

关节镜下免打结锚钉结合双束高强缝线重建前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折

段锦涛¹ 秦晗¹ 牛金龙¹ 葛满意¹ 李高强¹ 任少海^{1△}

[摘要] 目的:探讨关节镜下 Pushlock 免打结锚钉结合双束高强缝线重建前交叉韧带(ACL)胫骨止点撕脱骨折的临床疗效。方法:收集 2015 年 1 月至 2023 年 1 月接受手术治疗的前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折患者 100 例临床资料,所有患者均接受关节镜下 Pushlock 免打结锚钉结合双束高强缝线的手术治疗,术前及末次随访时,对全部患者采用 Lachman 试验和前抽屉试验进行体格检查,同时检查是否存在膝前痛或局部压痛;采用 Lysholm 膝关节评分量表、国际膝关节评分委员会(IKDC)膝关节评分表、Tegner 膝关节运动水平评分系统评价患膝功能恢复水平,采用膝关节屈伸活动范围(ROM)评价膝关节的稳定性和活动度。结果:100 例前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折患者均顺利完成手术,末次随访时 Lachman 试验和前抽屉试验均为阴性, Lysholm 评分、IKDC 评分、Tegner 评分均显著高于术前,差异有统计学意义($P<0.01$);膝关节活动度较术前显著提高,差异有统计学意义($P<0.01$);X 线片显示 100 例患者骨折均达解剖复位或近解剖复位并骨性愈合。结论:关节镜下 Pushlock 免打结锚钉结合双束高强缝线重建前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折手术疗效明确,结果满意,值得推广应用。

[关键词] 前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折;关节镜;免打结锚钉;高强缝线

[中图分类号] R683.42 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2024)05-0079-05

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.240515

Arthroscopic Reconstruction of ACL Tibial Avulsion Fracture with Knot Free Anchor and Double Bundle High-Strength Suture

DUAN Jintao¹ QIN Han¹ NIU Jinlong¹ GE Manyi¹ LI Gaoqiang¹ REN Shaohai^{1△}

¹ Handan First Hospital, Handan 056000, Hebei China.

Abstract Objective: To explore the clinical efficacy of arthroscopic reconstruction of anterior cruciate ligament (ACL) tibial avulsion fractures with Pushlock anchors and dual bundle high-strength sutures. **Methods:** Clinical data of 100 patients with ACL tibial insertion avulsion fractures who underwent surgical treatment from January 2015 to January 2023 were collected. All patients underwent arthroscopic surgery using Pushlock anchors combined with dual bundle high-strength sutures. Prior to surgery and at the final follow-up, all patients underwent physical examination using the Lachman test and anterior drawer test, while also checking for presence of anterior knee pain or local tenderness. The Lysholm knee joint scoring scale, the International Knee Joint Scoring Committee (IKDC) knee joint scoring scale, and the Tegner knee joint motion level scoring system were used to evaluate the functional recovery level of the affected knee. The range of motion (ROM) of knee joint flexion and extension was used to evaluate the stability and activity of the knee joint. **Results:** All 100 patients with ACL tibial avulsion fractures successfully completed surgery. At the last follow-up, the Lachman test and anterior drawer test were negative, and the Lysholm scores, IKDC scores, and Tegner scores were significantly higher than before surgery ($P<0.001$). The knee joint range of motion was significantly improved compared to before surgery ($P<0.001$). The X-ray film showed that all fractures in 100 patients achieved anatomical or near anatomical reduction and bone healing. **Conclusion:** The surgical effect of arthroscopic Pushlock anchor combined with double bundle high-strength suture reconstruction for ACL tibial insertion avulsion fracture is clear, the results are satisfactory, and it is worth promoting.

Keywords: ACL tibial avulsion fracture at the insertion point; arthroscopy; knot free anchor; high strength suture

基金项目:河北省卫生健康委员会青年科技课题(指导性)项目(20231906)

¹ 邯郸市第一医院(河北 邯郸, 056000)

