

# 关节镜下单通道双线技术治疗胫骨髁间棘骨折

罗杨<sup>1</sup>, 魏民<sup>2</sup>

(1. 解放军总医院第一医学中心骨科, 北京 100853; 2. 解放军总医院第四医学中心骨科医学部, 北京 100037)

**【摘要】** 目的: 探讨关节镜下单通道双线技术治疗胫骨髁间棘骨折的临床疗效。方法: 2016 年 1 月至 2020 年 4 月, 收治 22 例胫骨髁间棘骨折患者, 男 14 例, 女 8 例; 年龄 26~45(34.8±5.9) 岁; 手术时间为受伤后 5~15(11.2±4.1) d。所有患者给予关节镜下骨块复位和单通道双线技术固定。术后根据 X 线片评估骨折愈合情况, 术前及末次随访采用 Lysholm 评分、IKDC 2000 评分和抽屉试验进行临床疗效评价。结果: 22 例患者全部获得随访, 时间 12~75 (34.6±13.0) 个月。Lysholm 评分术前(30.80±9.55)分, 末次随访(89.60±2.89)分, 差异有统计学意义( $t=9.67, P<0.01$ ); IKDC 2000 术前(24.60±7.21)分, 末次随访(80.00±6.17)分, 差异有统计学意义( $t=11.41, P<0.01$ )。1 例患者抽屉试验为弱阳性。结论: 单通道双线技术可实现对髁间棘撕脱骨块的有效固定, 操作简便、创伤小, 适用于各种类型的髁间棘撕脱骨折。

**【关键词】** 关节镜; 胫骨骨折; 骨折固定术

中图分类号: R683

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.06.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Clinical outcomes of arthroscopic single-tunnel double-line technique in treating tibial intercondylar eminence fractures** LUO Yang and WEI Min\*. \*Senior Department of Orthopaedics, the Forth Medical Center of People's Liberation Army General Hospital, Beijing 100037, China

**ABSTRACT Objective:** To evaluate clinical efficacy of single-tunnel double-line technique with tendoscopy in treating tibial intercondylar eminence fractures. **Methods:** From January 2016 to April 2020, 22 patients with tibial intercondylar eminence fractures were admitted, including 14 males and 8 females with a mean age of (34.8±5.9) years old ranging from 26 to 45 years old. The mean duration from injury to surgery was (11.2±4.1) days (ranged, 5 to 15 d). All patients were treated with arthroscopic single-tunnel double-line technique. The fracture healing was evaluated according to X-ray. The Lysholm score, IKDC 2000 score and the anterior drawer test were used to evaluate efficacy before operation and at the latest follow-up. **Results:** All patients were followed up, and the duration ranged from 12 to 75 months, with an average of (34.6±13.0) months. Lysholm score was (89.60±2.89) points at the latest follow-up, showing significant difference when compared with preoperative score which was (30.80±9.55) points ( $t=9.67, P<0.01$ ). IKDC 2000 score was (80.00±6.17) points at the latest follow-up, showing significant difference when compared with preoperative score which was (24.60±7.21) points ( $t=11.41, P<0.01$ ). One patient showed weakly positive of drawer test. **Conclusion:** Single-channel double-line technique could effectively fix bone block of intercondylar eminence with advantage of easy operation and minimally invasive, which could be applied to various types of tibial intercondylar eminence fractures.

**KEYWORDS** Arthroscopy; Tibial fractures; Fracture fixation

胫骨髁间棘骨折是一种特殊的关节内骨折, 最初常见于外伤后的儿童和青少年。随着人们体育运动的增多和交通行业的发展, 各种运动损伤和交通事故增多, 成人髁间棘骨折发病率不断增加。据报道, 平均每年每 10 万人中有 3 例发生髁间棘骨折<sup>[1]</sup>。胫骨髁间棘作为前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 的止点, 发生骨折后往往会导致 ACL 起

