

· 临床论著 ·

后交叉韧带胫骨撕脱骨折两种固定的比较

张绍华, 张青松*, 汤明, 廖广阳, 李涛, 方禹舜, 李亚楠, 谈鸿飞

(武汉市第四医院运动医学科, 湖北武汉 430030)

摘要: [目的] 比较螺钉与双排锚钉缝线桥固定后交叉韧带胫骨止点骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2016 年 1 月—2021 年 12 月在本院手术治疗的 72 例急性后交叉韧带胫骨止点骨折患者的临床资料。依据骨折情况, 43 例采用切开复位松质骨螺钉垫圈固定(螺钉组), 另外 29 例采用切开复位双排锚钉缝线桥固定(缝线桥组)。比较两组围手术期情况、随访及影像结果。[结果] 两组均顺利完成手术, 均无神经、血管损伤等并发症。螺钉组手术时间显著少于缝线桥组 [(53.8±10.1) min vs (65.2±11.1) min, $P<0.05$], 两组切口长度、术中透视次数、术后引流量、下地时间、切口愈合等级、住院时间的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。随访时间平均 (12.6±2.9) 个月, 两组恢复完全负重活动时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术后随时间推移, 两组 VAS、Lysholm 和 IKDC 评分, 以及膝 ROM 和后抽屉试验均显著改善 ($P<0.05$), 相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。影像方面, 对于骨折块横径>10 mm 亚组, 两组复位均为优, 但对于骨折块横径≤10 mm 亚组, 缝线桥组骨折复位质量显著优于螺钉组 [优/良/差, (21/0/0) vs (13/2/2), $P<0.05$]。两组骨折愈合时间和 K-L 分级的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 螺钉和双排锚钉缝线桥固定后交叉韧带胫骨撕脱骨折均可取得较好的临床效果, 但对于骨折块横径≤10 mm 或者粉碎性骨折, 建议行双排锚钉缝线桥固定可取得更好的骨折固定效果。

关键词: 后交叉韧带, 撕脱骨折, 松质骨螺钉, 双排锚钉缝线桥

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 04-0320-06

Comparison of two fixation methods for posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture // ZHANG Shao-hua, ZHANG Qing-song, TANG Ming, LIAO Guang-yang, LI Tao, FANG Yu-shun, LI Ya-nan, TAN Hong-fei. Department of Sports Medicine, Wuhan Fourth Hospital, Wuhan 430030, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical efficacy of screw and washer versus double-row anchor suture bridge for open reduction and internal fixation (ORIF) of posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture. [Methods] A retrospective study was conducted on 72 patients who received ORIF for acute posterior cruciate ligament tibial avulsion fractures in our hospital from January 2016 to December 2021. According to the fracture conditions, 43 patients had fracture fixed by screw and washer (the screw group), while the remaining 29 patients were fixed by double-row anchor suture bridge (the suture bridge group). The perioperative conditions, follow-up and imaging documents were compared between the two groups. [Results] All patients in both groups were operated on successfully with no serious complications, such as nerve and vascular injury. The screw group was significantly less than that of suture bridge group regarding operation time [(53.8±10.1) min vs (65.2±11.1) min, $P<0.05$], although there were no statistically significant differences in incision length, intraoperative fluoroscopy times, postoperative drainage volume, ambulation time, incision healing grade, and hospital stay between the two groups ($P>0.05$). The mean follow-up time was (12.6±2.9) months, and there was no significant difference between the two groups in the time to return to full weight-bearing activities ($P>0.05$). The VAS, Lysholm and IKDC scores, as well as knee ROM and posterior drawer tests were significantly improved in both groups over time after surgery ($P<0.05$), which were not statistically significant between the two groups at any time points accordingly ($P>0.05$). Radiographically, the fracture with fragment diameter > 10 mm all got proper reduction, but in those with the fragment diameter ≤10 mm, the suture bridge group was significantly better than the screw group in term of reduction quality [excellent/good/poor, (21/0/0) vs (13/2/2), $P<0.05$]. However, there were no statistically significant differences in fracture healing time and K-L grading accordingly between the two groups ($P>0.05$). [Conclusion] Both screw-washer and double-row anchor suture bridge fixation for posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture do achieve better clinical outcomes. However, for fracture with fragment diameter ≤10 mm or comminuted fracture, the double-row anchor suture bridge fixation might be the better selection.

