

· 临床研究 ·

镜下缝线联合 Tightrope 固定后交叉韧带胫骨撕脱骨折[△]

王志相^a, 赖建鸿^b, 林永飞^a, 钟宏发^a, 何祥忠^a, 钟良钰^a, 李兵^b

(赣州市中医院 a: 骨伤科; b: 麻醉科, 江西赣州 341000)

摘要: [目的] 探讨镜下缝线联合 Tightrope 固定治疗后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 胫骨止点撕脱性骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2020 年 1 月—2023 年 6 月采用镜下缝线联合 Tightrope 固定 PCL 胫骨止点撕脱性骨折 26 例患者, 评估临床与影像资料。[结果] 26 例患者均顺利结束手术, 手术时间 (68.3±10.2) min, 出血量 (26.0±7.4) mL, 切口长度 (5.1±0.5) cm, 住院时间 (4.2±0.4) d。患者均获得 1 年以上的随访, 平均 (14.8±1.9) 个月, 与术前相比, 末次随访时 IKDC 评分、Lysholm 功能评分、膝关节活动度和 VAS 评分均显著改善 ($P<0.05$)。影像方面, 后抽屉应力位胫骨后移显著减少 [(8.7±1.1) mm, (1.3±0.3) mm, $P<0.001$]。[结论] 镜下缝线联合 Tightrope 固定治疗 PCL 止点撕脱性骨折创伤小, 术后膝关节功能恢复较佳, 近期疗效确切。

关键词: 后交叉韧带止点撕脱性骨折, 关节镜术, 缝线, Tightrope

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 12-1140-05

Arthroscopic suture combined with Tightrope fixation for posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture // WANG Zhi-xiang^a, LAI Jian-hong^b, LIN Yong-fei^a, ZHONG Hong-fa^a, HE Xiang-zhong^a, ZHONG Liang-yu^a, LI Bing^b. a. Department of Traumatic Orthopedics, b. Department of Anesthesiology, Ganzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Ganzhou 341000, Jiangxi, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical efficacy of arthroscopic suture combined with Tightrope fixation for posterior cruciate ligament (PCL) tibial avulsion fracture. [Methods] A retrospective study was conducted on 26 patients who had PCL tibial avulsion fracture fixed with arthroscopic suture combined with Tightrope from January 2020 to June 2023. The clinical and imaging data were evaluated. [Results] All the 26 patients were operated on successfully with operation time of (68.3±10.2) min, the blood loss of (26.0±7.4) mL, the incision length of (5.1±0.5) cm, and the hospital stay of (4.2±0.4) days. All of them were followed up for more than 12 months, with an average of (14.8±1.9) months. Compared with those preoperatively, the IKDC, Lysholm, VAS scores and knee range of motion significantly improved at the last follow-up ($P<0.05$). As for imaging, the tibial posterior displacement under posterior drawer stress was significantly reduced [(8.7±1.1) mm, (1.3±0.3) mm, $P<0.001$]. [Conclusion] Arthroscopic suture combined with Tightrope fixation for PCL tibial avulsion fracture has advantages of minimal invasive surgery and better functional recovery, and achieves satisfactory short-term clinical consequence.

Key words: posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture, arthroscopy, suture, Tightrope

后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 止点撕脱性骨折是膝关节外伤的一种特殊类型, 占比为 3%~4.5%, 主要发生于车祸以及运动伤, 临床症状多见局部疼痛、肿胀、关节活动受限^[1]。该类型骨折根据骨折移位情况分为 3 个类型, I 型无移位, II 型、III 型分别为铰链型以及完全移位型, I 型可采用保守治疗, 而 II 型、III 型保守治疗通常难以获得较佳的骨折块复位效果, 容易畸形愈合, 术后还可能出现半月板、软骨损伤, 甚至引起远期膝关节炎^[2]。该损伤手术治疗尚无统一术式, 鉴于常规开放性手术创伤大、恢复慢、并发症多, 目前以关节镜为主的微创术