点位置的变化, 若处理不当可能发生骨折不愈合或畸形愈合, 出现 ACL 失效或松弛, 引起膝关节不稳及屈伸功能障碍<sup>[2]</sup>。目前手术治疗胫骨髁间棘撕脱骨折的方法有多种, 其中切开复位内固定的术后并发症发生率较高, 术后疼痛持续时间及住院时间均较长<sup>[2]</sup>。因此, McLennan<sup>[3]</sup>最早在 1982 年采用关节镜技术治疗胫骨髁间棘骨折。此后随着技术和设备的快速发展, 关节镜技术已逐渐取代传统的切开复位手术, 成为治疗髁间棘骨折的金标准<sup>[4]</sup>, 因其可以更好地观察关节内损伤, 并具有创伤小、患者恢复快、并发症少的特点。同时也出现了多种镜下内固定方法, 包括金属螺钉、带线锚钉、不可吸收线及多种改

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 82074244)

Fund program: National Natural Science Foundation of China (No. 82074244)

通讯作者: 魏民 E-mail: weim301gk@sina.com

Corresponding author: WEI Min E-mail: weim301gk@sina.com

良方法,均报道了良好的临床疗效<sup>[5-8]</sup>。本研究采用了一种操作相对简单的单通道双线技术治疗胫骨髁间棘骨折,通过缝线在骨块周围建立 4 个固定点,不仅增加了固定的稳定性,也易于调整,并且无须在关节内保留金属螺钉,获得了满意的临床疗效,现报告如下。

### 1 临床资料

#### 1.1 病例选择

纳入标准:(1) 损伤 2 周内的胫骨髁间棘骨折。(2) Meyers-McKeever<sup>[9]</sup>分型 II-IV 型。(3) 影像学资料齐全并完成随访。排除标准:(1) 患肢开放性骨折,多发骨折或伴胫骨平台骨折。(2) 患肢合并需手术治疗的膝关节周围其他韧带严重损伤。(3) 既往膝关节手术史影响功能评估者。(4) 严重骨质疏松患者或伴多发性骨关节炎。

#### 1.2 一般资料

共收集 2016 年 1 月至 2020 年 4 月治疗的胫骨髁间棘骨折患者 22 例,男 14 例,女 8 例;年龄 26~45 (34.8±5.9) 岁;左膝 12 例,右膝 10 例;交通伤 12 例,运动伤 4 例,摔伤等意外伤 6 例。手术时间为受伤后 5~15 (11.2±4.1) d。根据 Meyers-McKeever 胫骨髁间棘骨折分型: II 型 10 例, III 型 9 例, IV 型 3 例。所有患者术前常规拍摄 X 线片,行三维 CT 和 MRI 检查。

### 2 治疗方法

麻醉生效后,患者取仰卧位,患肢大腿根部上止血带。下技术野常规碘酒、乙醇消毒,铺无菌巾单。患肢膝关节屈曲 90°,关节镜按常规膝关节前外侧及前内侧入路进入膝关节腔,清理关节腔内积血。清理滑膜组织显露术野,仔细清理胫骨髁间嵴撕脱骨块和骨床间瘢痕纤维组织使其新鲜化。采用探钩或刮勺初步复位骨折块,明确复位位置及 ACL 张力情况。用 ACL 胫骨隧道定位器在内侧骨折线偏前处钻取一胫骨隧道,以 4.5 mm 空心钻沿导针贯穿隧道;用肩袖缝合器 MultiFire Scorpion 将 2 根缝合线分别穿过 ACL 主体,于 ACL 前方将缝线交叉扎紧打结,打结后 4 根缝线从 4 个方向均匀绕过骨块后,由胫骨

隧道拉出。于隧道外将 4 根缝合线分别穿过微型钢板孔洞,拉紧缝线打结固定;膝关节伸直位探查,髁间棘骨折处复位良好,ACL 无移位、张力良好。最后无菌生理盐水冲洗,依次关闭切口,弹力绷带加压包扎。

术后患侧膝关节伸直位铰链支具外固定 3 周,期间患者可进行股四头肌、腓绳肌等长收缩训练;3 周后可逐渐增加膝关节活动度,范围 0°~90°,在支具保护下患肢可逐渐部分负重行走。6 周后根据 X 线骨折愈合情况,可在支具保护下完全负重行走,关节活动度可在 0°~120°;12 周后若影像学明确骨折愈合,可去除支具恢复正常行走,继续加强患肢肌肉力量及关节活动范围训练。术后 6 个月恢复正常生活和运动。

