

· 临床论著 ·

## 镜下全内技术后交叉韧带重建与常规技术比较

刘昭, 白晓东\*, 杨军, 邢更彦, 张浩冲, 安伯京

(解放军总医院第三医学中心骨科, 北京 100039)

**摘要:** [目的] 比较镜下全内技术与常规技术重建后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 的临床结果。[方法] 回顾性分析 2016 年 7 月—2021 年 7 月镜下重建 PCL 74 例患者的临床资料。依据医患沟通结果, 31 例采用自体半腱肌肌腱为移植物, 以全内技术 PCL 重建 (全内组), 另外 43 例采用异体肌腱为移植物, 常规镜下 PCL 重建 (常规组)。比较两组围手术期、随访及影像资料。[结果] 全内组在切口总长度 [(7.1±1.3) cm vs (10.3±2.4) cm,  $P<0.001$ ]、下地行走时间 [(3.4±2.1) d vs (5.6±3.2) d,  $P<0.001$ ]、早期并发症发生率 (3.2% vs 9.3%,  $P=0.043$ )、住院时间 [(7.4±1.8) d vs (10.3±3.6) d,  $P<0.001$ ] 均显著优于常规组。全内组恢复完全负重活动时间显著早于常规组 [(93.6±11.7) d vs (128.4±12.4) d,  $P<0.001$ ]。术后两组 VAS 评分、Lysholm 评分、IKDC 评级、膝伸屈 ROM、后抽屉试验和后向 Lachman 试验均显著改善 ( $P<0.05$ ), 术后 3 个月和末次随访时, 全内组的膝伸屈活动度 [(124.4±3.6)° vs (116.5±3.2)°,  $P<0.001$ ; (138.7±3.6)° vs (132.6±5.8)°,  $P<0.001$ ]、Lysholm 评分 [(124.4±3.6) vs (116.5±3.2),  $P<0.001$ ; (138.7±3.6) vs (132.6±5.8),  $P<0.001$ ] 和 IKDC 评级均显著优于常规组。影像方面, 术后 3 个月, 全内组股骨隧道内口缩小 [例, 缩小/无变化/扩大, (23/8/0) vs (13/27/3),  $P<0.001$ ] 占比显著优于常规组 ( $P<0.05$ )。[结论] 应用镜下全内技术 PCL 重建膝 PCL 的临床结果优于常规镜下 PCL 重建。

**关键词:** 关节镜, 后交叉韧带重建, 半腱肌肌腱移植物, 全内技术, 常规技术

**中图分类号:** R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 12-1089-06

**Comparison of posterior cruciate ligament reconstruction by all-inside and conventional arthroscopic techniques // LIU Zhao, BAI Xiao-dong, YANG Jun, XING Geng-yan, ZHANG Hao-chong, AN Bo-jing. Department of Orthopaedics, The Third Medical Center, General Hospital of PLA, Beijing 100039, China**

**Abstract:** [Objective] To compare the clinical outcomes of posterior cruciate ligament (PCL) reconstruction by all-inside and conventional arthroscopic techniques. [Methods] A retrospective study was performed on 74 patients who underwent arthroscopic PCL reconstruction from July 2016 to July 2021. According to doctor-patient discussion, 31 patients received all-inside PCL reconstruction with autogenous semitendinosus tendon graft (the all-inside group), while the other 43 patients underwent conventional arthroscopic PCL reconstruction with allogeneic tendon graft (the routine group). The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] The all-inside group proved significantly superior to the routine group in terms of total incision length [(7.1±1.3) cm vs (10.3±2.4) cm,  $P<0.001$ ], the walking time [(3.4±2.1) days vs (5.6±3.2) days,  $P<0.001$ ], early complication rate (3.2% vs 9.3%,  $P=0.043$ ) and hospital stay [(7.4±1.8) days vs (10.3±3.6) days,  $P<0.001$ ]. In addition, the all-inside group resumed full weight-bearing activities significantly earlier than the routine group [(93.6±11.7) days vs (128.4±12.4) days,  $P<0.001$ ]. The VAS score, Lysholm score, IKDC grade, knee flexion-extension ROM, posterior drawer test and backward Lachman test significantly improved in both groups over time ( $P<0.05$ ). The all-inside group was significantly better than the routine group in terms of knees ROM [(124.4±3.6)° vs (116.5±3.2)°,  $P<0.001$ ; (138.7±3.6)° vs (132.6±5.8)°,  $P<0.001$ ], Lysholm score [(124.4±3.6) vs (116.5±3.2),  $P<0.001$ ; (138.7±3.6) vs (132.6±5.8),  $P<0.001$ ] and IKDC grades 3 months postoperatively and at the latest follow-up. Regarding imaging, the all-inside group was also significantly better than the routine group in femoral tunnel variation [case, reduced/no change/enlargement, (23/8/0) vs (13/27/3),  $P<0.001$ ]. [Conclusion] The all-inside arthroscopic PCL reconstruction is superior in term of clinical consequence to the conventional arthroscopic PCL reconstruction for this ligament rupture.

