

## · 临床研究 ·

# 共用前交叉韧带骨道技术:关节镜下前交叉韧带重建中修复外侧半月板后根部损伤<sup>\*</sup>

周 颐 柏 帆 刘笑言 余洪江 邓 江 向柄彦<sup>\*\*</sup>

(遵义医科大学第三附属医院关节外科,遵义 563000)

**【摘要】 目的** 探讨共用前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)骨道技术在关节镜下 ACL 重建中修复外侧半月板后根部(lateral meniscus posterior root, LMPR)损伤的临床疗效。**方法** 2015 年 3 月~2019 年 3 月对 32 例 ACL 断裂合并 LMPR 损伤在关节镜下 ACL 重建中采用共用 ACL 骨道技术修复 LMPR 损伤。术前和末次随访对患者进行膝关节功能评估, MRI 和二次关节镜探查评估共用 ACL 骨道技术的临床疗效。**结果** 32 例随访( $20.5 \pm 5.1$ )月, Lysholm、国际膝关节文献委员会(International Knee Documentation Committee, IKDC)评分从术前( $46.1 \pm 9.4$ )、( $44.4 \pm 9.8$ )分提高到末次随访( $91.4 \pm 4.0$ )、( $91.9 \pm 4.1$ )分( $t = -36.668, P = 0.000$ ;  $t = -38.348, P = 0.000$ ); KT-1000 侧侧差值从术前( $9.1 \pm 2.2$ )mm 下降到末次随访( $2.9 \pm 1.1$ )mm( $t = 29.223, P = 0.000$ ); 胫骨前移距离从术前( $6.4 \pm 1.6$ )mm 下降到末次随访( $2.4 \pm 0.9$ )mm( $t = 31.550, P = 0.000$ ); 外侧半月板外突从术前( $3.6 \pm 1.2$ )mm 下降到( $1.2 \pm 0.6$ )mm( $t = 21.778, P = 0.000$ ); 轴移试验等级下降明显( $Z = -5.080, P = 0.000$ ); 术前与末次随访膝关节软骨退变差异虽有显著性( $Z = -2.236, P = 0.025$ ), 但未见明显进展。32 例末次随访 MRI 提示 LMPR 损伤完全愈合 26 例(81.3%); 15 例二次关节镜探查, LMPR 损伤完全愈合 11 例(73.3%)。**结论** 关节镜下 ACL 重建中共用 ACL 骨道技术修复 LMPR 损伤, 能提高膝关节功能评分, 改善膝关节稳定性, 纠正胫骨前移和外侧半月板外突。

**【关键词】** 关节镜; 共用骨道; 前交叉韧带; 外侧半月板后根部损伤

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2022)02-0119-07

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2022.02.005

**Shared Anterior Cruciate Ligament Bone Tunnel Technique: Repair of Lateral Meniscus Posterior Root Tears With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Under Arthroscopy** Zhou Yi, Bai Fan, Liu Xiaoyan, et al. Department of Joint Surgery, Third Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563000, China

Corresponding author: Xiang Bingyan, E-mail: xby1978@126.com

**【Abstract】 Objective** To explore the clinical efficacy of the shared anterior cruciate ligament (ACL) bone tunnel technique in the repair of lateral meniscus posterior root (LMPR) injury with ACL reconstruction under arthroscopy. **Methods** From March 2015 to March 2019, we used shared ACL bone tunnel technique to repair LMPR injury with ACL reconstruction in 32 patients with ACL rupture concomitant LMPR injury. The patients were evaluated for knee function before operation and at the last follow-up. The MRI examination and secondary arthroscopic inspection were used to explore the clinical efficacy of the shared ACL bone tunnel technique. **Results** The 32 patients were followed up for ( $20.5 \pm 5.1$ ) months. The Lysholm score and International Knee Documentation Committee (IKDC) score increased from ( $46.1 \pm 9.4$ ) and ( $44.4 \pm 9.8$ ) points before surgery to ( $91.4 \pm 4.0$ ) and ( $91.9 \pm 4.1$ ) points at the last follow-up, respectively ( $t = -36.668, P = 0.000$ ;  $t = -38.348, P = 0.000$ ); the KT-1000 side difference value decreased from ( $9.1 \pm 2.2$ ) mm to ( $2.9 \pm 1.1$ ) mm ( $t = 29.223, P = 0.000$ ); the anterior tibia distance decreased from ( $6.4 \pm 1.6$ ) mm to ( $2.4 \pm 0.9$ ) mm ( $t = 31.550, P = 0.000$ ); the lateral meniscus protrusion decreased from ( $3.6 \pm 1.2$ ) mm to ( $1.2 \pm 0.6$ ) mm ( $t = 21.778, P = 0.000$ ). The grade of the axis shift test dropped significantly ( $Z = -5.080, P = 0.000$ ).

