

· 技术创新 ·

开放获取

前交叉韧带重建术后再断裂翻修重建联合改良 Lemaire 术

董辉详, 黄长明*, 庄鳌, 范华强, 胡喜春, 傅仰攀, 甘志勇, 刘镇煌, 朱天昊

(陆军第 73 集团军医院暨厦门大学附属成功医院, 福建厦门 361003)

摘要: [目的] 探讨治疗前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 重建术后再断裂治疗方法。[方法] 采用翻修 ACL 重建联合改良 Lemaire 术治疗 ACL 重建术后再断裂 5 例患者。患者取仰卧位, 关节镜确认 ACL 重建术后移植物再断裂, 探查隧道内口位置及直径, 清理股骨及胫骨骨隧道; 取对侧腘绳肌腱或者同侧腓骨长肌腱, 编织后套入中空的 LARS 韧带中, 移植物直径超过初次移植物直径至少 1~2 mm; 将移植物拉入隧道及关节内, 分别用金属挤压钉固定; 然后行改良 Lemaire 手术: 沿着 Gerdy 结节至股骨外上髁连线切 1 条长 6~8 cm 的皮肤切口, 切取一条长度 8~10 cm、宽 1 cm 的阔筋膜条, 保留阔筋膜 Gerdy 结节远端止点, 近端编织, 将肌腱从外侧副韧带下方穿过, 拉入 ALL 股骨隧道并固定。[结果] 5 例患者均顺利完成手术, 手术时间 (90.2±30.1) min, 术中出血量 (50.2±30.1) mL, 术后伤口均 1 期愈合, 无感染、血管神经损伤等严重并发症。术后随访 12 个月以上, 术后 3 例重返运动, 2 例未再运动。术后 1 例膝关节有轻微弹响。按照改良 HSS 膝关节功能评分标准, 术后 12 个月临床结果评定为优 4 例, 良 1 例。术后 Kneelax 3 测量前-后位移双侧差值 ≤2 mm。[结论] 对于合并危险因素的 ACL 重建术后失败患者采用 ACL 翻修联合改良 Lemaire 手术可以有效恢复膝关节前向稳定性, 改善旋转稳定性, 减少移植物再断裂率, 术后功能满意。

关键词: 前交叉韧带损伤, 前外侧韧带, 关节镜术, 翻修手术

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 12-1116-06

Arthroscopic revision reconstruction combined with modified Lemaire procedure for return anterior cruciate ligament after primary reconstruction // DONG Hui-xiang, HUANG Chang-ming, ZHUANG Ao, FAN Hua-qiang, HU Xi-chun, FU Yang-pan, GAN Zhi-yong, LIU Zhen-huang, ZHU Tian-hao. Department of PLA 73rd Group Army Hospital (Chenggong Hospital, Xiamen University), Xiamen 361003, Fujian, China

Abstract: [Objective] To investigate the surgical technique for treatment of re-ruptured anterior cruciate ligament (ACL) after primary reconstruction. [Methods] A total of 5 patients underwent revised ACL reconstruction combined with modified Lemaire surgery for re-ruptured ACL after primary reconstruction. The patient was placed in supine position, underwent arthroscopic examination to confirm the re-rupture of the reconstructed ACL. After the location and diameter of the inner apertures of the tunnels were investigated, the femoral and tibial bone tunnels were debrided. The hamstring tendon harvested contralaterally or peroneal longus tendon ipsilaterally was folded, and inserted into the hollow LARS ligament to prepare the graft with diameter at least 1~2 mm larger than the previous graft. The graft was introduced into the tunnels and the joint cavity and fixed with metal interference screws respectively in proper tension. Subsequently, the modified Lemaire surgery is performed. A 6~8cm skin incision was made along the line between Gerdy's tubercle and the lateral epicondyle of the femur, and the iliotibial band (ITB) was cut to form a bundle 8~10cm in length and 1cm in width with intact attachment on Gerdy tubercle at the distal end, while the free proximal end stitched. The free end of ITB bundle was passed under the lateral collateral ligament, introduced into the bone tunnel on femoral insertion of anterolateral ligament (ALL) and fastened with interference screw in proper tension. [Results] All the 5 patients were operated on successfully with operation time of (90.2±30.1) min, intraoperative bleeding of (50.2±30.1) mL, and got incision healed well, without serious complications, such as infection, vascular and nerve injury. Twelve months after revision surgery, 3 patients returned to sports activity, and 2 patients did not regain the sports capacity, and 1 patient had a slight knee snap. According to the modified HSS score, the clinical results were marked as excellent in 4 and good in 1 patient 12 months after surgery. After operation, Kneelax 3 measured the bilateral difference of anterior-posterior displacement ≤2 mm. [Conclusion] ACL revision reconstruction combined with modified Lemaire surgery does effectively restore knee anteroposterior stability, improve rotational stability, reduce graft re-failure chance, and achieve satisfactory function for failed ACL reconstruction with high risk.