**Key words:** arthroscopy, posterior cruciate ligament reconstruction, semitendinous tendon graft, all-inside technique, conventional technique

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.100685

作者简介: 刘昭, 主治医师, 研究方向: 运动医学, (电子信箱)youmuliuzhao@163.com

\* 通信作者: 白晓东, (电子信箱)tony.bai@126.com

膝关节后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 损伤并非少见, 其发生率占全部膝关节韧带损伤的 20% [1]。膝关节 PCL 损伤最常见的是“仪表盘”伤, 也可见于运动中或军事对抗性训练中的跪地伤, 胫骨前方受到向后的暴力打击所致。对 PCL 损伤的治疗争议较大, 由于对其在维持膝关节稳定的重要性认识不足, 在前期的文献中以保守治疗为主 [2-5]; 然而当 PCL 完全撕裂时, 没有有效重建, 膝关节后向稳定性缺失, 患膝后期功能较差, 大多数患者会有关节僵硬, 不能完成跑、跳等动作, 最终还是可能在某些低强度的活动中存在残留的关节不稳定, 活动度 (range of motion, ROM) 降低及膝关节长期的持续疼痛等后遗症 [6, 7]。近年来, 随着对 PCL 解剖及功能的更深入的理解, 大多数运动医学医师主张对于年轻患者或运动要求高的老年患者行关节镜下修复重建断裂的 PCL, 达到其特殊职业或运动需求 [8-10]。镜下全内技术重建 PCL 的微创特点, 已被众多运动医学医师认可 [8-10]。但是膝关节 PCL 镜下全内技术重建手术具有挑战性, 临床报道较少, 该技术能否解决重建后交叉韧带手术与术后高并发症之间的矛盾, 仍需进一步研究。为了评估该术式的微创优势及其对膝关节功能恢复的影响。笔者回顾分析 2016 年 7 月—2021 年 7 月本院采用镜下全内和常规技术治疗的 PCL 患者的临床资料, 并对两种术式的临床疗效进行比较, 报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 年龄 18~45 岁, 均为单纯 PCL 断裂; 不伴有前交叉韧带、内侧副韧带或外侧副韧带损伤 (图 1a~1c); (2) 应用镜下全内技术或常规技术进行重建; (3) 有完整的膝关节疗效及定性评估资料; (4) 术前无下肢肌间静脉血栓。

排除标准: (1) 随访资料不完整或失访; (2) 既往有膝关节手术史或伴膝关节内、外翻等畸形; (3) 术后需卧床及限制活动等不能进行正常康复进程者。

### 1.2 一般资料

回顾性分析 2016 年 7 月—2021 年 7 月手术治疗的 PCL 断裂患者, 共 74 例符合上述标准, 纳入本研究。依据术前医患沟通结果, 将患者分为两组。31 例采用镜下全内技术重建 PCL (全内组), 43 例采用常规技术重建 PCL (常规组), 两组术前一般资料见

表 1, 两组患者年龄、性别、BMI、损伤至手术时间、损伤侧别的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。本研究经医院伦理委员会审批, 所有患者术前均签署手术知情同意书。

指标	全内组 (n=31)	常规组 (n=43)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	26.9 $\pm$ 3.5	24.5 $\pm$ 3.1	0.510
性别 (例, 男/女)	32/11	24/7	0.611
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	21.5 $\pm$ 3.3	22.2 $\pm$ 4.4	0.284
损伤至手术时间 (周, $\bar{x} \pm s$ )	4.9 $\pm$ 2.1	3.7 $\pm$ 3.0	0.070
侧别 (例, 左/右)	17/14	24/19	0.649

