

·临床研究论著·

应用双通道“8”字捆绑技术关节镜下治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的临床初探

朱锐¹ 兰晓敏¹ 陈丽娟¹ 赵利波² 曾一繁² 刘洪娟³ 许凯²

【摘要】 目的 评价关节镜下双通道“8”字捆绑技术治疗后交叉韧带(PCL)胫骨止点撕脱骨折的手术疗效。方法 根据纳入和排除标准,收集2021年6月至2023年6月武穴市中医医院应用关节镜下双通道“8”字捆绑技术治疗PCL胫骨撕脱骨折的9例病人的临床资料。手术前后采用X线、CT和磁共振成像(MRI)评估骨折、韧带损伤及愈合情况。检查并记录术前及术后关节活动度、Lysholm评分、KT-1000等临床参数,以及术后并发症。结果 本组病人随访12~24个月,平均16个月。9例病人均顺利完成手术,术后影像资料显示骨折碎片固定良好,术后3个月骨折愈合。与术前相比,关节活动度($133.5^\circ \pm 6.3^\circ$ vs. $31.0^\circ \pm 3.7^\circ$)、Lysholm评分[(84.3 ± 5.2)分 vs. (36.8 ± 2.5)分]、KT-1000评估[(1.6 ± 0.4) mm vs. (9.6 ± 0.4) mm]均明显改善,差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论 关节镜下双通道“8”字捆绑技术可实现PCL止点撕脱骨折治疗“微创化”,可成功恢复PCL止点稳定性和交叉韧带张力,无严重手术并发症,术后膝关节功能恢复良好,使用耗材少,适合在基层医院推广应用。

【关键词】 后交叉韧带;胫骨止点骨折;关节镜;捆绑技术

Arthroscopic Treatment for the Avulsion Fracture of Posterior Cruciate Ligament Tibial Insertion Using Double-Channel “8” Binding Technique. Zhu Rui¹, Lan Xiaomin¹, Chen Lijuan¹, Zhao Libo², Zeng Yifan², Liu Hongjuan³, Xu Kai². ¹Department of Orthopaedics, Wuxue Chinese Traditional Medicine Hospital, Huanggang 435400, China; ²Department of Orthopaedics, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China; ³Nursing Department, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Corresponding author: Xu Kai, E-mail: kaixutjh@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the surgical efficacy of the double-channel “8” binding technique under arthroscopy for the treatment of avulsion fractures of the posterior cruciate ligament (PCL) tibial insertion. **Methods** According to the inclusion and exclusion criteria, the clinical data of 9 patients with PCL tibial avulsion fracture who were treated with double-channel “8” binding technique in Wuxue Chinese Traditional Medicine Hospital from June 2021 to June 2023 were collected. X-rays, CT and magnetic resonance imaging (MRI) were used to evaluate fractures, ligament injuries and healing before and after the operation. The range of motion (ROM), Lysholm score, KT-1000 and other clinical parameters before and after the operation, and postoperative complications were examined and recorded. **Results** Patients were followed up for 12-24 months, with an average of 16 months. All 9 patients successfully completed the surgery, and postoperative imaging data showed that the fracture fragments were well fixed, and the fracture healed 3 months after surgery. Compared with preoperative data, ROM ($133.5^\circ \pm 6.3^\circ$ vs. $31^\circ \pm 3.7^\circ$), Lysholm score (84.3 ± 5.2 vs. 36.8 ± 2.5), KT-1000 [(1.6 ± 0.4) mm vs. (9.6 ± 0.4) mm] all showed significant improvements, with statistical significance ($P < 0.05$). **Conclusion** The double-channel “8” binding technique under arthroscopy can realize the “minimally invasive” treatment of avulsion fractures of the posterior cruciate ligament insertion. It has the advantages of fast surgical recovery, little bleeding, low risk of vascular and nerve injury, and economic savings. The surgical effect is definite and suitable for promotion and application in primary hospitals.

