膝关节的功能。收集两组患者术前及术后 3、6、12 个月时随访的数据, 比较两组患者术后康复情况及韧带松弛度的差异性。结果: 96 例患者获得随访, 时间为 12 个月。膝关节 KT-1000 测量值自体肌腱组及 LARS 韧带组术前 [(10.73±1.46) 分 vs (10.55±1.53) 分]、术后 6 个月 [(3.02±0.75) 分 vs (2.35±0.60) 分]、12 个月 [(3.77±1.76) 分 vs (2.44±0.60) 分], 术后 6、12 个月组间比较差异有统计学意义 ($P<0.05$); 术后 3 个月, 两组比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。自体肌腱组、LARS 韧带组术前及术后 12 个月 Lysholm 总分 [(40.6±16.8)、(91.25±6.35) 分 vs (51.92±18.52)、(92.35±5.30) 分], Tegner 评分 [(1.8±0.7)、(5.8±0.6) 分 vs (1.7±0.8)、(5.7±0.7) 分], IKDC 总分 [(54.50±6.33)、(83.90±3.93) 分 vs (54.40±4.24)、(83.62±3.64) 分], 术后 12 个月与术前比较, 差异均有统计学意义 ($P<0.05$)。自体肌腱组与 LARS 韧带组术后 3、6 个月, Lysholm 总分 [(65.86±11.54)、(74.60±6.46) 分 vs (73.46±6.42)、(86.73±4.62) 分], Tegner 评分 [(2.5±0.6)、(3.5±0.5) 分 vs (4.3±0.7)、(5.0±1.4) 分], IKDC 总分 [(55.78±2.68)、(70.62±4.74) 分 vs (65.31±4.60)、(79.71±2.93) 分], 两组比较, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 但术后 12 个月, 两组比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。结论: 自体腘绳肌腱加高强度线与 LARS 韧带保残重建 PCL 均可明显改善膝关节功能和稳定性, 术后效果满意, 但 LARS 韧带术后稳定性更佳。

【关键词】 后交叉韧带; 关节镜; LARS 韧带; 自体肌腱; 高强度线

中图分类号: R686.5

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20230524

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Comparison of the efficacy of LARS ligament and autogenous hamstring tendon plus high-strength suture in posterior cruciate ligament reconstruction

Li Gen, KE Yu-qi, YANG Liang (The Second Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116023, Liaoning, China)

ABSTRACT **Objective** To compare the clinical efficacy of ligament advanced reinforcement system (LARS) and autogenous hamstring tendon plus high-strength suture in arthroscopic reconstruction of posterior cruciate ligament (PCL). **Methods** A total of 96 patients with simple PCL injury treated with arthroscopic posterior cruciate ligament reconstructive surgery admitted to our hospital between August 2019 and December 2021 were selected for complete follow-up. There were 78 males and 18 females, 40 cases of left leg and 56 cases of right leg, the aged from 20 to 56 years old with an average of (32.50±8.68) years old. The transplants were divided into two groups: LARS group (52 cases) and autogenous hamstring tendon plus high-strength suture group (44 cases). In the LARS group, there were 42 males and 10 females; with an average age of (31.84±8.62) years old; body mass index (BMI) was (24.73±2.29) kg·m⁻²; 7 mm LARS was used to reconstruct PCL. In the autologous tendon group, there were 36 males and 8 females, with an average age of (33.06±8.99) years old, BMI was (23.52±2.16) kg·m⁻², and the PCL was reconstructed with four strands of hamstring tendons and three pieces of Ethibond suture. All patients underwent functional rehabilitation guided exercise and were followed up regularly after surgery to objectively evaluate the stability of the