### 1.3 手术方法

连续硬膜外或全身麻醉。仰卧位, 取前内、前外入口, 探查髌间窝, 见前交叉韧带完好、张力正常, PCL 从股骨内髌止点撕脱, 制作膝后内侧入口, 安装 8 mm 工作通道。

全内组: 在胫骨上端内侧做约 4 cm 切口, 显露并用取腱器切取半腱肌肌腱, 将肌腱与带袢锁扣钛板相连, 来回折叠 4 股, 两端用爱惜邦 2 号缝线各缝合 2 cm, 测量移植物长度及直径 (图 1d)。用碘伏纱布湿敷、备用。将 PCL 胫骨定位器置于平台下 16 mm (图 1e), 选择与移植物直径数相同的翻转切割钻, 从前向后打入, 将钻头打出胫骨皮质后缘; 将翻转钻前端翻折呈 90° (图 2f), 向后倒打 25~27 mm; 在股骨髌间窝 PCL 足迹处放置股骨定位器, 从内向外用翻转钻制作股骨侧隧道, 长 25~27 mm。将韧带移植物通过前内入口, 用牵引线引入胫骨、股骨隧道, 钛板紧贴股骨、胫骨外侧皮质 (图 1g), 将胫骨上端向前推, 并依次收紧钛板线环, 关节镜观察下拉紧韧带移植物至适当的张力固定。操作要点: (1) 放置足挡及止血带处放置外侧挡板, 确保膝关节屈曲 90° [20]; 建立和使用后内侧工作通道更方便, 各项操作更简便; (2) 关节镜和定位瞄准器械需从前交叉韧带和股骨髌间窝内侧壁之间进入后侧间室, 避免对前交叉韧带的误伤, 如果需要可以做正中入路, 放入器械 [22]; (3) 建立后内入路, 放置工作通道, 可以直视下清理膝关节后侧的滑膜、残留的韧带等组织, 直视下应用翻转钻制备胫骨侧隧道, 确保不损伤血管、神经; (4) 后内侧入路监视下将胫骨隧道开口可轻松下降至胫骨平台下 16 mm, 避免“杀手角”产生;