### 3 结果

#### 3.1 临床疗效评价

术后 4、8、12 周门诊拍摄膝关节正侧位 X 线片,以评估骨折愈合情况。末次随访时采用 Lysholm 等<sup>[10]</sup>膝关节评分,IKDC 2000 (International Knee Documentation Committee)膝关节主观评分<sup>[11]</sup>评价患者膝关节功能。通过前抽屉试验等体格检查,判断膝关节松弛状况。

#### 3.2 治疗结果

所有患者手术顺利,术中发现 2 例伴有胫骨平台软骨损伤,行软骨修整术;4 例合并有半月板损伤,2 例为外侧半月板前角损伤,1 例为外侧半月板后角损伤,1 例为外侧半月板前后角均有损伤,其中 2 例行射频修整成形,2 例行半月板缝合术。切口均愈合良好,无感染、神经损伤等并发症发生。

22 例获得随访,时间 12~75 (34.6±13.0) 个月。术后 3 个月复查时,髁间棘骨折均达到骨性愈合。末次随访时查体,仅 1 例前抽屉试验为弱阳性。术前与末次随访评分采用 SPSS 22.0 软件,采用配对设计定量资料 *t* 检验进行比较,末次随访时 Lysholm、IKDC 2000 评分均较术前改善。见表 1-2。随访期间,未出现锚钉松动、断裂等并发症。典型病例见图 1。

### 4 讨论

本研究所有患者在术中获得解剖复位并在 3 个

表 1 髁间棘骨折 22 例患者术前与末次随访 Lysholm 评分比较( $\bar{x}\pm s$ ,分)

Tab.1 Comparison of Lysholm score of 22 patients with tibial intercondylar eminence fractures between preoperative and the latest follow-up( $\bar{x}\pm s$ ,score)

时间	跛行	支撑	交锁	不稳	疼痛	肿胀	爬楼梯	下蹲	总分
术前	1.20±1.64	1.20±1.10	9.20±1.79	10.00±3.53	4.00±2.24	2.00±2.45	2.40±2.19	0.80±1.10	30.80±9.55
末次随访	5.00±0	5.00±0	14.00±2.24	22.00±2.74	22.00±2.74	9.20±1.79	7.60±2.19	4.80±0.45	89.60±2.89
<i>t</i> 值	5.17	7.76	24.00	4.70	14.70	7.06	2.98	8.94	9.67
<i>P</i> 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01

表 2 髁间棘骨折 22 例患者术前与末次随访 IKDC 2000 评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

Tab.2 Comparison of IKDC 2000 score of 22 patients with tibial intercondylar eminence fractures between preoperative and the latest follow-up ( $\bar{x} \pm s$ , score)

时间	无疼痛的活动	频率	程度	无肿胀的活动	程度	交锁	无软腿的活动	可参加的活动	日常活动	主观评价	总分
术前	0.46±	4.14±	4.83±	2.07±	0.46±	0.69±	0.46±	0.46±	8.05±	2.99±	24.60±
	0.63	1.03	1.89	0.51	0.63	0.63	0.63	0.63	3.15	1.03	7.21
末次随访	2.53±	11.03±	11.26±	4.14±	2.30±	1.15±	2.99±	2.07±	32.88±	9.66±	80.00±
	0.51	1.03	0.51	0.63	0.81	0.00	0.63	0.96	3.41	1.31	6.17
t 值	4.81	13.42	6.89	9.00	3.14	1.00	11.00	2.75	10.72	7.89	11.41
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	0.178	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01