[△]通信作者 E-mail:17831006321@163.com

位于膝关节中的前交叉韧带(Anterior Cruciate Ligament, ACL)是连接股骨和胫骨的重要软组织。在外力作用下,膝关节过伸或胫骨极度内旋时,超过前交叉韧带负荷,可发生撕脱骨折^[1-2]。Meyers 和 McKeever 及 Zaricznyj 根据骨折移位及粉碎程度将前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折分为 I~IV 型,目前大多数专家认为 II~IV 型需手术干预,而切开复位内固定作为传统术式当前已基本弃用^[1,3-4]。近年来,关节镜手术已逐渐成为临床治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的优选术式^[5-6]。与此同时,各种内植物的出现,给骨科医师增添了固定方法的多种选择性,包括使用螺钉、钢丝、缝合线、Endobutton 技术、锚钉等,但这些方法的临床实际应用效果仍存在一定争议^[7-8]。其中,缝线及锚钉的固定越来越受骨科医师的青睐。近年来笔者在针对前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折患者的关节镜手术中,采用下 Pushlock 免打结锚钉联合双束高强缝线进行重建的方法,经术后评估及短期随访确认疗效满意,现报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

收集 2015 年 1 月至 2023 年 1 月在本院接受手术治疗的前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 100 例患者的临床资料。本研究已得到我院伦理委员会的审核批准(批号为 2023-L-106)。本组 100 例患者包括男 69 例,女 31 例;年龄为 12~55 岁,平均为 35.4 岁;均为单膝损伤,左、右膝分别为 61 例和 39 例,合并半月板损伤 9 例;受伤原因包括运动伤 62 例,交通事故致伤 23 例,摔伤 15 例;骨折分型包括 II 型 31 例,III 型 53 例,IV 型 16 例;受伤至手术时间为(6.5±2.8)d;入院时 Lachman 试验(+),前抽屉试验(+).

1.2 诊断标准^[9]

患者有明确的外伤史,如运动损伤、摔伤、车祸等;术前检查可见膝关节肿胀、疼痛、行走困难;Lachman 试验(+),前抽屉试验(+),部分患者出现伸膝受限;摄 X 线片可见胫骨髁间前隆突撕脱骨折,移位明显。

1.3 纳入标准

1)有接受完善患膝 X 射线、CT 检查,明确前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折诊断;2)应用 Pushlock 锚钉联合双束高强缝线进行关节镜下微创手术治疗的新鲜前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折病例。

1.4 排除标准

1)诊断为后交叉韧带损伤或合并有后交叉韧带损伤的前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折病例;2)陈旧性病例;3)非闭合性损伤病例;4)患处合并有血管、神经以及侧副韧带损伤的病例;5)合并血液系统疾病、糖尿病等关节镜手术禁忌症患者;6)随访时间少于 6 个月。

2 方法

2.1 手术方法

将患者取仰卧位进行手术,常规铺巾并安放气囊止血带,麻醉方法为持续硬膜外麻醉。行前内侧和前外侧高位入路,关节镜下常规探查膝关节,适当清理以获得最佳术野,同时对存在有半月板损伤者先行对其半月板进行处理,之后再行骨折创面清理并根据具体情况适当加深骨床,在该过程中,如存在骨折端前侧嵌顿半月板前角的情况,为避免对操作探钩复位骨折块产生妨碍,需先用等离子电刀对其进行清理。完成骨折块复位之后采用克氏针临时固定。完成上述操作后,于前交叉韧带胫骨止点后约 1/3 处通过内侧入路引入双束 Arthrex 高强缝线(AR-7200, Arthrex, 美国)。分别定义该双束缝线的其中一束为 1 号线,另一束为 2 号线,其中 1 号线水平顺向,将 2 号线的内外侧端交叉于腱骨结合前部,之后再分别从内外关节镜入路将 1 号线内侧端与 2 号线外侧端、1 号线外侧端与 2 号线内侧端引出。打孔方法以右侧为例,通过内侧入路选择骨床前缘 4~5 点位置进行打孔。采用 Pushlock 免打结锚钉(Suture Anchor, BioComposite pushlock, 4.5 mm×24 mm, Arthrex, USA)对 1 号线内侧端与 2 号线外侧端进行固定,再转关节镜内侧入路,并通过关节镜外侧入路在骨床前缘 7~8 点位置打孔。最后进行后抽屉试验,结果满意后将缝线通过锚钉并去除克氏针。关节镜下再次用探钩检查韧带松紧程度,并观察有无髁间窝撞击,均无误后再收紧缝线,将锚钉钉入完成固定。

2.2 术后处理

术后常规对患肢行加压包扎及冰敷。术后 1 d 开展踝泵功能锻炼及股四头肌等长收缩锻炼;术后 2 d 开展带膝关节支具的基础锻炼;术后 3 d 开展不超过 20°的被动屈曲锻炼,同时根据患者具体情况安排一定的床下活动;通过合理训练实现术后 1 周被动屈膝提高到 60°,3 周后提高到 90°;自术后 6 周始进行主动屈膝锻炼,术后 12 周开展抗阻力、进行性下蹲以及膝关节柔韧度训练,术后 13 周开展去支具下的膝关节活动。