<sup>\*</sup> 基金项目:国家自然科学基金资助项目(81660367);贵州省科学技术基金项目(黔科合基础[2016]1420);贵州省卫生健康委科学技术基金项目(gzwjkj2020-1-129)

<sup>\*\*</sup> 通讯作者, E-mail: xby1978@126.com

Although there was significant difference in knee cartilage degeneration between preoperative and last follow-up ( $Z = -2.236$ ,  $P = 0.025$ ), there was no significant progress. At the last follow-up the MRI showed that LMPR injury was completely healed in 26 cases (81.3%). There were 15 cases undergoing a secondary arthroscopic inspection, and 11 of them were completely healed (73.3%).

**Conclusion** The shared ACL bone tunnel technique in the repair of LMPR injury with ACL reconstruction can improve the knee function score, improve the stability of knee joint, and correct the forward movement of tibia and the external process of lateral meniscus.

**【Key Words】** Arthroscopy; Shared bone tunnel; Anterior cruciate ligament; Lateral meniscus posterior root injury

胫骨隧道拉出缝合技术是修复外侧半月板后根部(lateral meniscus posterior root, LMPR)损伤最常用的方法之一<sup>[1]</sup>,对于前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)断裂合并 LMPR 损伤的患者,除重建 ACL 需要建立胫骨侧和股骨侧的骨隧道之外,修复 LMPR 还需要额外建立半月板骨道。3 条骨道的建立增加手术难度,伴随更多的骨量丢失和更大的创伤。Forkel 等<sup>[2]</sup>提出改良胫骨隧道拉出缝合技术用于修复 ACL 断裂合并 LMPR 损伤,可避免额外半月板骨道的建立,称为共用 ACL 骨道技术。2015 年 3 月~2019 年 3 月我们对 32 例 LMPR 损伤合并 ACL 断裂在关节镜下 ACL 重建中采用共用 ACL 骨道技术修复 LMPR 损伤,报道如下。

## 1 临床资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究为回顾性研究,获得遵义医科大学第三附属医院伦理委员会批准(IRB No. 2018-029)。本组 32 例,男 24 例,女 8 例。年龄 18~42 岁,  $(30.9 \pm 7.4)$  岁。BMI 18.7~30.5,  $(24.8 \pm 3.5)$ 。左膝 14 例,右膝 18 例。症状为膝关节疼痛,走路不稳,关节绞锁,活动时有关响等。查体:前抽屉试验、轴移试验、McMurray 试验及 Lachman 征阳性,外侧关节间隙压痛。损伤原因:运动损伤 21 例,车祸伤 7 例,摔伤 4 例。受伤时间:急性损伤 23 例,亚急性损伤 4 例,陈旧性损伤 5 例。术前膝关节 MRI:冠状面和矢状面 ACL 正常低信号被高信号完全替代, ACL 连续性中断(图 1A)。LMPR 在冠状面和矢状面上信号明显增高,矢状面上表现为“幽灵征”,半月板不同程度外突等(图 1B),诊断为 ACL 断裂合并 LMPR 损伤。32 例无合并症,既往史无特殊。

病例选择标准:①术前膝关节 MRI 诊断为 ACL 断裂合并 LMPR 损伤;②术前 CT 检查无膝关节骨折表现;③既往无患侧膝关节手术史。排除标准:①术前检查提示合并后交叉韧带或侧副韧带损伤;②术前膝关节 MRI 提示合并除 LMPR 损伤外任何