Key words: posterior cruciate ligament, avulsion fracture, cancellar bone screw, double-row anchor suture bridge

DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.04.06

作者简介: 张绍华, 主治医师, 研究方向: 运动医学, (电话) 13554409370, (电子信箱) 1273820279@qq.com

* 通信作者: 张青松, (电话) 18627858073, (电子信箱) zhpine@126.com

后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 是维持膝关节稳定的重要结构, 当屈曲位, 膝关节受到从前到后的暴力时, 会导致胫骨止点的撕脱骨折^[1]。目前对移位明显的胫骨止点撕脱骨折, 建议行手术治疗, 手术方式包括关节镜手术及切开手术, 固定方式包括螺钉、锚钉、缝线等, 各种治疗方式, 各有优劣^[2, 3]。其中切开手术, 操作相对简单, 视野暴露好, 可在直视下精准复位固定骨折, 仍然是很多医生的首选治疗方式。本院 2016 年 1 月—2021 年 12 月分别采用后路切开松质骨螺钉及双排锚钉缝线桥固定治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折, 现对两种治疗方式的疗效进行比较, 报告如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 有明确外伤史; (2) 90°屈膝位后抽屉试验分度为 II 度或 III 度; (3) 影像显示 PCL 胫骨撕脱骨折, Meyers-McKeever 分型为 II 型或 III 型者 (图 1a, 1b; 图 2a, 2b)^[4]。

排除标准: (1) PCL 实质部及股骨止点损伤, 需手术处理者; (2) 合并关节内半月板、软骨损伤、前交叉韧带损伤需关节镜处理; (3) 骨折累及胫骨平台关节面且有塌陷者; (4) 受伤至手术时间>3 周; (5) 随访资料不全。

1.2 一般资料

回顾性分析 2016 年 1 月—2021 年 12 月在本院进行后内侧入路切开复位内固定治疗的后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的患者的临床资料, 共 72 例符合上述标准, 纳入本研究。根据术前医患沟通结果, 其中 43 例采用松质骨螺钉结合垫圈内固定, 29 例采用双排锚钉缝线桥内固定。两组患者术前一般资料见表 1, 两种患者年龄、性别、BMI、受伤至手术时间、侧别、Meyers-McKeever 骨折分型的差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 缝线桥组骨折块分类粉碎所占比率及骨折块横径 ≤ 10 mm 所占比率均显著高于螺钉组 ($P<0.05$)。本研究经医院伦理委员会批准 (KY2022-110-01), 患者及其家属知情并同意手术。

1.3 手术方式

螺钉组: 椎管内麻醉, 俯卧位, 沿膝关节内侧倒“L”形切口, 分离皮肤、皮下组织, 分离腓肠肌内侧面及半腱肌间隙, 将腓肠肌内侧面连同腓窝内神经、血管一起拉向外侧, 屈曲膝关节, 切开膝关节后方关节囊, 暴露分离胫骨止点骨折断端及部分后交叉韧带

纤维, 清理骨折断端血凝块, 直视下复位骨折块, 克氏针垂直骨折块临时固定, 钻孔, 1~2 枚松质骨全螺纹实心螺钉结合垫圈固定骨折块 (图 1c, 1d), 冲洗伤口, 放置引流, 缝合伤口。

