

单锚钉张力带技术治疗后交叉韧带胫骨附着点骨折锚定点安全距离的初步研究

陈亮^{1△} 高大伟¹ 吴宇峰¹ 陈景杨¹

[摘要] **目的:**探讨利用单枚外排锚钉张力带技术,微创手术治疗后交叉韧带(Posterior Cruciate Ligament,PCL)胫骨附着点撕脱性骨折,外排钉锚定点的安全距离及其临床效果。**方法:**收集 2018 年 2 月至 2020 年 1 月就诊的所有后交叉韧带胫骨附着点撕脱性骨折病例,并采用单枚外排锚钉张力带技术微创手术治疗,术中利用肩袖缝合推结器牵引锚定缝线,确认与骨床边缘最佳距离,在骨块解剖复位并且稳固后,确定锚定点。术后随访观察骨折愈合、膝关节功能恢复及并发症发生情况,汇总分析锚定点的安全距离对术后临床效果的影响。**结果:**20 例后交叉韧带胫骨附着点撕脱性骨折的患者采用单枚外排锚定张力带技术行微创手术治疗,其中男 12 例,女 8 例;年龄 19~61 岁;右膝 15 例,左膝 5 例。所有患者均获得随访,随访时间 12~18 个月,术口 I 期愈合。骨折均 I 期愈合,愈合时间 8~12 周。外排钉锚定点最佳安全距离为距离骨床边缘 0.6~1.0 cm;术后 6 个月患侧 Lysholm 膝关节评分为(94.5±1.4)分,健侧为(96.7±1.7)分;双侧 Lysholm 膝关节评分的差异无统计学意义($t=0.668, P=0.13$)。无内固定失效、创伤性关节炎等并发症发生。**结论:**单锚钉张力带技术治疗 Meyers-McKeever II、III 型 PCL 胫骨止点撕脱骨折,充分利用了锚钉缝线及后交叉韧带的张力,通过平行四边形法则,诸力的合力又形成对骨折端的下压力,确保骨折端的稳定并有利于骨质的修复,该方法具有骨折复位好,术后关节功能恢复早,手术时间短、创伤小,无需二次手术拆除内固定等优点。

[关键词] 后交叉韧带附着点;单锚钉张力带;安全距离

[中图分类号] R683.42 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2021)06-0013-04

A Study of Anchor Point Safety Distance in the Treatment of PCL Tibial Attachment Point Fracture by Single-Anchor Tension Band Surgical Treatment

CHEN Liang^{1△} GAO Dawei¹ WU Yufeng¹ CHEN Jingyang¹

¹Zhongshan Hospital of Traditional Chinese Medicine,Zhongshan 528400,Guangdong China.

Abstract Objective: To explore the clinical efficacy and the anchor point safety distance in the treatment of posterior cruciate ligament (PCL) tibial attachment point fracture by minimally invasive single-anchor tension band technique. **Methods:** All patients with avulsion fracture of tibial attachment point of PCL from February 2018 to January 2020 were collected and treated with a single-anchored tension band technique and minimally invasive surgery. During the operation, the rotator cuff suturing pusher was used to pull the anchoring suture to confirm the best distance from the edge of the bone bed. When the bone was anatomically reset and stabilized, the anchor point was determined. Postoperative follow-up observation of fracture healing, knee function recovery and complications occurred were recorded. The impact of the safety distance of the anchor point on the postoperative clinical efficacy was discussed by summary analysis. **Results:** 20 patients

(12 males and 8 females) of avulsion fracture of tibial attachment point of PLC were treated with a single efflux anchored tension band technique and minimally invasive surgery. There were 15 cases of right knee, 5 cases of left knee. The age ranged from 19 to 61 years old. All patients were followed up. All wounds achieved first union. Each patient's follow-up time was 12 to 18 months. All fractures healed by first intention and the healing time was 8 to 12

基金项目:2020 年度中山市第一批社会公益与基础研究项目(2020B1058)

中山市新型研发机构产业化项目(2016F2FC0019)

科技部 2018 重点研发项目(2018YFB1105600)

¹ 广东省中山市中医院(广东 中山,528400)

[△]通信作者 E-mail:chenliang211@163.com

weeks. The best safe distance for the anchor point of the outer row of nails was within 0.6 to 1.0 cm from the edge of the fracture line. Six months after the operation, the Lysholm score of the affected knee joint was (94.5 ± 1.4) points and the score of unaffected side was (96.7 ± 1.7) points. But they did not achieve statistical significance ($t=0.668$, $P=0.13$). The fractures healed in all cases with good function of joint, and without screw loosening or traumatic arthritis. **Conclusion:** Minimally invasive single-anchor tension band technique treats PCL tibial avulsion fractures (the type of Meyers-McKeever II and III) by using the tension of the anchor suture and the posterior cruciate ligament. The resultant force which is conducive to stability during the bone repair will create pressure under the fracture end by the parallelogram rule. This method has the advantages of stabler internal fixation, the more satisfactory recovery of articular function, fewer operative trauma, shorter operation time. The technique does not need to have a second operation to remove the internal fixation.

