

· 临床论著 ·

镜下前交叉韧带重建两种股骨侧悬吊固定的比较

符阳, 康凯, 夏岩, 景元海, 李佳

(大庆龙南医院骨外二科, 黑龙江大庆 163000)

摘要: [目的] 比较关节镜前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 重建两种股骨侧悬吊固定的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2021 年 6 月—2023 年 6 月镜下自体腘绳肌腱单束重建治疗单侧 ACL 断裂 106 例患者的临床资料。依据医患沟通结果, 46 例采用 EndoButton 固定袢进行股骨侧固定 (固定袢组), 60 例采用 Rigidloop 可调节袢固定股骨侧 (可调节袢组)。比较两组围手术期、随访指标与影像结果。[结果] 两组手术时间、术中出血量、首次下地时间、住院时间、切口愈合质量、切口愈合时间、并发症发生率差异无统计学意义 ($P>0.05$)。随访 12 个月以上, 两组恢复运动时间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。随着时间的推移, 两组的 IKDC 评分、Lysholm 评分和 KT-1000 侧侧差值均显著改善 ($P<0.05$), 但是, 相应时间点两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。影像方面, 随着时间的推移, 两组前抽屉应力位胫骨前移距离显著减小 ($P<0.05$), 相应时间点两组间前抽屉应力位胫骨前移距离的差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 但是, 术后 12 个月固定袢组胫骨隧道内口直径显著大于可调节袢组 [(8.4±0.8) mm vs (7.9±0.6) mm, $P<0.05$]。[结论] 关节镜 ACL 重建术中, 固定袢、可调节袢两种股骨侧固定材料均能获得较好且一致的近期疗效, 但 EndoButton 术后骨隧道内口扩大更加明显。

关键词: 关节镜术, 前交叉韧带重建术, 股骨侧移植固定, EndoButton 固定袢; Rigidloop 可调节袢

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 12-1090-06

Comparison of two kinds of femoral side suspension fixation for anterior cruciate ligament reconstruction under arthro-scope // FU Yang, KANG Kai, XIA Yan, JING Yuan-hai, LI Jia. The Second Department of Orthopedics, Daqing Longnan Hospital, Daqing, 163000, Heilongjiang, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical outcome of arthroscopic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction with two kinds of femoral side suspension fixation. [Methods] A retrospective research was done on 106 patients who received unilateral arthroscopic single-bundle ACL reconstruction with hamstring tendon autograft from June 2021 to June 2023. According to doctor-patient communication preoperatively, 46 patients had ACL reconstructed by using EndoButton fixed loop for femur side fixation, while other 60 patients were by using Rigidloop adjustable loop for femoral side fixation. The perioperative period, follow-up and imaging documents were compared between the two groups. [Results] There were no statistically significant differences in operation time, intraoperative blood loss, first time to ambulation, hospital stay, incision healing quality, incision healing time, and incidence of complications between the two groups ($P>0.05$). All patients in both groups were followed up for more than 12 months, and there was no a significant difference in the time for recovery exercise between the two groups ($P>0.05$). The IKDC score, Lysholm score and KT-1000 side to side difference were significantly improved over time in both groups ($P<0.05$), whereas which proved not statistically significant between the two groups at any corresponding time points ($P>0.05$). In terms of image, the anterior tibial displacement under anterior drawer stress was significantly declined with time in both groups ($P<0.05$), which was no statistical significance between the two groups at any time points accordingly ($P>0.05$). However, the EndoButton group had significantly greater inner diameter of the tibial tunnel than the Rigidloop group at 12 months after operation [(8.4±0.8) mm vs (7.9±0.6) mm, $P<0.05$]. [Conclusion] Both the fixed loop and the adjustable loop fixation of the tendon graft femoral side in arthroscopic ACL reconstruction do achieve good and consistent short-term consequence, but the EndoButton the fixed loop for femoral side fixation has more obvious tibial tunnel enlargement than the Rigidloop adjustable loop.