表 1 两组患者术前一般资料比较
Table 1 Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	螺钉组 (n=43)	缝线桥组 (n=29)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	47.8 \pm 10.9	43.3 \pm 11.2	0.092
性别 (例, 男/女)	29/14	21/8	0.428
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	24.0 \pm 2.3	23.3 \pm 2.3	0.989
受伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	10.0 \pm 3.4	10.3 \pm 4.5	0.731
侧别 (例, 左/右)	20/23	16/13	0.471
骨折分型 (例, II/III)	12/31	8/21	0.597
骨折块 (例, 单块/粉碎)	43/0	22/7	<0.001
骨折块直径 (例, >10 mm/ \leq 10 mm)	26/17	8/21	0.006

缝线桥组: 暴露分离 PCL 胫骨止点骨折断端及部分后交叉韧带纤维同上, 清理骨折断端血凝块, 于撕脱骨床前上方, 置入 1 枚内排锚钉, 将锚钉尾线依次布局穿过 PCL 腱骨结合处, 复位骨折块, 将缝线均匀覆盖在骨折块上方, 在骨折块以远, 胫骨后方斜坡下置入 1 枚外排锚钉, 并收紧固定内排锚钉缝线, 将骨折块均匀固定在骨床上 (图 2c, 2d), 测试 PCL 张力, 冲洗伤口, 放置引流, 缝合伤口。

两组患者, 均屈膝 30°石膏托固定, 石膏托上使用后垫, 防止胫骨后向沉降。术后即刻开始进行踝泵、股四头肌收缩锻炼, 术后 4 周拆除石膏, 开始被动膝关节屈伸活动锻炼。要求术后 6 周活动度: 0°~90°, 术后 8 周活动度: 0°~120°。根据骨折愈合情况, 术后 6 周开始部分负重行走, 逐步在 8~10 周过渡至完全负重行走。

1.4 评价指标

记录围手术期资料。采用完全负重活动时间、膝关节活动度 (range of motion, ROM)、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、膝关节 Lysholm 评分、国际膝部委员会评分 (International Knee Documentation Committee, IKDC)、90°屈膝位后抽屉试验评估膝关节功能。行影像检查, 骨折复位情况, 优为解剖复位, 良为移位<2 mm, 差为移位 \geq 2 mm。评估骨折愈合情况, 采用 Kellgren-Lawrence (K-L) 分级评估骨关节炎改变。



图 1 患者，女，49 岁，胫骨止点撕脱骨折，行螺钉结合垫圈内固定 PCL，同时 1 枚锚钉修复内侧副韧带。1a: 术前 CT 可见 Meyer-Mc Keever 分型为 II 型，骨折块横径>10 mm；1b: 术前 MRI 可见后交叉韧带松弛，体部完整，胫骨止点撕脱骨折；1c, 1d: 术后半年正侧位 X 线片可见骨折愈合可，骨折解剖复位，Kellgren-Lawrence 分级 I 级，关节间隙可疑变窄，可疑骨赘形成。

Figure 1. A 49-year-old female underwent screw and washer fixation for PCL tibial avulsion fracture, with medial collateral ligament repaired simultaneously with an anchor. 1a: Preoperative CT scan showed a Meyers-McKeever type II fracture with fragment in diameter more than 10 mm; 1b: Preoperative MRI showed relaxation of the posterior cruciate ligament with intact ligament body, and tibial avulsion fracture; 1c, 1d: X-rays in anteroposterior and lateral views at 6 months postoperatively showed fracture healed in anatomical position, in Kellgren-Lawrence grade I, with suspected narrowing of joint space and suspected osteophyte formation.