【Key words】 Posterior cruciate ligament; Tibial insertion point fracture; Arthroscopy; Binding technique

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.05.011

基金项目:湖北省自然科学基金(2022CFB281);同济医院科研基金项目(2022D10)

作者单位:1. 武穴市中医医院骨科,湖北黄冈 435400;2. 华中科技大学同济医学院附属同济医院骨科,武汉 430000;3. 华中科技大学同济医学院附属同济医院护理部,武汉 430030

通信作者:许凯, E-mail: kaixutjh@163.com

后交叉韧带(PCL)是稳定膝关节的重要结构之一。根据不同数据来源,PCL损伤的发生率在所有膝关节损伤中占3%~23%^[1-2]。PCL胫骨撕脱骨折是一种独特的PCL损伤类型,多发生在自行车普及的亚洲国家^[3-5],其中小腿前方暴力或者膝关节过伸暴力导致PCL胫骨止点撕脱并将骨折碎片向近端拉扯,PCL张力随之消失。这种损伤如果得不到及时有效的治疗,可能引发一系列并发症,如膝关节疼痛、肿胀、关节活动受限,甚至会加速膝关节的退变,严重影响病人的生活质量^[6]。

非手术治疗主要针对骨折移位不明显的病人,采用支具固定、物理治疗等方法,但由于制动时间长,容易导致僵硬等并发症^[7]。手术治疗包括切开复位内固定^[8]、关节镜下复位固定^[9]等方法,其中切开复位固定术是PCL胫骨止点撕脱骨折较为经典的手术方式。传统手术通过膝关节后路切开复位和内固定,由于接近腓窝神经血管束,损伤风险较高^[10],且瘢痕及组织损伤较大,不利于早期康复训练。随着关节镜技术的发展,全镜下固定重建手术得到了广泛的应用,目前国内外研究主要集中于不同手术方法的选择标准、手术技巧以及新型内固定材料和器械的应用,但尚未形成统一共识。

双通道“8”字捆绑技术借鉴了前交叉韧带止点撕脱手术方式的成功经验,强调在熟练掌握PCL重建技术的基础上,利用现有重建工具构建双隧道,对PCL及止点复合体进行“8”字捆绑,并结合生物力学原理进行弹性固定^[11]。在初期实践中,该手术方式体现出可操作性强、安全性高、术后效果好、耗材成本低的特点。为进一步验证该手术方式在基层医院的实施效果,本研究回顾性分析了2021年6月到2023年6月共9例应用该手术治疗PCL胫骨撕脱骨折病人的临床资料,以评估其临床疗效。

资料与方法

一、纳入及排除标准

纳入标准:①经CT和MRI确诊为PCL胫骨止点撕脱病人;②病人在受伤两周内接受关节镜手术治疗;③病人在术后1、3、6个月时至少有两次随访,随访时间大于12个月;④术后X线片、CT及MRI复查资料完整。

排除标准:①合并血管、神经、半月板、前交叉韧带或内外侧副韧带损伤;②合并同一肢体其他部位骨折;③既往或外伤后合并有神经系统或其他系统疾病影响患肢运动及感觉功能;④失访或随访期不足12个月;⑤再次受伤需行第二次手术。

二、一般资料

根据纳入和排除标准,收集12例武穴市中医医院应用该技术治疗的PCL胫骨撕脱骨折病人的临床资料,排除2例失随访病人和1例因再次外伤行PCL重建术病人。病人年龄19~48岁,平均35岁;髌间嵴骨折按照Meyers-McKeever分型:Ⅱ型4例,Ⅲ型5例。均采用全镜下弹性固定技术对PCL止点进行固定。术前常规行X线、三维CT及MRI检查(图1)。