Keywords: posterior cruciate ligament attachment point; band of single anchor tension; safe distance

膝关节后交叉韧带(Posterior Cruciate Ligament, PCL)胫骨附着点撕脱性骨折是临床较常见的损伤,但如治疗不及时会严重影响膝关节的稳定和活动^[1],进而引发创伤性关节炎等并发症,临床中比较一致的观点认为 Meyers-McKeever II、III型则建议手术治疗^[2]。

单锚钉张力带技术常应用于髌骨下极骨折,近來有研究者提出对常见的 PCL 胫骨附着点撕脱性骨折手术治疗行类似于治疗髌骨下极骨折的单锚钉张力带技术,采用该技术治疗后可显著改善膝关节活动度及膝关节 Lysholm 评分^[3]。因此,本科从 2016 年开始比较各种治疗 PCL 胫骨附着点撕脱性骨折的内固定手术方法,包括关节镜下复位内固定、双排锚钉缝线桥、单排锚钉缝线桥、经骨隧道固定、空心拉力螺钉固定^[4]、纽扣钢板固定^[5]等。通过临床实践,笔者发现应用单枚外排钉超强缝线形成张力带固定的方法,具有手术操作简便、骨块可解剖复位、固定可靠、愈合及功能恢复快、创伤小、手术时间短等优点,故从 2018 年开始,笔者总结单枚外排锚钉张力带技术治疗 PCL 胫骨附着点撕脱性骨折的方法,发现锚钉距离骨床外缘的锚定距离对临床工作具有实际参考意义,经过临床病例分析逐步确定了锚定的最佳安全范围,并对其临床疗效和安全性进行分析,现报告如下。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

2018 年 2 月至 2020 年 1 月本院门诊和急诊收治的 PCL 胫骨附着点撕脱性骨折,属 Meyers-McKeever II、III 型的手术治疗的患者 20 例。

1.2 纳入标准

1) 膝关节明显外伤史; 2) 病程在 1~3 周之内的 PCL 胫骨止点撕脱骨折; 3) 骨折移位 > 1 mm 或 Meyer-McKeever II 型及以上; 4) MRI 显示 PCL 实质部完整。

1.3 排除标准

1) 合并胫骨平台其他部位及膝关节周围骨折;

2) 合并前交叉韧带损伤需重建; 3) 合并后外侧结构损伤及 II 度以上内侧副韧带损伤; 4) 膝关节软骨退变 Kellgren-Lawrence III 级及以上^[6]。

1.4 方法

1.4.1 手术方法 采用硬膜外麻醉,体位取俯卧位。在膝关节后内侧以膝横纹为标记,沿腓肠肌内上缘弧形向内下做切口,从半腱肌与腓肠肌内侧头之间疏松组织进入,将腓肠肌内侧头及血管、神经束向外牵开,显露后关节囊,切开后关节囊,进入膝关节腔,清理骨折端瘀血及骨床后,以 2 根施乐辉超强缝线,分别于 PCL 胫骨联合部足印区,外 2/3 区域的内外侧分别十字缝合,两线尾线等长对齐。保持屈膝 30° 位,2 根四束缝线穿入肩袖缝合推结器,适当牵引缝线,保持后韧带张力的条件下复位后交叉韧带胫骨止点的骨折块,直视下检查骨折端复位满意后,在保持缝线牵引张力下,以肩袖缝合推结器自骨床边缘,紧贴胫骨近端后侧骨面向远端滑行,当推结器口与骨床外缘之间缝线将要出现弓弦征时,记录此时推结器口与骨床外缘的距离。此处到距离骨床外缘 5.5 mm(笔者使用的是施乐辉 5.5 mm 肌腱韧带固定锚钉)处,即为锚定点的最佳安全范围。电刀标记锚定点后,依次开路锥开路、将尾线穿入施乐辉 5.5 mm 肌腱韧带固定锚钉孔后,锚钉置入 2 个螺纹深度,牵引收紧缝线、下压撕脱骨块使之复位,骨折复位后调整缝线位置,保持 PCL 张力,利用平行四边形法则,使缝线牵引力与 PCL 张力形成的斜向下(正好垂直于骨折线)的下压力维持骨折块复位位置,将锚钉完全锤入后,检查骨折端位置满意,缝线张力适中、无切割、弓弦,屈伸膝关节骨折端无松动,膝关节稳定,旋转锚钉手柄尾部旋钮锁紧缝线(见图 1)。