2.3 疗效评定

记录手术时间及围术期相关并发症情况,术后根据影像学检查结果考察患处骨折的愈合情况。末次随访时,通过 Lachman 试验和前抽屉试验对所有患者进行体格检查,同时检查是否存在膝前痛或局部压痛;采用 Lysholm 膝关节评分量表、国际膝关节评分委员会(IKDC)膝关节评分表、Tegner 评分系统评价患膝功能恢复水平,采用膝关节屈伸活动范围(ROM)评价膝关节的稳定性和活动度。

2.4 统计学方法

采用 SPSS 27 进行研究数据的统计学分析,计量数据资料采用 $\bar{x}\pm s$ 形式表示,治疗前后的相关数据比较采用配对样本 t 检验, $P<0.05$ 差异有统计学意义。

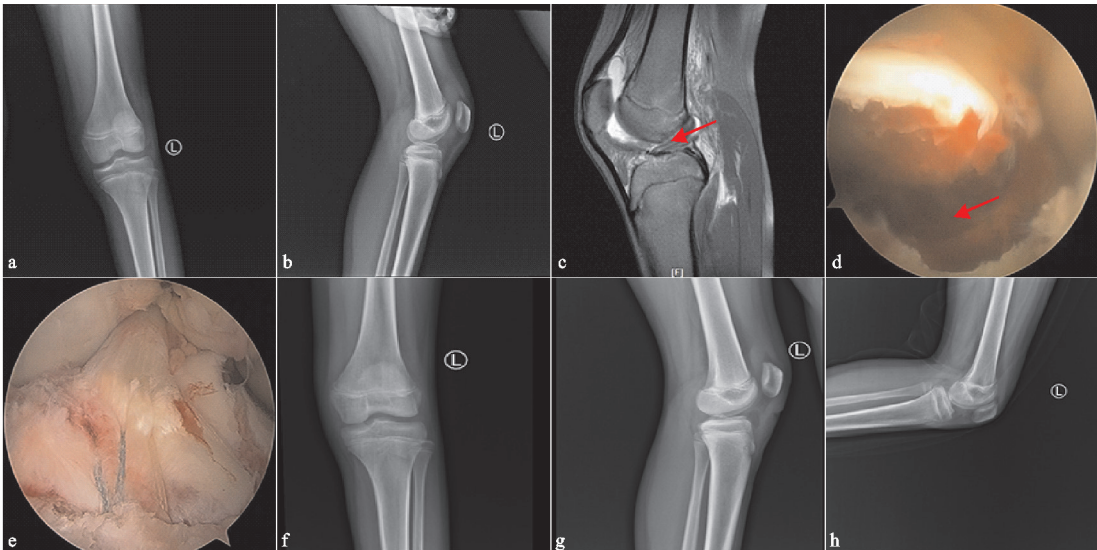
3 结果

本组 100 例前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折患者手术均获得成功,术中均未损伤相关血管或神经,术后无感染、内固定松动及下肢静脉血栓等并发症。全部患

者的手术时间平均为 $(38.6\pm7.3)\text{min}$,出院时切口均 I 期愈合。随访时间最短 6 个月,最长 18 个月,平均为 (12.2 ± 3.8) 个月。末次随访时, Lachman 试验与前抽屉试验均为阴性, Lysholm 评分、 IKDC 评分、 Tegner 评分均较术前显著提高 ($P<0.01$), 膝关节活动度较术前显著提高 ($P<0.01$) (见表 1)。影像学检查显示所有患者骨折部位复位满意,均实现解剖复位或近解剖复位并骨性愈合,内固定仍保持牢固,无髁间窝撞击病例。典型病例影像资料见图 1-图 3。