通讯作者: 杨梁 E-mail: yangliangyang@126.com

Corresponding author: YANG Liang E-mail: yangliangyang@126.com

knee joint by KT-1000 measurement of knee relaxation, and subjective evaluation of knee function by Lysholm score, Tegner score, and International Knee Documentation Council (IKDC) score. Data from preoperative, 3, 6, and 12 month follow-up were collected and analyzed by SPSS software to compare postoperative recovery and ligament relaxation between the two groups of patients. **Results** Ninety-six patients were followed up for 12 months. KT-1000 measurement of knee joint in autogenous tendon group and LARS group before operation [(10.73±1.46) points vs (10.55±1.53) points], 6 months after operation [(3.02±0.75) points vs (2.35±0.60) points], 12 months after operation [(3.77±1.76) points vs (2.44±0.60) points]. There was significant difference between the two groups at 6 and 12 months after operation ($P<0.05$), but there was no significant difference between the two groups at 3 months after operation ($P>0.05$). In the autogenous tendon group and LARS group, before operation and 12 months after operation, total Lysholm score [(40.6±16.8), (91.25±6.35) points vs (51.92±18.52), (92.35±5.30) points], Tegner score [(1.8±0.7), (5.8±0.6) points vs (1.7±0.8), (5.7±0.7) points] and total IKDC score [(54.50±6.33), (83.90±3.93) points vs (54.40±4.24), (83.62±3.64) points], the differences were statistically significant ($P<0.05$), indicating that the knee function of the two groups was improved after surgery. At 3 and 6 months after operation in the autogenous tendon group and LARS group, the total Lysholm score [(65.86±11.54), (74.60±6.46) points vs (73.46±6.42), (86.73±4.62) points], Tegner score [(2.5±0.6), (3.5±0.5) points vs (4.3±0.7), (5.0±1.4) points], the total scores of IKDC [(55.78±2.68), (70.62±4.74) points vs (65.31±4.60), (79.71±2.93) points]. The difference between two groups was statistically significant ($P<0.05$). The results showed that the function of the knee joint in the LARS group was better than that the autologous tendon group. However, at 12 months after the operation, there was no significant difference in the score of knee joint function between the two groups ($P>0.05$). The results showed that the stability of LARS group was better than that of autologous tendon group. **Conclusion** Both the autogenous hamstring tendon plus high-strength suture and LARS reconstruction can significantly improve the knee function and stability, with satisfactory postoperative results. However the LARS provides superior postoperative stability.

KEYWORDS Posterior cruciate ligament; Arthroscopy; LARS ligament; Autogenous tendon; High-strength suture

后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 是膝关节内非常重要的韧带,也是限制胫骨后移的主要结构^[1]。保守治疗在 PCL 损伤后早期可能不会对膝关节产生明显的影响,但远期的随访已经证明,严重的 PCL 损伤将引起膝关节生物力学改变,出现膝关节不稳,进而导致半月板撕裂、软骨磨损及滑膜炎等一系列并发症^[2]。因此,对于严重的 PCL 损伤患者早期积极有效的手术治疗尤为重要。手术治疗包括韧带修复术及韧带重建术,近年来许多研究显示,手术重建 PCL 可以取得满意的临床效果^[3-4]。但手术效果受诸多因素影响,如移植物的选择,固定方式,缝线加强技术,单、双束的选择,手术技巧,术后的康复方式等^[5]。对于手术移植物的选择,一直存在争议^[6-7],常用的移植物包括自体肌腱、人工韧带、同种异体肌腱。一直以来,自体腘绳肌腱重建 PCL 是最为常用的方法^[8],但重建后患者仍存在较高的膝关节松弛率,据文献报道,大多数患者术后会残存 I 度左右的再松弛,术后再松弛率高达 50% 以上^[9]。PCL 重建术后再松弛一直是困扰临床医生的难题。为了解决这一问题,曾采取更保守的康复治疗计划,延长支具的佩戴时间、采用双束重建技术及 Inlay 技术等^[10-13],但是都存在相应的弊端,效果都不尽如人意。为此笔者也进行了积极的探索,近几年采用自体腘绳肌腱加 3 股爱惜邦 5 号缝线加强技术保残重建 PCL,来减少韧带重建术后再松弛,同时也采用先进韧带加强系统 (ligament advanced reinforcement sys-

tem, LARS) 韧带保残重建 PCL。本研究比较 LARS 韧带保残重建 PCL 及腘绳肌腱加高强度线保残重建 PCL 的术后临床效果,为临床治疗提供依据。

1 资料与方法

1.1 病例选择

(1) 纳入标准:初次、单纯 PCL 重建;PCL III 度损伤或 II 度损伤伴有持续性症状,保守治疗效果差;无其他韧带损伤或骨折,对侧膝关节功能良好;术后按康复指导康复训练。(2) 排除标准:PCL 重建术后;膝关节存在退行性病变;同时行其他韧带、骨折手术,或对侧膝关节功能受损;术后再次受伤或未按计划康复训练;未能按时随访。

1.2 临床资料

回顾性分析 2019 年 8 月至 2021 年 12 月行关节镜下 PCL 重建术治疗的 96 例单纯 PCL 损伤患者,男 78 例,女 18 例;年龄 20~56 (32.50±8.68) 岁;左侧 40 例,右侧 56 例。根据术中移植物的不同分为两组。LARS 韧带保残重建组 (LARS 韧带组) 52 例,男 42 例,女 10 例;年龄 (31.84±8.62) 岁;身体质量指数 (body mass index, BMI) 为 (24.73±2.29) kg·m⁻²;采用 7 mm LARS 韧带保残重建 PCL。自体腘绳肌腱加高强度线组 (自体肌腱组) 44 例,男 36 例,女 8 例;年龄 (33.06±8.99) 岁;BMI 为 (23.52±2.16) kg·m⁻²;采用 4 股腘绳肌腱加 3 根爱惜邦缝线加强技术保残重建 PCL。两组术前一般资料比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$),具有可比性,见表 1。本研究经医院伦理委