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.11086A

作者简介: 董辉详, 副主任医师, 研究方向: 关节镜与运动医学, (电子信箱) 31363841@qq.com

* **通信作者:** 黄长明, (电子信箱) huangchm123@163.com

Key words: anterior cruciate ligament injury, anterolateral ligament, arthroscopy, revision surgery

膝关节前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 断裂是最常见的膝关节损伤, 主要由非接触运动引起。前交叉韧带重建手术 (anterior cruciate ligament reconstruction, ACLR) 是目前治疗前交叉韧带断裂的标准手术, 安全有效, 具有较高的运动恢复率和较低的再断裂率。然而, ACL 重建术后仍有 0.7%~10% 失败率^[1-3]。ACL 重建术后失败, 将出现膝关节疼痛、不稳、活动障碍、无法参与高水平运动等情况, 需行 ACL 翻修手术以改善症状, 恢复膝关节功能及重返运动。ACLR 术后失败原因主要有手术技术不佳、再创伤和生物愈合差等方面^[4]。其中隧道位置不佳是最常见的技术错误原因。近年来, 随着对膝关节前外侧韧带的关注, 发现膝关节旋转不稳也是 ACLR 术后失败的重要原因。ACLR 翻修术后效果及再撕裂率明显高于初次 ACLR^[4-6]。ACLR 术后再次断裂的患者常合并膝关节前外侧不稳、力线异常, PTS 过大等问题。临床上, 对于合并危险因素的 ACLR 术后失败患者采用 ACL 翻修联合改良 Lemaire 手术可以有效恢复膝关节前向稳定性, 明显改善旋转稳定性, 减少移植物再撕裂率, 术后功能满意^[7]。

1 手术技术

1.1 手术准备

所有患者术前常规检查化验, 包括血常规、CRP 及血沉、降钙素原等炎症指标予排除感染。拍摄双下肢全长正侧位 X 线片, 患膝关节三维 CT 及患膝 MRI 检查, 双下肢动静脉血管彩超检查。尽量通过抬高患肢、冷疗、药物止痛、CPM 被动屈伸训练, 使膝关节肿胀明显消退, VSD 疼痛评分<3 分, 患膝屈曲活动度达 90°以上。术前 CT 测量发现 4 例原骨隧道内口位置良好、直径不超过 10 mm, 1 例新旧隧道口重叠外圈最大距离小于新旧隧道的直径差+1 mm, 5 例患者均可采用一期前交叉韧带翻修+改良 Lemaire 手术。

1.2 麻醉与体位

全身麻醉或硬膜外麻醉, 仰卧位, 患侧大腿近端外侧放置挡板, 床远端横行放置 1 个条形沙袋、使患膝屈曲 90°时正好卡于沙袋上。

1.3 手术操作

常规消毒及铺巾。制作膝关节前外入路、前内高位及低位入路。插入关节镜镜头按顺时针顺序探查膝

关节内韧带、软骨、半月板、髌股轨迹等结构, 确认 ACLR 术后移植物再断裂 (图 1a), 明确股骨及胫骨关节内骨隧道内口位置及骨隧道扩大程度, 可以一期行 ALCR 翻修手术有 3 种情况: (1) 原骨隧道内口位置良好、直径不超过 10 mm; (2) 原隧道内口位置严重偏移、与新隧道内口无干扰; (3) 原内口位置轻度偏移, 新旧隧道有重叠, 术前 CT 上测量新旧隧道口重叠外圈最大距离小于新旧隧道的直径差+1 mm, 探查半月板及软骨是否需处理。退出关节镜镜头。根据既往手术取肌腱情况选择取自体肌腱部位, 一般选择取对侧腘绳肌腱或者同侧腓骨长肌腱, 肌腱直径不足时可以套上中空韧带。