Key words: arthroscopy, anterior cruciate ligament reconstruction, femoral side graft fixation, EndoButton fixed loop, Rigidloop adjustable loop

前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 是 人体膝关节内一条具有重要作用的韧带, 解剖学上其

与股骨、胫骨相连，在下肢活动时限制胫骨过度的前移，与其他韧带、肌肉等共同维持膝关节结构与功能的稳定^[1, 2]。ACL 的解剖特点以及生物力学机制使其受伤机制以及患病群体的分布区别于其他膝关节损伤类型^[3]。文献表明，美国成年人 ACL 断裂发生率约 1/3 000，尤其是足球运动员发生率较高，达到 60/10 万。在我国，ACL 断裂主要发生于运动伤，运动员中发生率约 0.43%，社区居民 ACL 断裂常发生于篮球、足球等高强度运动中，非运动伤常见交通事故^[4, 5]。ACL 以手术治疗为主，关节镜 ACL 重建属于微创手术，是该创伤治疗较为广泛且有效的手段^[6]。在进行关节镜 ACL 重建时，肌腱固定质量与重建效果具有密切关联，也是该领域研究的热门方向，但肌腱固定的方法以及固定材料的选择尚存争议，特别是股骨侧的固定备受关注^[7, 8]。股骨侧固定材料众多，如 EndoButton 固定袢、Rigidloop 可调节袢、Rigidfix 横穿钉等热门材料，前两者与 Rigidfix 横穿钉之间的临床比较已有相关报道，但前两者之间的比较还较为少见^[9, 10]。本研究比较关节镜前交叉韧带重建术中 EndoButton、Rigidloop 两种股骨侧固定材料的临床疗效差异，为韧带重建股骨侧固定材料的选择提供参考依据，报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 经 MRI 确诊为 ACL 断裂；(2) 明确外伤史引起的 ACL 断裂；(3) 单侧受伤；(4) 受伤后 1 周内手术；(5) 拟采用 ACL 重建术；(6) 无膝关节手术史。

排除标准：(1) 开放性伤口；(2) 术中需缝合半月板；(3) 合并其他韧带损伤；(4) 合并胫骨、股骨骨折；(5) 异体肌腱重建。

1.2 一般资料

回顾性分析 2021 年 6 月—2023 年 6 月 106 例单侧 ACL 断裂患者的临床资料。依据术前医患沟通结果，46 例采用 EndoButton 固定袢进行股骨侧固定（固定袢组），60 例采用 Rigidloop 可调节袢（可调节袢组）。两组一般资料见表 1，两组年龄、性别、侧别等差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。

1.3 手术方法

均采用关节镜 ACL 重建术。采用全身麻醉，使用止血带。制备移植物，在胫骨结节内侧做约 2 cm 切口，采用取腱器获得半腱肌、股薄肌肌腱，适当修

整，肌腱对折并以肌腱缝线（5 号）牵引，对折端采用肌腱缝线（2 号）进行“Krachow”编织，将制备好的肌腱进行预牵张，测量直径后以备手术使用。建立前外侧入路，使用关节镜探查 ACL 损伤情况。镜下清创，显露 ACL 的胫骨与股解剖足印迹。

表 1. 两组一般资料比较			
Table 1. Comparison of general information between the two groups			
指标	固定袢组 (n=46)	可调节袢组 (n=60)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	38.6 $\pm$ 6.0	39.1 $\pm$ 6.2	0.677
性别 (例, 男/女)	30/16	41/19	0.735
体质指数 (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	23.2 $\pm$ 2.2	23.4 $\pm$ 1.9	0.617
受伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.7 $\pm$ 0.7	3.8 $\pm$ 0.7	0.468
手术侧别 (例, 左/右)	19/27	25/35	0.970
受伤类型 (例, 运动/非运动)	38/8	50/10	0.922