员会审批通过并备案(批件号:2023 第 219 号)。

1.3 治疗方法

完善相关血液学指标,排除手术禁忌。详细告知各种移植物优缺点,患者自愿选择手术所用移植物。

1.3.1 手术设备及器械 关节镜、取腱器、PCL 定位器等手术相关的关节镜器械(施乐辉公司,美国)、Biosure HA 聚醚醚酮界面螺钉、Biosure SYNC 胫骨固定翼及 Endobutton CL 带袢钛板(施乐辉公司,美国)、爱惜邦 MB66 不可吸收缝线(强生,美国)、金属界面螺钉(拉思科学研究与应用实验室公司)、LARS 韧带(拉思科学研究与应用实验室公司)。

1.3.2 手术方法 全身麻醉生效后,患者仰卧位,于大腿近端绑止血带,消毒铺单后,驱血,充气至压力为 40 kPa。常规取膝关节前外、前内侧关节镜入路,探查膝关节结构,半月板损伤者根据损伤部位及程度。选择半月板切除、修整成形或半月板缝合术。探查 PCL 损伤情况,可见 PCL 残端,保留 PCL 残端组织。清理髁间窝滑膜后,暴露出 PCL 股骨止点,再建立后内侧入路,直视下将胫骨骨道定位器定位于 PCL 解剖止点斜坡尽量偏下的位置,然后钻取骨道,再于前方入路建立股骨骨道,其内口中心距离上参考点约 12 mm,距离软骨缘 7~8 mm。将 LARS 韧带或编制好的自体肌腱穿过骨道,调至合适位置后被动屈伸 20 次膝关节,完善韧带松紧度,关节镜再次探测见镜下膝关节屈伸过程中移植物有无撞击,屈膝 90°保持住前抽屉试验体位,LARS 韧带组用金属界面螺钉(股骨 25 mm×9 mm、胫骨 25 mm×8 mm)固定,自体肌腱组用 Endobutton CL 带袢钛板和 Biosure SYNC 胫骨固定翼固定。冲洗关节腔。髁下脂肪垫、内侧关节线及关节腔内注射“鸡尾酒”,关节腔内注射玻璃酸钠,逐层缝合切口,纱布、弹力绷带局部加压包扎,放松止血带后,可活动支具伸直位固定。

1.3.3 自体肌腱加高强线的制备 屈膝 90°,于患侧胫骨结节内侧 1.5 cm 处做长约 3.0 cm 切口,暴露缝匠肌筋膜,切开筋膜,显露半腱肌和股薄肌肌腱,松解并游离肌腱周围腱膜。取腱器沿肌腱方向切取半腱肌和股薄肌肌腱,处理切取的腓绳肌腱,刮除肌

腱表面肌肉,修整断端,半腱肌及股薄肌预留长度 26~28 cm,将 3 根爱惜邦(MB66)5 号缝线控制在半腱肌及股薄肌中心部位后对折肌腱及缝线,对折后长度为 13~14 cm,直径 7~9 mm,然后在股骨 Endobutton 袢上穿过爱惜邦(MB66)5 号缝线,将缝线控制在移植物中心部位,肌腱两端用爱惜邦不可吸收缝线编织缝合,盐水纱布包裹备用。

1.3.4 术后处理 术后予口服塞来昔布每次 200 mg,每日 2 次至术后 3 d 以抗炎镇痛。术后膝关节固定于伸直位,开始锻炼股四头肌、踝泵功能及活动髌骨。3 周后开始屈膝锻炼,在支具保护下部分负重行走,逐渐增加屈膝角度,6 周时膝关节活动度达 90°;6 周后拆除支具,3 个月时膝关节活动度达 100°;3 个月后逐渐恢复日常活动,开始本体感觉及协调性康复训练;9 个月后开始游泳、慢跑等低强度体育活动;1 年后可行一般对抗性和竞技性体育活动。

1.4 观察项目与方法

术前及术后 3、6、12 个月,采用 KT-1000 测量胫骨的后移值(mm)评价膝关节稳定性;采用 Lysholm 评分^[14]、TEGNER 等^[15]制定的 Tegner 评分和国际膝关节文献委员会(International Knee Documentation Committee, IKDC)评分^[16]评估膝关节功能。Lysholm 评分包括跛行、支撑、交锁、关节不稳、肿胀、疼痛、爬楼梯、下蹲,满分 100 分。IKDC 评分主要包括活动、肿胀、日常活动等方面,满分 100 分。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。对符合正态分布的定量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示。两组年龄、手术时长、BMI 比较采用成组设计定量资料 *t* 检验,Tegner、IKDC、Lysholm 评分及 KT-1000 测量值的比较采用重复测量方差分析。性别、伴发损伤、手术部位等定性资料比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

所有患者获得随访,时间为 12 个月。自体肌腱组手术时间 (69.93 ± 5.28) min,长于 LARS 韧带组 (62.53 ± 4.57) min ($t=5.384, P=0.000$)。手术切口均愈

表 1 两组后交叉韧带损伤患者术前一般资料比较

Tab.1 Comparison of general data between two groups of patients with posterior cruciate ligament injury