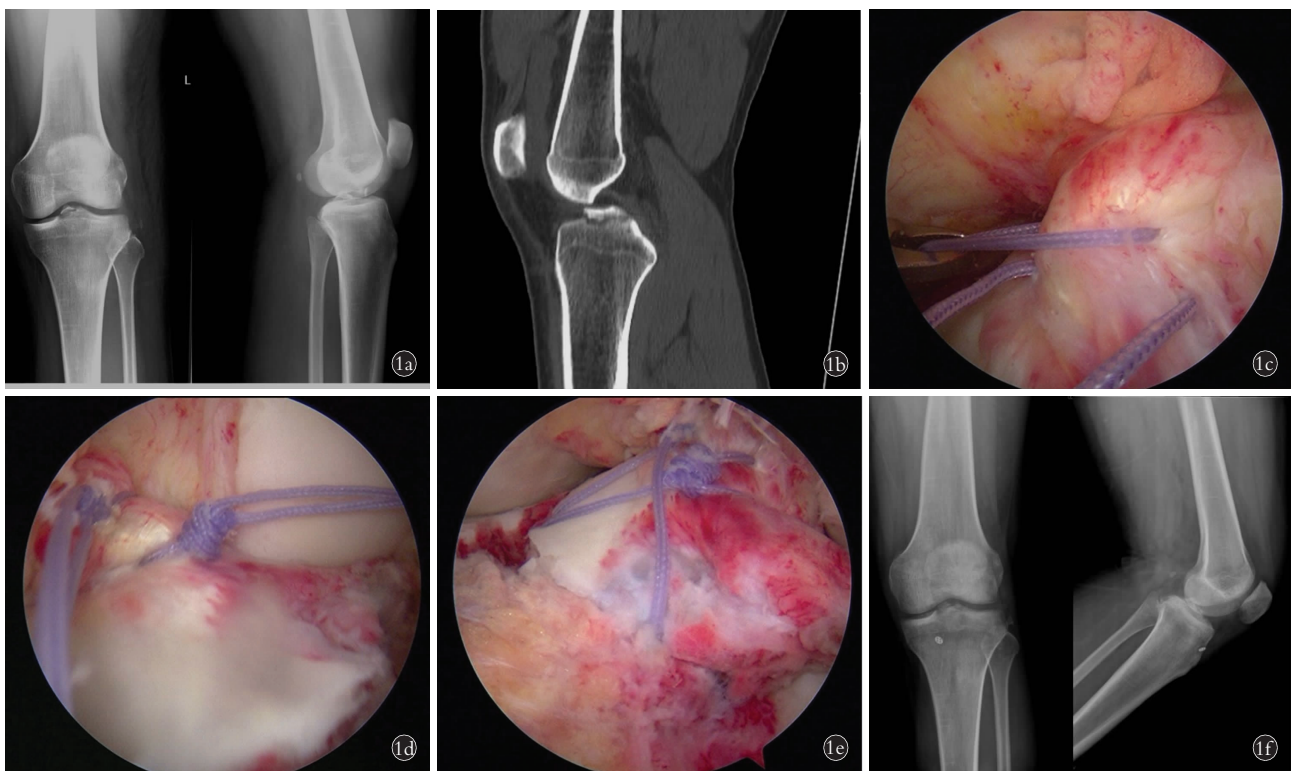


图 1 患者,男,30 岁,左膝髁间棘撕脱骨折 1a. 术前膝关节正侧位 X 线片 1b. 术前三维 CT 1c. 缝合线穿过 ACL 于骨块交界处 1d. 缝合线打结 1e. 缝线从不同方向绕过骨块 1f. 术后 3 个月 X 线片

Fig.1 A 30-year-old male patient with tibial intercondylar eminence fractures of left knee 1a. Preoperative AP and lateral X-rays of left knee 1b. Preoperative CT 1c. The suture passes through ACL at the junction of fracture block 1d. Knot the sutures 1e. Sutures go around fracture block at different directions 1f. Postoperative X-ray at 3 months

月复查时达到了骨性愈合。所有患者末次随访时 Lysholm、IKDC 2000 主观评分均较术前明显改善。末次随访时仅有 1 例膝关节前抽屉试验为弱阳性,其余患者均稳定性良好。

#### 4.1 胫骨髁间棘骨折的分型及治疗原则

根据 Meyers-McKeever 分型,可以将胫骨髁间嵴骨折分为 4 型: I 型,骨折块较小或无明显移位; II 型,骨折块前方 1/3~1/2 部分翘起,但骨块后方仍与胫骨皮质相连,侧位 X 线可见髁间棘前缘呈“鸟

嘴样”畸形; III 型,骨折块完全移位; IV 型,粉碎性骨折且移位。目前,建议对 I 型骨折采用保守治疗,用可调节的铰链式支具将膝关节固定在中立位 4~6 周,待骨块稳定后逐渐进行康复锻炼。而对于 II-IV 型骨折,通常需要手术干预,因为保守治疗无法解剖复位,可能会出现骨折不愈合或畸形愈合,引起骨折块与髁间窝的撞击、ACL 张力下降等情况,进而导致关节活动受限、关节不稳,继发半月板损伤、创伤性关节炎等并发症。同时,半月板撕裂的存在也可能