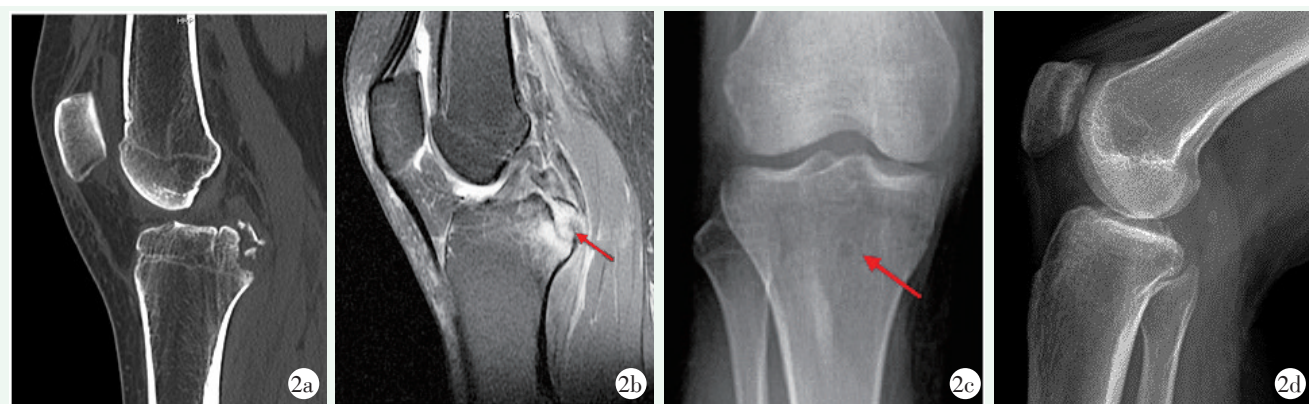


图 2 患者，女，41 岁，胫骨止点撕脱骨折，行双排锚钉缝线桥内固定 PCL。2a: 术前 CT 可见 Meyer-Mc Keever 分型为 III 型，粉碎性骨折；2b: 术前 MRI 可见后交叉韧带松弛，体部迂曲，胫骨止点撕脱骨折；2c, 2d: 术后 3 个月正侧位 X 线片可见骨折愈合可，骨折解剖复位，正位 X 线片可见外排锚钉置入位置 (→)，Kellgren-Lawrence 分级 0 级。

Figure 2. A 41-year-old female underwent double-row suture-bridge fixation of PCL tibial avulsion fracture. 2a: Preoperative CT scan showed Meyers-McKeever type III comminuted fractures; 2b: Preoperative MRI showed relaxation of the posterior cruciate ligament with tortuous body and tibial avulsion fractures; 2c, 2d: X-rays in anteroposterior and lateral views 3 months postoperatively showed fracture healed in anatomical position, the lateral anchor was visible on the anteroposterior view (→), with Kellgren-Lawrence grade of 0.

1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 进行统计学分析，计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较采用独立样本 t 检验，组内比较采用方差分析；计数资料采用 χ^2 检验或校正 χ^2 检验，等级资料采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期结果

两组患者均顺利完成手术，两组均无神经、血管损伤等严重并发症。围手术期资料见表 2，两组切口长度、术中透视次数、术后引流量、切口愈合等级、下地时间及住院时间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)，但螺钉组手术时间显著少于缝线桥组 ($P < 0.05$)。

螺钉组 3 例出现下肢静脉血栓，其中 1 例同时出现肺栓塞；缝线桥组 2 例出现下肢静脉血栓，无肺栓

塞者；两组患者经过抗凝治疗后均好转。两组各出现 2 例伤口红肿、渗出，经过抗炎、换药后好转，其余均甲级愈合。

表 2 两组患者围手术期资料比较

指标	螺钉组 (n=43)	缝线桥组 (n=29)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	53.8±10.1	65.2±11.1	<0.001
切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	7.5±1.2	7.3±1.1	0.500
术后引流量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	107.7±24.7	106.3±20.1	0.810
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	1.3±0.5	1.2±0.4	0.375
术后下地时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.6±0.7	3.7±0.6	0.385
下肢静脉血栓 [例 (%)]	3 (7.0)	2 (6.9)	0.683
伤口愈合 (例, 甲/乙)	41/2	27/2	0.532
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	8.6±1.5	9.2±1.8	0.148