固定袢组：定位 ACL 胫骨和股骨的解剖足印迹，依据移植腱直径制作相应直径的胫骨和股骨隧道，确认隧道长度，确保移植腱在隧道内长度 ≥ 20 mm。股骨侧采用 EndoButton 固定袢固定，将 EndoButton 线袢移植腱复合体引入骨隧道，将移植腱填充至预定股骨隧道的深度，提拉 EndoButton 翻袢线，回拉移植腱胫骨侧引线，同时间确定股骨隧道外侧 EndoButton 翻转，可靠嵌压股骨皮质骨，固定移植腱股骨侧。持续牵拉拉紧移植腱胫骨侧引线，采用规格适宜的挤压螺钉固定胫骨侧。

可调节袢组：建立骨隧道同上，股骨侧采用 Rigidloop 可调节袢固定，将 Rigidloop 线袢移植腱复合体引入骨隧道，提拉 Rigidloop 翻袢线，可靠嵌压股骨皮质骨，继续牵拉 Rigidloop 牵引线，至移植腱完全充满股骨隧道，可靠固定移植腱股骨侧。持续牵拉移植腱胫骨侧引线，采用规格适宜的挤压螺钉固定胫骨侧。

镜下观察移植肌腱张力、是否撞击等，进行 Lachman、前抽屉试验评估关节稳定性。冲洗关节，闭合切口。

术后佩戴支具，冰敷 24 h，开展踝泵及股四头肌训练，24~48 h 内停止抗感染及引流，随后可进行无负重活动，术后 2 周关节被动屈曲接近 90°，4 周接近 120°，6 周后逐渐开始负重训练。

1.4 评价指标

记录围手术期指标。记录恢复运动时间，随访 12 个月以上，评估术前、术后 6、12 个月国际膝关节文献委员会膝关节评估表（International Knee Documentation Committee knee evaluation form, IKDC）评

分^[11]和膝关节 Lysholm 评分^[12],测量术前、术后 6 个月、12 个月 KT-1000 侧侧差值。行影像检查,测量侧位 X 线片前抽屉应力位胫骨前移距离,测量术后 12 个月胫骨隧道内口直径。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件处理数据。计量数据录入前检验正态性,正态分布以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 *t* 检验、单因素方差分析,非正态分布以中位数表示,采用秩和检验。计数资料进行 χ^2 检验。*P*<0.05 表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 围手术期资料

两组患者术中均无严重意外,均按计划完成手术。围手术期资料见表 2,两组手术时间、术中出血量、首次下地时间、住院时间、切口愈合质量、切口愈合时间、并发症发生率的差异无统计学意义 (*P*>0.05)。

2.2 随访结果

两组患者均获随访 12 个月以上,随访过程中,两组均无翻修手术,两组各 1 例主诉膝关节松弛,固

定袢组 1 例可调节袢组 2 例发生反应性滑膜炎。随访资料见表 3,两组恢复运动时间差异无统计学意义 (*P*>0.05)。随着时间的推移,两组的 IKDC 评分和 Lysholm 评分显著升高 (*P*<0.05),而 KT-1000 侧侧差值显著下降 (*P*<0.05)。相应时间点,两组间上述指标的差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。

表 2. 两组围手术期资料比较			
Table 2. Comparison of perioperative data between the two groups			
指标	固定袢组 (<i>n</i> =46)	可调节袢组 (<i>n</i> =60)	<i>P</i> 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	72.8±10.5	74.8±10.7	0.339
术中出血量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	16.4±3.3	16.9±3.7	0.472
首次下地时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	26.9±3.7	27.4±3.5	0.479
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	4.8±0.5	4.7±0.5	0.308
切口愈合质量 (例, 甲/乙)	44/2	58/2	0.786
切口愈合时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	8.3±1.3	8.5±1.3	0.434
并发症	3 (6.5)	4 (6.7)	0.737
隐神经损伤	1 (2.2)	1 (1.7)	0.870
患肢肿胀	1 (2.2)	2 (3.3)	0.688
下肢深静脉血栓	1 (2.2)	1 (1.7)	0.870