然后分成 2 组。一组制作移植物, 将取下的肌腱去除肌肉组织, 编织肌腱, 折成 4、5 股后套入中空韧带内, 并将自体肌腱和中空韧带两头编织, 测量肌腱直径 (肌腱直径应该比初次重建韧带直径至少大 1~2 mm, 最好达 9、10 mm); 另一组在关节镜监视下行前交叉韧带翻修, 清理前交叉韧带残端, 找到股骨及胫骨骨隧道内口, 再次评估内口位置及直径; 清理胫骨骨隧道: 找到胫骨骨隧道外口, 取出原胫骨隧道固定挤压钉, 无需调整隧道时沿着隧道插入导针并用空心钻钻透, 需要调整隧道位置可使用 ACL 胫骨导向器打入导针、用空心钻打通隧道, 然后用刨削刀和刮勺清理隧道内残留韧带组织, 确保骨隧道完整且新鲜; 同理, 行股骨隧道清理: 将膝关节屈曲 120°, 无需调整隧道时沿着隧道插入导针, 需要调整隧道位置可在 ACL 股骨导向器引导下打入导针, 在股骨隧道外口表面皮肤切长度约 2 cm 的皮肤切口, 分离皮下组织, 用逐级套筒分离肌肉组织保护, 从外向内用空心钻沿导针扩通骨隧道, 确保骨隧道完整且新鲜, 尤其骨隧道后壁完整; 引入导引线, 将肌腱从胫骨隧道外口拉入、经胫骨隧道到关节腔、从股骨隧道内口进入、从股骨隧道外口拉出, 确认移植物人工韧带部分位于关节腔内, 股骨侧拧入同隧道直径金属挤压螺钉固定, 拉紧胫骨隧道外口肌腱、测试等长性, 屈伸膝关节 20 下预张移植物, 胫骨端用同号金属挤压钉固定。镜下确认重建 ACL 移植物走行良好, 张力正常, 无与外侧壁、后交叉韧带、髌间窝顶撞击 (图 1b)。吸干净关节腔内水, 退出关节镜。

最后行改良 Lemaire 手术: 标记改良 Lemaire 手术前外侧皮肤手术切口, 切取 ITB 位置和 LCL 位置 (图 1c)。沿着 Gerdy 结节至股骨外上髁连线切长 6~

8 cm 的皮肤切口 (图 1d), 切开皮肤及皮下组织、筋膜, 显露阔筋膜, 切取一条长 8~10 cm、宽 1 cm 的阔筋膜条, 保留阔筋膜 Gerdy 结节远端止点 (图 1e), 近端编织、测量直径后备用。找到前外侧韧带 (anterolateral ligament, ALL) 股骨止点 (位于股骨外上髁后侧 4 mm、近端 8 mm), 从该止点朝向股骨内侧髁内上方钻入 1 枚导针, 应尽量避免 ACL 新股骨隧道, 沿着导针用 4.5 空心钻透, 再用空心钻钻至深

度约 3 cm 处, 形成酒瓶样隧道 (图 1f); 显露出外侧副韧带股骨止点, 将阔筋膜条从外侧副韧带 (lateral collateral ligament, LCL) 下方穿过 (图 1g), 拉入 ALL 股骨隧道、并从股骨内侧髁外口拉出, 将膝关节屈曲 30°、膝关节自然旋转状态, 韧带末端的牵拉力 <20 N, 用 1 枚挤压螺钉固定 (图 1h)。检查膝关节前抽屉试验及轴移试验阴性。