组别	例数	性别/例		年龄($\bar{x}\pm s$)/岁	伴发损伤/例	侧别/例		BMI($\bar{x}\pm s$)/(kg·m ⁻²)
		男	女			左侧	右侧	
自体肌腱组	44	36	8	33.06±8.99	32	17	27	23.52±2.16
LARS 韧带组	52	42	10	31.84±8.62	36	23	29	24.73±2.29
检验值		$\chi^2=0.057$		$t=0.498$	$\chi^2=0.323$	$\chi^2=0.048$		$t=-1.960$
<i>P</i> 值		0.189		0.620	0.430	0.173		0.055

合良好,膝关节屈曲达 120°以上。复查膝关节 CT 均显示内固定物位置及人工隧道位置满意。典型病例图片见图 1、图 2。

2.1 膝关节稳定性比较

两组术后 3 个月 KT-1000 测量值比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$); 术后 6、12 个月测量值比较,差异有统计学意义 ($P<0.05$),表明 LARS 韧带组膝关节松弛度低于自体肌腱加高强度线组。术后 12 个月

KT-1000 测量值与术前比较,差异有统计学意义 ($P<0.05$)。见表 2。

2.2 两组手术前后膝关节功能比较

两组膝关节术后 3、6 个月 Tegner、Lysholm、IKDC 评分比较,差异有统计学意义 ($P<0.05$),表明 LARS 韧带组膝关节功能均优于自体肌腱加高强度线组; 术后 12 个月 Tegner、Lysholm、IKDC 评分比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。两组术后 12 个月



图 1 患者,男,36 岁,摔伤致左膝后交叉韧带断裂 1a. 术前 3.0T MRI 矢状位示 PCL 完全断裂 1b. 术中关节镜下 LARS 韧带置入,位置满意,张力可 1c,1d. 术后第 2 天 LARS 韧带术后 CT 重建,骨道位置满意

Fig.1 A 36-year-old male patient, suffered from rupture of the posterior cruciate ligament of the left knee 1a. Preoperative 3.0T MRI showed complete rupture of PCL 1b. Intraoperative arthroscopy showed LARS implanted with satisfactory position and tension 1c,1d. Postoperative CT reconstruction of LARS showed the position of bone tunnel was satisfactory at the second day

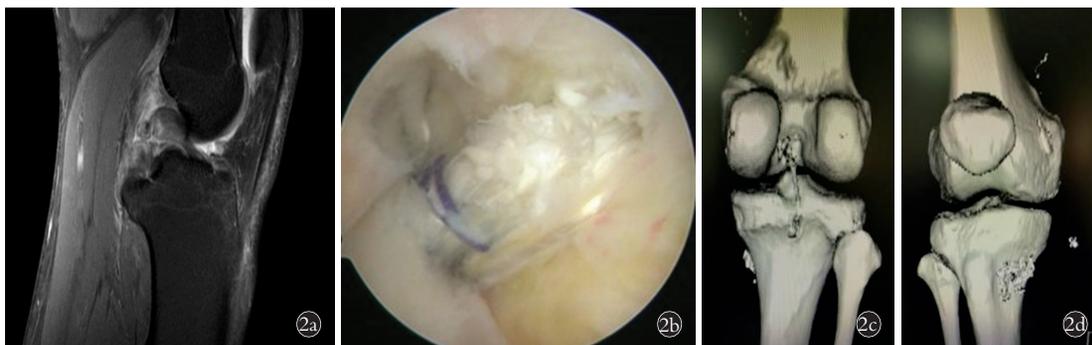


图 2 患者,男,42 岁,扭伤致右膝后交叉韧带断裂 2a. 术前 3.0T MRI 冠状位示 PCL 完全断裂 2b. 术中关节镜下自体腘绳肌腱置入,位置满意,张力可 2c,2d. 术后第 2 天自体腘绳肌腱术后 CT 重建,骨道位置满意

Fig.2 A 42-year-old male patient, the sprain caused rupture of the posterior cruciate ligament of the right knee 2a. Preoperative 3.0T MRI showed complete rupture of PCL 2b. Intraoperative arthroscopy showed the hamstring autogenous tendon implanted with satisfactory position and tension 2c,2d. Postoperative CT reconstruction of hamstring autogenous tendon showed the position of bone tunnel was satisfactory at the second day

表 2 两组后交叉韧带损伤患者手术前后 KT-1000 测量值比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of evaluation the KT-1000 between two groups of patients with posterior cruciate ligament injury before and after surgery ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	F 值	P 值
自体肌腱组	44	10.73±1.46	2.47±0.52	3.02±0.75	3.77±1.76 ^{a1}	12.64	0.00
LARS 韧带组	52	10.55±1.53	2.38±0.39	2.35±0.60	2.44±0.60 ^{a2}	31.34	0.00
t 值		0.86	0.70	3.53	3.58		
P 值		0.63	0.48	0.00	0.00		