1.4.2 术后处理 术后采用膝关节可调节固定支具于伸直位固定患肢 2 周。术后第 1 天,即开始行股四头肌功能锻炼,术后 2 周开始膝关节被动屈膝功能锻炼,术后 4 周,在支具保护下主动屈膝功能锻炼,开始

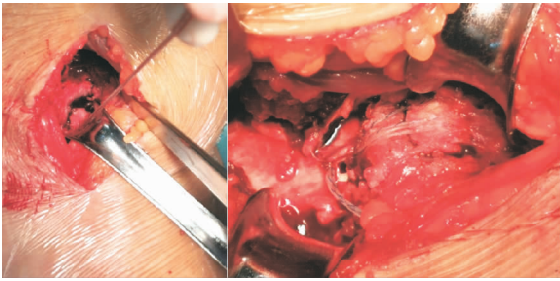


图 1 术中牵引复位—外排钉收紧张力带固定
部分负重行走；术后 6 周，复查 X 线片提示骨折愈合，
支具保护下完全负重行走；术后 3 个月，拆除支具后膝
关节正常屈伸活动。

1.4.3 随访 患者出院后定期随访。于术后 2 周、4 周、8 周、6 周、12 周、6 个月、12 个月门诊随访，主要观察患者膝关节功能恢复情况、骨折端位置及愈合情况。

1.5 评价方法

1)手术前、手术后 6 个月的膝关节 Lysholm 评分^[7]:分值为 0~100 分,95 分以上为优秀,94~85 分为良好,84~65 分为尚可,小于 65 分为差。2)手术后 2 周及 6 个月患者满意度:手术后对自身膝关节功能恢复满意的病例数与总病例数的比值,数值越高说明患者对此治疗方案越满意。3)手术前、手术后 2 d、8 周、12 周、6 个月、12 个月骨折端修复前后形态:采用 X 射线、CT 及 MRI 影像学检查手段观察骨折端对位的情况,明确固定是否牢固及骨折端愈合状况。

1.6 统计学方法

采用 SPSS19.0 软件进行统计分析,计数资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两样本均数行 t 检验, $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

本组 20 例患者,其中男 12 例,女 8 例;年龄 19~61 岁,平均 (32.7 ± 5.3) 岁;左膝 5 例,右膝 15 例。致伤原因:车祸 11 例,摔伤(包括高处摔落、平地滑倒、骑车摔倒)9 例。病程 1 d~2 周,平均 5 d。手术时间为 (30.0 ± 17.5) min,术后无感染、创伤性关节炎、内固定失效等并发症。患者均获得随访,随访时间 12~18 个月;骨折均 I 期愈合,愈合时间 8~12 周。外排钉锚定点最佳安全距离为距离骨床边缘 0.6~1.0 cm;术后 2 周患者满意度为 89%,术后 6 个月患者满意度为 100%;术后 6 个月,患侧 Lysholm 膝关节评分为 (94.5 ± 1.4) 分,健侧为 (96.7 ± 1.7) 分;双侧 Lysholm 膝关节评分的差异无统计学意义($t = 0.668$, $P = 0.13$)。手术前后行 CT 检查比较,骨折端接近解剖复位。

术后患侧与健侧膝关节功能评分比较见表 1。

3 讨论

膝关节后交叉韧带胫骨附着点撕脱骨折是膝关节

表 1 术后 6 个月膝关节 Lysholm 评分比较($\bar{x} \pm s$)

侧别	屈膝角度/(°)	伸膝角度/(°)	Lysholm 评分/分
患侧	135.6 ± 4.7	-1.2 ± 2.1	94.5 ± 1.4
健侧	136.2 ± 4.1	-1.9 ± 1.6	96.7 ± 1.7
<i>P</i>	0.602	0.45	0.13