类型的半月板损伤;③术前存在严重膝关节骨性关节炎以及关节软骨严重退变。

### 1.2 方法

常规关节镜前内外侧入路,仔细探查后证实患者 ACL 断裂合并 LMPR 损伤,不合并其他类型的半月板损伤(图 2A)。确认 LMPR 原始胫骨附着点和 ACL 后外侧束胫骨平台解剖足印区,使用刨刀对 LMPR 撕脱处进行新鲜化处理。用带高强度线(杭州锐健医疗有限公司)缝合钩垂直褥式缝合 3 针,贯穿 LMPR 全层,依照中国结方式打结并收紧<sup>[3]</sup>(图 2B)。用 ACL 股骨定位器(美国施乐辉医疗器械公司)在 ACL 股骨足印区中点建立股骨骨道(图 2C)。随后使用 ACL 胫骨定位器(美国施乐辉医疗器械公司)定位在 ACL 后外侧束胫骨平台足印区(图 2D)。2.0 mm 克氏针在 ACL 定位器辅助下,以 45°方向建立共用 ACL 骨道,隧道外口为胫骨前内侧皮质,隧道内口位于 ACL 后外侧束胫骨平台解剖足印区,这一点与传统胫骨隧道拉出缝合技术不同。用与 ACL 移植物直径相匹配的空心钻头(美国施乐辉医疗器械公司)扩宽共用 ACL 骨道,保证 ACL 移植物和 LMPR 缝线尾端能顺利通过(图 2E)。将 LMPR 缝线尾端用夹线钳拉出共用 ACL 骨道,适度调整 LMPR 缝线张力,确保 LMPR 复位至其原始胫骨平台解剖足印区(图 2F),再将 ACL 移植物通过共用 ACL 骨道植入(图 2G)。重建 ACL 过程中,需保持 LMPR 缝线足够的张力,避免因 ACL 移植物植入导致 LMPR 偏移其解剖足印区。最后,ACL 移植物和 LMPR 缝线共同引入共用 ACL 骨道,避免额外骨道的建立(图 2H)。股骨侧采用悬吊钛板固定(美国施乐辉医疗器械公司)。在胫骨侧用带鞘可吸收挤压螺钉(美国强生医疗器械公司)联合胫骨皮质扣(美国施乐辉医疗器械公司)将 ACL 移植物和 LMPR 缝线尾端共同固定于胫骨前内侧皮质。传统胫骨隧道拉出缝合技术与共用 ACL 骨道技术的手术示意图见图 3。