单位: mm

注: F_{组间}=16.420, P=0.000; F_{时间}=384.912, P=0.000; F_{交互}=39.642, P=0.000。与术前比较, ^{a1}t=15.81, P<0.05; ^{a2}t=25.19, P<0.05

Tegner、Lysholm、IKDC 评分与术前比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 研究背景

PCL 是维持膝关节后向稳定性最强有力的韧

带,也是关节内最大的韧带,据统计 PCL 损伤占膝关节损伤的 3%~20%^[17]。膝关节损伤越来越常见,对于急性部分损伤的患者,主流观点建议保守治疗,6 周后根据膝关节稳定性决定下一步治疗方案。而对于 PCL 断裂,大多数学者认为应及时行手术治

表 3 两组后交叉韧带损伤患者手术前后 Tegner 评分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.3 Comparison of Tegner scores between two groups of patients with posterior cruciate ligament injury before and after surgery($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	F 值	P 值
自体肌腱组	44	1.8±0.7	2.5±0.6	3.5±0.5	5.8±0.6 ^{h1}	8.27	0.00
LARS 韧带组	52	1.7±0.8	4.3±0.7	5.0±1.4	5.7±0.7 ^{h2}	10.83	0.00
t 值		0.83	-9.97	-5.22	0.59		
P 值		0.72	0.00	0.00	0.55		

注:F_{组间}=13.420, P=0.002; F_{时间}=154.672, P=0.000; F_{交互}=459.842, P=0.000。与术前比较,^{h1}t=-22.54, P<0.05; ^{h2}t=-18, 81, P<0.05

表 4 两组后交叉韧带损伤患者手术前后 Lysholm 评分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.4 Comparison of Lysholm scores between two groups of patients with posterior cruciate ligament injury before and after surgery($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	跛行				支撑				交锁			
		术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月
自体肌腱组	44	0.52±1.12	2.34±1.26	3.27±1.33	4.20±1.10	1.60±1.50	2.35±1.22	3.36±1.12	4.76±1.03	11.85±3.15	12.36±3.66	13.26±2.11	14.00±2.05
LARS 韧带组	52	0.48±1.20	2.98±1.37	3.86±1.12	4.30±1.00	1.37±0.95	2.76±1.09	3.86±1.18	4.74±1.00	11.75±2.39	12.45±3.34	13.66±2.56	14.06±1.02
t 值		2.58	1.73	1.68	2.46	0.76	2.48	3.27	4.29	0.58	2.13	1.67	3.22
P 值		0.56	0.00	0.00	0.46	0.76	0.48	0.27	0.29	0.58	0.23	0.56	0.92

组别	例数	关节不稳				疼痛				肿胀			
		术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月
自体肌腱组	44	1.75±2.44	8.56±3.16	13.33±4.22	18.00±3.76	2.25±2.55	10.33±5.27	15.86±3.8	19.88±2.80	0.70±0.97	5.47±0.72	6.64±1.88	7.60±2.72
LARS 韧带组	52	1.56±2.39	11.45±4.33	16.56±5.32	19.12±3.16	2.81±2.56	14.66±4.77	17.56±4.2	19.06±2.71	1.00±1.03	6.24±0.64	7.88±1.28	6.50±2.87
t 值		1.07	1.33	1.56	2.32	0.89	1.44	2.46	4.12	0.23	1.38	2.22	2.95
P 值		0.38	0.00	0.00	0.95	0.24	0.00	0.02	0.54	0.84	0.23	0.45	0.56

组别	例数	爬楼梯				下蹲				总分			
		术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月
自体肌腱组	44	1.10±1.88	6.12±0.96	7.12±1.68	8.00±2.75	1.50±1.43	2.46±0.82	2.94±0.86	3.95±0.94	40.6±16.8	65.86±11.54	74.60±6.46	91.25±6.35 ^{c1}
LARS 韧带组	52	0.75±1.00	7.18±1.46	7.78±1.42	7.75±1.98	1.75±1.43	2.89±0.46	3.34±0.43	3.87±0.80	51.92±18.52	73.46±6.42	86.73±4.62	92.35±5.30 ^{c2}
t 值		0.89	1.45	2.12	2.78	1.22	2.31	2.26	4.12	-6.32	-3.15	-7.7	-0.17
P 值		0.48	0.00	0.38	0.58	0.30	0.00	0.00	0.75	0.34	0.00	0.00	0.86

注:两组总分比较 F_{组间}=31.800, P=0.000; F_{时间}=452.628, P=0.000; F_{交互}=27.317, P=0.001; 与术前比较 ^{c1}t=-14.59, P<0.05; ^{c2}t=-10.14, P<0.05

表 5 两组后交叉韧带损伤患者手术前后 IKDC 评分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.6 Comparison of IKDC scores between two groups of patients with posterior cruciate ligament before and after surgery ($\bar{x}\pm s$)