表 3. 两组随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较				
Table 3. Comparison of follow-up documents ($\bar{x} \pm s$) between the two groups				
指标	时间点	固定袢组 (<i>n</i> =46)	可调节袢组 (<i>n</i> =60)	<i>P</i> 值
恢复运动时间 (月)		6.9±0.7	7.1±0.7	0.148
IKDC 评分 (分)	术前	44.5±3.4	44.2±3.6	0.664
	术后 6 个月	77.8±6.6	79.0±6.5	0.352
	术后 12 个月	89.5±6.2	90.8±6.0	0.278
	<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
Lysholm 评分 (分)	术后 1 个月	41.1±6.6	40.8±6.1	0.808
	术后 6 个月	67.5±8.2	68.5±8.5	0.544
	术后 12 个月	87.4±6.5	88.8±6.3	0.266
	<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
KT-1000 侧侧差值 (mm)	术后 1 个月	6.4±0.9	6.5±0.8	0.547
	术后 6 个月	3.3±0.5	3.2±0.5	0.310
	术后 12 个月	3.1±0.5	3.0±0.4	0.255
	<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组患者的影像资料见表 4。与术前相比,术后两组前抽屉应力位胫骨前移距离均显著减小 (*P*<0.05),但相应时间点,两组间前抽屉应力位胫骨前移距离的差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。术后 12 个月时,固定袢组的胫骨隧道内口直径显著大于可调节袢组 (*P*<0.05)。EndoButton 固定袢组的典型影像见

图 1。

3 讨 论

ACL 与膝关节稳定性具有密切联系,断裂后会影 响关节稳定性,尤其是旋转稳定性,导致不同程度的膝关节功能障碍。关节镜 ACL 重建创伤轻、具有

清晰的术野，临床经验丰富，疗效获得了医患的认可^[13]。但 ACL 重建术临床疗效也会受到一些因素的影响，例如术后骨隧道扩大、术中肌腱固定质量不佳等，均可能影响手术效果^[14]。有学者认为，骨隧道内移植物在术后活动期间可能发生横或纵向微动，导

致“雨刷”、“蹦极”等效应，进一步增大了骨隧道^[15, 16]。近年来，关节镜下 ACL 解剖重建已经获得了成熟的运用，但韧带解剖重建后股骨侧选择固定材料的差异是否对临床疗效造成影响以及术后骨隧道扩大程度的研究还较少^[17, 18]。

表 4. 两组影像资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较				
Table 4. Comparison of image data ($\bar{x} \pm s$) between the two groups				
指标	时间点	固定袢组 ($n=46$)	可调节袢组 ($n=60$)	<i>P</i> 值
胫骨前移距离 (mm)	术前	10.5±1.4	10.4±1.5	0.727
	术后 6 个月	2.8±0.4	2.7±0.4	0.205
	术后 12 个月	2.5±0.4	2.4±0.3	0.144
	<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
末次随访骨隧道内口直径 (mm)		8.4±0.8	7.9±0.6	<0.001