(5) 根据移植物直径选择翻转钻的直径。根据肌腱的长度, 确定骨隧道的深度, 避免隧道不合适而影响肌腱张力及移植物与隧道的紧密贴合, 影响肌骨愈合。

在锁紧钛板时, 先将胫骨上端前推, 复位至正常位置, 此点也很关键。

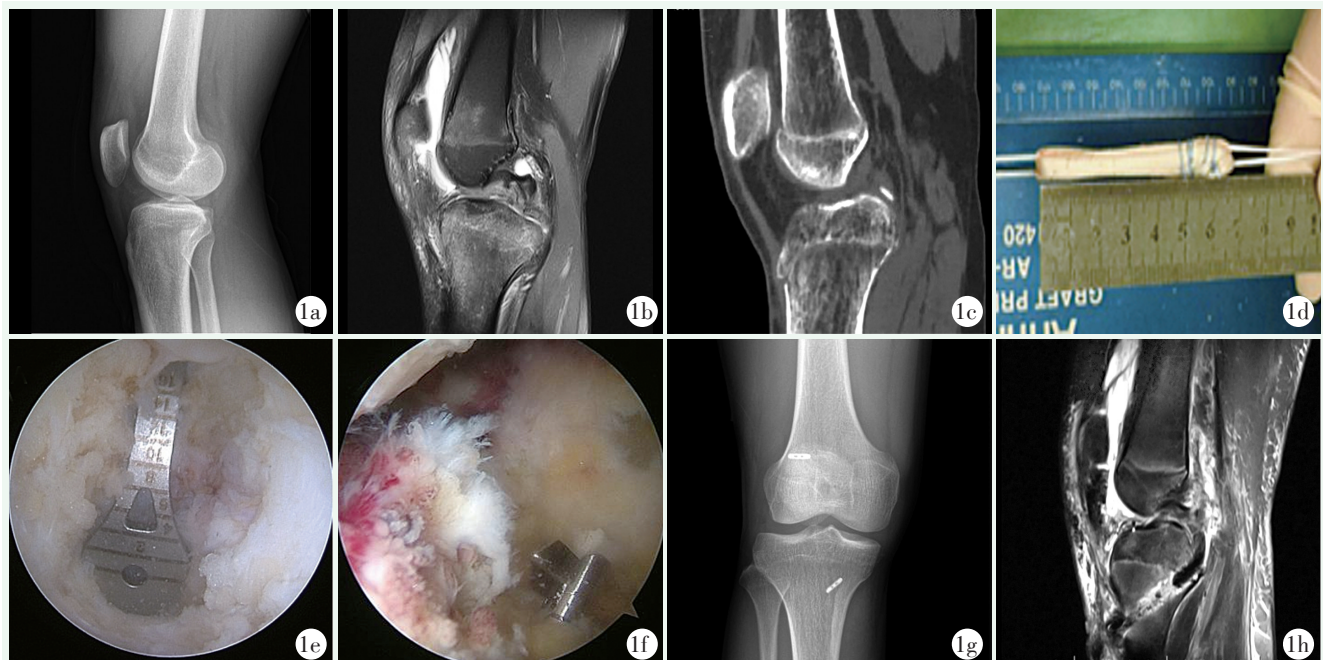


图 1. 患者男性, 24 岁。1a: 术前膝关节侧位 X 线片示膝关节半脱位; 1b: 矢状位 MRI 显示后交叉韧带完全撕裂; 1c: 矢状位 CT 显示胫骨平台后缘撕脱骨折块; 1d: 切取半腱肌肌腱, 半腱肌肌腱对折成 4 股, 长度 7 cm, 直径约 8.5 mm, 并与 Tight-Rope 装置 (带袢锁扣钛板) 相连; 1e: 关节镜下重建过程: 后交叉韧带胫骨平台后侧定位器定位, 平台下 16 mm; 1f: 应用翻转切割钻从后到前制作骨隧道 25 mm; 1g: 术后 2 周膝关节正位 X 线片示带袢锁扣钛板位置良好; 1h: 矢状位 MRI 示后交叉韧带重建修复, 隧道位置良好。

Figure 1. A 24-year-old male. 1a: Preoperative lateral X-ray showed posterior subluxation of the knee joint; 1b: Sagittal MRI showed complete tear of the posterior cruciate ligament; 1c: Sagittal CT showed avulsion fracture mass at posterior border of tibial plateau; 1d: The semitendinosus tendon was folded into 4 strands for preparing the graft 7 cm in length and 8.5 mm in diameter, and connected with the Tight-Rope device; 1e: Arthroscopic finding of PCL tibial guide located 16 mm under the platform; 1f: A 25 mm bone tunnel was made with a flip cutting drill; 1g: X-ray 2 weeks after surgery showed the button plate with loop in good position; 1h: Sagittal MRI showed PCL reconstruction with good tunnel location.

常规组: 取异体肌腱 1 条, 修整至直径 10 mm, 两端用爱惜邦 2 号缝线各缝合 2~3 cm, 用碘伏纱布湿敷、备用。将 PCL 胫骨定位器置于平台下 16 mm, 将导向针打出胫骨皮质后缘, 取直径 10 mm 的空心钻, 沿导向针从前向后制作胫骨隧道; 在股骨髁间窝 PCL 足迹处放置股骨定位器, 钻入导向针, 空心钻沿导向针从外向内制作股骨隧道。将移植物通过前内入口, 用牵引线分别引入胫骨、股骨隧道。先将股骨侧异体肌腱用 10 mm 挤压螺钉固定, 然后胫骨上端向前推, 关节镜观察下拉紧移植物至适当的张力, 在胫骨隧道外侧拉紧肌腱并挤压螺钉固定。

#### 1.4 评价指标

记录围手术期数据。根据疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、膝关节后抽屉试验、

Lachman 试验、国际膝关节文献委员会 (International Knee Documentation Committee, IKDC) 评级<sup>[6]</sup>、Lysholm 评分评价临床效果<sup>[7]</sup>。行影像学检查, 记录后抽屉位胫骨移位及股骨隧道内口变化情况。

#### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 16.0 软件进行统计学分析。计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本 *t* 检验, 组内时间点比较采用单因素方差分析或配对 *T* 检验; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney *U* 检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术。围手术期数据见表 2。两组手术时间、术中失血量的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )；全内组切口总长度、下地行走时间、切口愈合等级、住院时间均显著优于常规组 ( $P<0.05$ )。

表 2. 两组患者围手术期资料比较

Table 2. Comparison of perioperative data between the two groups

指标	全内组 (n=31)	常规组 (n=43)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	63.3±12.4	61.4±13.9	0.546
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$ )	7.1±1.3	10.3±2.4	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	5.4±2.1	6.7±3.6	0.076
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	3.4±2.1	5.6±3.2	<0.001
早期并发症 [例 (%)]	1 (3.2)	4 (9.3)	0.043
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	7.4±1.8	10.3±3.6	<0.001

早期并发症方面，全内组 1 例 (3.2%) 为伤口乙级愈合。常规组 4 例 (9.3%) 早期并发症，其中 1 例伤口感染；1 例腓总神经损伤，术后 6 月恢复运动功能；伤口乙级愈合 2 例。全内组的早期并发症发生率显著低于常规组 ( $P<0.001$ )。

### 2.2 随访结果

患者均获随访，随访时间 2~6 年，平均 (2.4±1.4) 年。两组随访资料见表 3。全内组恢复完全负重活动时间显著早于常规组 ( $P<0.05$ )。与术前相比，术后 3 个月和末次随访时，后抽屉试验和后向 Lachman 试验、IKDC 评分均显著改善 ( $P<0.05$ )；VAS 评分显著减少 ( $P<0.05$ )、Lysholm 评分、膝伸屈 ROM 均显著增加 ( $P<0.05$ )。相应时间点，两组 VAS 评分、后抽屉试验、后向 Lachman 试验差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。术前两组间膝伸屈活动度、Lysholm 评分和 IKDC 评级的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )，但术后 3 个月和末次随访时，全内组的膝伸屈活动度、Lysholm 评分和 IKDC 评级显著优于常规组 ( $P<0.05$ )。

随访过程中，全内组 31 例患者均无疼痛、关节僵硬或松动等并发症，无需手术翻修者。常规组 1 例患者于初次术后 10 个月出现右下肢疼痛加重，活动受限，磁共振影像显示重建韧带再次断裂，行翻修 PCL 重建手术，术中见韧带移植物断裂，使用人工韧带进行重建，二次术后严格佩戴卡盘支具 3 个月，术后 1 年随访患者恢复良好。1 例患者感染，予以关节

腔注射抗生素，治愈。

表 3. 两组患者随访资料比较

Table 3. Comparison of follow-up data between the two groups

指标	全内组 (n=31)	常规组 (n=43)	P 值
完全负重活动时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	93.6±11.7	128.4±12.4	<0.001
后抽屉试验 (例, -/1+/2+/3+)			
术前	0/0/3/28	0/0/6/37	0.712
术后 3 个月	28/3/0/0	36/5/1/1	0.129
末次随访	27/4/0/0	33/8/2/0	0.207
P 值	<0.001	<0.001	
后向 Lachman 试验 (例, -/1+/2+/3+)			
术前	0/0/4/27	0/0/7/36	ns
术后 3 个月	28/3/0/0	36/5/1/1	0.083
末次随访	27/4/0/0	33/8/2/1	0.118
P 值	<0.001	<0.001	
膝痛 VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	8.1±0.6	7.9±0.7	0.352
术后 3 个月	2.6±0.7	2.5±0.8	0.659
末次随访	2.2±0.4	2.4±0.9	0.253
P 值	<0.001	<0.001	
IKDC 评级 (例, 正常/接近正常/异常/明显异常)			
术前	0/0/0/31	0/0/0/43	1.000
术后 3 个月	28/2/1/0	36/5/1/1	<0.001
末次随访	27/3/1/0	35/5/2/1	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
Lysholm 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	53.7±5.6	52.4±7.3	0.409
术后 3 个月	89.4±4.8	85.6±7.3	0.009
末次随访	92.2±3.6	87.2±4.7	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
膝伸屈 ROM ( $^{\circ}$ , $\bar{x} \pm s$ )			
术前	34.6±2.4	35.1±3.2	0.445
术后 3 个月	124.4±3.6	116.5±3.2	<0.001
末次随访	138.7±3.6	132.6±5.8	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	