创伤中较为常见而又特殊的骨折类型,PCL 周围结构复杂,其胫骨止点骨折后,往往因为软组织或半月板等的嵌顿,造成移位的骨折块难以自行复位,失治、误治可能导致后交叉韧带松弛、关节不稳、并发创伤性关节炎等^[3]。目前膝关节后交叉韧带胫骨附着点撕脱骨折的分型主要依据 Meyers-McKeever 分型,比较统一的观点认为 I 型建议保守治疗,其余类型均建议早期行手术治疗^[2,8-9]。手术治疗总体上可分为开放手术和关节镜下手术两种。最早由 Kim 等^[10]首次报道关节镜辅助下治疗 PCL 胫骨止点骨折,并取得良好的临床疗效。但随着研究的深入人们发现关节镜下治疗亦有缺陷,如对于胫骨止点粉碎性骨折,术中难以实现解剖复位。Gwinner 等^[11]报道关节镜下手术具有复位困难,操作复杂,易损伤腘窝神经血管,存在固定失败的风险。马武秀等^[12]报道关节镜下手术内固定治疗 PCL 胫骨止点骨折,具有微创、可同时治疗合并的半月板损伤、取出关节游离体等优势,但该技术学习周期较长,操作复杂,对医师技术要求较高,且存在内固定失效的风险。

膝关节后交叉韧带胫骨附着点撕脱骨折目前常见的固定方式包括双锚钉缝线桥固定、单外排钉线桥固定、锚钉结合胫骨骨隧道固定、空心螺钉固定、可吸收螺钉固定及微型钢板固定。其中带线锚钉固定术中一般需在骨折块上穿孔,将缝线穿过撕脱骨折块,若患者骨质疏松或者骨块较小、粉碎,则存在二次骨折的风险;在固定打结过程中,若松紧度掌握不够理想,则难以进行二次调节,有锚钉拔出的风险。空心螺钉固定由于需螺钉穿过骨块固定,拧紧的过程中存在骨块碎裂、二次骨折的风险,且术中如导针位置不理想需反复透视、多次在骨块上钻孔,易导致骨块碎裂,对于粉碎性骨折及骨块较小的病例不适合,术后需二次住院手术取出内固定物。可吸收螺钉技术操作要求较高,且本身强度不足,容易出现断钉或固定不牢。张中兴等^[13]报道在胫骨平台骨折端内置入 1~2 枚 5 mm 带线锚钉,用克氏针在撕脱骨折块上钻 2~4 个孔,缝线穿过钻孔后缝合韧带,打结固定,取得满意效果,但由于其术中需在骨折块钻孔,如撕脱骨折块较小或骨质条件差,依然存在骨块碎裂风险,且锚钉植入体内取出较困难,如发生再骨折又会增加手术难度及时间。缪国平等^[14]应用空心螺钉固定 PCL 胫骨止点撕脱骨折块,但对于骨块偏小、骨质条件差的患者依然存在骨块

再骨折的问题。陈广栋等^[15]应用自主研发的新型固定支撑接骨板固定,通过将后交叉韧带编织缝合后固定在内固定物上,取得了良好效果,但金属内植物仍然面临骨折愈合后是否取出的问题,且术中需在钢板上拧入螺钉,该螺钉较细小、拧入深度受限,对固定强度有一定影响。权松涛等^[3]采用单枚外排锚钉结合 Orthocord 缝合线线桥内固定治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折,取得了良好的效果,避免了以上内固定物的缺点,但有研究者报道单外排钉线桥固定属偏心单侧固定,理论上存在骨折块移位可能^[16]。笔者自 2017 年以来对各种内固定方式进行理论学习和研究,并经过临床手术操作中的不断摸索,发现单枚外排钉固定膝关节后交叉韧带胫骨附着点撕脱骨折,锚钉置入点的位置对固定的效果影响较大,偏离安全范围的单外排锚钉固定属偏心固定,其相当于是外移了 PCL 的止点,且此时缝线易出现弓弦征,易造成近端骨缘翘起,甚至翻转,当膝关节屈曲角度较大时缝线对骨折块的压迫固定效应减弱甚至丧失,增加骨折块移位风险。而当锚钉的锚定点在安全范围以内的时候,由于骨折块同时受到锚钉缝线向后下的牵张力、PCL 韧带向前上方的牵张力、骨折端接触面的相对位移产生的向前的摩擦力等力的综合作用,依据力的平行四边形原理与力矩的关系,这一力的合成与分解的原理,作用在 PCL 止点骨块上的诸力的综合作用下,最终形成接近垂直于骨折线的合力,从而确保骨折端复位的稳定,同时腱骨联合部与缝线结合,当膝关节屈伸活动时产生类似张力带的原理,对骨折块形成持续弹性的挤压,既保证了骨折端的稳定性,又避免了缝线的刚性造成骨折块碎裂。术中笔者以肩袖缝合推结器,作为牵引器牵引缝线,自骨床边缘,紧贴胫骨近端后侧骨面向远端滑行,当推结器口与骨床外缘之间缝线将要出现弓弦征时,记录此时推结器口与骨床外缘的距离。此处到距离骨床外缘 5.5 mm 处(笔者使用的是施乐辉 5.5 mm 肌腱韧带固定锚钉),即为锚定点的最佳安全范围。综合 20 例患者术中的测试数据,笔者发现距离骨床边缘 0.6~1.0 cm 为最佳安全距离。当然,这个距离也是相对的,术中还是要根据具体患者局部骨折位置及形态,在置入锚钉前检查缝线张力、观察缝线与胫骨近端骨皮质的贴合度,以不出现弓弦征、距离骨床边缘一个锚钉直径以上距离为度。同时需要注意,该技术不适宜于骨折块或骨床后缘骨质碎裂的患者,因其容易引起缝线切割及张力带失效骨块滑动。