式是主流选择^[3]。关于螺钉固定方式的选择具有较多争议, 螺钉固定牢固但需二次取出, 且并发症较多; 钢丝固定骨折柔韧性较差, 影响 PCL 张力的恢复; 因此, 需要寻找一种能够获得骨折块解剖复位效果的同时又能恢复 PCL 张力的固定材料^[4]。Tightrope 是一种自锁定样板系统, 是一种弹性固定, 固定后即刻获得稳定性, 并且还能维持良好的张力^[5]。本研究探讨镜下缝线联合 Tightrope 固定治疗 PCL 止点撕脱性骨折的临床疗效, 为该类损伤的手术方式选择提供参考。

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.11073A

△基金项目: 江西省卫健委科技计划项目 (编号: 202312104)

作者简介: 王志相, 副主任中医师, 研究方向: 中医骨伤, (电子信箱) 15079759690@163.com

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析 2020 年 1 月—2023 年 3 月镜下缝线联合 Tightrope 固定 PCL 止点撕脱性骨折的 26 例患者的临床资料，所有患者均新鲜 PCL 止点撕脱性骨折，骨折块完整（图 1a, 1b），临床及随访资料完整。其中，男性 16 例，女性 10 例；平均年龄（35.1±7.3）岁；左侧 11 例，右侧 15 例；车祸 10 例，运动损伤 12 例，压伤 4 例；骨折分型 II 型 15 例，III 型 11 例；受伤至手术时间（4.7±1.0）d。本研究获得医院伦理委员会批准（审批文号：GZSZYY-KYLL20220028），患者或家属均知情同意。

1.2 手术方法

硬膜外麻醉，仰卧，大腿使用止血带。高位前外侧入口置入关节镜，经股骨内髁、PCL 间隙到达后内侧室，直视下建立后内入口。置入器械，镜下清创，显露 PCL 胫骨骨折块。经后内入口，弯钳持 PDS-II 缝线，在骨折块上方，由 PCL 的前侧绕至后侧，拉出。用 PDS-II 线将 1 根 Ethibond 5 号线引入，在骨折块上方做 SMC 打结，以捆扎 PCL 近止点处（图 1c）。胫骨结节内侧做 1.5 cm 的切口，经前内侧入口置入定位器，定位器顶尖压住骨折块，复位 PCL 胫骨骨折。由前向后打入导针，穿过骨折块（图 1d），沿导针建立直径 5 mm 的骨隧道。自骨隧道前口置入钢丝绊，从后内入口拉出钢丝绊，将 Tightrope 系统和捆扎 PCL 止点上方的 Ethibond 缝线一同经骨隧道，引至胫骨前侧。牵拉 Ethibond 缝线，维持骨折块复位，在膝关节前抽屉应力位下，逐渐收紧 Tightrope 引线，至两端扣板紧密嵌压骨质锁定固定，最后将 Ethibond 缝线与 Tightrope 引线打结固定。透视确认骨块复位满意，Tightrope 两端扣板紧密嵌压骨质；镜下再次确认骨块复位好，PCL 张力恢复后冲洗、缝合切口。

1.3 评价指标

记录围手术期资料，包括并发症、手术时间、出血量、切口长度、住院时间及切口愈合情况。采用国际膝关节文献委员会（the International Knee Documentation Committee knee situation form, IKDC）膝关节主观评分^[6]、Lysholm 评分^[7]、膝关节活动度（range of motion, ROM）、疼痛视觉模拟评分（Visual analogue scale, VAS）^[8]评价临床效果。行影像检查，评价骨折块复位质量，测量后抽屉应力位胫骨后移距离。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件处理数据。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，符合正态分布时，采用配对样本 *T* 检验；不符合正态分布时，采用非参数检验。计数数据采用 χ^2 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

26 例患者均顺利手术，术中无血管、神经损伤等并发症发生，手术时间（68.3±10.2）min，出血量（26.0±7.4）mL，切口长度（5.1±0.5）cm，住院时间（4.2±0.4）d，手术切口均甲级愈合，拆线时间（11.3±2.0）d。

患者均获得 1 年以上的随访，平均（14.8±1.9）个月，末次随访时后抽屉试验均为阴性。临床资料见表 1，与术前相比，末次随访时 IKDC 评分、Lysholm 评分和膝关节 ROM 均显著增加（*P*<0.05），而 VAS 评分显著降低（*P*<0.05）。