### 2.3 影像评估

两组影响评估结果见表 4。与术前相比，术后 3 个月及末次随访时，两组后向应力胫骨后移显著改善 ( $P<0.05$ )，相应时间点，两组胫骨后移的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。术后 3 个月，全内组胫骨隧道内口缩小占比显著优于常规组 ( $P<0.05$ )。

表 4. 两组患者影像检查资料比较

Table 4. Comparison of imaging examination data between the two groups

指标	全内组 (n=31)	常规组 (n=43)	P 值
胫骨后移 (mm, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	16.3±2.1	15.7±1.4	0.173
术后 3 个月	4.4±1.2	4.7±2.3	0.469
末次随访	4.6±2.1	4.8±1.7	0.652
P 值	<0.001	<0.001	
股骨隧道内口 (例, 缩小/无变化/扩大)			
术后 3 个月	23/8/0	13/27/3	<0.001

### 3 讨论

膝关节稳定性除骨质解剖结构外, 同时依赖韧带、肌肉、肌腱、关节囊的软组织结构, 特别是前、后交叉韧带和内、外侧副韧带等 4 条主要韧带<sup>[11]</sup>, 后交叉韧带解剖结构对膝关节后向稳定至关重要, 因此后交叉韧带损伤应该更为积极的治疗, 关节镜下手术 PCL 重建、恢复 PCL 的功能很有必要性<sup>[12-14]</sup>。后交叉韧带损伤发生率占全部膝关节韧带损伤的 20%<sup>[1]</sup>, 单独的后交叉韧带 I 度、II 度损伤在次级稳定结构存在时保守治疗, 显示后遗症较少<sup>[8, 10]</sup>; 然而有些初期诊断为单一后交叉韧带撕裂 (III 度损伤), 没有有效重建, 膝关节后向稳定性缺失, 影响膝关节功能并加速关节软骨损, 目前关节镜下 PCL 重建治疗 PCL 损伤已被广泛应用<sup>[15]</sup>。Sekiya<sup>[11]</sup>指出: 对后交叉韧带损伤的患者行单一的 PCL 重建, 有些患者并发有症状的残余膝关节不稳。该作者认为, 残余的不稳是由于对后外侧复合体损伤的漏诊。后外侧复合体被认为是首要的限制胫骨内翻和外旋的结构<sup>[9, 10]</sup>。因此术前及术中需排除后外侧复合体损伤是保证单一 PCL 重建成功的关键。如合并多韧带损伤, 相应结构一并修复或重建是必须的。

本研究前内组适用于单一后交叉韧带的断裂 (III 度损伤), 适应证不包括合并膝关节后外侧复合体损伤的病例。全内技术相较于传统切开重建优势明显, 根据术者经验, 膝关节后交叉韧带断裂重建的难点为: 正确的胫骨骨道定位<sup>[15]</sup>, 股骨骨道减少锐角效应和肌腱与骨道的匹配程度是减少术后失效率的关键<sup>[16]</sup>。目前多数作者认为最理想的移植材料为自体肌腱, 具有没有排异反应、不会传染疾病、减轻经济负担、自体肌腱腱骨愈合更快等优势<sup>[17]</sup>。目前临床常用的膝关节交叉韧带固定方式如 Rigidfix, Endobutton

等都需要两根肌腱修复 1 条韧带<sup>[13]</sup>, 如果合并多韧带损伤, 很难同时完成膝关节解剖结构重建。全内组节省了肌腱; 同时配合使用翻转钻由内向外建立骨道。

此术式较切开组优势明显: (1) 只需切取半腱肌肌腱, 对供区创伤小, 能早期进行功能康复; (2) 使用翻转钻技术, 从内到外建立骨隧道; 同时配合可调节袢装置无需钻透胫骨和股骨, 隧道更短, 可最大限度保留骨质; 同时可防止皮质外骨道过大导致锁扣钛板 (TightRoop) 移入骨道 (翻袢不彻底)<sup>[18-20]</sup>; (3) 肌腱移植跟骨隧道匹配更好, 促进腱骨愈合; 避免了“雨刷”效应; 应用带袢锁扣钛板 (TightRoop) 装置, 固定更牢固, 避免界面螺钉对肌腱切割损伤<sup>[21, 22]</sup>; (4) 可以一期修复后交叉韧带伴有后外侧复合体损伤的病例, 可以尽早进行功能康复, 可以预防多次手术造成的关节软骨损伤、关节感染、骨性关节炎等并发症。