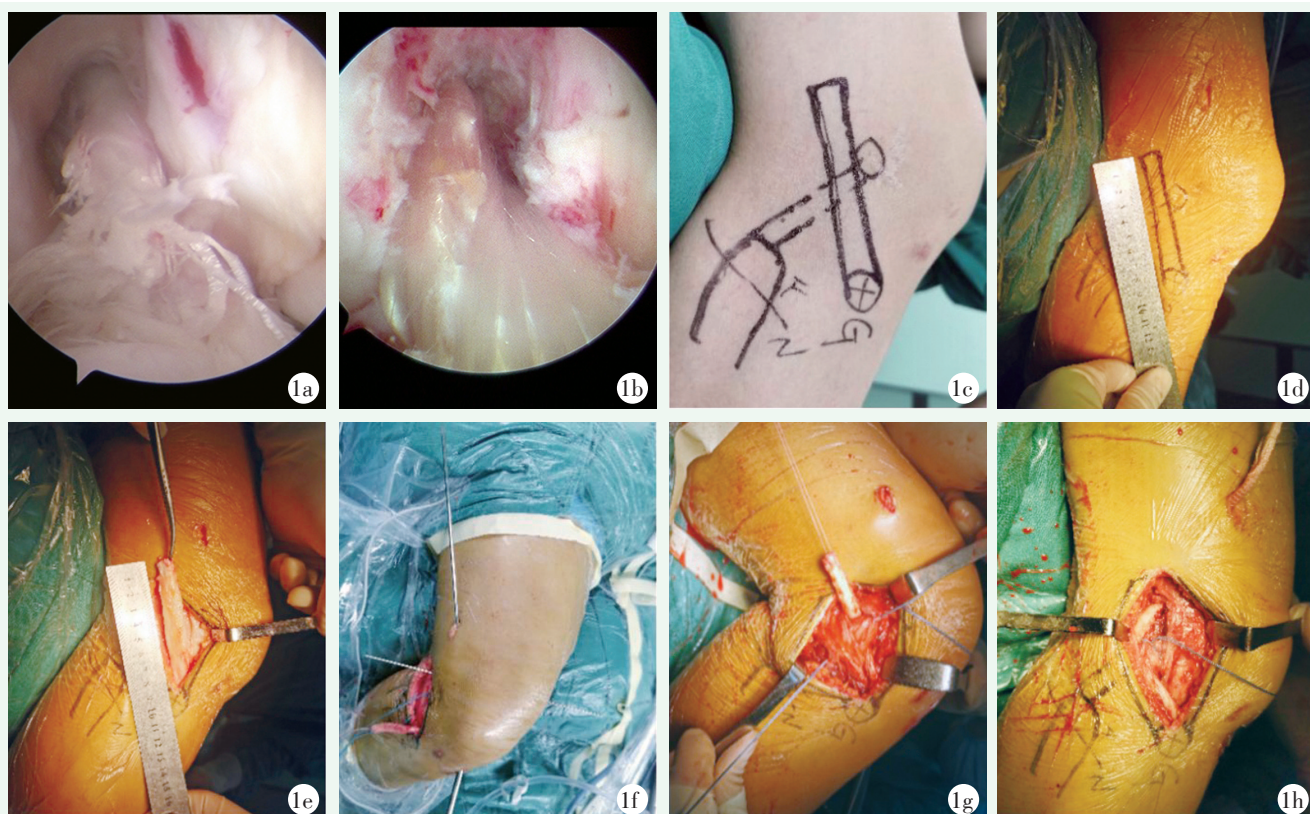


图 1. 患者男性, 23 岁, 1a: 镜下重建后 ACL 韧带再断裂外观; 1b: 关节镜下 ACL 翻修重建后外观; 1c: 标记 Lamire 手术切口, 阔筋膜束切取及 LCL 位置; 1d: 手术切口 6~8 cm; 1e: 取下的阔筋膜束: 长度 8~10 cm、宽 1 cm; 1f: 重建的 ACL 股骨隧道及 Lemaire 股骨隧道标记; 1g: 阔筋膜条穿过 LCL 下方; 1h: 筋膜条拉入隧道挤压钉固定后。

Figure 1. A 23-year-old male. 1a: Arthroscopic findings of re-rupture of reconstructed ACL; 1b: Arthroscopic appearance of revision reconstructed ACL; 1c: Preoperative marking for Lamire surgery with marks of ITB cut and LCL position; 1d: Surgical incision: about 6~8 cm; 1e: The ITB bundle harvested 8~10 cm in length and 1 cm in width; 1f: Pin marks of reconstructed ACL femoral tunnel and Lemaire femoral tunnel; 1g: The ITB bundle passed under the LCL; 1h: The free end of ITB bundle was introduced into the bone tunnel and fixed with interference screw.