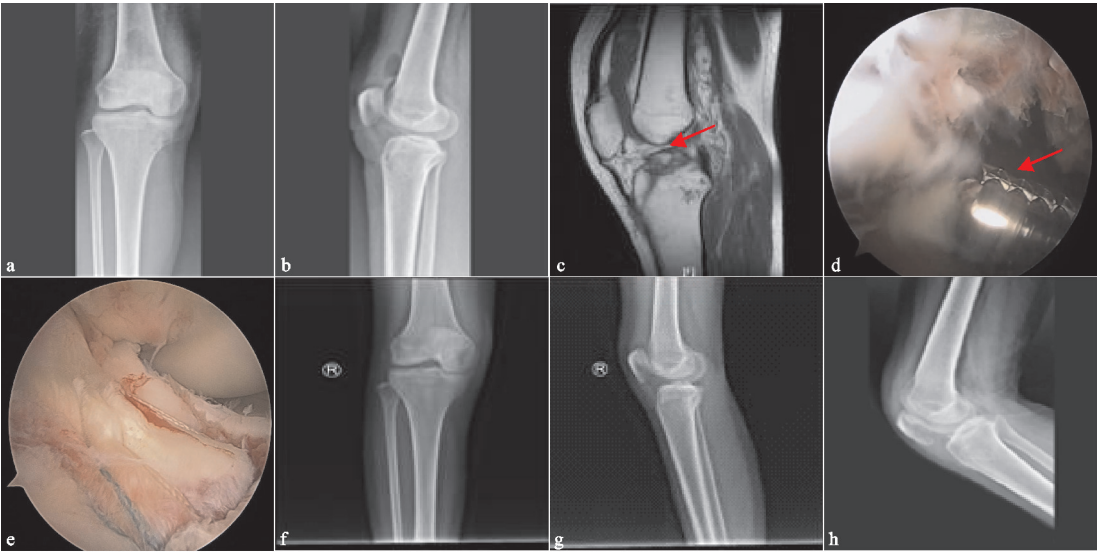
表 1 100 例患者术前及末次随访时膝关节功能评分及活动度比较 ($\bar{x}\pm s$)

时间	Lachman 试验		前抽屉试验		Lysholm 评分 /分	IKDC 评分 /分	Tegner 评分 /分	活动范围 /(°)
	阳性/例	阴性/例	阳性/例	阴性/例				
术前	100	0	100	0	45.5±6.8	35.2±5.7	4.7±2.3	72.3±4.7
末次随访	0	100	0	100	95.7±4.7	94.4±5.2	7.9±1.6	130.3±8.1
t					33.296	41.137	5.884	45.792
P	<0.001		<0.001		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001



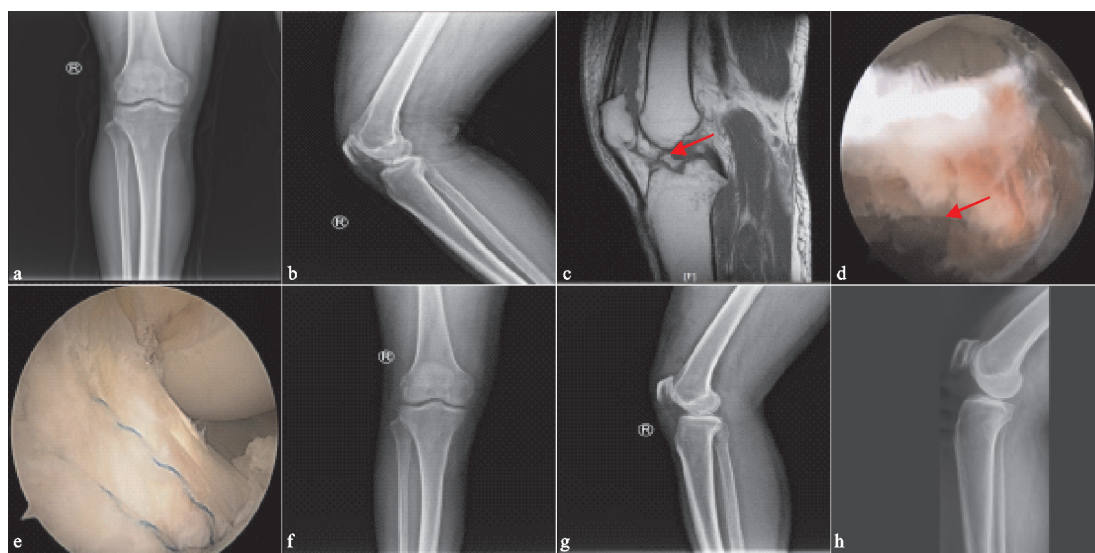
(a) 术前正位X线片; (b) 术前侧位X线片; (c) 术前MRI片, 提示前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折; (d) 关节镜下可见撕脱骨折块; (e) 完成固定后关节镜下所见; (f) 术后正位X线片; (g) 术后侧位X线片; (h) 术后6个月随访时屈膝侧位X线片, 提示愈合良好

图 1 患者 1,女,12 岁,左膝前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折,治疗前后影像学资料