三、手术方法

手术病人采用仰卧位,腰硬联合麻醉,常规放置止血带。采用关节镜前内侧和前外侧入路检查关节腔。经胫骨髌间嵴内侧与PCL下缘进入膝关节后内侧间室,关节镜监视下用穿刺针由外向内建立后内侧入路。再经后内侧入路通过交换棒钝性穿刺室间隔,建立后外侧入路(图2a)。将镜头转换到后内侧入路,经后外侧入路通过刨刀和等离子刀清理室间隔,并显露PCL止点及骨折块边缘(图2b)。明确骨折线边界后,旁开骨折线约5 mm显露内侧平台后方骨质作为钻孔定位点(图2c)。应用PCL定位器,在



图1 典型PCL止点撕脱术前影像 a:X线侧位片可见胫骨平台后方撕脱骨折;b:CT矢状位可见PCL止点后方斜坡大块撕脱骨折块;c:三维CT评估后方骨折块大小、移位程度及数量;d:MRI矢状位片可清楚显示PCL止点断裂,并骨块撕脱

定位点处由前向后用 2.0 mm 克氏针钻孔(图 2 d)。留置牵引线备用(图 2 e)。同法旁开骨折线约 5 mm 显露外侧平台后方骨质定位并钻孔(图 2 f)。应用滑槽经后侧间隙保护后方重要血管神经。经前间室应用双根 5 号爱惜邦缝线对 PCL 进行环套,经后间室引出套扎线,交叉后经胫骨后方隧道引出(形同“8”字),通过胫骨前方收紧缝线完成骨折块加压和 PCL 张紧作用(图 2 g)。胫骨前方对加压缝线进行打结固定。术中测试关节稳定性恢复,镜下探查前 PCL 张力良好(图 2 h)。“8”字形捆绑操作的方法示意图见图 3。止血带去压后检查后间室无活动性出血后,常规留置引流管并关闭创口。

四、术后康复及随访

术后第 2 天拔除引流管,给予踝泵、直腿抬高和推髌骨训练。出院前复查 CT 和 MRI 了解骨折复位情况,钉道位置是否良好,PCL 止点恢复情况。术后两周下肢固定在 0° 位置,以后每周弯曲度增加 15°,手术后第八周直到 90° 弯曲。术后 5~8 周,患肢负重

逐渐增加,进行股四头肌及腘绳肌训练。屈曲逐步增加到 120° 以上,伸直能达到 0~5° 即视为膝关节活动满意。病人术后 1 个月及以后每 3 个月随访 1 次。第 3 个月随访开始时行 CT 及 MRI 检查,最终随访终点定义为连续 3 次随访膝关节功能明显改善或病人自觉功能达到满意水平。

五、观察指标和疗效评价

记录术后第 3、6、12、18、24 个月的膝关节活动度、Lysholm 评分及 KT-1000 侧侧差值。随访期间观察并记录神经血管损伤、深静脉血栓形成、骨折不愈合、关节内纤维化导致僵硬、切口感染等并发症。在本研究中,僵硬的定义为 > 屈曲挛缩 15° 和/或屈曲 < 75°。

六、统计学分析

采用 SPSS 23.0 软件(IBM 公司,美国)进行分析。符合正态分布的数据表示为均值±标准差($\bar{x} \pm s$),手术前后的比较采用配对 *t* 检验。计数资料以例(%)表示,组间比较采用卡方检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