表 1. 26 例患者临床和影像资料（ $\bar{x} \pm s$ ）与比较 Table 1. Clinical and imaging documents of the 26 patients（ $\bar{x} \pm s$ ）			
指标	术前	末次随访	<i>P</i> 值
IKDC 评分（分）	54.3±5.9	91.4±6.4	<0.001
Lysholm 评分（分）	38.9±4.5	90.1±5.9	<0.001
膝关节 ROM（°）	96.5±12.4	135.9±17.3	<0.001
VAS 评分（分）	4.7±0.4	0.7±0.1	<0.001
后抽屉位胫骨后移（mm）	8.7±1.1	1.3±0.3	<0.001

2.2 影像评估

术后影像检查显示 26 例患者中，25 例骨折解剖复位，1 例骨折移位≥2 mm；骨折愈合时间在 10~15 周。与术前相比，末次随访时后抽屉应力下侧位测量胫骨后移距离显著下降（*P*<0.001），见表 1。典型病例术后影像见图 1e~1f。

3 讨论

PCL 属于膝关节韧带，其生理作用为避免胫骨大幅后移，并与前交叉韧带共同调控膝关节外旋^[9]。运动伤也是引起 PCL 损伤的主要原因，过度伸展膝关节造成胫骨止点撕脱，多见于高强度运动。部分 PCL 止点撕脱性骨折患者骨折块相对稳定，无移位或移位程度较轻，丰富的周围血运支持其通过保守治疗促进骨折愈合，但骨折移位程度较重的往往需要手术

来复位骨折^[11]。传统开放性手术创伤大、并发症多，目前已较少运用，更倾向于通过关节镜微创手术进行骨折固定。既往关节镜手术常用螺钉固定，但受限于骨折块大小、镜下操作难度大等。近年来镜下缝

