

# 后交叉韧带撕脱骨折行关节镜下缝合桥固定术的康复评定及预后分析

杨树龙<sup>1</sup>, 任向宇<sup>1</sup>, 刘哲<sup>1</sup>, 王天达<sup>1</sup>, 张腾<sup>1</sup>, 李昊鑫<sup>1</sup>, 齐岩松<sup>2,3\*</sup>, 张忠<sup>1,3\*</sup>

1. 乌海市人民医院运动医学科, 乌海 016000

2. 内蒙古自治区人民医院骨科中心, 呼和浩特 010017

3. “中华医学会医师培训工程—中华运动康复医学培训工程”内蒙古培训中心, 呼和浩特 010017

**摘要** 后交叉韧带撕脱骨折(PCLAF)的术后康复期易发生膝关节不稳定、活动受限等并发症, 预后不佳, 关节镜下双排锚钉缝合桥固定术是治疗 PCLAF 的新型技术。以 PCLAF 患者为对象, 旨在明确急性期行双排锚钉缝合桥 PCLAF 固定术的安全性、疗效及功能预后。利用后抽屉试验(PDT)、后移距离评估膝关节后向稳定性, 检测膝关节活动度(ROM), 采用国际膝关节文献委员会(IKDC)评分、Lysholm 评分及重返运动率评价患者的预后。康复评定结果显示, 术后 3 个月 CT 示骨质愈合良好, 术后 1 年与 1.5 年的 PDT 阳性率、后移程度、ROM、Lysholm、IKDC 评分较术前均恢复良好, 且未见差异, 但术后 1.5 年的重返运动率显著高于术后 1 年。说明 PCLAF 患者在急性期行关节镜下双排锚钉缝合桥手术的骨质愈合好, 康复进展顺利, 术后 1 年即可恢复膝关节功能, 预后佳, 术后 1.5 年时 76.5% 的患者已重返体育运动。

**关键词** 康复评定; 双排锚钉缝合桥技术; 后交叉韧带撕脱骨折; 骨质愈合; 膝关节后向稳定性; 膝关节活动度; 重返运动; 功能预后

膝关节后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 的功能是维持关节在运动过程中的后向稳定性及旋转稳定性。PCL 撕脱骨折 (PCL avulsion fracture, PCLAF) 是 PCL 撕裂的一种特殊类型,

发生于 PCL 的胫骨止点。PCLAF 对关节功能及运动功能的影响极大, 由于胫骨止点的骨折块位于关节囊外, 易发生软组织嵌顿<sup>[1]</sup>, 保守治疗的失败率相对较高<sup>[2]</sup>, 即使进行了 PCLAF 手术, 由于复位操作

收稿日期: 2023-02-14; 修回日期: 2023-07-19

基金项目: 内蒙古自治区科技创新引导项目; 国家自然科学基金面上项目 (81960399)

作者简介: 杨树龙, 副主任医师, 研究方向为关节外科手术技术, 电子信箱: yangshulong2008@163.com; 齐岩松 (共同通信作者), 副主任医师, 副研究员, 研究方向为运动医学临床与基础, 电子信箱: malaqinfu@126.com; 张忠 (通信作者), 主任医师, 研究方向为运动医学及运动康复, 电子信箱: 15771318822@163.com

引用格式: 杨树龙, 任向宇, 刘哲, 等. 后交叉韧带撕脱骨折行关节镜下缝合桥固定术的康复评定及预后分析[J]. 科技导报, 2023, 41(23): 64-71; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2023.23.009