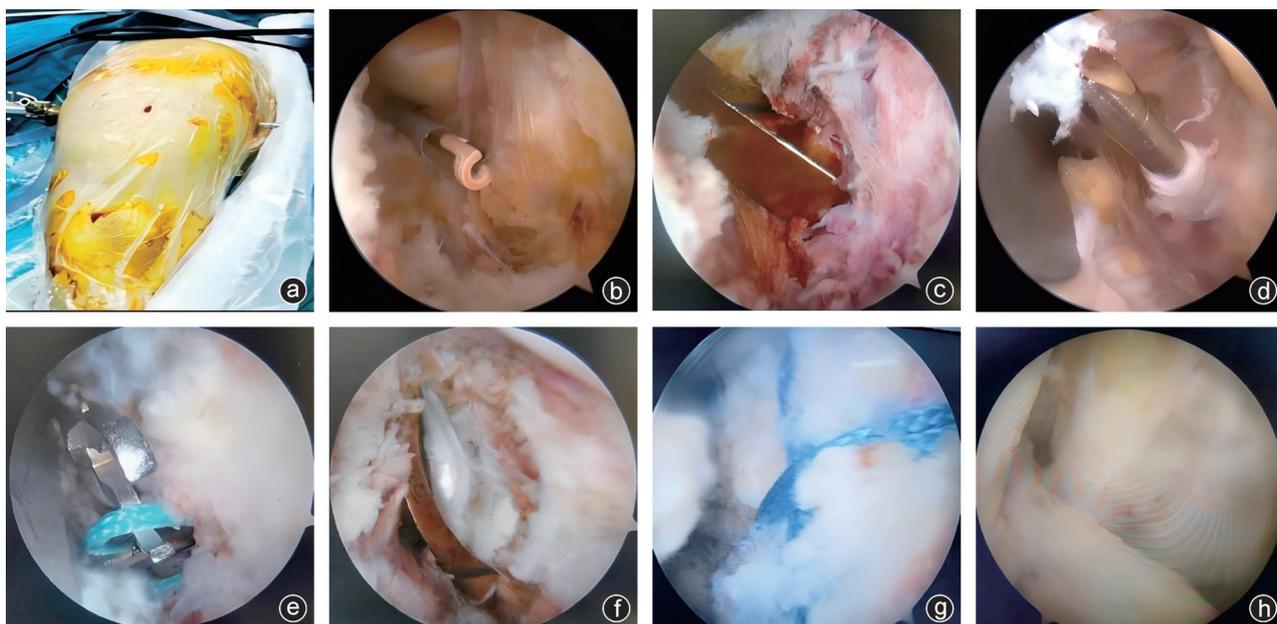


图 2 “8”字形捆绑技术术中要点 a:建立贯通的后间室内外侧入路;b:镜下所见内外侧后间室完全贯通,电凝器指示为 PCL 止点;c:胫骨平台下骨折块内侧边缘定位;d:克氏针建立骨隧道;e:带线穿出备用;f:胫骨平台下骨折块外侧边缘定位;g:5 号爱惜邦缝线从前方环绕 PCL 根部,经上述两个隧道引出后形成“8”字形捆绑固定止点骨折块;h:经前间室检查,前后交叉韧带张力均得到良好恢复

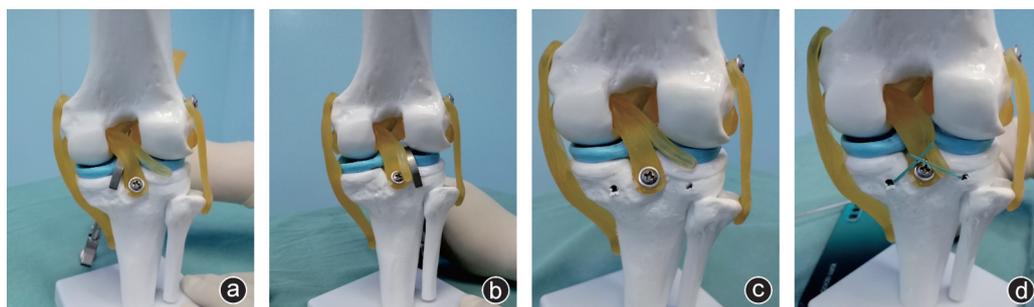


图 3 “8”字形捆绑技术操作示意图 a,b:利用 PCL 定位器在撕脱骨折块内外侧缘、胫骨平台下方约 10~15 mm 处进行钻孔;c:膝关节后面观显示已经完成的钻孔($d=4.5$ mm),并预留牵引线;d:双股爱惜邦 5 号线环绕 PCL 基底部分经胫骨隧道至胫骨前方,收紧后打结,形成对后方骨折块的“8”字形加压固定