线固定以及骨隧道技术的运用以及 Tight Rope、Endo-Button 等固定材料的革新为 PCL 止点撕脱性骨折的治疗提供了更多选择^[12, 13]。

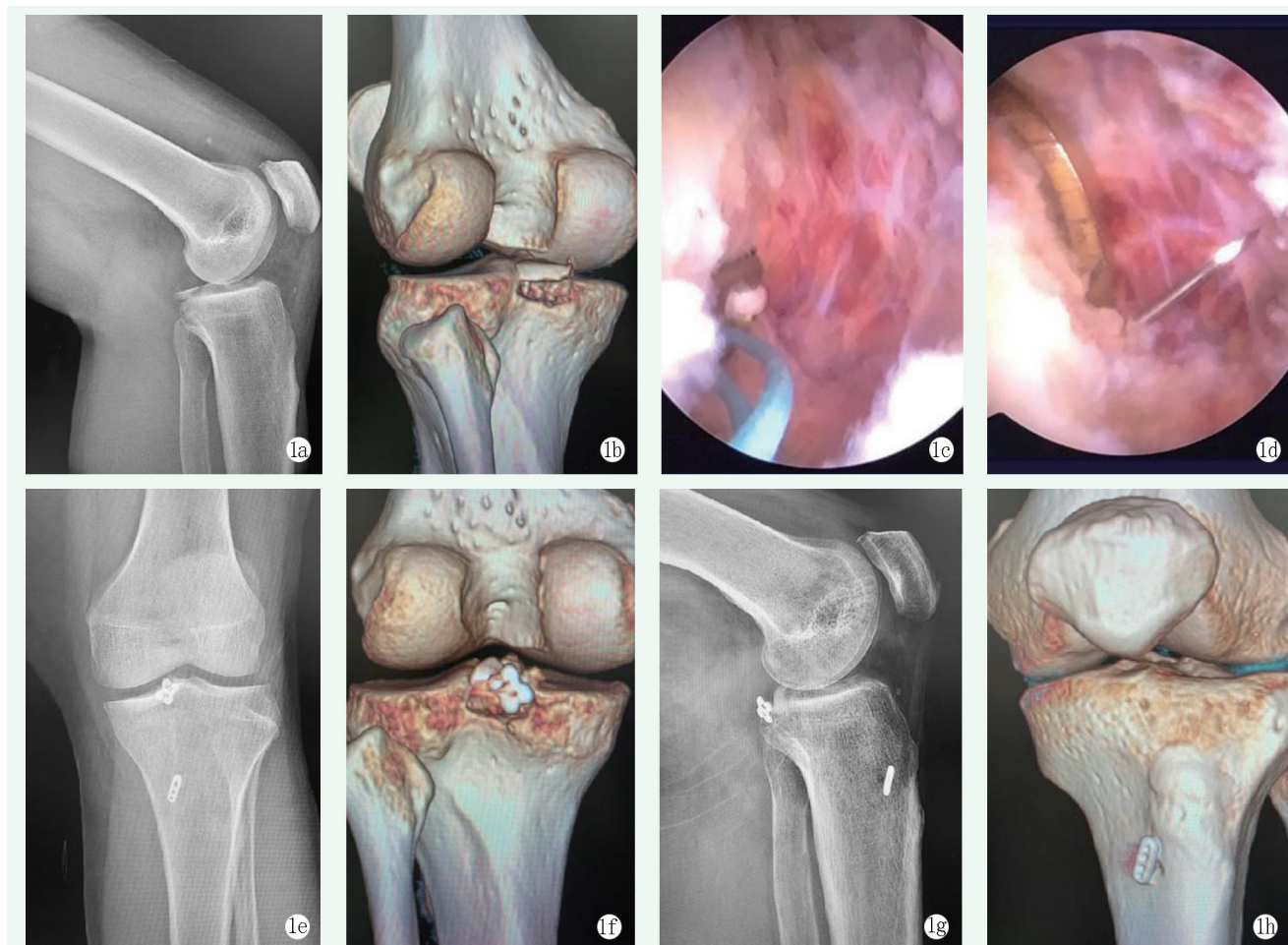


图 1. 患者女性，45 岁。1a，1b：术前 X 线片、CT 重建显示 PCL 止点撕脱性骨折，骨折块完整，明显移位；1c：图片显示 Ethibond 5 号线绕 PCL 镜下止点处打结；1d：镜下显示复位骨折块，打入导针；1e，1f：术后复查 X 线片、三维 CT 显示骨折复位好，内固定位置良好；1g，1h：术后 3 个月 X 线片、三维 CT 显示骨折愈合良好，内固定无移位。

Figure 1. A 45-year-old female. 1a, 1b: Preoperative X ray and CT reconstruction showed PCL avulsion fracture, with obvious displacement of a single fracture fragment; 1c: Arthroscopic view of Ethibond No. 5 suture tied around PCL near the insertion; 1d: Arthroscopic view of reduction of the fracture fragment with guide instrument and a guide pin placed; 1e, 1f: Radiograph and 3D CT immediate postoperatively showed good fracture reduction with implants in proper position; 1g, 1h: X ray and 3D CT 3 months after surgery revealed good fracture healing with no displacement of the implant.

本研究采用镜下缝线联合 Tightrope 固定治疗，使用 Ethibond 5 号线捆扎撕脱骨折上方 PCL 后，在前内侧收紧 Tightrope 时，拉紧 Ethibond 缝线有利于复位，也增强了 Tightrope 对骨折块固定。Tightrope 目前已应用于肩锁关节脱位、踝关节损伤等多种疾病的治疗^[14]。本组病例均顺利完成手术，无并发症，手术时间、出血量、切口长度、切口愈合等均符合关节镜微创手术的特点。关节镜下手术创伤小，不易造成血管神经损伤，还能对关节内解剖结构进行全面的探查，镜下直接清理小骨碎片、血凝块，镜下清晰视

野下确保骨折块精确复位，还能够判断 PCL 张力，保证牢固固定的同时维持良好的韧带张力。末次随访时 IKDC、Lysholm 评分等功能评分以及影像学胫骨后移均较术前显著改善，术后骨折愈合良好，说明该术式治疗 PCL 止点撕脱性骨折近期疗效确切。有学者将 Tightrope 与 Endobutton 治疗 PCL 止点撕脱性骨折进行对比，结果显示两种固定方式均获得了良好的近期疗效，但前者操作时间更短，证实了 Tightrope 治疗该类型骨折的确切疗效，与本研究结论一致^[15]。