### 1.3 术后康复

术后第 1 天立即佩戴膝关节铰链支具,膝关节

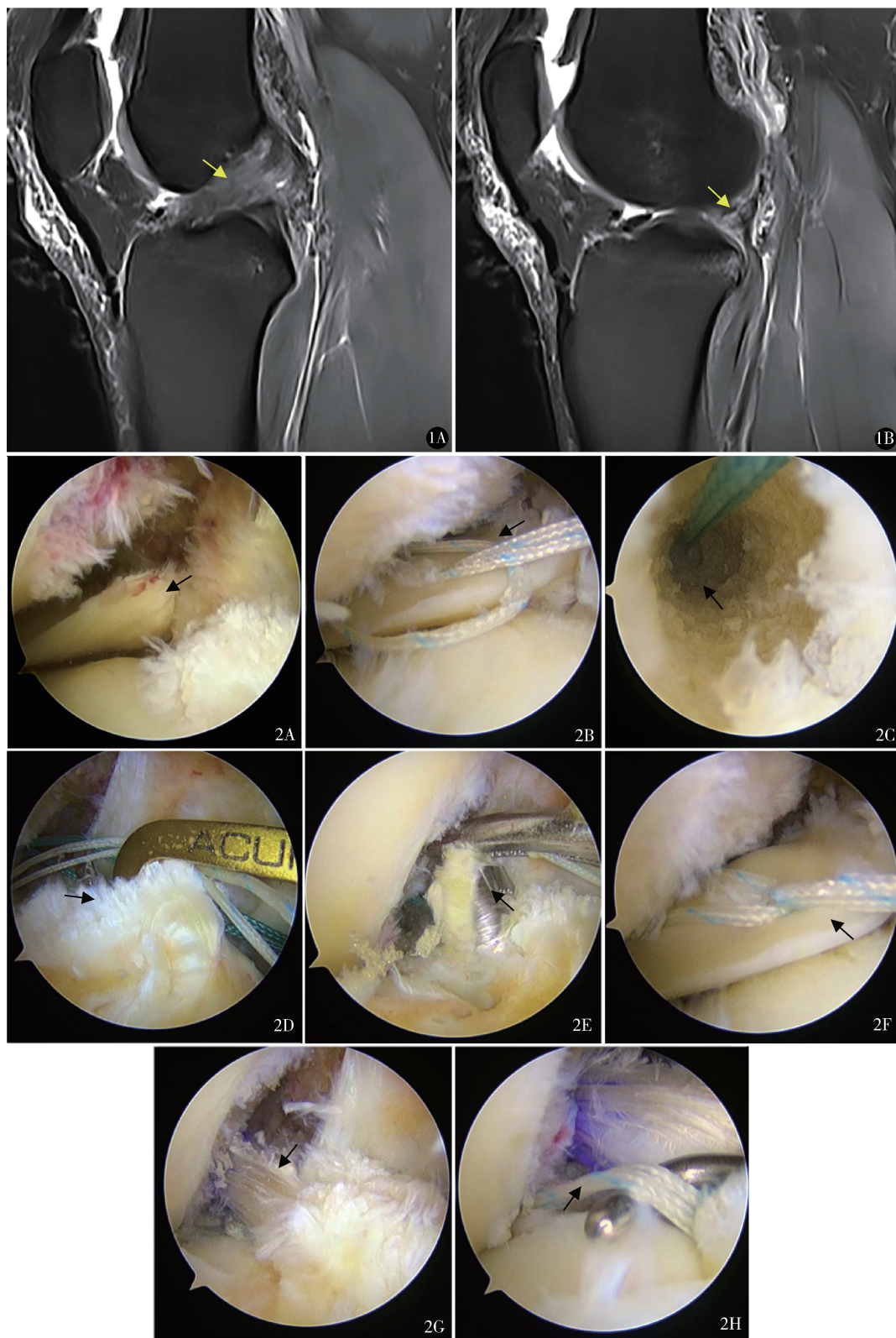


图1 术前MRI A. ACL完全断裂;B. LMPR损伤,矢状面上表现为“幽灵征” 图2 共用ACL骨道技术手术步骤 A. LMPR撕脱损伤;B. 中国结式缝合;C. 建立股骨骨道;D. ACL胫骨定位器定位于ACL后外侧胫骨平台足印区;E. 扩宽共用ACL骨道;F. 将LMPR解剖复位至其原始胫骨平台足印区;G. ACL移植物植入;H. ACL移植物和LMPR缝线共同引入共用ACL骨道



完全伸直位固定,指导患者行股四头肌等长收缩训练和下肢踝泵运动。术后 4 周开始主动屈膝训练,术后 4、8、12 周时主动屈膝达到 90°、120°和 150°。术后 4 周内避免负重,术后 4~8 周部分负重,术后 8 周完全负重。术后 3 个月取下支具,术后 6 个月内避免深蹲,术后 6 个月开始低强度跑跳运动,术后 12 个月基本恢复正常强度体育运动,定期复查随访。

1.4 膝关节功能评估

膝关节功能评估包括:①术前和末次随访时 Lysholm 评分<sup>[4]</sup>和国际膝关节文献委员会(International Knee Documentation Committee, IKDC)评分<sup>[5]</sup>,满分为 100 分,分值越高,功能恢复越良好。②膝关节稳定性 KT-1000 侧侧差值和轴移试验,均在初次手术及末次随访麻醉状态下对患者进行检查。KT-1000 侧侧差值:通过 KT-1000 关节测量仪(美国圣地亚哥 Medmetric 公司)测量,两侧差值越大,代表膝关节前向稳定性越差。轴移试验等级越高,代表膝关节前外旋稳定性越差。

1.5 MRI 评估和二次关节镜检查

术前和术后随访采用 3.0T MRI 扫描仪(Magnetom Skyra,德国西门子公司)评估胫骨前移距离<sup>[6]</sup>、外侧半月板外突、膝关节软骨退变等级、外侧半月板后根部愈合情况。检查时患者平躺,保持下肢外旋中立位。原始图像包括冠状面、矢状面及

横断面,图像包含 T1WI、T2WI 加权像以及脂肪抑制质子加权像。对要求取出胫骨皮质扣且同意行二次关节镜检查的患者进行二次关节镜检查。根据 Kim 等<sup>[7]</sup>的评判标准评估 LMPR 损伤愈合情况。

1.6 统计学处理

应用 SPSS26.0 进行统计分析。采用 Shapiro-Wilk 检验进行正态性检验,符合正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,采用配对  $t$  检验;等级资料采用 Wilcoxon 符号秩检验。 $P < 0.05$  差异有统计学意义。

2 结果

手术时间( $144.6 \pm 29.5$ )min(103~203 min)。32 例随访( $20.5 \pm 5.1$ )月(12~29 个月),15 例完成二次关节镜检查。末次随访所有术膝活动度正常,前抽屉试验及 Lachman 征均为阴性,麦氏实验均为阴性。末次随访 Lysholm、IKDC 评分、KT-1000 侧侧差值、轴移试验均较术前明显改善,见表 1。末次随访 MRI 评估胫骨前移距离、外侧半月板外突均较术前明显改善,膝关节软骨退变程度未见明显进展(表 2)。

末次随访 MRI 提示 LMPR 损伤完全愈合 26 例(81.3%),部分愈合 6 例(18.7%)。二次关节镜检查 15 例,LMPR 损伤完全愈合 11 例(73.3%),部分愈合 3 例(20.0%),愈合失败 1 例(6.7%),见图 4。

表 1 32 例术前后膝关节功能评估比较( $\bar{x} \pm s, n = 32$ )