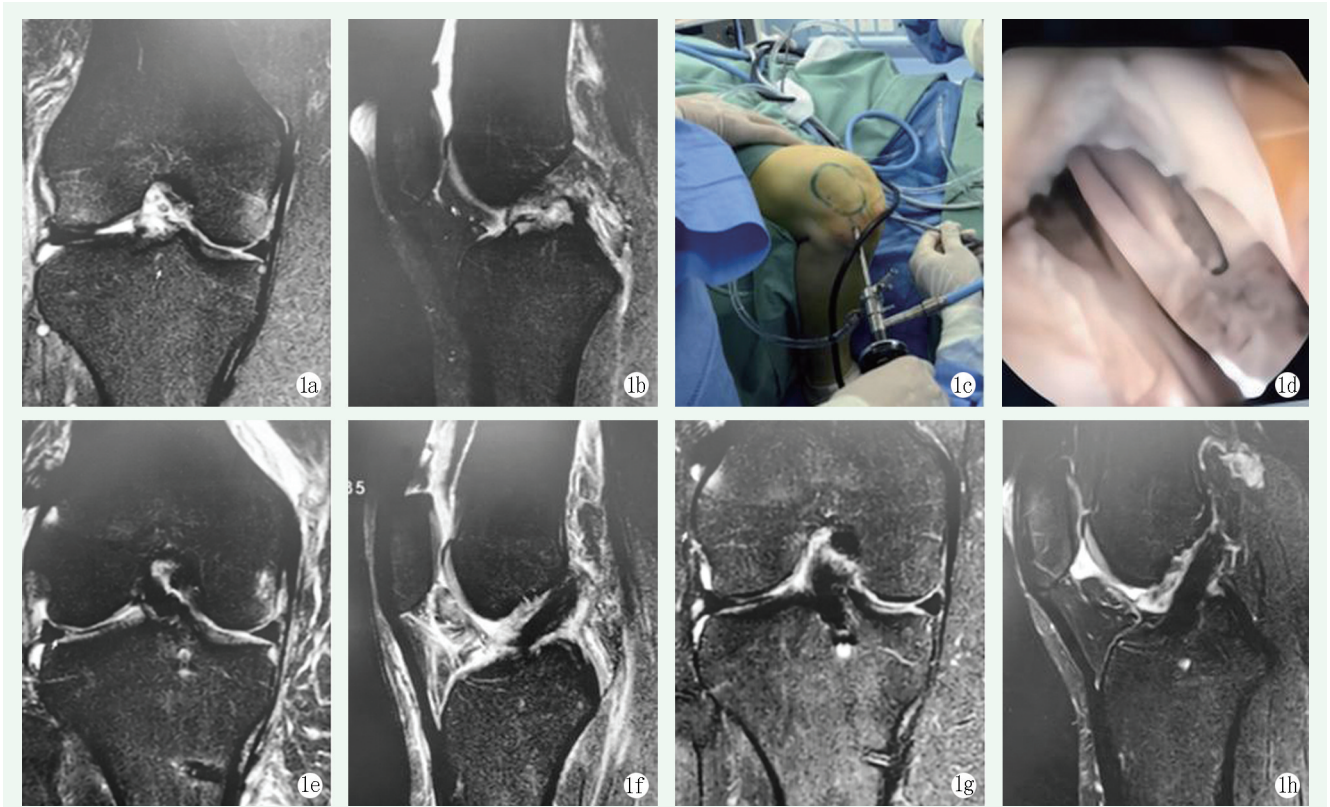


图 1. 患者男性，34 岁。1a, 1b: 术前 MRI 显示右侧 ACL 断裂；1c, 1d: 关节镜 ACL 重建术建立股骨侧骨隧道，引入移植物，采用 EndoButton 固定袢固定；1e, 1f: 术后 1 个月 MRI 所见；1g, 1h: 术后 3 个月 MRI 所见。
Figure 1. A 34-year-old male. 1a, 1b: Preoperative MRI showed the right ACL rupture; 1c, 1d: The femoral bone tunnel was established under arthroscope for ACL reconstruction, and then the graft was introduced and fixed by EndoButton fixed loop on the femoral side; 1e, 1f: MRI findings 1 month postoperatively; 1g, 1h: MRI findings 3 months after surgery.