		疼痛				肿胀				交锁			
组别	例数	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月
		自体肌腱组	44	12.18±2.42	15.43±3.91	18.84±3.12	22.17±3.62	3.51±1.30	4.02±2.22	4.76±2.02	5.86±1.29	2.11±1.41	2.35±1.59
LARS 韧带组	52	11.09±1.83	16.33±3.44	17.74±2.82	20.88±3.55	3.29±1.35	4.35±2.67	4.54±1.59	5.52±1.66	2.19±1.16	2.66±1.12	2.73±0.84	2.86±1.91
<i>t</i> 值		1.76	2.41	3.12	2.36	3.12	3.55	2.16	2.33	0.89	2.11	3.06	2.11
<i>P</i> 值		0.72	0.00	0.00	0.66	0.78	0.45	0.12	0.67	0.55	0.00	0.76	0.47

		不稳				运动				功能			
组别	例数	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月
		自体肌腱组	44	1.02±0.77	1.45±0.14	2.25±0.13	2.97±0.67	0.76±0.54	1.15±0.27	2.06±0.24	2.72±1.29	15.83±1.41	17.49±3.28
LARS 韧带组	52	1.20±0.57	1.57±0.18	2.32±0.11	2.91±0.51	0.68±0.41	1.47±0.26	1.99±0.37	2.55±1.35	14.73±1.58	18.13±2.97	19.95±4.17	27.14±2.54
<i>t</i> 值		2.55	2.11	3.08	3.12	4.11	2.13	3.17	1.77	2.76	3.16	4.12	1.28
<i>P</i> 值		0.67	0.22	0.48	0.76	0.53	0.00	0.73	0.88	0.57	0.00	0.00	0.77

组别	例数	自我评价				总分			
		术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月
自体肌腱组	44	11.47±1.53	13.66±1.78	16.29±2.13	17.68±1.32	54.50±6.33	55.78±2.68	70.62±4.74	83.90±3.93 ^①
LARS 韧带组	52	10.97±1.63	14.28±1.88	16.01±2.19	17.44±1.28	54.40±4.24	65.31±4.60	79.71±2.93	83.62±3.64 ^②
<i>t</i> 值		3.48	2.56	1.57	3.72	0.64	-9.25	-8.32	1.23
<i>P</i> 值		0.47	0.00	0.58	0.89	0.86	0.00	0.00	0.22

注:两组总分比较 $F_{组间}=37.852, P=0.000; F_{时间}=272.143, P=0.000; F_{交互}=45.782, P=0.000$;与术前比较, ^① $t=-21.04, P<0.05$; ^② $t=-26.62, P<0.05$

疗^[18-19]。手术治疗中韧带重建的方式更为常用。PCL 解剖和功能复杂,为了完整恢复其解剖及功能,许多学者致力于研究不同的手术技术。但最佳的手术技术选择仍有争议,包括移植物的选择、胫骨嵌入技术与经胫骨隧道技术、单束与双束、保残重建技术、缝线加强技术,骨道的位置,移植物的固定方式及术后的康复等^[20-25]。

PCL 重建手术现在常用的移植物有自体移植物、同种异体移植物以及人工韧带。自体移植物中自体腘绳肌腱是较为常见的选择,能够提供可靠的长期结果,有更好的生物愈合能力和较低的疾病传播风险,但缺点是数量有限同时增加供体部位的发病率,且易出现韧带松弛^[26]。

人工韧带越来越被重视,新型 LARS 韧带拥有良好的生物力学性能,LARS 韧带分为两部分,全部由纵向外旋纤维组成的关节内部分,及由纵向和横向纤维编织而成的关节外部分,这避免了纤维之间的剪切力,防止韧带变形,由于材料多孔的特点,细

胞及组织可以在其内部生长,这可以提高韧带的性能,组织相容性好,同时特殊的结构也使其具备良好的抗疲劳能力,其拉力强度达 4 000 N,明显高于人体 PCL 纤维束断裂强度^[27]。LI 等^[28]的研究显示人工韧带更好地改善了胫骨的后向松弛性,在恢复膝关节稳定性和患者报告的结果评分方面,人工韧带优于自体韧带,并能减少术后并发症。但远期的随访数据较少,远期并发症仍需进一步研究。

移植物如何选择仍存在争议,自体腘绳肌腱具备许多优势,但术后韧带再松弛一直困扰我们,有研究显示在前交叉韧带重建中,通过向移植物中加入高强度线可以有效减少移植物术后松弛,因此在 PCL 重建中笔者采用自体腘绳肌腱加高强度线的方法,来减少术后松弛。所使用的高强度线为 5 号 Ethibond 不可吸收缝线,这种缝线具有良好的韧性和抗拉性,抗拉断强度明显高于 PCL 应力强度,与组织相容性较好,且无明显排斥反应。自体腘绳肌腱中加入高强度线可以减少重建 PCL 所受的牵拉力,分担韧带重塑