作者总结 Tightrope 固定治疗 PCL 胫骨止点撕脱

性骨折具有以下优点：(1) 缝线联合 Tightrope 固定在生物力学上可看作是一种弹性固定，相比于螺钉固定不受骨块规格、碎裂程度等的限制^[16]；(2) Tightrope 自带线能够承受最高 996 N 的牵拉力量，生物力学实验证实其具有初始固定强度与刚度高、循环位移低的特点，便于承受早期膝关节锻炼，有助于关节功能的恢复；(3) Tightrope 作为纽扣钢板，能够提供给撕脱骨块均匀的压力分布，为骨折愈合提供较佳的生物力学环境，其与撕脱骨块接触面积相对大，这可以降低复位丢失风险。

但本研究也存在一定的不足之处，由于病例数较少，因此未就其他内固定材料或方法进行临床比较，有待进一步扩大样本量，进行深入探讨。

综上所述，镜下缝线联合 Tightrope 固定治疗 PCL 止点撕脱性骨折创伤小，恢复快，术后膝关节功能恢复较佳，近期疗效确切。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 王志相：课题设计、实施研究、采集分析数据、统计分析、论文写作；赖建鸿：课题设计与指导、获取研究经费、行政、麻醉技术支持；林永飞：实施研究、采集数据、手术技术支持；钟宏发：实施研究、采集数据、手术技术支持；何祥忠：实施研究、采集数据、手术技术支持；钟良钰：实施研究、采集数据、手术技术支持；李兵：实施研究、麻醉技术支持

参考文献

- [1] Winkler PW, Zsidai B, Wagala NN, et al. Evolving evidence in the treatment of primary and recurrent posterior cruciate ligament injuries, part 1: anatomy, biomechanics and diagnostics [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2021, 29 (3): 672-681. DOI: 10.1007/s00167-020-06357-y.
- [2] 王旭阳, 郭子腾, 吕剑, 等. 关节镜下手术治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的研究进展 [J]. 临床医学进展, 2024, 14 (3): 222-227. DOI: 10.12677/ACM.2024.143688.
Wang XY, Guo ZT, Lü J, et al. Research progress on the treatment of posterior cruciate ligament tibial insertion avulsion fractures by arthroscopy [J]. Advances in Clinical Medicine, 2024, 14 (3): 222-227. DOI: 10.12677/ACM.2024.143688.
- [3] 刘昭, 白晓东, 杨军, 等. 镜下全内技术术后交叉韧带重建与常规技术比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32 (12): 1089-1094. DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100685.
Liu Z, Bai XD, Yang J, et al. Microscopically cruciate ligament reconstruction after total internal technology compared with conventional technology [J]. Orthopedic Journal of China, 2024, 32 (12): 1089-1094. DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100685.
- [4] 吴锦, 张龙华, 曾德妙. 膝关节后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的研究进展 [J]. 中国现代医生, 2023, 61 (31): 124-127. DOI: 10.3969/j.issn.1673-9701.2023.31.028.
Wu J, Zhang LH, Zeng DM. Research progress of posterior cruciate ligament avulsion fracture of tibia [J]. China Modern Doctor, 2023, 61 (31): 124-127. DOI: 10.3969/j.issn.1673-9701.2023.31.028.
- [5] Morales Muñoz P, Barroso Gómez V, de Los Santos Real R, et al. A randomized clinical trial comparing screws and the TighRope® Knotless system in the treatment of acute injuries of syndesmosis [J]. Rev Esp Cir Ortop Traumatol, 2022, 66 (6): 491-499. DOI: 10.1016/j.recot.2022.01.007.
- [6] Kunze KN, Palhares G, Uppstrom TJ, et al. Establishing minimal detectable change thresholds for the international knee documentation committee and Kujala scores at one and two years after patellofemoral joint arthroplasty [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2023, 31 (8): 3299-3306. DOI: 10.1007/s00167-023-07341-y.
- [7] Adhitya IPGS, Wibawa A, Aryana IGNW, et al. Reliability, validity, and responsiveness of the Indonesian version of the Lysholm knee score and Tegner activity scale in patients with anterior cruciate ligament reconstruction [J]. J Bodyw Mov Ther, 2023, 34: 53-59. DOI: 10.1016/j.jbmt.2023.04.062.
- [8] Chiarotto A, Maxwell LJ, Ostelo RW, et al. Measurement properties of visual analogue scale, numeric rating scale, and pain severity subscale of the brief pain inventory in patients with low back pain: a systematic review [J]. J Pain, 2019, 20 (3): 245-263. DOI: 10.1016/j.jpain.2018.07.009.
- [9] 沈锋, 洪志群, 林国兵, 等. 青少年前交叉韧带止点撕脱骨折的保护性治疗 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (20): 1900-1903. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.20.18.
Shen F, Hong ZQ, Lin GB, et al. Protective treatment for tibial tubercle avulsion fracture of anterior cruciate ligament in adolescents [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (20): 1900-1903. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.20.18.
- [10] 任京天. 后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折治疗方法的现状与进展 [J]. 河北医科大学学报, 2020, 41 (12): 1480-1484. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2020.12.026.
Ren JT. Current status and progress of treatment methods for posterior cruciate ligament tibial arrest avulsion fracture [J]. Journal of Hebei Medical University, 2020, 41 (12): 1480-1484. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2020.12.026.
- [11] 陆军帅, 高礼层, 窦帮, 等. 关节镜下 TightRope 环扎固定治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱性骨折的疗效评估 [J]. 创伤外科杂志, 2023, 25 (2): 118-123. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2023.02.007.
Lu JS, Gao LC, Dou B, et al. Evaluation of the effect of TightRope circumferential fixation on avulsion fracture of anterior cruciate ligament tibia under arthroscopy [J]. Journal of Traumatic Surgery, 2019, 25 (2): 118-123. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2023.02.007.
- [12] 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. Endoscopic Endo-Button fixation of posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture [J]. Orthope-