本研究发现，两组患者在围术期资料以及 IKDC 评分、Lysholm 评分等膝关节功能随访指标方面均无显著性差异，说明 ACL 重建时运用两种股骨侧固定材料均能取得较好且较为一致的近期疗效。报道称，ACL 重建后腱骨愈合效果是术后中长期效果的重要影响因素，良好的腱骨愈合要求术中给予肌腱可靠固定，因为，若固定效果不佳时，术后任何造成肌腱微

动的活动都可能干扰腱骨愈合^[19]。Endobutton 固定袢在固定方式上可视为悬吊式固定，能较快地恢复韧带张力，术后短期疗效尚可^[20]。Gunaydin 等^[20]认为，Endobutton 固定袢在 ACL 重建术中股骨侧固定具有一定的优势，固定后即刻就能获得较强的固定强度，肌腱、骨接触面大，而且手术操作简单，是该术式常用的固定材料。Rigidloop 可调节袢的优势在

于, 无需过度钻孔, 对隧道内移植物的愈合起到了一定的促进作用, 而且, 该材料在隧道长度方面, 要求不高, 对于偏瘦或韧带较短的群体有一定优势^[21]。可调节袢用于股骨侧移植植物固定时, 镜下操作同样简便, 且能够给移植植物创造良好的腱、骨接触环境, 为其愈合创造条件。虽然有学者在测试生物力学后发现, 可调节袢存在松动、延长的风险, 但随访发现近远期疗效依旧满意^[22]。

报道称, ACL重建术后容易发生骨髓道扩大, 并且影响因素众多, 如隧道位置、固定材料与方式、关节液等。报道称, Endobutton固定袢虽然获得了较大的固定强度, 但其会导致骨隧道内肌腱的微动, 术后更容易导致骨隧道内口扩大^[23]。本研究结果显示, 可调节袢组术后12个月骨隧道内口直径显著长于固定袢组, 说明, 两种固定材料中, Endobutton固定袢会导致更明显的骨隧道内口扩大。相较于Rigid-loop可调节袢, Endobutton固定袢固定位置距关节面相对较远, “雨刷”、“蹦极”效应更明显, 骨髓道内口越容易扩大^[24, 25]。但本研究由于未进行更长时间的随访, 对于Endobutton固定袢引起的骨隧道内口扩大是否影响ACL重建术中远期疗效还不得而知, 有待进一步延长随访时间深入探讨。

综上所述, 关节镜ACL重建术中, 固定袢、可调节袢两种股骨侧固定材料均能获得较好且一致的近期疗效, 但EndoButton术后骨隧道内口扩大更加明显。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 符阳: 研究设计及实施、临床数据收集及统计分析、获取研究经费、行政、技术或材料支持; 康凯: 采集数据、行政、技术或材料支持; 夏岩: 分析和解释数据、文章审阅、统计分析; 景元海: 行政、技术或材料支持、支持性贡献; 李佳: 分析和解释数据、行政、技术或材料、支持性贡献