1.4 术后处理

术后留置伤口引流管, 24 h 后拔除引流管; 预防性应用抗生素 2 d; 佩戴膝关节卡盘式支具保护 6 周; 术后免负重 4~6 周; 手术次日在支具保护下行患肢直腿抬高训练、行床边患膝屈伸活动度锻炼; 术后定期换药并检查伤口愈合情况; 术后 2、4、8、12 周、1 年复诊, 检查 Lachmann 征和前抽屉试验阴性, 采用 Kneelax 3 松弛测量仪量化膝关节前-后位

移差, 评估患膝稳定性。

2 临床资料

2.1 一般资料

2015 年 1 月—2022 年 12 月, 共收治 5 例 ACLR 术后再断裂患者, 均为单侧损伤, 5 例均男性, 年龄 25~40 岁, 平均 (32.5±13.1) 岁, 术后至再损伤平均

时间 3 年, 3 例有明确再次外伤, 2 例无明显外伤。本研究已获得医院伦理委员会批准 (伦理审查编号: 73JYY2024166026), 所有患者均知情同意。

2.2 初步结果

手术均顺利完成, 手术时间 (90.2 ± 30.1) min, 术中出血量 (50.2 ± 30.1) mL, 术后伤口均 I 期愈合, 无感染、血管神经损伤等严重并发症。术中情况: 合并软骨损伤 4 例、予清理、等离子刀修整, 合并半月板撕裂 3 例, 1 例予成形、2 例行缝合。

术后平均随访 1 年。所有患者均对结果满意。术后 3 例重返运动, 2 例未再运动。术后 1 例抱怨膝关节有轻微弹响。按照改良 HSS 膝关节功能评分标准, 术后 12 个月评定, 优 4 例, 良 1 例。术后测量 Kneelax 3 松弛测量仪量化膝关节前-后位移差 (mm) ≤ 2 mm。

3 讨论

前交叉韧带重建失效或失败的定义目前还没有统一标准, Noyes 等^[8]认为没有功能的前交叉韧带移植术是 KT-2000 测量膝关节前方位移 ≥ 6 mm 或者有明确轴移试验阳性。这种定义方法只考虑膝关节的稳定性。Johnson 等^[9]认为 ACLR 失效定义应更广泛, 包括不稳、疼痛及活动障碍。每一种或者组合症状可能由于多种原因造成, 最终导致膝关节功能障碍、不能从事以前的活动。作者的观点与 Johnson 等相似, ACLR 术后失效应在同时满足以下条件: (1) 膝关节疼痛、不稳; (2) 抽屉试验、Lachman 征阳性或轴移试验阳性; (3) MRI 提示膝关节前交叉韧带移植术松弛或断裂。

ACLR 翻修原因很多, 包括内部和外部原因, 外部原因: 技术原因, 康复因素和参与体育或竞技运动等, 内部危险原因包括: 解剖因素和韧带结构^[9-11]。最主要原因是手术技术, 包括隧道位置错误、韧带撞击或反复微损伤、移植术直径过细 (< 7 mm)、韧带固定不牢固、没有处理合并半月板损伤及韧带损伤等。股骨隧道错位是最常见的手术技术原因, 其次是非解剖位置的胫骨隧道^[3, 7-11]。Jaecker 等^[10]发现非创伤性技术故障和股骨隧道定位错误、经胫骨股骨隧道钻取技术以及使用股骨横穿钉固定技术是常见 ACLR 术后失败的常见手术技术原因。翻修手术前对骨隧道位置及直径评估能决定是否一期行翻修手术。通常认为隧道扩大超过 10~14 mm 就需要分期手术^[11]。通过术前三维 CT 重建检查可直观了解骨隧道