2.2 随访结果

两组患者均获随访 8~23 个月，平均 (12.6±2.9) 个月。两组随访结果见表 3。两组完全负重活动时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术后随时间推移，两组 VAS 评分显著减少 ($P<0.05$)，Lysholm 评分、IKDC 评分和膝 ROM 显著增加 ($P<0.05$)，后抽屉试验显著改善 ($P<0.05$)。相应时间点，两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

至末次随访时，螺钉组和缝线桥组，分别有 4 例和 2 例后抽屉试验 I 度松弛，螺钉组 2 例后抽屉试验 II 度松弛，无特殊不适，定期随访中。

2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4。两组之间骨折复位质量总体比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)，在骨折块横径 >10 mm 的亚组患者中，两组均复位质量优；在骨折块横径 ≤ 10 mm 亚组患者中，缝线桥组骨折复位质量显著优于螺钉组 ($P<0.05$)。至末次随访，两组间均无内置物移位、断裂，骨折处均骨性愈合，两组骨折愈合时间的差异无统计学意义 ($P<0.05$)。与术前相比，末次随访两组 K-L 分级无显著变化 ($P>0.05$)，相应时间点，两组间 K-L 分级的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

3 讨论

PCL 胫骨止点骨折，多见于摩托车的挡板伤或运动损伤^[5]。PCL 胫骨止点部分位于关节囊外，撕脱骨折后，PCL 牵拉卡顿的软组织及关节囊使骨折自行复

位困难，容易导致骨折不愈合^[6]。后交叉韧带的松弛，进而引起后向及旋转不稳定，最终会导致膝关节的退变。故对移位骨折，建议积极进行手术治疗，Zhao 等^[7]提出，撕脱骨折移位 >5 mm，即应行手术治疗。

表 3 两组患者随访结果与比较

指标	螺钉组 (n=43)	缝线桥组 (n=29)	P 值
完全负重活动时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	62.4±5.6	63.0±4.5	0.634
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	4.0±1.0	3.7±0.5	0.132
术后 6 个月	0.4±0.6	0.5±0.6	0.427
末次随访	0.5±0.6	0.4±0.5	0.416
P 值	<0.001	<0.001	
Lysholm 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	37.9±4.9	39.7±5.4	0.147
术后 6 个月	89.8±4.0	88.4±2.7	0.100
末次随访	90.8±3.9	89.6±3.5	0.167
P 值	<0.001	<0.001	
IKDC 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	39.6±4.6	38.7±3.6	0.402
术后 6 个月	89.0±3.7	89.8±3.4	0.362
末次随访	90.3±2.5	90.6±3.0	0.576
P 值	<0.001	<0.001	
膝 ROM ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)			
术前	61.3±10.4	57.5±8.2	0.100
术后 6 个月	128.7±6.5	130.3±5.0	0.258
末次随访	128.5±7.1	130.3±5.4	0.245
P 值	<0.001	<0.001	
后抽屉实验 (膝, 0/1+/2+/3+)			
术前	0/0/32/11	0/0/23/6	0.632
术后 6 个月	39/3/1/0	28/1/0/0	0.335
末次随访	37/4/2/0	27/2/0/0	0.333
P 值	<0.001	<0.001	

目前，PCL 胫骨止点骨折的治疗，主要有关节镜及切开治疗两种。其中关节镜下手术，手术创伤相对较小，并可同时处理关节内损伤等^[8, 9]。但关节镜手术也有其局限性：首先关节镜技术要求相对较高，学习曲线较长；其次由于镜下操作视野和操作范围的局限性，解剖复位相对较难^[1]，神经血管损伤风险更高^[10]；再次复位不适于大块骨折、移位较大的骨折及陈旧性骨折^[11]；最后关节镜下操作，尽管创伤似乎更小，但临床疗效上并没有明显的优势，反而有临