时间	Lysholm 评分(分)	IKDC 评分(分)	KT-1000 侧侧 差值(mm)	轴移试验			
				0 级	1 级	2 级	3 级
术前	46.1 ± 9.4	44.4 ± 9.8	9.1 ± 2.2	0	4	21	7
末次随访	91.4 ± 4.0	91.9 ± 4.1	2.9 ± 1.1	26	6	0	0
$t(Z)$ 值	$t = -36.668$	$t = -38.348$	$t = 29.223$	$Z = -5.080$			
$P$ 值	0.000	0.000	0.000	0.000			

IKDC:国际膝关节文献委员会

表 2 32 例术前后 MRI 评估比较( $\bar{x} \pm s, n = 32$ )

时间	胫骨前移距离(mm)	外侧半月板外突(mm)	膝关节软骨退变程度		
			1 级	2 级	3 级
术前	6.4 ± 1.6	3.6 ± 1.2	9	23	0
末次随访	2.4 ± 0.9	1.2 ± 0.6	7	22	3
$t(Z)$ 值	$t = 31.550$	$t = 21.778$	$Z = -2.236$		
$P$ 值	0.000	0.000	0.025		

3 讨论

LMPR 损伤是指外侧半月板后根部胫骨附着点的完全撕脱或者附着点 1 cm 以内的放射状撕裂<sup>[8]</sup>。

单独 LMPR 损伤发生率仅为 3.5%<sup>[9]</sup>,ACL 断裂中 LMPR 损伤发生率高达 14%<sup>[10]</sup>。LMPR 损伤后,外侧间室平均接触压力显著增加,平均接触面积明显减少,从而导致膝关节软骨应力负荷增加,增加骨性