情况, 通过测量原骨隧道及拟新建骨隧道两者隧道外圈的最大距离来判断。若 CT 上股骨侧新旧隧道不重叠, 可一期翻修手术; 若重叠外圈最大距离大于新旧隧道的直径差+1 mm, 建议分期手术。当然, 如果股骨隧道采用 OTT 技术翻修可无视骨隧道重叠和扩大情况, 均可以一期翻修, 但其股骨隧道为非解剖隧道^[10]。不利解剖因素和韧带结构包括: 全身多关节松弛症、膝关节前外侧不稳、下肢冠状面畸形、胫骨 PTS 过大、髁间窝狭窄等。胫骨 PTS 和股骨髁间窝狭窄是 ACLR 术后翻修的两个重要内在因素, 在翻修手术中容易忽视, 术中对髁间窝狭窄患者行骨性扩大成形及对 PTS 角度 $\geq 15^\circ$ 联合行胫骨后倾角截骨手术可改善临床效果、减少韧带再撕裂率^[12]。

ACLR 的目的是恢复膝关节的前向稳定性和旋转稳定性^[5]。在短期随访, 患者满意度、膝关节功能、运动恢复和功能评分与旋转稳定性相关性大于前移稳定性^[12]。从长期随访看, 膝关节旋转稳定性缺失与创伤后关节炎明显相关。旋转不稳也明显增加半月板损伤风险。ACL 单束股骨侧隧道偏外重建和双束重建等手术技术对膝关节旋转稳定性有轻度改善, 但术后仍发现不少轴移阳性病例^[12-14]。综上所述, 有理由认为膝关节前外侧稳定性不足是 ACLR 失败的重要原因。膝关节前外侧结构加强手术可改善膝关节 IKDC 评分, 恢复旋转稳定性并降低移植术失败率^[13, 14]。虽然所有 ACLR 翻修都增加外侧关节外肌腱固定 (lateral extra-articular tenodesis, LET) 或前外侧韧带重建 (anterolateral ligament reconstruction, ALLR) 的必要性仍存在争议, 但目前很多荟萃分析主张增加前外侧稳定手术^[15, 16], 特别是那些具有更高级别轴移阳性、多关节松弛、PTS 角度增大 $12^\circ \sim 15^\circ$ 的 ACLR 术后再失败患者。作者采用的标准是 2015 年法国里昂召开的专家组会议和 2018 年 ALS 共识小组提出的 ACLR 联合前外侧结构加强或重建标准^[17]: 至少符合 1 项主要标准或 2 项以上次要标准, 可行联合重建术。主要标准: ACL 翻修病例中轴移试验 III 度, 初次 ACLR 术中轴移试验 III 度, 多关节松弛 (Beighton 评分 ≥ 4 分) 或膝关节反屈 ($\geq 10^\circ$) 或胫骨平台后倾角 $10^\circ \sim 15^\circ$ 。次要标准: 对侧前交叉韧带损伤, Lachman 试验双膝差值 > 7 mm, 无法修补的外侧半月板后根部损伤, 影像学检查见股骨外侧切迹征, 影像学提示有 Segond 骨折, 从事涉及膝关节旋转活动 (如篮球、足球、滑雪等) 的运动人群。

膝关节前外侧结构加强手术主要分为 ALLR 和

LET, 两者均能恢复膝关节旋转稳定性, 在 ACL 移植韧带过程中保护移植植物, 消除轴移, 减少移植植物再撕裂率, 临床效果均满意^[17, 18]。目前认为两者间没有明确区别^[18]。ALLR 需要更多骨隧道及肌腱, 临床上更推荐 LET 手术^[11, 18]。LET 手术是非解剖重建, 它的胫骨止点为髁胫束, 相比 ALLR 胫骨止点更靠内侧, 水平力臂更大, 可能过度限制胫骨内旋, 改变膝关节生物力学, 导致前外侧韧带过度紧张、拉长, 最终增加僵硬概率及外侧膝关节间隙退变。生物力学测试 LET 手术在膝关节屈曲 30° 位固定股骨止点、膝关节保持自然旋转、固定力量不超过 20 N, 不会过度限制胫骨内旋, 可恢复膝关节生物力学^[14]。改良 Lemaire 手术是 LET 最流行的手术方式^[17, 18]。它是将取下并编织的髁胫束游离端从外侧副韧带下方穿过后、固定于其股骨止点, 形成“滑轮”作用, 这种机制可增加 4 倍限制胫骨前向应力而韧带张力保持不变, 并可防止过度限制胫骨内旋。作者推荐行膝关节前外侧结构加强时使用改良 Lemaire 手术, 手术相对简单, 无需取肌腱, 能很好恢复膝关节旋转稳定, 可减少韧带张力, 不会过度限制胫骨内旋, 不增加并发症发生率。