结 果

9例病人,随访12~24个月,平均16个月。病人均实现初始固定,手术时间为(59.5±10.6) min。术后3天CT显示骨折块复位良好(图4 a),钉道位置符合术前计划(图4 b~d),MRI显示PCL止点固定良好(图4 e)。术后3个月膝关节CT显示骨折均愈合。所有病人术后抽屉试验均为阴性。

术前病人膝关节活动度:31.3°±3.7°,Lysholm评分:(36.8±2.5)分,KT-1000差值:(9.6±0.4) mm。术后病人膝关节活动度:133.5°±6.3°,Lysholm评分:(84.3±5.2)分,KT-1000差值:(1.6±0.4) mm。术后各项指标均较术前明显改善,差异有统计学意义($P < 0.05$)。无神经血管损伤、深静脉血栓形成及骨不连等并发症发生。

讨 论

胫骨撕脱骨折的发生率较低,其致伤机制与PCL撕裂机制一致,但往往见于更大的前后向暴力直接损伤^[12]。随着病人对微创手术要求的日益提高,关节镜下治疗PCL胫骨止点撕脱骨折技术不断发展。

骨折块大小及移位程度对手术方式的选择十分重要;内固定材料的选择种类更多,主要有空心拉力螺钉、界面可吸收螺钉、带线锚钉、钢丝、钢缆等。空心拉力螺钉配合垫片固定较为牢固,有利于骨折块的愈合,在临床应用中取得良好的疗效^[13-15],但该固定方法对骨折块大小有要求,需骨折块>螺钉直径3倍以上方能牢固固定,否则易导致骨折块破碎而失去固定作用,需二次手术取出内固定物。为避免取出内固定装置的二次手术,部分学者采用可吸收

螺钉固定骨折块,可吸收螺钉具有生物相容性好、无毒、可安全降解、不干扰放射影像检查等优点^[16],但其强度较金属螺钉弱,抗扭力低,术后早期需辅助外固定保护,影响早期关节活动。

近年来,各种高强度缝线固定方法得到了广泛应用,并取得了良好的效果^[17]。缝线固定主要有单隧道、双隧道、“Y”形隧道等方法,不同手术方式各有利弊。“Y”形隧道类似于双隧道技术,但入口端隧道相对较大,操作技术难度稍有增加。单隧道技术则较为复杂,需配合外排锚钉或悬吊钢板使用,费用偏高^[18-19],如使用可调节双袢钢板应用单隧道进行骨折块的弹性固定,具有操作简便,固定可靠,全镜下微创操作,可早期康复锻炼等优点^[17]。但对于骨折块较小或粉碎性骨折的病人,上述方法在通道建立和复位挤压时可能会导致骨折块进一步破裂,具有一定的局限性,并不适用于基层医院,尤其是关节镜初学者。

本研究提出了双通道“8”字捆绑弹性固定的治疗方法,该方法借鉴了前交叉韧带止点骨折的捆绑技术,使用2根5号爱惜邦缝线对PCL胫骨止点进行环套,在后间室交叉后由预制的骨折块内外侧胫骨隧道引出,在胫骨前方拉紧打结,手术过程可不需要额外的内植物。这一固定方式的优势包括:①环套的缝线直接作用于PCL,在收紧过程中可以对骨折块形成聚拢力量,可应用于已破碎的撕脱骨折块;②可以利用骨折块作为PCL应力的牵拉点,通过骨隧道向前下方牵拉,早期恢复PCL的张力;③“8”字形交叉的缝线对骨折块接触面积更大,有效分散切割应力,避免骨折块再碎裂;④相对于直接固定骨折块的操作,该手术方式可以使PCL的应力跨越骨折块而固定于胫骨前侧,一方面避免骨折块的再撕脱,另一方