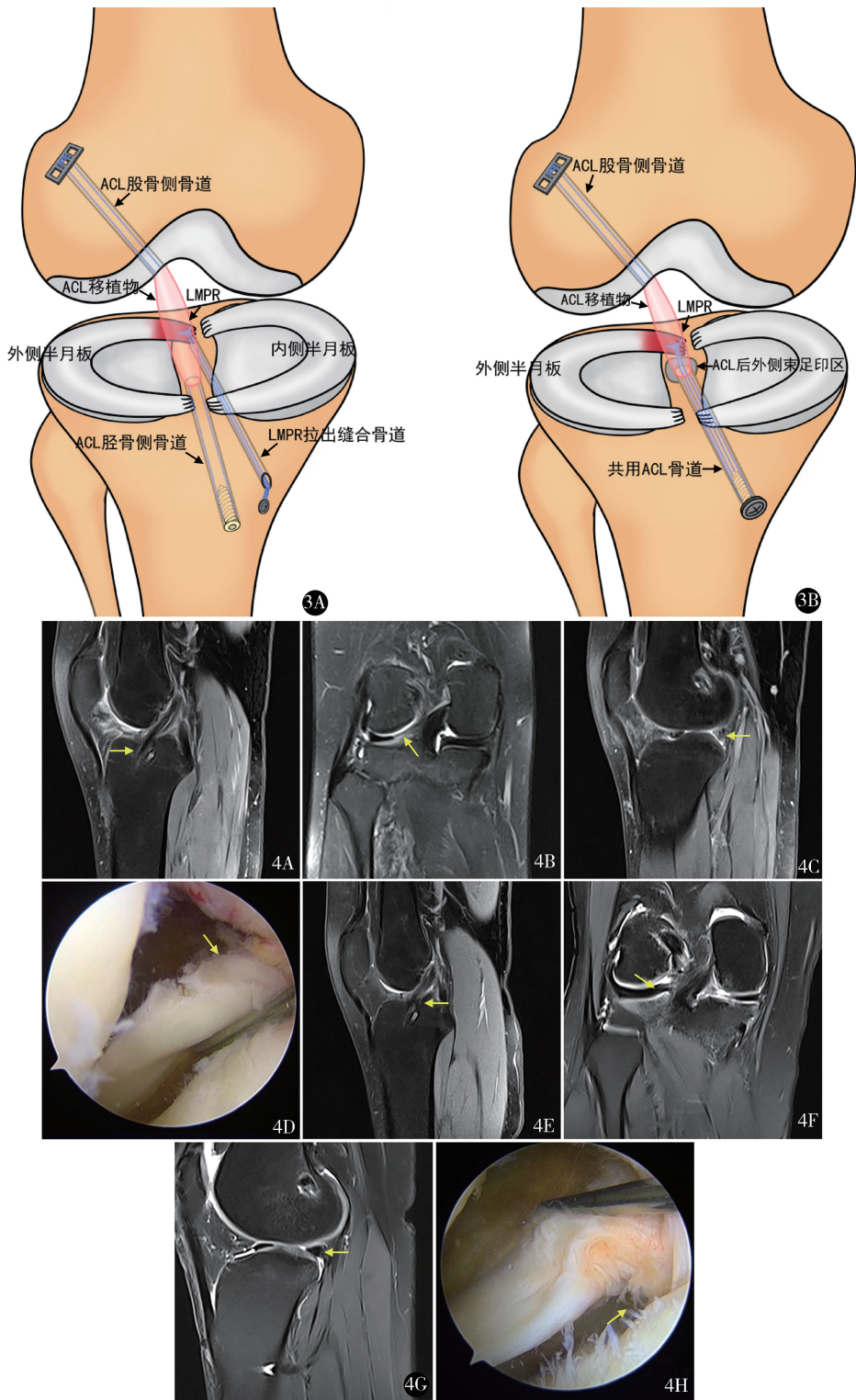


图3 手术示意图 A. 胫骨隧道拉出缝合技术;B. 共用 ACL 骨道技术  
图4 MRI 和二次关节镜检查评估 LMPR 损伤愈合情况 A. 重建后 ACL MRI 矢状位 T2WI 图像示重建 ACL 位置并无明显偏后, 信号基本正常; B, C. MRI 冠状位和矢状位 T2WI 图像示 LMPR 部分呈高信号, 提示 LMPR 损伤部分愈合; D. 二次关节镜检查证实 LMPR 损伤部分愈合; E. 重建后 ACL MRI 矢状位 T2WI 图像示重建 ACL 位置并无明显偏后, 信号基本正常; F, G. MRI 冠状位和矢状位 T2WI 图像示 LMPR 呈正常低信号, 提示 LMPR 损伤完全愈合; H. 二次关节镜检查证实 LMPR 损伤完全愈合

关节炎发生率<sup>[11,12]</sup>。ACL 断裂合并 LMPR 损伤进一步导致膝关节外旋稳定性下降,增加外侧间室胫骨前半月脱位的程度<sup>[13]</sup>。因此,对于这一特殊类型的合并损伤,一种适合的手术修复方法是十分必要的。Forkel 等<sup>[2]</sup>提出的共用 ACL 骨道技术,由于 LMPR 胫骨附着点与 ACL 后外侧束胫骨解剖足印区的位置几乎邻近<sup>[14]</sup>,选择在胫骨侧 ACL 后外侧束解剖足印区建立共用的 ACL 胫骨隧道,隧道内可通过 ACL 移植物和 LMPR 缝线自由端,再将两者固定于胫骨前内侧皮质。这种改良方法避免额外半月板骨道的建立,简化了手术步骤。Forkel 等<sup>[15]</sup>生物力学研究表明:共用 ACL 骨道技术能使撕脱的 LMPR 解剖复位,并降低外侧间室平均压力至损伤前水平。本研究显示:①共用 ACL 骨道技术明显提高膝关节功能评分,同时改善膝关节稳定性;②共用 ACL 骨道技术能明显纠正胫骨前移和外侧半月板外突;③通过共用 ACL 骨道技术修复 LMPR 损伤,表现出良好的临床愈合效果。

膝关节功能是衡量患者术后临床恢复效果的关键指标。Zheng 等<sup>[16]</sup> meta 分析纳入 89 例 ACL 重建中采用胫骨隧道拉出缝合技术修复 LMPR 损伤, Lysholm 评分从术前平均 58.3 分升高到术后平均 91.4 分, IKDC 评分从术前平均 61.1 分升高到术后平均 87.2 分。本组术后膝关节功能评分, Lysholm 和 IKDC 评分从术前 (46.1 ± 9.4)、(44.4 ± 9.8) 分提高到末次随访 (91.4 ± 4.0)、(91.9 ± 4.1) 分 ( $P = 0.000$ )。高度的轴移现象和大于 6 mm 的 KT-1000 侧侧差值与膝关节前向不稳定直接相关<sup>[16]</sup>, Song 等<sup>[17]</sup>研究表明完全 LMPR 撕裂合并 ACL 损伤是膝关节高度阳性轴移现象的独立危险因素。本组术后患者均无高度阳性轴移, KT-1000 侧侧差值下降至 (2.9 ± 1.1) mm, 表明共用 ACL 骨道技术对改善膝关节稳定性有确切疗效。胫骨过度前移和外侧半月板病理性外突是 ACL 断裂合并 LMPR 撕脱这一特殊类型损伤的重要特征<sup>[18]</sup>。ACL 是限制胫骨过度前移的主要结构, 胫骨前移矫正不良所造成的胫股位置关系异常是导致 ACL 重建失效的主要原因之一<sup>[19]</sup>。外侧半月板是稳定膝关节重要的二级结构, McDonald 等<sup>[6]</sup>研究显示 LMPR 损伤与胫骨前移增加密切相关。LMPR 损伤后, 外侧半月板环状稳定结构受到破坏, 将导致 LMPR 病理性外突。持续存在的病理性外突将导致关节软骨退变, 甚至加速骨性关节炎的进展<sup>[20]</sup>。共用 ACL 骨道技术同时矫正