改良 Lemaire 手术原则及注意事项: (1) ITB 取筋膜规格至少长度 6~8 cm、宽度 1 cm; 保留其远端 Gerdy 止点, 并分离其与脂肪垫及股外侧肌连接; (2) 确定 LET 的股骨止点很重要, 利用这 4 个解剖标志 (前外侧血管、脂肪垫、外上髁边缘、外侧髁) 可帮助确认股骨止点, 其位于股骨外上髁后侧 4 mm、近端 8 mm; (3) LET 股骨隧道方向 20°~30° 向前并向近端, 打入股骨隧道导针时需将关节镜镜头插入 ACL 股骨隧道内, 镜下观察导针是否穿过 ACL 骨隧道, 并及时调整及避开, 导针从 ACL 中心穿过不可接受、从边缘通过可接受, 需注意两隧道肌腱拉入顺序; (4) LET 筋膜条游离端穿过膝关节腓侧副韧带下方后, 再进入股骨止点, LCL 起到滑轮作用, 可增加 4 倍限制胫骨前向应力, 而移植植物张力保持不变, 不会过度限制的胫骨内旋; LCL 下通道应该足够容纳肌腱并顺畅滑动, 才能起到滑轮作用; (5) 股骨隧道固定牵拉力量不能超过 20 N, 同时确保膝关节屈曲角度 30°, 且膝关节处于自然旋转中心, 这可以避免过度限制膝关节旋转; (6) ITB 筋膜取腱后不能闭合两端筋膜, 因过度紧密闭合导致膝关节的过度限制和髁骨的异常应力。

总之, ACLR 术后失败的最主要原因是手术技术^[17-20]。同时, 膝关节旋转不稳也是 ACLR 术后失

败的重要因素。对有轴移试验阳性或全身多关节松弛、PTS 角度轻度增大等危险因素的 ACLR 术后再断裂患者可行 ACL 翻修联合 LET 手术治疗。

利益冲突声明 在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突; 经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道

作者贡献声明 董辉详: 研究设计及实施、临床数据收集及统计分析、文章撰写及修改; 庄鳌、范华强、胡喜春、傅仰攀、甘志勇、刘镇煌、朱天昊: 临床数据收集及分析; 黄长明: 研究设计及实施、文章审阅

参考文献

- [1] Chabmat P, Guier C, Sonnery-Cottet B, et al. The evolution of ACL reconstruction over the last fifty years [J]. *Int Orthop*, 2013, 37 (2): 181-186. DOI: 10.1007/s00264-012-1759-3.
- [2] Ristanis S, Stergiou N, Patras K, et al. Excessive tibial rotation during high-demand activities is not restored by anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Arthroscopy*, 2005, 21 (11): 1323-1329. DOI: 10.1097/JSM.0b013e31827ee800.
- [3] Tashman S, Collon D, Anderson K, et al. Abnormal rotational knee motion during running after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Am J Sports Med*, 2004, 32 (4): 975-983. DOI: 10.1177/0363546503261709.
- [4] Roethke LC, Braaten JA, Rodriguez AN, et al. Revision anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR): Causes and how to minimize primary ACLR failure [J]. *Arch Bone Jt Surg*, 2023, 11 (2): 80-93. DOI: 10.22038/ABJS.2022.60187.2970.
- [5] Yoon KH, Kim JS, Park SY, et al. One-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction: results according to preoperative bonetunnel diameter: Five to fifteen-year follow-up [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2018, 100 (12): 993-1000. DOI: 10.2106/JBJS.17.01044.
- [6] EMatassi F, Giabbani N, Arnaldi E, et al. Controversies in ACL revision surgery: Italian expert group consensus and state of the art [J]. *J Orthop Traumatol*, 2022, 23 (1): 32. DOI: 10.1186/s10195-022-00652-9.
- [7] Jesani S, Getgood A. Modified lemaire lateral extra-articular tenodesis augmentation of anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *JBJS Essent Surg Tech*, 2019, 9 (4): e41 (1-7). DOI: 10.2106/JBJS.ST.19.00017.
- [8] Noyes FR, Barber-Westin SD. Revision anterior cruciate surgery with use of bone-patellar tendon-bone autogenous grafts [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2001, 83 (8): 1131-1143. DOI: 10.2106/00004623-200108000-00001.
- [9] Johnson DL, Fu FH. Anterior cruciate ligament reconstruction: Why do failures occur [J]. *Instr Course Lect*, 1995, 44: 391-406.
- [10] Jaecker V, Zapf T, Naendrup JH, et al. Differences between traumatic and non-traumatic causes of ACL revision surgery [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2013, 138 (9): 1265-1272. DOI: 10.1007/s00402-018-2954-5.