是支持手术治疗的一个依据,尤其对于Ⅱ型骨折。Feucht 等<sup>[12]</sup>的研究中,54 例患者中 20 例(37%)发现半月板损伤,外侧半月板损伤 18 例(占有半月板损伤的 90%),内侧半月板损伤 2 例(占有半月板损伤的 10%)。而破裂的半月板嵌入骨折线间会导致骨折不愈合,有研究发现<sup>[13]</sup>,在Ⅱ型骨折中半月板嵌入的发生率 26%(6/23),而Ⅲ型骨折达 65%(37/57),这类患者只能通过手术治疗。本研究中半月板损伤比例为 18%,低于上述文献报道,可能原因为本研究中的患者均为成人所致。

关于手术方式,主要包括切开复位内固定和关节镜下复位内固定。切开复位内固定可直接切开显露骨折端,在直视下进行骨折的复位和固定。但是手术切口较大,会对周围的软组织、肌肉和关节内结构造成损害,术后恢复时间长,并可能导致膝关节周围的肌肉挛缩、关节僵硬和粘连,远期甚至可能继发骨关节炎<sup>[14]</sup>。因此,关节镜手术已经取代切开复位成为治疗髌间棘骨折的金标准。

#### 4.2 关节镜下胫骨髌间棘骨折的固定方式

目前,关节镜下髌间棘骨折的内固定方式较多,包括金属螺钉、带线锚钉、不可吸收线、钢丝等,各有其不同的应用条件及利弊。

金属螺钉属于硬固定,优势在于可以早期提供足够的初始固定强度,以允许更积极的康复训练,从而改善由于制动时间过长导致的关节僵硬。Gans 等<sup>[5]</sup>研究对 38 例采用硬固定和 79 例缝合固定的患者进行比较,前者无关节纤维化发生,而后者有 6.3% 的患者发生关节纤维化。Parikh 等<sup>[15]</sup>研究也报道了良好的结果。金属螺钉固定骨块可提供牢固固定,但也存在一些局限性,其仅适用于骨块完整、直径较大的Ⅱ型和Ⅲ型骨折,如果骨块过小则会增加置钉难度和骨块劈裂的风险,因此,Ⅳ型骨折相对不适于螺钉固定。同时,金属螺钉在实际应用中还存在以下问题:如果螺钉放置的深度不够,就会导致关节软骨的撞击或损伤;对于青少年患者,螺钉穿过胫骨骨骺是会引起生长发育障碍;金属螺钉容错率较低,一旦初次螺钉置入失败,由于骨块较小,很难有机会再次置入螺钉;单个螺钉有时无法控制旋转;在骨折愈合后,有可能需要二次手术取出螺钉;如果需要翻修手术以及 ACL 重建,埋头螺钉可能会增加翻修手术难度。

带线锚钉固定技术源于肩袖撕裂的治疗,现在也逐渐被用于治疗髌间棘骨折。其优点在于可以根据骨折的类型确定置入锚钉的数量,从骨块的多个方向提供稳定的固定,并可以避免未成年患者的骨骺损伤。Liao 等<sup>[6]</sup>采用带线锚钉及不可吸收缝线技

术对髌间棘骨折进行治疗,发现两组术后 Lysholm 和 IKDC 2000 主观评分均较术前明显改善,两组功能评分无明显差异。Sawyer 等<sup>[16]</sup>用动物模型进行生物力学研究,认为锚钉的固定效果要优于传统的金属螺钉和缝线固定方法。Li 等<sup>[17]</sup>进行了成人尸体生物力学研究,结果表明,与传统的简单缝线固定和金属螺钉相比,改良的缝线套扎方法和带线锚钉均具有良好的生物力学性能。但是锚钉固定技术也存在一些缺点,当遇到患者合并有骨质疏松时,锚钉固定不确实,容易拔出;对锚钉置入的位置要求较高,尤其是关节镜操作空间有限的情况下;当初次位置不良时,重置困难。因此,这一固定方式对术者的手术技术要求较高。