(a) 术前正位X线片; (b) 术前侧位X线片; (c) 术前MRI片, 提示前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折; (d) 关节镜下可见撕脱骨折块; (e) 完成固定后关节镜下所见; (f) 术后正位X线片; (g) 术后侧位X线片; (h) 术后6个月随访时屈膝侧位X线片, 提示愈合良好

图 2 患者 2,女,21 岁,右膝前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折,治疗前后影像学资料



(a) 术前正位X线片; (b) 术前侧位X线片; (c) 术前MRI片, 提示前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折; (d) 关节镜下可见撕脱骨折块; (e) 完成固定后关节镜下所见; (f) 术后正位X线片; (g) 术后侧位X线片; (h) 术后6个月随访时屈膝侧位X线片, 提示愈合良好

图3 患者3,男,60岁,右膝前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折,治疗前后影像学资料

4 讨论

前交叉韧带是维系膝关节稳定性的重要人体构件,儿童、青少年和中老年女性是前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的易发人群,这可能与儿童或青少年该部位尚未完全发育成熟和绝经后女性易发骨质疏松有关^[10]。随着我国交通道路的日趋繁忙以及全民运动热潮的推动,也在一定程度导致了前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的发生率有所增高^[11]。基于 Meyers-McKeever-Zaricznyj骨折分型,普遍认为Ⅰ型仅需非手术治疗。而Ⅱ~Ⅳ型骨折往往存在较高的不稳定性及较大程度骨块位移,均需手术解剖复位并予以坚强内固定,Bogunovic等^[12]发现,此部分患者经非手术方法治疗后,大约有70%的病例无法恢复满意的膝关节稳定性,另有超过半数的病例主诉有膝关节打软的情况。甚至有少数专家指出,长期外固定可能诱发某些并发症,常见的如关节僵硬或患肢股四头肌萎缩等,这在一定程度上也会对患肢功能的恢复造成影响,故认为手术干预可能也适合Ⅰ型骨折^[13]。

获益于当前微创医学理念的不断深入,前交叉韧带胫骨止点骨折采用关节镜手术进行治疗成为多数骨科医生的普遍共识^[14-15]。关节镜技术不仅实现了对骨折复位操作的可视化以及提高前交叉韧带张力调节的满意度,而且对关节内存在的软骨、半月板以及其他相关结构的损伤均能获得同步有效处理。当前,前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的关节镜治疗所采用的内固定材料种类较多,其中克氏针不仅常难以获得满意固定强度,同时也有较高概率发生退钉或钉道感染等不良事件;钢丝常因韧性不佳而发生断裂;空心螺钉、带袢钢板及微型钢板这三种类型一般难以实现对多碎块骨折的理想固定,常发生髁间窝撞击,且易干扰影像学检

查,需再次手术取出;带线锚钉也常易发髁间窝撞击。相对而言,缝线技术由于其在强度与技术两方面均在近年来有较大程度提高,当前已完全能满足复位固定的张力要求,且通常也无需二次手术,临床应用日益广泛^[16]。

本组前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折患者采用关节镜下 Pushlock 锚钉结合双束高强缝线进行修复治疗的方式,最初是参考缝线固定手术结合肩袖修复双排锚钉技术的一种综合改良。术中所采用的 Arthrex 高强缝线是基于超高分子量聚乙烯、聚酯纤维以及尼龙而研制成的一种合成材料,其虽为不可吸收材质,但具有较好的组织相容性,另外其尾端采用乐泰 4014 这种医用级黏合剂,也使其较适用于软组织的缝合或结扎。一项针对粉碎性髌骨骨折手术治疗的研究发现,相较于直径 0.8 mm 钢丝,Arthrex 高强缝线在柔韧性及弹性方面具有更大优势,且还能在一定程度上简化手术操作。本研究还对目前普遍采用的“8”字缝线及领带结套扎的方式进行了改良,通过在腱骨结合部的后 1/3 位置引入缝线,可避免缝线滑脱,此外 1,2 号线如上述不同的处理方法可实现在收紧过程中分别对骨块形成点压力和面压力,此种点面结合提供力学支持的方式不仅可实现对骨块覆盖的最大化,另外也能最大程度避免骨块翘边而导致复位不佳^[17]。Pushlock 免打结锚钉主要包含有左旋聚乳酸和 β -磷酸三钙两种材料,可吸收性能较好,其置入体内后的吸收周期一般为 24~36 个月,另外该锚钉材质的生物相容性也较为理想,当前几乎未见有不良反应的报道。在拔出强度方面,Pushlock 免打结锚钉较普通带线锚钉大致高出 34%,这对维系稳定的内固定效果更为有利^[18]。