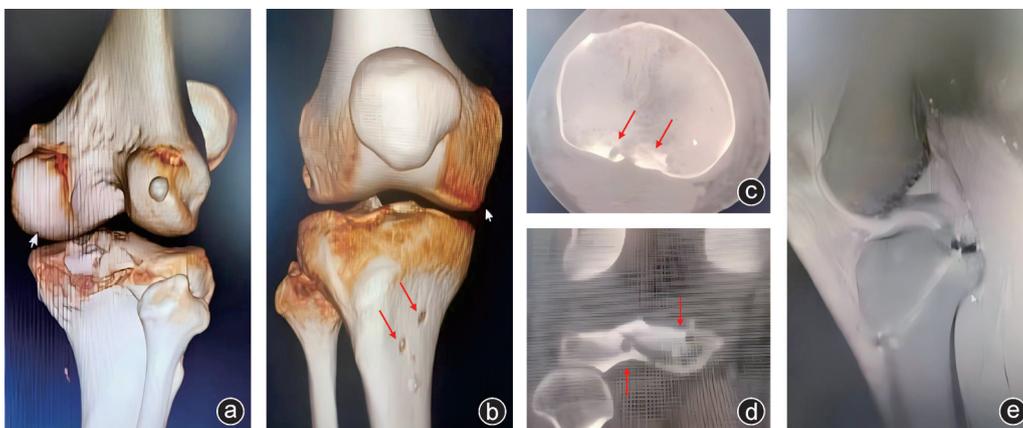


图4 术后影像学表现 a:三维CT后面观显示骨折块复位后表现;b:三维CT前面观显示胫骨前方双隧道出口(红色箭头);c,d:CT冠状位和额状位显示胫骨后方骨隧道出口(红色箭头);e:MRI显示后交叉止点牢固固定于胫骨斜坡处

面也允许病人更早地进行屈曲功能锻炼,不必等待骨折块愈合;⑤由于关节腔内没有内植物残留,不影响后期可能需要的PCL翻修重建手术。在本研究中,我们评价了该方法在基层使用的临床效果,结果显示:所有随访病人骨折碎片固定良好,术后3个月骨折愈合;术后第7天行膝关节CT检查,所有病人均实现初始固定,术后3个月膝关节CT显示骨折均愈合;所有病人术后抽屉试验均为阴性;与术前比较,病人术后3个月关节活动度增加,Lysholm评分升高,术后KT-1000测得胫骨平台后向移位下降,差异有统计学意义($P < 0.05$)。说明该手术方法具有明显的治疗效果,同时相对其他关节镜下固定方式,双通道方法可不需要内植物,对于骨质良好的年轻病人,直接在胫骨前方隧道外打结,经济效益明显优于其他方法。

但该手术方法对医生关节镜下操作技术要求较高,特别是后间室显露、PCL环套、骨折碎片捆绑复位、骨通道建立、缝合线管理等方面需要较长的学习曲线。在不断实践中,笔者也总结了一些经验:对于膝关节后间室的开放,建议先建立后内侧入路,然后利用交换棒紧贴PCL止点由内向外建立后外侧入路;室间隔的清理很重要,该手术方式需要充分暴露PCL止点周围区域,以明确骨折块的范围;在此基础上,骨隧道的建立可以通过PCL重建定位器完成,定位点一定要在骨折线远端,避免隧道被缝线切割;对于PCL环套和缝线管理,建议在后内侧通道使用关节镜套筒,操作时使用两把抓线器可以更好地提供操作便利性。

综上所述,关节镜下双通道“8”字捆绑技术治疗PCL胫骨止点撕脱骨折获得了较好的疗效,相对传统手术具有创伤小、并发症少的优点。相对其他微创手术方案,双通道技术可以进一步减少耗材的使用,经济效益更优,非常适合在基层医院推广。但是本研究为单中心、回顾性研究,结果存在一定偏倚,后续将联合其他医学中心开展多中心、前瞻性、对照研究,为该术式治疗PCL撕脱骨折提供高质量证据。此外,本组病人随访时间偏短,远期膝关节退变是否加速也需要进一步观察研究。