参考文献

- [1] Kodama Y, Furumatsu T, Tamura M, et al. Steep posterior slope of the medial tibial plateau and anterior cruciate ligament degeneration contribute to medial meniscus posterior root tears in young patients [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2023, 31 (1): 279–285. DOI: 10.1007/s00167-022-07095-z.
- [2] Kocabey Y, Yalgin S, Erdil M, et al. An alternative femoral fixation in all-inside anterior cruciate ligament reconstruction: a solution for preventing possible graft loosening [J]. *Arthrosc Tech*, 2019, 8 (8): e861–e865. DOI: 10.1016/j.eats.2019.03.028.
- [3] Musahl V, Karlsson J. Anterior cruciate ligament tear [J]. *N Engl J Med*, 2019, 380 (24): 2341–2348. DOI: 10.1056/NEJMc1805931.
- [4] 冯建豪, 陈世益, 敖英芳, 等. 美国骨科医师协会《前十字韧带损伤治疗循证临床实践指南(2022版)》解读 [J]. *中华骨科杂志*, 2023, 43 (3): 205–212. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20220926-00581.
- [5] Feng JH, Chen SY, Ao YF, et al. Interpretation of the American Osteopathic Association's Evidence-based Clinical Practice Guidelines for the treatment of anterior cruciate ligament injury (2022 edition) [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2023, 43 (3): 205–212. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20220926-00581.
- [6] Kakavas G, Malliaropoulos N, Bikos G, et al. Periodization in anterior cruciate ligament rehabilitation: a novel framework [J]. *Med Princ Pract*, 2021, 30 (2): 101–108. DOI: 10.1159/000511228.
- [7] Rahardja R, Love H, Clatworthy MG, et al. Suspensory versus interference tibial fixation of hamstring tendon autografts in anterior cruciate ligament reconstruction: results from the New Zealand ACL registry [J]. *Am J Sports Med*, 2022, 50 (4): 904–911. DOI: 10.1177/03635465211070291.
- [8] 吴彬, 冯建豪, 徐卫东. 界面螺钉与可调节袢钛板重建前十字韧带的研究进展 [J]. *中华骨科杂志*, 2024, 44 (9): 629–635. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20230817-00102.
- [9] Wu B, Feng JH, Xu WD. The research progress of the interface screw with adjustable loop titanium plate reconstruction for anterior cross ligament [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2024, 44 (9): 629–635. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20230817-00102.
- [10] Yang H, Jia B, Zhang Z, et al. Alloying design of biodegradable zinc as promising bone implants for load-bearing applications [J]. *Nat Commun*, 2020, 11 (1): 401. DOI: 10.1038/s41467-019-14153-7.
- [11] 李嘉, 朴海旺, 常乾坤, 等. 前交叉韧带解剖重建中不同股骨侧固定方式对术后骨道扩大的影响 [J]. *实用医学杂志*, 2018, 34 (7): 1162–1165, 1170. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2018.07.028.
- [12] Li J, Piao HW, Chang QK, et al. The influence of different femoral lateral fixation methods on bone canal enlargement during anterior cruciate ligament anatomical reconstruction [J]. *The Journal of Practical Medicine*, 2018, 34 (7): 1162–1165, 1170. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2018.07.028.
- [13] 叶俊星, 戴涟生, 程飞, 等. 关节镜下应用RigidFix或RigidLoop固定在膝前交叉韧带重建中的临床疗效比较 [J]. *实用医学杂志*, 2022, 38 (4): 395–398. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2022.04.001.
- [14] Ye JX, Dai LS, Cheng F, et al. Comparison of clinical efficacy of RigidFix or RigidLoop fixation in anterior cruciate ligament reconstruction of knee under arthroscopy [J]. *The Journal of Practical Medicine*, 2022, 38 (4): 395–398. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2022.04.001.
- [15] Ryu S, Richardson R, Cady AC, et al. Rasch Calibration of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form [J]. *J Sport Rehabil*, 2023, 32 (5): 505–512. DOI: 10.1123/jsr.2022-0221.
- [16] Nascimento BFD, Lima MBDR, Dias Júnior JM, et al. Calculation