- die Journal of China, 2022, 30 (8) : 753–756. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.08.17.
- [13] 马信, 孙刚, 谢振钧. 关节镜下 Endo-Button 与 Absorbable Interference Screw System 固定双侧腘绳肌肌腱一期重建膝关节前后交叉韧带 [J]. 中国老年学杂志, 2011, 31 (20) : 4028–4029. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2011.20.073.
- Ma Z, Sun G, Xie ZJ. Arthroscopic Endo Button and Absorbable Interference Screw System fixation of bilateral hamstring tendons for one-stage reconstruction of anterior and posterior cruciate ligaments in the knee joint [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2011, 31 (20) : 4028–4029. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2011.20.073.
- [14] 袁伶俐, 徐斌, 姜少伟, 等. Tightrope 与 Endobutton 应用在交叉韧带重建中的效果比较 [J]. 中国组织工程研究, 2016, 20 (11) : 1616–1622. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2016.11.015.
- Yuan LL, Xu B, Jiang SW, et al. Effect of Tightrope and Endobutton on cruciate ligament reconstruction [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2016, 20 (11) : 1616–1622. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2016.11.015.
- [15] 郑杰, 蒋伟亚, 赵嘉懿. 关节镜下 TightRope 治疗后交叉韧带撕脱骨折 [J]. 中国内镜杂志, 2019, 25 (7) : 22–25. DOI: 10.3969/j.issn.1007-1989.2019.07.005.
- Zheng J, Jiang WY, Zhao JY. Treatment of posterior cruciate ligament avulsion fracture with TightRope using arthroscopy [J]. China Journal of Endoscopy, 2019, 25 (7) : 22–25. DOI: 10.3969/j.issn.1007-1989.2019.07.005.
- [16] 徐小彬, 朱玮. 锁扣带袢钛板在后交叉韧带胫骨止点骨折中的应用及疗效分析 [J]. 实用骨科杂志, 2022, 28 (5) : 456–460. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2022.05.016.
- Xu XB, Zhu W. Application and therapeutic effect of locking strap tibial plateau screws in treatment of posterior cruciate ligament tibial insertion fractures [J]. Journal of Practical Orthopedics, 2022, 28 (5) : 456–460. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2022.05.016.
- (收稿: 2024-10-11 修回: 2024-11-15)
(同行评议专家: 钟群华, 张文君, 杜兰翔)
(本文编辑: 郭秀婷)