综上所述,应用单锚钉张力带技术治疗 Meyers-McKeever II、III 型 PCL 胫骨附着点撕脱骨折,充分利用了锚钉缝线跟后交叉韧带的张力,通过平行四边形法则,诸力的合力又形成对骨折端的弹性下压力,

确保骨折端的稳定并有利于骨质的愈合,其具有骨折复位好,术后关节功能恢复早,手术时间短、创伤小,无需二次手术拆除内固定等优点;但这种技术对外排锚钉的位置要求较高,锚钉位置过远易出现弓弦效应,导致骨块近端翘起、滑动移位,锚钉位置过近易导致骨床豁裂、锚钉脱出。在严格掌握适应证及锚定点安全距离的前提下,是一种安全有效的手术方法,较其他固定方式优势明显。但本研究受限于样本量及随访时间的限制,对患者远期效果及缝线-韧带张力带局部的生物力学^[17]状况,有待于后续长期随访和进一步深入研究。

参考文献

- [1] KATSMAN A, STRAUSS E J, CAMPBELL K A, et al. Posterior cruciate ligament avulsion fractures [J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2018, 11(3): 503-509.
- [2] 王凌,冯德宏,路通,等.关节镜下“8”字缝线固定法治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2013, 28(2): 161-162.
- [3] 权松涛,蔡利涛,杨明路,等.单枚外排锚钉结合 Orthocord 缝合线线桥内固定治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折[J]. *中医正骨*, 2017, 29(9): 52-53.
- [4] 陈巍,李彬,郑磊,等.关节镜下空心螺钉治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱性骨折 18 例[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2016, 24(7): 58-59.
- [5] 江波,严力军.微创纽扣钢板固定胫骨平台后交叉韧带附着点撕脱骨折 32 例[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2019, 27(8): 50-52.
- [6] 覃志,秦煜,黄玉文,等.关节镜下缝线“8”字捆扎固定治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折疗效探讨[J]. *中国临床新医学*, 2020, 13(6): 560-564.
- [7] BENGTSSON J, MÖLLBORG J, WERNER S. A study for testing the sensitivity and reliability of the Lysholm knee scoring scale [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1996, 4(1): 27-31.
- [8] 廖亮,王开明,杨德顺,等.后交叉韧带胫骨止点附着部撕脱骨折的手术治疗体会[J]. *中国矫形外科杂志*, 2010, 18(21): 1842-1843.
- [9] 郝鹏,程华,杜传超.关节镜下“8”字缝线与带线锚钉治疗胫骨髁间棘撕脱骨折的效果比较[J]. *创伤外科杂志*, 2016, 18(5): 300-302.
- [10] KIM S J, SHIN S J, CHO S K, et al. Arthroscopic suture fixation for bony avulsion of the posterior cruciate ligament [J]. *Arthroscopy*, 2001, 17(7): 776-780.
- [11] GWINNER C, KOPF S, HOBURG A, et al. Arthroscopic treatment of acute tibial avulsion fracture of the posterior cruciate ligament using the tight rope fixation device [J]. *Arthrosc Tech*, 2014, 9(3): e377-e382.