过程中的应力,防止移植物的长度及强度发生改变,使韧带在保护下逐渐与骨道愈合,恢复 PCL 的生物力学功能,从而降低术后移植物的松弛度^[8]。

3.2 膝关节稳定性分析

本研究比较自体腘绳肌腱加高强线和 LARS 韧带两种移植物保残重建 PCL 的效果,结果显示,两种移植物均能有效恢复患膝的功能和稳定性,两组间功能评分结果显示两组膝关节功能无明显差异。但两组间术后 3、6 个月功能评分有差异,提示 LARS 韧带组患者膝关节功能恢复较自体肌腱组更迅速。自体肌腱组术后 6、12 个月随访结果显示仍有患者出现 I—II 度的松弛,松弛度高于 LARS 韧带组,说明 LARS 韧带组术后膝关节稳定性优于自体肌腱组,但术后 12 个月功能无差异,这可能是由于膝关节功能评分过于主观,或是轻度松弛未对功能产生明显影响。

本研究中自体肌腱加高强线术后再松弛原因的分析,虽然自体肌腱加高强线术后效果明显优于术前,但得出的数据显示,重建后的韧带仍存在一定的松弛,可能的原因是自体移植物强度不够,不能完全抵抗后倒的拉力,研究中所用的高强线虽有一定强度但由于和韧带等长未能完全阻止韧带重塑过程中的松弛过程。其次,高强线本身对移植物及骨道的切割等影响缺乏进一步的研究,而本研究中移植物固定方式不同也可能影响结果。即使采用了自体肌腱加高强线保残重建的方式,以及保守的康复计划,但术后松弛率仍然很高,如何克服这一棘手问题,是未来研究的方向。

LARS 韧带在自体韧带愈合前可以提供稳定的作用,其特有的结构允许细胞通过其孔隙长入,受到血管神经组织充分包绕后,其抗疲劳性得到明显提升,同时本体感觉恢复较好,没有明显排斥反应,可减少供区并发症及缩短手术时间,并且术后再松弛率低^[29-30]。结合本研究结果,笔者也推荐应用 LARS 韧带保残重建 PCL,但 LARS 韧带远期是否会存在疲劳断裂等风险尚待进一步研究。

自体肌腱加高强线与 LARS 韧带保残重建 PCL 均可明显改善膝关节功能和稳定性,短期均可获得良好的临床效果,但 LARS 韧带在术后膝关节稳定性方面更具优势,而长期临床效果尚需进一步随访研究。

3.3 本研究的不足

(1)样本量不足,结果有一定局限性,只反映短期内临床效果。(2)缺乏远期随访,远期出现 LARS 韧带疲劳磨损甚至断裂等情况,仍需进一步研究。(3)研究中所用评分多为膝关节功能主观评分,客观

评价较少,KT-1000 测量膝关节松弛度时也存在一定误差。(4)两种移植物的固定方式不同,可能对研究结果产生影响。(5)不能确定放入的高强线会不会对关节产生其他影响。(6)缺乏多中心大样本的数据分析。

参考文献

- [1] CHAHLA J, WILLIAMS B T, LAPRADE R F. Posterior cruciate ligament[J]. Arthroscopy, 2020, 36(2):333-335.
- [2] FANELLI G C. Posterior cruciate ligament[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2020, 28(1):1.
- [3] SALIM R, NASCIMENTO F M D, FERREIRA A M, et al. Tibial onlay posterior cruciate ligament reconstruction: surgical technique and results[J]. J Knee Surg, 2018, 31(3):284-290.
- [4] XIONG Y L, SU C, KUANG S D, et al. Remnant-preserving posterior cruciate ligament reconstruction over remnant fibers using a figure-of-four position and a posterior trans-septal portal[J]. Orthop Surg, 2020, 12(6):2018-2025.
- [5] OCHIAI S, HAGINO T, SENGA S, et al. Treatment outcome of reconstruction for isolated posterior cruciate injury: subjective and objective evaluations[J]. J Knee Surg, 2019, 32(6):506-512.
- [6] LEE D Y, PARK Y J. Single-bundle versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Knee Surg Relat Res, 2017, 29(4):246-255.
- [7] MARTIN R K, MELUGIN H P, FREYCHET B, et al. Posterior cruciate ligament all-inside reconstruction[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2020, 28(1):18-22.
- [8] DUAN M Y, SUN R, ZHUANG L T, et al. Biomechanical evaluation of a novel transtibial posterior cruciate ligament reconstruction using high-strength sutures in a porcine bone model[J]. Chin Med J, 2021, 134(19):2316-2321.
- [9] GUO J, ZHANG D, YANG G, et al. Correlation analysis of femoral tunnel angle and medial collateral ligament injury in posterior cruciate ligament single-bundle reconstruction[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2022, 36(12):1492-1499.
- [10] GWINNER C, JUNG T M, SCHATKA I, et al. Posterior laxity increases over time after PCL reconstruction[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(2):389-396.
- [11] SUN J, WEI X C, LI L, et al. Autografts vs synthetics for cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis[J]. Orthop Surg, 2020, 12(2):378-387.
- [12] SARAGLIA D, FRANCONY F, GAILLOT J, et al. Posterior cruciate ligament reconstruction for chronic lesions: clinical experience with hamstring versus ligament advanced reinforcement system as graft[J]. Int Orthop, 2020, 44(1):179-185.
- [13] GLIATIS J, ANAGNOSTOU K, TSOUMPOS P, et al. Complex knee injuries treated in acute phase: long-term results using ligament augmentation and reconstruction system artificial ligament[J]. World J Orthop, 2018, 9(3):24-34.
- [14] WANG W, LIU L, CHANG X, et al. Cross-cultural translation of the Lysholm knee score in Chinese and its validation in patients with anterior cruciate ligament injury[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2016, 17(1):436.
- [15] TEGNER Y, LYSHOLM J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries[J]. Clin Orthop Relat Res, 1985(198):43-49.
- [16] HEFTI F, MÜLLER W, JAKOB R P, et al. Evaluation of knee liga-