床研究表明, 切开手术手术时间更短, 术后疼痛更轻^[12]。关节僵硬是 PCL 胫骨止点骨折手术最常见的并发症, Hooper 等^[2]及 Song^[3]的综述研究均表明, 关节镜手术和切开手术具有相似的临床效果, 而切开组的术后关节僵硬发生率更低。考虑后路切开手术, 通过肌间隙入路, 仅暴露和固定骨折片, 而对周围的组织影响相对较小, 也可能和切开手术, 复位固定相对关节镜更牢靠, 可早期积极康复有关。故开放手术操作简单, 暴露清晰, 复位精准, 固定可靠, 仍然是大多数医生的首选。

表 4 两组患者影像资料比较

Table 4 Comparison of imaging data between the two groups

指标	螺钉组 (n=43)	缝线桥组 (n=29)	P 值
骨折复位质量 (例, 优/良/差)	39/2/2	29/0/0	0.093
>10 mm	26/0/0	8/0/0	ns
≤10 mm	13/2/2	21/0/0	0.021
骨折愈合时间 (周, $\bar{x} \pm s$)	13.3±1.8	12.6±1.8	0.092
K-L 分级 (膝, 0/I/II/III/IV)			
术前	29/12/2/0/0	20/7/2/0/0	0.950
术后 6 个月	28/14/1/0/0	20/6/3/0/0	0.934
末次随访	25/15/3/0/0	16/10/3/0/0	0.734
P 值	0.608	0.498	

本研究分别采用螺钉及双排锚钉进行切开复位治疗 PCL 胫骨止点骨折。螺钉组选用 3.5 mm 的全螺纹实心松质螺钉结合垫圈进行固定, 而在以往的研究中, 多采用半螺纹空心拉力螺钉进行固定^[11, 13, 14], 操作相对简单, 也取得了较好的效果。但相比全螺纹松质钉, 半螺纹空心钉把持力相对较弱, 固定不够牢靠, 有固定失败及退钉的风险^[15, 16]。另外相同外径的实心钉强度也强于空心钉, 固定更牢靠, 也利于术后早期的康复功能锻炼, 但在置钉时, 由于没有导针引导, 要尤其注意螺钉的置入方向。

螺钉固定, 是予以骨块直接加压, 达到坚强固定的目的, 操作简单, 但也有相应缺陷。首先螺钉比较适合于大块的骨折, 对于体积较小及粉碎性骨折, 可以尝试通过垫圈增加部分固定面积, 但普通环形垫圈无法控制骨折块的旋转稳定性, 其次螺钉自身拧入过程中, 有导致骨折块破裂的风险^[17], 在本研究中有 4 例螺钉用于骨折块横径≤10 mm 的患者中, 出现骨折块劈裂, 增加了手术的不确定性, 尽管术中用缝线进行了加强缝合固定, 后期复查仍复位欠佳, 其中 2 例患者出现后抽屉试验 II 度松弛。而在锚钉缝线桥固

定组, 无论骨折片的大小均可实现解剖复位, 内排锚钉通过缝线复位固定骨折片, 还可以根据骨折块的粉碎情况, 选用二线或者三线锚钉, 通过设计分布缝线的布局, 能在多个平面上对粉碎的骨折块进行复位固定, 双排锚钉缝线桥相比单排锚钉的点式接触固定, 大大增加了骨折端的接触面积, 更有利于骨折的愈合。故对粉碎性骨折及骨折块横径≤10 mm, 作者认为双排锚钉缝线桥技术相比螺钉固定更可靠, 尽管在本研究中, 无论螺钉组还是缝线桥组, 末次随访相比术前都取得了较好的临床效果, 并且两组之间比较无差异, 这可能与样本例数较少及随访时间较短有关系。而且在生物力学上, 双排锚钉的缝线桥技术, 比关节镜下胫骨隧道缝线技术, 在循环负荷下, 有更小的骨折移位, 是一种比较可靠的骨折缝线固定方式^[18], 既往研究也表明双排锚钉缝线桥技术良好的手术效果^[19, 20]。其次锚钉固定对骨骺未闭的儿童骨折治疗更有优势^[21], 在本研究中, 1 例 15 岁的女性患儿, 分别在骨骺上下进行锚钉固定, 避免了对骨骺的损伤; 虽然在本研究中, 螺钉固定组患者未出现膝关节深部的疼痛等异物刺激感, 而在既往的研究中, 有患者出现此类不适, 而需行内固定取出^[22], 而锚钉不需要二次取出, 无金属内固定物残留, 亦不影响以后膝关节的其他手术操作及 MRI 等相关检查。