胫骨前移和外侧半月板外突, 恢复外侧间室正常的解剖结构, 这是促进 LMPR 损伤完全愈合和避免 ACL 重建失效的关键。

手术修复 LMPR 的临床愈合效果一直备受关注。Zheng 等<sup>[16]</sup> meta 分析纳入 89 例在 ACL 重建中修复 LMPR 应用胫骨隧道拉出缝合技术, 平均随访 22.1 月, 81 例二次关节镜检查中 59 例完全愈合, 完全愈合率 72.8%。Tsujii 等<sup>[21]</sup>采用全内缝合方式修复 LMPR, 平均随访 42.4 月, LMPR 损伤完全愈合率仅 50%。Zhuo 等<sup>[22]</sup>利用胫骨隧道拉出缝合技术修复 LMPR 撕脱 31 例, 平均随访 29.87 月, 二次关节镜检查 78.3% 完全愈合, 21.7% 部分愈合。本组二次关节镜探查和末次随访 MRI 均表现出较高的完全愈合率, 我们认为原因有以下 2 点: ①共用 ACL 骨道技术在复位 LMPR 时将 LMPR 缝线自由端拉入共用 ACL 骨道, 然后通过适度调整缝线张力和长度, 使 LMPR 达到原位解剖复位, 并不存在过度牵拉 LMPR 或将 LMPR 拉入共用骨道内口, 相比传统胫骨拉出缝合技术, 仅是固定方式的改变。完全解剖复位后, 外侧间室生物力学的恢复和外侧半月板病理性外突的纠正为 LMPR 损伤的完全愈合提供良好的条件。②共用 ACL 骨道技术的独特优势在于可额外增加 LMPR 与其胫骨解剖足印区的接触面积, 从而促进 LMPR 损伤的愈合。通过对 LMPR 缝合处至共用 ACL 骨道内口的一段缝线施加适当的张力, 可对撕裂的 LMPR 整体实现下压作用, 故能将 LMPR 整体复位至其原始胫骨解剖足印区, 实现面与面的结合, 由于 LMPR 区域相对丰富的血运, 增加完全愈合的机率。这种缝合固定方式的原理与肩袖缝合中内排钉联合外排钉的缝合原理类似。传统胫骨拉出缝合技术仅将 LMPR 与其胫骨解剖足印区点对点复位, 接触面积明显小于共用 ACL 骨道技术, 相当于以往传统肩袖缝合中的单独内排钉固定方式。

本研究不足之处: ①即使采用相同的手术方式修复, LMPR 不同损伤类型的愈合机率是有差异的, 我们并未根据不同 LMPR 损伤类型设置亚组, 这可能导致对手术愈合效果的判断出现偏移。②对于测量外侧半月板外突和胫骨前移距离, 我们是在非负重状态下通过 MRI 测量, 然而膝关节在应力位时两者会进一步增大, 这可能导致我们的测量结果偏小。③32 例样本量相对较小, 研究结果可能不具有充分的代表性。

综上所述,共用 ACL 骨道技术在 ACL 重建中修复 LMPR 损伤,不需要额外骨道的建立,简化手术步骤,能提高膝关节功能评分,改善膝关节稳定性,纠正胫骨前移和外侧半月板外突,LMPR 损伤完全愈合率较高,这可能是一种对传统胫骨隧道拉出缝合技术有效的改良方法。