参 考 文 献

- [1] Fontboté CA, Sell TC, Laudner KG, et al. Neuromuscular and biomechanical adaptations of patients with isolated deficiency of the posterior cruciate ligament [J]. *Am J Sports Med*, 2005, 33(7): 982-989.
- [2] Veltri DM, Warren RF. Isolated and combined posterior cruciate ligament injuries [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 1993, 1(2): 67-75.
- [3] Bali K, Prabhakar S, Saini U, et al. Open reduction and internal fixation of isolated PCL fossa avulsion fractures [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012, 20(2): 315-321.
- [4] Kim SJ, Shin SJ, Choi NH, et al. Arthroscopically assisted treatment of avulsion fractures of the posterior cruciate ligament from the tibia [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2001, 83(5): 698-708.
- [5] Kim SJ, Shin SJ, Cho SK, et al. Arthroscopic suture fixation for bony avulsion of the posterior cruciate ligament [J]. *Arthroscopy*, 2001, 17(7): 776-780.
- [6] 胥少汀, 葛宝丰, 徐印坎. 实用骨科学 [M]. 第3版. 北京: 人民军医出版社, 2010: 775-777.
- [7] Montgomery SR, Johnson JS, McAllister DR, et al. Surgical management of PCL injuries: indications, techniques, and outcomes [J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2013, 6(2): 115-123.
- [8] 武洵, 涂世成, 方志宇, 等. 不同入路可吸收螺钉固定治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的疗效比较 [J]. *创伤外科杂志*, 2023, 25(12): 903-923.
- [9] Wajsfisz A, Makridis KG, Van Den Steene JY, et al. Fixation of posterior cruciate ligament avulsion fracture with the use of a suspensory fixation [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012, 20(5): 996-999.
- [10] 万丰, 汪松, 王远, 等. 关节镜下带袢钛板悬吊固定治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2024, 38(3): 267-271.
- [11] Burks RT, Schaffer JJ. A simplified approach to the tibial attachment of the posterior cruciate ligament [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1990(254): 216-219.
- [12] Gavaskar AS, Karthik B, Gopalan H, et al. A novel MIS technique for posterior cruciate ligament avulsion fractures [J]. *Knee*, 2017, 24(4): 890-896.
- [13] 卢弘翔, 皇甫小桥, 张君, 等. 关节镜下空心螺钉固定治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. *实用骨科杂志*, 2012, 18(9): 797-799.
- [14] Tao T, Yang W, Tao X, et al. Arthroscopic direct anterior-to-posterior suture suspension fixation for the treatment of posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture [J]. *Orthop Surg*, 2022, 14(9): 2031-2041.
- [15] Hooper PO 3rd, Silko C, Malcolm TL, et al. Management of posterior cruciate ligament tibial avulsion injuries: a systematic review [J]. *Am J Sports Med*, 2018, 46(3): 734-742.
- [16] Zhang F, Ye Y, Yu W, et al. Treatment of tibia avulsion fracture of posterior cruciate ligament with total arthroscopic internal fixation with adjustable double loop plate: a retrospective cohort study [J]. *Injury*, 2022, 2233-2240.
- [17] Yoon JR, Park CD, Lee DH. Arthroscopic suture bridge fixation technique with multiple crossover ties for posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture [J]. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(3): 912-918.
- [18] Rhee SJ, Jang JH, Choi YY, et al. Arthroscopic reduction of posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture using two cross-linked pull-out sutures: a surgical technique and case series [J]. *Injury*, 2019, 50(3): 804-810.
- [19] Verdano MA, Pellegrini A, Lunini E, et al. Arthroscopic absorbable suture fixation for tibial spine fractures [J]. *Arthrosc Tech*, 2014, 3(1): e45-e48.

(收稿日期: 2024-06-20)

(本文编辑: 陈姗姗)

引用格式

朱锐, 兰晓敏, 陈丽娟, 等. 应用双通道“8”字捆绑技术关节镜下治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的临床初探 [J]. *骨科*, 2024, 15(5): 445-449. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.05.011.