本研究全内组共治疗单一的后交叉韧带的断裂 (III 度损伤) 34 例, 术后获得 2 年以上完全随访者 31 例。末次随访时, 对患者膝关节前、后向松弛度的测量, 在屈曲 30° (后向 Lachman 试验) 为 3.8 mm (SD±3.6), 屈曲 90° (后抽屉试验) 为 7.6 mm (SD±4.1), 显示了患膝前向、后向松弛度接近对侧正常侧。Lysholm 膝关节功能评分较术前显著提高。基于本研究的结果和文献比较, 采用全内技术能取得满意的早期临床疗效, 可调袢的使用可有效利用有限的移植植物, 减少创伤, 有利于患者康复。

本研究病例数少, 随访时间短, 其中远期疗效和并发症还有待进一步观察。本组无合并后外侧复合体损伤的病例, 这类患者采用本术式的疗效尚不明确。另外, 该术式对膝关节后交叉韧带断裂术后功能的改善还仅停留在临床观察阶段, 今后应进一步评估腱骨愈合时间及病理变化, 探讨修复的病理学依据。

### 参考文献

- [1] Voos JE, Mauro CS, Wente T, et al. Posterior cruciate ligament anatomy, biomechanics, and outcomes [J]. Am J Sport Med, 2012, 40 (1): 222-231. DOI: 10.1177/0363546511416316.
- [2] Boynton MD, Tietjens BR. Long-term follow up of the untreated isolated posterior cruciate ligament-deficient knee [J]. Am J Sports Med, 1996, 24 (3): 306-310. DOI: 10.1177/036354659602400310.
- [3] Keller PM, Shelbourne KD, McCarroll JR, et al. Nonoperatively treated isolated posterior cruciate ligament injuries [J]. Am J Sports Med, 1993, 21 (1): 132-136. DOI: 10.1177/036354659302100122.
- [4] Torg JS, Barton TM, Pavlov H, et al. Natural history of the posterior