- of the Minimal Important Clinical Difference of the Lysholm and IKDC Scores after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*, 2022, 58 (1): 79-84. DOI: 10.1055/s-0042-1756330.
- [13] Thakur U, Gulati V, Shah J, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction related complications: 2D and 3D high-resolution magnetic resonance imaging evaluation [J]. *Skeletal Radiol*, 2022, 51 (7): 1347-1364. DOI: 10.1007/s00256-021-03982-7.
- [14] Byrne KJ, Hughes JD, Gibbs C, et al. Non-anatomic tunnel position increases the risk of revision anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2022, 30 (4): 1388-1395. DOI: 10.1007/s00167-021-06607-7.
- [15] 傅仰攀, 张少战, 黄长明, 等. 喙锁韧带重建后骨隧道扩大对临床结果的影响 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (2): 117-121. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.02.05.
- Fu YP, Zhang SZ, Huang CM, et al. The influence of bone tunnel expansion after coracoclavicular ligament reconstruction on clinical outcome [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (2): 117-121. DOI: 10.3977/1005-8478.2023.02.05.
- [16] 孙婧怡, 高奉, 贺忱, 等. 前交叉韧带重建术股骨隧道位置选择的研究进展 [J]. *中国体育科技*, 2023, 59 (11): 76-81. DOI: 10.16470/j.csst.2023068.
- Sun JY, Gao F, He C, et al. Anterior cruciate ligament along with the progress of the femoral tunnel location choice [J]. *China Sport Science and Technology*, 2023, 59 (11): 76-81. DOI: 10.16470/j.csst.2023068.
- [17] 许正文, 李振, 苏长征, 等. 自体腘绳肌腱与股四头肌腱前交叉韧带重建比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (14): 1259-1264. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.14.03.
- Xu ZW, Li Z, Su CZ, et al. The reconstruction of the anterior cruciate ligament between autologous hamstring tendon and quadriceps tendon [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (14): 1259-1264. DOI: 1005-8478.2023.14.03.
- [18] Kotsifaki R, Korakakis V, King E, et al. Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Br J Sports Med*, 2023, 57 (9): 500-514. DOI: 10.1136/bjsports-2022-106158.
- [19] Uchida S, Arashi T, Matsuda DK. Endoscopic technique to remove endobutton after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Arthrosc Tech*, 2023, 12 (2): e291-e296. DOI: 10.1016/j.eats.2022.11.005.
- [20] Gunaydin B, Sever C, Cetin MU, et al. Does radiological evaluation of endobutton positioning in the sagittal plane affect clinical functional results in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2021, 141 (6): 977-985.
- [21] Born TR, Biercevicz AM, Koruprolu SC, et al. Biomechanical and computed tomography analysis of adjustable femoral cortical fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction in a cadaveric human knee model. *arthroscopy* [J]. 2016, 32 (2): 253-261. DOI: 10.1016/j.arthro.2015.11.034.
- [22] Singh S, Ramos-Pascual S, Czerbak K, et al. Biomechanical testing of fixed and adjustable femoral cortical suspension devices for ACL reconstruction under high loads and extended cyclic loading [J]. *J Exp Orthop*, 2020, 7 (1): 27. DOI: 10.1186/s40634-020-00235-9.
- [23] 李雁, 姜兆伟, 赵兴海, 等. 关节镜下前交叉韧带重建术股骨侧2种不同固定方式的疗效分析 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2017, 32 (6): 636-638. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2017.06.028.
- Li Y, Jiang ZW, Zhao XH, et al. Effect analysis of two different fixation methods of anterior cruciate ligament reconstruction under arthroscopy [J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Injury*, 2017, 32 (6): 636-638. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2017.06.028.
- [24] 肖俞臣, 江安努尔·这依肯, 卡斯丁·哈山, 等. 两种股骨隧道固定方式对前交叉韧带重建的疗效分析 [J]. *临床医学进展*, 2024, 14 (4): 1953-1960. DOI: 10.12677/acm.2024.1441250.
- Xiao YC, Jiang Anur Aiken, Kastin Hasan, et al. Two types of fixed femoral tunnel for the curative effect of anterior cruciate ligament reconstruction analysis [J]. *Advance in Clinical Medicine*, 2024, 14 (4): 1953-1960. DOI: 10.12677/acm.2024.1441250.
- [25] 郑秋, 张豪, 肖世卓, 等. 自体肌腱单束重建前交叉韧带股骨端Endobutton固定与Rigidfix固定的临床对照研究 [J]. *国际骨科科学杂志*, 2020, 41 (6): 365-370. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2020.06.010.
- Zheng Q, Zhang H, Xiao SZ, et al. Clinical comparative study of Endobutton fixation and Rigidfix fixation in femur end of anterior cruciate ligament reconstruction with single tendon bundle [J]. *International Journal of Orthopaedics*, 2019, 41 (6): 365-370. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2020.06.010.

(收稿:2024-09-25 修回:2024-11-06)

(同行评议专家: 张海涛, 卢军, 刘迈)

(本文编辑: 闫承杰)