综上所述,本研究探讨了接受关节镜下 Pushlock

锚钉结合双束高强缝线重建前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 100 例患者的治疗情况,于末次随访时,所有研究对象骨折部位均达到解剖复位或近解剖复位,并实现骨性愈合,内固定未发现明显松动,无髁间窝撞击病例,膝关节功能评分和膝关节稳定性均较术前明显改善。本研究尚存在一定不足,如样本量偏少、未设置对照组及随访时间较短等,后续拟扩大样本量并延长随访时间以做进一步验证。

参考文献

- [1] KUANG S D, SU C, ZHAO X, et al. "Figure-of-Eight" suture-button technique for fixation of displaced anterior cruciate ligament avulsion fracture [J]. *Orthop Surg*, 2020, 12(3): 802-808.
- [2] DEFRADESCO C J, WILSON L, LEBRUN D G, et al. Pediatric tibial spine fractures; exploring case burden by age and sex [J]. *Orthop J Sports Med*, 2021, 9(9): 23259671211027237.
- [3] SEYEDM J M, SADEGH H S, FARZAD V, et al. Arthroscopic fixation of anterior cruciate ligament avulsion fracture using fiberwire suture with suture disc [J]. *Arthrosc Tech*, 2021, 10(7): e1709-e1715.
- [4] 孙浩源, 肖琼润, 杨国夫. 前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折治疗的研究进展 [J]. *医学综述*, 2020, 26(20): 4098-4102.
- [5] DEFRODA S F, HODAX J D, SHAH K N, et al. Tibial eminence fracture repair with double hewson suture passer technique [J]. *Arthrosc Tech*, 2017, 6(4): e1275-e1279.
- [6] SUPAMONGKOL M, PHOB G. Arthroscopic transosseous suture-bridge fixation for anterior cruciate ligament tibial avulsion fractures [J]. *Arthrosc Tech*, 2020, 9(10): e1607-e1611.
- [7] 李冰, 王新民, 吕剑, 等. 膝关节镜下复合双滑轮技术治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. *实用骨科杂志*, 2023, 29(7): 647-653.
- [8] 徐步靖, 倪健康. 钛缆和 Orthocord 缝线治疗前交叉韧带下止点撕脱骨折的疗效 [J]. *江苏医药*, 2019, 45(8): 803-807.
- [9] 吴美平, 肖渊怀, 李光富, 等. 缝线桥技术治疗前交叉韧带胫骨端止点撕脱骨折 30 例 [J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2023, 31(4): 73-79.
- [10] BLEY J A, POMAJZL R J, SMITH P A. Knotless arthroscopic reduction and internal fixation of a displaced anterior cruciate ligament tibial eminence avulsion fracture [J]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2017, 46(4): 203-208.
- [11] FRANK J S, GAMBACORTA P L. Anterior cruciate ligament injuries in the skeletally immature athlete: diagnosis and management [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2013, 21(2): 78-87.
- [12] BOGUNOVIC L, TARABICHI M, HARRIS D. Treatment of tibial eminence fractures; a systematic review [J]. *J Knee Surg*, 2015, 28(3): 255-262.
- [13] MITCHELL J J, MAYO M H, AXIBAL D P, et al. Delayed anterior cruciate ligament reconstruction in young patients with previous anterior tibial spine fractures [J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(6): 2047-2056.
- [14] ZHANG Q, YANG J, ZHAO G, et al. A new technique for arthroscopic reduction and fixation of displaced tibial intercondylar eminence fractures, using suture anchor and EndoButton system [J]. *J Orthop Surg (Hongkong)*, 2017, 25(1): 230949901668501.
- [15] LORIAUT P, MOREAU P E, LORIAUT P, et al. Arthroscopic treatment of displaced tibial eminence fractures using a suspensory fixation [J]. *Indian J Orthop*, 2017, 51(2): 187-191.
- [16] 贾岩波, 梁子红, 任逸众, 等. Arthrex 缝线联合免打结锚钉修复前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. *中国组织工程研究*, 2017, 21(3): 367-372.
- [17] 董辉详, 黄长明. 关节镜下双排锚钉固定治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24(22): 2062-2065.
- [18] 安佰京, 邢更彦. 关节镜下 Pushlock 免打结技术治疗复发性肩关节不稳临床效果分析 [J]. *中国医学前沿杂志*, 2016, 8(3): 21-24.

(收稿日期: 2023-09-08)