- cruciate ligament-deficient knee [J]. Clin Orthop Relat Res, 1989, 246 (1) : 208-216. DOI:10.1097/00003086-198909000-00030.
- [5] Keller PM, Shelbourne KD, McCarroll JR, et al. Nonoperatively treated isolated posterior cruciate ligament injuries [J]. Am J Sports Med, 1993, 21 (1) : 132-136. DOI: 10.1177/036354659302100122.
- [6] Sanders TL, Johnson NR, Levy NM, et al. Effect of vascular injury on functional outcome in knees with multi-ligament injury: a matched-cohort analysis [J]. J Bone Joint Surg Am, 2017, 99 (18) : 1565-1571. DOI: 10.2106/JBJS.16.01540.
- [7] Engebretsen L, Risberg MA, Robertson B, et al. Outcome after knee dislocations: a 2-9 years follow-up of 85 consecutive patients [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2009, 17 (9) : 1013-1126. DOI: 10.1007/s00167-009-0869-y.
- [8] Brossard P, Boutsiadis A, Panisset JC, et al. Adjustable button devices for all-arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction using the hamstrings tendons and the "forgotten" transseptal approach [J]. Arthrosc Tech, 2017, 6 (4) : e979-e985. DOI: 10.1016/j.eats.2017.03.010.
- [9] Veltri DM, Deng XH, Torzilli PA, et al. The role of the cruciate and posterolateral ligaments in stability of the knee: a biomechanical study [J]. Am J Sports Med, 1995, 23 (4) : 436-443. DOI: 10.1177/036354659502300411.
- [10] Gill TJ, DeFrate LE, Wang C, et al. The biomechanical effect of posterior cruciate ligament reconstruction on knee joint function. Kinematic response to simulated muscle loads [J]. Am J Sports Med, 2003, 31 (4) : 530-536. DOI: 10.1177/03635465030310040901.
- [11] Sekiya JK, Haemmerle MJ, Stabile KJ, et al. Biomechanical analysis of a combined double-bundle posterior cruciate ligament and posterolateral corner reconstruction [J]. Am J Sports Med, 2005, 33 (3) : 360-369. DOI: 10.1177/0363546504268039.
- [12] Persson A, Gifstad T, Lind M, et al. Graft fixation influences revision risk after ACL reconstruction with hamstring tendon autografts [J]. Acta Orthop, 2018, 89 (2) : 204-210. DOI: 10.1080/17453674.2017.1406243.
- [13] Mousavi H, Maleki A, Nobakht A. Comparative study after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction with endobutton and rigidfix: a clinical trial study [J]. Adv Biomed Res, 2017, 6: 136. DOI: 10.4103/2277-9175.218027.
- [14] 刘玉强, 李明, 刘宁. 两种镜下胫骨隧道定位后交叉韧带重建比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (24) : 2229-2234. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.05.
- Liu YQ, Li M, Liu N. Comparison of two kinds of arthroscopic tibial tunnel positioning posterior cruciate ligament reconstruction [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (24) : 2229-2234. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.05.
- [15] 孙鑫, 戚大春. 后侧双与单入口镜下后交叉韧带重建的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (24) : 2235-2240. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.06.
- Sun X, Qi DC. Comparison of posterior cruciate ligament reconstruction under posterior double and single entrance endoscopy [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (24) : 2235-2240. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.06.
- [16] 闫昌葆, 陈百成, 赵宝辉, 等. 后交叉韧带重建中股骨侧"锐角效应"的相关研究及骨道技术的评价 [J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 17 (20) : 1566-1569.
- Yan CB, Chen BC, Zhao BH, et al. Study on the acute angle effect of the femoral side in posterior cruciate ligament reconstruction and evaluation of bone tunnel technique [J]. Orthopedic Journal of China, 2009, 17 (20) : 1566-1569.
- [17] 梁杰, 刘宪华, 吴海山. 膝关节后交叉韧带重建的研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2000, 7 (12) : 1208.
- Liang J, Liu XH, Wu HS. Research progress of posterior cruciate ligament reconstruction [J]. Orthopedic Journal of China, 2000, 7 (12) : 1208.
- [18] 王于治, 孙羽, 赵庆华, 等. 镜下 Endo-Button 固定后交叉韧带胫骨撕脱骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (8) : 753-756. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.08.17.
- Wang YZ, Sun Y, Zhao QH, et al. Endo-Button fixation of posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture under microscope [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (8) : 753-756. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.08.17.
- [19] 梁晓松, 李建华, 薛玲喜, 等. 一种韧带重建悬吊固定隧道口破裂的补救方法 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (22) : 2086-2088. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.22.15.
- Liang XS, Li JH, Xue LX, et al. A repair method for rupture of ligament reconstruction suspension fixation tunnel [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29 (22) : 2086-2088. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.22.15.
- [20] 郭其勇, 李华德, 李明, 等. 膝关节多韧带损伤的手术治疗 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23 (10) : 892-896. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.10.06.
- Guo QY, Li HD, Li M, et al. Surgical treatment of multiple ligament injury of knee joint [J]. Orthopedic Journal of China, 2015, 23 (10) : 892-896. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.10.06.
- [21] 林奕鹏, 蔡武峰, 黄锡豪, 等. 后交叉韧带重建中转角效应: 力学机制与临床改良 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34 (6) : 787-792. DOI: 10.7507/1002-1892.201907066.
- Lin YP, Cai WF, Huang XH, et al. Corner effect in posterior cruciate ligament reconstruction: mechanism and clinical improvement [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstruction Surgery, 2020, 34 (6) : 787-792. DOI: 10.7507/1002-1892.201907066.
- [22] 孔颖, 王雷, 张元民, 等. 关节镜下保留残端自体腘绳肌腱同期单束重建前后交叉韧带疗效观察 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23 (2) : 113-118. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.02.04.
- Kong Y, Wang L, Zhang YM, et al. Arthroscopic single-bundle reconstruction of anterior and posterior cruciate ligament with preservation of residual autologous hamstring tendon [J]. Orthopedic Journal of China, 2015, 23 (2) : 113-118. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.02.04.

(收稿:2023-09-25 修回:2024-03-20)

(同行评议专家: 蔡振存, 李宏宇, 赵斌, 王明新)

(本文编辑: 闫承杰)