综上所述, 螺钉和双排锚钉缝线桥固定治疗后交叉韧带胫骨撕脱骨折均可取得较好的临床效果, 但对于骨折块横径≤10 mm 或者粉碎性骨折, 建议行双排锚钉缝线桥固定可取得更好的骨折固定效果。

参考文献

- [1] Katsman A, Strauss EJ, Campbell KA, et al. Posterior cruciate ligament avulsion fractures [J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2018, 11 (3): 503-509. DOI: 10.1007/s12178-018-9491-2.
- [2] 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. DOI: 10.1177/0363546517701911.
- [3] Song JG, Nha KW, Lee SW. Open posterior approach versus arthroscopic suture fixation for displaced posterior cruciate ligament avulsion fractures: systematic review [J]. *Knee Surg Relat Res*, 2018, 30 (4): 275-283. DOI: 10.5792/ksrr.17.073.
- [4] White EA, Patel DB, Matcuk GR, et al. Cruciate ligament avulsion fractures: anatomy, biomechanics, injury patterns, and approach to management [J]. *Emerg Radiol*, 2013, 20 (5): 429-440. DOI: 10.1007/s10140-013-1121-0.
- [5] Schulz MS, Russe K, Weiler A, et al. Epidemiology of posterior cruciate ligament injuries [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2003, 123 (4): 186-191. DOI: 10.1007/s00402-002-0471-y.