## 参考文献

- Petersen W, Zantop T. Avulsionsverletzung des Außenmeniskushinterhorns. Unfallchirurg, 2006, 109 ( 11 ) : 984 – 987.
- Forkel P, Petersen W. Posterior root tear fixation of the lateral meniscus combined with arthroscopic ACL double-bundle reconstruction; Technical note of a transosseous fixation using the tibial PL tunnel. Arch Orthop Trauma Surg, 2012, 132 ( 3 ) : 387 – 391.
- Zheng J, Xiao Q, Deng H, et al. The Chinese knot stitch technique using a footprint ultrasuture anchor for rotator cuff repair. Arthrosc Tech, 2020, 9 ( 3 ) : e321 – e326.
- Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. Am J Sports Med, 1982, 10 ( 3 ) : 150 – 154.
- Logerstedt D, Lynch A, Axe MJ, et al. Pre-operative quadriceps strength predicts IKDC2000 scores 6months after anterior cruciate ligament reconstruction. Knee, 2013, 20 ( 3 ) : 208 – 212.
- McDonald LS, van der List JP, Jones KJ, et al. Passive anterior tibial subluxation in the setting of anterior cruciate ligament injuries: A comparative analysis of ligament-deficient states. Am J Sports Med, 2017, 45 ( 7 ) : 1537 – 1546.
- Kim C, Lee C, Gwak H, et al. Clinical and radiologic outcomes of patients with lax healing after medial meniscal root repair: Comparison with subtotal meniscectomy. Arthroscopy, 2019, 35 ( 11 ) : 3079 – 3086.
- LaPrade CM, James EW, Cram TR, et al. Meniscal root tears. Am J Sports Med, 2015, 43 ( 2 ) : 363 – 369.
- LaPrade RF, Ho CP, James E, et al. Diagnostic accuracy of 3.0 T magnetic resonance imaging for the detection of meniscus posterior root pathology. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23 ( 1 ) : 152 – 157.
- Forkel P, Reuter S, Sprenger F, et al. Different patterns of lateral meniscus root tears in ACL injuries: application of a differentiated classification system. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23 ( 1 ) : 112 – 118.
- Ode GE, Van Thiel GS, McArthur SA, et al. Effects of serial sectioning and repair of radial tears in the lateral meniscus. Am J Sports Med, 2012, 40 ( 8 ) : 1863 – 1870.
- LaPrade CM, Jansson KS, Dornan G, et al. Altered tibiofemoral contact mechanics due to lateral meniscus posterior horn root avulsions and radial tears can be restored with in situ pull-out suture repairs. J Bone Joint Surg Am, 2014, 96 ( 6 ) : 471 – 479.
- Zheng T, Song G, Feng H, et al. Lateral meniscus posterior root lesion influences anterior tibial subluxation of the lateral compartment in extension after anterior cruciate ligament injury. Am J Sports Med, 2020, 48 ( 4 ) : 838 – 846.
- Johnson DL, Swenson TM, Livesay GA, et al. Insertion-site anatomy of the human menisci: Gross, arthroscopic, and topographical anatomy as a basis for meniscal transplantation. Arthroscopy, 1995, 11 ( 4 ) : 386 – 394.
- Forkel P, Foehr P, Meyer JC, et al. Biomechanical and viscoelastic properties of different posterior meniscal root fixation techniques. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25 ( 2 ) : 403 – 410.
- Zheng T, Song G, Li Y, et al. Clinical, radiographic, and arthroscopic outcomes of surgical repair for radial and avulsed lesions on the lateral meniscus posterior root during ACL reconstruction: A systematic review. Orthop J Sports Med, 2021, 9 ( 3 ) : 1813037102.
- Song G, Zhang H, Liu X, et al. Complete posterolateral meniscal root tear is associated with high-grade pivot-shift phenomenon in noncontact anterior cruciate ligament injuries. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25 ( 4 ) : 1030 – 1037.
- Okazaki Y, Furumatsu T, Kamatsuki Y, et al. Transtibial pullout repair of the lateral meniscus posterior root tear combined with anterior cruciate ligament reconstruction reduces lateral meniscus extrusion: A retrospective study. Orthop Traumatol Surg Res, 2020, 106 ( 3 ) : 469 – 473.
- Ni Q, Song G, Zhang Z, et al. Steep posterior tibial slope and excessive anterior tibial translation are predictive risk factors of primary anterior cruciate ligament reconstruction failure: A case-control study with prospectively collected data. Am J Sports Med, 2020, 48 ( 12 ) : 2954 – 2961.
- Teichtahl AJ, Cicuttini FM, Abram F, et al. Meniscal extrusion and bone marrow lesions are associated with incident and progressive knee osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage, 2017, 25 ( 7 ) : 1076 – 1083.
- Tsuji A, Yonetani Y, Kinugasa K, et al. Outcomes more than 2 years after meniscal repair for longitudinal tears of the lateral meniscus combined with anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med, 2021, 49 ( 3 ) : 684 – 692.
- Zhuo H, Pan L, Xu Y, et al. Functional, magnetic resonance imaging, and second-look arthroscopic outcomes after pullout repair for avulsion tears of the posterior lateral meniscus root. Am J Sports Med, 2021, 49 ( 2 ) : 450 – 458.

( 收稿日期:2021 – 08 – 31 )

( 修回日期:2021 – 11 – 29 )

( 责任编辑:李贺琼 )