- [11] Zhao D, Pan JK, Lin FZ, et al. Risk factors for revision or rerupture after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis [J]. *Am J Sports Med*, 2023, 51 (11): 3053-3075. DOI: 10.1177/03635465221119787.
- [12] Dejour D, Saffarini m, Demey G, et al. Tibial slope correction combined with second revision ACL produces good knee stability and prevents graft rupture [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23 (10): 2846-2852. DOI: 10.1007/s00167-015-3758-6.
- [13] Na BR, Kwak WK, Seo HY, et al. Clinical outcomes of anterolateral ligament reconstruction or lateral extra-articular tenodesis combined with primary ACL reconstruction: A systematic review with Meta-analysis [J]. *Orthop J Sports Med*, 2021, 9 (9): 2311-2523. DOI: 10.1177/23259671211023099.
- [14] Park JG, Han SB, Lee CS, et al. Anatomy, biomechanics, and reconstruction of the anterolateral ligament of the knee joint [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58 (6): 786. DOI: 10.3390/medicina58060786.
- [15] Rezende FC, De Moraes VY, Martimbianco AL, et al. Does combined intra- and extraarticular ACL reconstruction improve function and stability? A meta-analysis [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2015, 473 (8): 2609-2618. DOI: 10.1007/s11999-015-4285-y.
- [16] Ra HJ, Kim JH, Lee DH. Comparative clinical outcomes of anterolateral ligament reconstruction versus lateral extra-articular tenodesis in combination with anterior cruciate ligament reconstruction: systematic review and meta-analysis [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140 (7): 923-931. DOI: 10.1007/s00402-020-03393-8.
- [17] 徐才祺, 陈杰波, 宋关阳. 膝关节前外侧结构加强及重建专家共识 (2021 年版) [J]. *中华关节外科杂志 (电子版)*, 2021, 15 (2): 131-136. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2021.02.001.
- Xu CQ, Chen JP, Song GY. Expert consensus on augmentation and reconstruction of anterolateral structure of knee (2021) [J]. *Chinese Journal of Joint Surgery (Electronic Version)*, 2021, 15 (2): 131-136. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2021.02.001.
- [18] Hamido F, Habiba AA, Marwan Y, et al. Anterolateral ligament reconstruction improves the clinical and functional outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction in athletes [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29: 1173-1180. DOI: 10.1007/s00167-020-06119-w.
- [19] 魏钰, 运行, 李众利, 等. 前交叉韧带重建失败的原因分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (16): 1461-1465. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.16.05.
- Wei Y, Yun X, Li ZL. Reasons of revision surgery for anterior cruciate ligament reconstruction failure [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (16): 1461-1465. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.16.05.
- [20] 高士基, 刘宁. 关节镜下单—移植植物同时重建前交叉韧带及前外侧韧带 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (4): 355-358. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.04.15.
- Gao SJ, Liu N. Arthroscopic simultaneous reconstruction of anterior cruciate ligament and anterolateral ligament with a single graft through the penetrated femoral tunnel [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2018, 26 (4): 355-358. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.04.15.
- (收稿: 2024-11-11 修回: 2025-02-18)
(同行评议专家: 林劲松, 李立新, 李耀锋)
(本文编辑: 闫承杰)