应用缝线技术固定髌间棘骨折因其操作相对方便、不用二次取出、不影响术后 MRI 检查等特点,一直是很多医生的首选方法<sup>[7-8]</sup>,具有可控性强、缝合位置不好可重缝的优点。但缝线简单加压固定在早期康复阶段,会存在切割髌间棘骨折块导致固定失效的风险,Schneppendahl 等<sup>[18]</sup>对 18 例成人髌间棘骨折标本的生物力学研究中,发现采用缝线简单加压固定不能增加骨折块的初始稳定性,没有降低缝线对骨折块的切割失败率。因此,有研究<sup>[6]</sup>对传统的缝线简单加压固定方法的改良,即在 ACL 与髌间棘骨块的连接处制作套扎环,再通过胫骨骨道进行固定,这种方法不仅避免了缝线简单加压固定时对骨块的切割,也尽可能避免了缝线穿过韧带时对其可能造成的损伤。但是这种方法多数都是在胫骨上建立 2 个骨隧道,相对创伤较大,同时缝线也会对骨道间的皮质进行切割,造成固定失败。

#### 4.3 单通道双线技术的手术操作要点及优势

考虑到以上几种内固定方式的优劣,关节镜下如何方便、快速地实现骨块复位并同时给予允许早期功能锻炼的坚强固定,应该是目前髌间棘骨折研究的重点。同时,另一个需要考虑的问题是固定点的数量,虽然对此并没有明确的指导意见,但 Gamboa 等<sup>[19]</sup>报道使用 3 固定点可提供良好的解剖复位。研究中所用的单通道双线技术实际应为缝线技术的改良,最终可实现对骨块的 4 个方向固定,缝合线穿过单骨隧道后,通过微型钢板孔洞最终打结固定。

术中操作时应当注意:(1)由于在解剖学和组织学上 ACL 与外侧半月板前角有纤维交联,部分患者常伴有外侧半月板前角的撕裂<sup>[12]</sup>,因此尽量将骨道近端定位于接近半月板前角处,有利于固定骨折伴随的半月板前角损伤及处理骨块间的软组织嵌顿。(2)缝线穿入 ACL 的位置应尽量靠近韧带与骨块的连接部位,并进行打结以减少对 ACL 的切割损伤。

(3)缝线打结避免用滑结,以免在缝线收紧时线结持续加压限制韧带血运。(4)打结后的缝线为 4 根,应从不同的方向绕过骨块,以实现骨折块的均匀加压,避免骨折块倾斜或翘起,导致骨折不愈合或畸形愈合,甚至固定失败。(5)如果骨折块比较光滑,收紧缝线时缝线容易滑动改变固定方向,此时可以用髓核钳在骨折块边缘预先做小的缺口将缝线卡住避免其滑动,但要注意缺口不能太大使缝线切割骨折块。

本技术的优势总结如下:(1)胫骨端只建立 1 个骨隧道,相对于传统的双通道技术创伤小、手术时间短。(2)2 根不可吸收缝线在骨折块腱骨交界处穿过后扎紧打结,可以避免缝线对 ACL 的切割。(3)打结后的缝线可以从 4 个方向对骨块进行多平面固定,使髁间棘骨块受力更加均匀,能减少固定失败的概率。(4)使用缝合技术可控性强,若缝合位置不好可再次缝合,容错率高,尤其适用于经验较少的医生。(5)缝线从骨道穿出后使用 4 孔微型钢板固定,可以避免传统双通道技术时缝线对骨桥的切割。(6)单通道技术也可减少对青少年患者骺板的损伤。

综上所述,关节镜下单通道双线技术治疗胫骨髁间棘骨折可获得满意的临床疗效,具有操作简便、创伤小、骨块固定牢固、无须二次手术取出内固定物等优点,适用于各种类型及各年龄阶段的髁间棘骨折患者,可作为治疗这一骨折的选择之一。本研究也存在一些局限性:研究为回顾性研究,未设立对照组,下一步可进行前瞻性随机对照研究,并进行长期随访,以获得更为准确的研究结果。