- [6] 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. DOI: 10.1177/03635465030310031301.
- [7] Zhao J, He Y, Wang J. Arthroscopic treatment of acute tibial avulsion fracture of the posterior cruciate ligament with suture fixation technique through Y-shaped bone tunnels [J]. *Arthroscopy*, 2006, 22 (2): 172-181. DOI: 10.1016/j.arthro.2005.10.020.
- [8] 张青松, 李涛, 方禹舜, 等. 关节镜下“人”字缝线固定治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2016, 18 (11): 998-1000. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2016.11.015.
- Zhang QS, Li T, Fang YS, et al. Arthroscopic treatment of posterior cruciate ligament avulsion fracture with knotted suture [J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2016, 18 (11): 998-1000. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2016.11.015.
- [9] Tang J, Zhao J. Arthroscopic suture-to-loop fixation of posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture [J]. *Arthroscopy techniques*, 2021, 10 (6): e1595-e1602. DOI: 10.1016/j.eats.2021.02.029.
- [10] Sundararajan SR, Joseph JB, Ramakanth R, et al. Arthroscopic reduction and internal fixation (ARIF) versus open reduction internal fixation (ORIF) to elucidate the difference for tibial side PCL avulsion fixation: a randomized controlled trial (RCT) [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy*, 2021, 29 (4): 1251-1257. DOI: 10.1007/s00167-020-06144-9.
- [11] 刘炜洁, 陈峰, 叶发刚, 等. 改良 Burks-Schaffer 入路切开复位空心钉固定与关节镜下 Endobutton 带袢钢板固定治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的疗效比较 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2019, 21 (5): 378-383. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2019.05.003.
- Liu WJ, Chen F, Ye FG, et al. Open reduction and fixation with cannulated screws via the modified Burks-Schaffer approach versus arthroscopic Endobutton plating for avulsion fracture of the tibial attachment of the posterior cruciate ligament [J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2019, 21 (5): 378-383. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2019.05.003.
- [12] 林义才, 罗高斌, 罗颖丽, 等. 关节镜下与切开固定治疗后交叉韧带胫骨止点骨折的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (8): 673-677. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.08.01.
- Lin YC, Luo GB, Luo YL, et al. Arthroscopic versus open reduction and internal fixation for tibial avulsion fracture of posterior cruciate ligament [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2019, 27 (8): 673-677. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.08.01.
- [13] 吴旅, 陈前永. 关节镜与切开手术治疗后交叉韧带胫骨止点骨折的疗效比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (10): 880-884. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.10.04.
- Wu L, Chen QY. Arthroscopic versus open reduction and internal fixation for tibial avulsion fracture of posterior cruciate ligament [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2019, 27 (10): 880-884. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.10.04.
- [14] Joshi S, Bhatia C, Gondane A, et al. Open reduction and internal fixation of isolated posterior cruciate ligament avulsion fractures: clinical and functional outcome [J]. *Knee Surg Relat Res*, 2017, 29 (3): 210-216. DOI: 10.5792/ksrr.17.022.
- [15] Qi H, Lu Y, Li M, et al. Open reduction and internal fixation of the tibial avulsion fracture of the posterior cruciate ligament: which is better, a hollow lag screw combined with a gasket or a homemade hook plate [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23 (1): 143. DOI: 10.1186/s12891-022-05096-0.
- [16] Yang CK, Wu CD, Chih CJ, et al. Surgical treatment of avulsion fracture of the posterior cruciate ligament and postoperative management [J]. *J Trauma*, 2003, 54 (3): 516-519. DOI: 10.1097/01.Ta.0000047048.37775.32.
- [17] Sabat D, Jain A, Kumar V. Displaced posterior cruciate ligament avulsion fractures: a retrospective comparative study between open posterior approach and arthroscopic single-tunnel suture fixation [J]. *Arthroscopy*, 2016, 32 (1): 44-53. DOI: 10.1016/j.arthro.2015.06.014.
- [18] Forkel P, Lacheta L, von Deimling C, et al. Modified suture-bridge technique for tibial avulsion fractures of the posterior cruciate ligament: a biomechanical comparison [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140 (1): 59-65. DOI: 10.1007/s00402-019-03278-5.
- [19] Pandey V, Mathai N, Varshini A, et al. Management of comminuted tibial end bony avulsion of posterior cruciate ligament by open posterior approach using suture bridge technique: A case series [J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2017, 8 (Suppl 2): S36-s39. DOI: 10.1016/j.jcot.2017.09.011.
- [20] 潘江, 温亮, 林源, 等. 双排锚钉线桥技术固定后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的疗效分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2014, 22 (12): 1077-1080. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2014.12.05.
- Pan J, Wen L, Lin Y, et al. Curative effects analysis on the surgical treatment for tibial avulsion fracture of the posterior cruciate ligament with double-row suture-bridge technique [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2014, 22 (12): 1077-1080. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2014.12.05.
- [21] Kanayama T, Nakase J, Asai K, et al. Suture bridge fixation for posterior cruciate ligament tibial avulsion fracture in children [J]. *Arthroscopy Tech*, 2022, 11 (4): e609-e613. DOI: 10.1016/j.eats.2021.12.012.
- [22] Shino K, Nakata K, Mae T, et al. Arthroscopic fixation of tibial bony avulsion of the posterior cruciate ligament [J]. *Arthroscopy*, 2003, 19 (2): E12. DOI: 10.1053/jars.2003.50062.

(收稿:2023-03-22 修回:2023-08-09)

(同行评议专家:陈滨,付国建,冯飞,彭磊)

(本文编辑:闫承杰)