- ment injuries with the IKDC form[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1993, 1(3/4): 226-234.
- [17] KATO T, SMIGIELSKI R, GE Y S, et al. Posterior cruciate ligament is twisted and flat structure: new prospective on anatomical morphology[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(1): 31-39.
- [18] MORTAZAVI S M J, RAMEZANPOOR ASL A, JAFARI H, et al. Tibial tunnel preparation in posterior cruciate ligament (PCL) reconstruction. A technical tip to lessen the stress[J]. *Arch Bone Jt Surg*, 2019, 7(5): 463-468.
- [19] OWESSEN C, SANDVEN-THRANE S, LIND M, et al. Epidemiology of surgically treated posterior cruciate ligament injuries in Scandinavia[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25(8): 2384-2391.
- [20] FREYCHET B, DESAI V S, SANDERS T L, et al. All-inside posterior cruciate ligament reconstruction: surgical technique and outcome[J]. *Clin Sports Med*, 2019, 38(2): 285-295.
- [21] TRAN D B, CAO T. Stability of the knee after posterior cruciate ligament reconstruction using peroneus longus tendon graft with three femoral insertion sites. A cadaveric study[J]. *Heliyon*, 2022, 8(12): e11972.
- [22] 孙正平, 张春雨, 廉永云, 等. 关节镜下经胫骨“腱钉栓”嵌入式后交叉韧带重建术疗效分析[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2022, 36(4): 420-424.
- SUN Z P, ZHANG C Y, LIAN Y Y, et al. Effectiveness analysis of arthroscopic reconstruction of posterior cruciate ligament with embedded "tibial tendon bolt" fixation[J]. *Chin J Reparative Reconstr Surg*, 2022, 36(4): 420-424. Chinese.
- [23] GYEMI L A, BEDNAR E D, SHEEAN A J, et al. The quadriceps tendon autograft is an option for primary PCL reconstruction: a systematic review[J]. *J Isakos*, 2022, 7(1): 27-34.
- [24] LEE D W, KIM J G, YANG S J, et al. Return to sports and clinical outcomes after arthroscopic anatomic posterior cruciate ligament reconstruction with remnant preservation[J]. *Arthroscopy*, 2019, 35(9): 2658-2668.e1.
- [25] STANNARD J P. Tibial inlay posterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Sports Med Arthrosc Rev*, 2020, 28(1): 14-17.
- [26] THERRIEN E, PAREEK A, SONG B M, et al. Comparison of posterior cruciate ligament reconstruction using an all-inside technique with and without independent suture tape reinforcement[J]. *Orthop J Sports Med*, 2022, 10(11): 23259671221137357.
- [27] HUNTER T J, ABDUS-SAMEE M, BALASUBRAMANIAN S, et al. Medium- to long-term results of acromioclavicular joint stabilization using the Ligament Augmentation Reconstruction System (LARS) ligament[J]. *Shoulder Elbow*, 2020, 12(3): 163-169.
- [28] LI Y, ZHANG H, XIAO S Z, et al. Effectiveness comparison of LARS artificial ligament and autogenous hamstring tendon in one-stage reconstruction of anterior and posterior cruciate ligaments[J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2020, 34(8): 1018-1024.
- [29] ANSARI A S, DENNIS B B, HORNER N S, et al. Influence of graft source on postoperative activity and joint laxity in posterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review[J]. *Arthroscopy*, 2019, 35(1): 262-274.e6.
- [30] CHIANG L Y, LEE C H, TONG K M, et al. Posterior cruciate ligament reconstruction implemented by the Ligament Advanced Reinforcement System over a minimum follow-up of 10 years[J]. *Knee*, 2020, 27(1): 165-172.

(收稿日期: 2023-12-07 本文编辑: 朱嘉)