#### 参考文献

- [1] Brunner S, Vavken P, Kilger R, et al. Absorbable and non-absorbable suture fixation results in similar outcomes for tibia intercondylar eminence fracture in children and adolescents[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016, 24(3): 72-729.
- [2] Watts CD, Larson AN, Milbrandt TA. Open versus arthroscopic reduction for tibial eminence fracture fixation in children[J]. *J Pediatr Orthop*, 2016, 36(5): 437-439.
- [3] McLennan JG. The role of arthroscopic surgery in the treatment of fractures of the intercondylar eminence of the tibia[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1982, 64(4): 477-480.
- [4] Ezechieli M, Schafer M, Becher C, et al. Biomechanical comparison of different fixation techniques for reconstruction of tibial avulsion fractures of the anterior cruciate ligament[J]. *Int Orthop*, 2013, 37(5): 919-923.
- [5] Gans I, Baldwin KD, Ganley TJ. Treatment and management Outcomes of tibial eminence fractures in pediatric patients: a systematic review[J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42(7): 1743-1750.
- [6] Liao W, Li ZL, Zhang H, et al. Arthroscopic fixation of tibial eminence fractures: a clinical comparative study of nonabsorbable sutures versus absorbable suture anchors[J]. *Arthroscopy*, 2016, 32(8): 1639-1650.
- [7] 董佩龙, 唐晓波, 王健, 等. 关节镜下缝线 8 固定成人前交叉韧带胫骨止点骨折的疗效分析[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2014, 8(6): 756-760.
- [8] 董佩龙, 唐晓波, 王健, 等. 关节镜下缝线 8 固定成人前交叉韧带胫骨止点骨折的疗效分析[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2014, 8(6): 756-760. Chinese.
- [8] 吴国林, 赵胜春, 陈红卫, 等. 关节镜下双通道双根线固定治疗胫骨髁间棘骨折疗效分析[J]. *中国骨伤*, 2018, 31(7): 621-626.
- [9] WU GL, ZHAO SC, CHEN HW, et al. Arthroscopic treatment of tibial intercondylar ridge avulsion fracture with double root line double tunnel fixation technique[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2018, 31(7): 621-626. Chinese with abstract in English.
- [9] Meyers MH, McKeever FM. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1970, 52(8): 1677-1684.
- [10] Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale[J]. *Am J Sports Med*, 1982, 10(3): 150-154.
- [11] Poul P, Weizel L, John CR. Critical evaluation of different scoring systems of the knee[J]. *Sports Med Arthrosc Rev*, 2002, 10: 183-190.
- [12] Feucht MJ, Brucker PU, Camathias C, et al. Meniscal injuries in children and adolescents undergoing surgical treatment for tibial eminence fractures[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25(2): 445-453.
- [13] Kocher MS, Micheli LJ, Gerbino P, et al. Tibial eminence fractures in children: prevalence of meniscal entrapment[J]. *Am J Sports Med*, 2003, 31(3): 404-407.
- [14] Tudisco C, Giovarruscio R, Febo A, et al. Intercondylar eminence avulsion fracture in children: long-term follow-up of 14 cases at the end of skeletal growth[J]. *J Pediatr Orthop B*, 2010, 19(5): 403-408.
- [15] Parikh SN, Myer D, Eismann EA. Prevention of arthrofibrosis after arthroscopic screw fixation of tibial spine fracture in children and adolescents[J]. *Orthopedics*, 2014, 37(1): e58-e65.
- [16] Sawyer GA, Anderson BC, Paller DA, et al. Biomechanical analysis of suture bridge fixation for tibial eminence fractures[J]. *Arthroscopy*, 2012, 28(10): 1533-1539.
- [17] Li J, Yu Y, Liu CH, et al. Arthroscopic fixation of tibial eminence fractures: a biomechanical comparative study of screw, suture, and suture anchor[J]. *Arthroscopy*, 2018, 34(5): 1608-1616.
- [18] Schneppendahl J, Thelen S, Gehrman SA, et al. Biomechanical stability of different suture fixation techniques for tibial eminence fractures[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012, 20(10): 2088-2093.
- [19] Gamboa JT, Durrant BA, Pathare NP, et al. Arthroscopic reduction of tibial spine avulsion: suture lever reduction technique[J]. *Arthrosc Tech*, 2017, 6(1): e121-e126.

(收稿日期: 2021-08-21 本文编辑: 连智华)