困难,患者术后康复期也常发生膝关节不稳定、膝关节粘连、活动受限等问题,功能预后不佳。

术后康复及预后功能是制定 PCLAF 手术策略的关键考量因素。PCLAF 手术治疗的目的是恢复 PCL-胫骨止点的完整性,重建韧带功能。由于韧带实质部通常较为完整,新鲜 PCLAF 通过对撕脱骨块的复位固定即可恢复腱-骨完整性,预后关节功能良好<sup>[3-4]</sup>。对于急性 PCLAF,一期手术可能更有利于患者的康复和预后。近年来,关节镜下行 PCLAF 固定术逐渐成为主流趋势,通过直视下对骨折块的复位及固定,恢复腱骨连续性,具有创伤小、复位精准等优势<sup>[5-6]</sup>。关节镜下双排锚钉缝合桥技术是治疗 PCLAF 的新技术,其既往已应用于肩袖撕裂等疾病的手术治疗中,长期的临床实践已证明其安全性好,疗效理想。相较于传统的缝线悬吊固定术,缝合桥技术治疗 PCLAF 具有固定可靠、抗拉强度大、增加骨块与骨床接触面积、避免关节液渗入、促进腱-骨愈合的优点<sup>[7-8]</sup>。现阶段,关于关节镜下双排锚钉缝合桥治疗 PCLAF 的研究比较有限,以病例报告居多,缺乏系统的前瞻性临床研究及中长期随访研究,患者术后的康复状态及预后功能尚未可知。本研究为中期随访研究,旨在评价关节镜下双排锚钉缝合桥技术治疗 PCLAF 的安全性、功能康复及预后。

## 1 方法

### 1.1 研究对象

本研究为随访研究,将 2020 年 1 月至 2022 年 5 月期间,于乌海市人民医院运动医学科诊断为 PCLAF 并接受关节镜手术的患者作为研究对象。纳入标准:(1)年龄 18~39 岁,身体质量指数( $I_{\text{bm}}$ ) $\leq 31 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ;(2)急性 PCLAF,时间 $<3$ 周<sup>[9]</sup>;(3)符合 PCLAF 手术指征,Mayers-McKever 分型 II~III 型,骨折块部分或完全移位;(4)单膝且 PCLAF 为唯一损伤;(5)在签署知情同意后同意参与本研究。排除标准:(1)关节周围骨折;(2)PCL 再撕裂;(3)下肢骨折、韧带断裂和手术史;(4)中重度膝关节骨性关节炎,Kellgren-Lawrence 分级 $>2$ 级;(5)系统性疾病,如类风湿关节炎、痛风、帕金森

病、糖尿病等。本研究为观察性研究,已获得乌海市人民医院伦理委员会的批准(IRB 伦理批号:KS-ob202171)。

### 1.2 关节镜下双排锚钉缝合桥技术

关节镜手术均由同一位高年资医师操作完成。患者仰卧位行腰麻,常规使用下肢止血带。关节镜经股骨内侧髁外侧壁与前交叉韧带(ACL)之间的间隙进入后内关节囊,在长针辅助下,制备标准后内入路及高位后内入路。将刨刀置入后关节囊后清理骨折床,注意保护连续性良好的纤维,试行复位。经高位后内入路,于撕脱骨床前缘将 4.5 mm 骨锥敲入开路,之后拧入一颗可吸收内排锚钉(4.5 mm Healix BioCryl Rapide 缝线锚钉,Depuy Mitek),自锚钉缝线纸板上取下 2 根 2 号 orthocord 缝线,将 2 根缝线 4 端各做 1 股,穿针后依次将 4 股缝线穿过腱-骨交界处,并保证每条缝线之间的间距相等。再次定位于骨床后缘以远约 1.5 cm 处的胫骨近端,使用 4.0 mm 斯氏针钻孔后敲入 5.5 mm 骨锥开路,将刚才的 4 股缝合线同时穿过外排锚钉(5.5 mm, Healix Advance BioCryl Rapide 免打结缝合锚,Depuy Mitek),屈膝 90°进行 PCLAF 的复位,同时在保持缝线轻微绷紧的同时,顺时针转动手柄将锚钉压入骨面直至标志线,确认骨折固定牢固后,剪断缝线尾端,冲洗探查后,手术结束。

### 1.3 术后康复

术后第 2 天开始,指导患者在支具的保护下行股四头肌的主动收缩锻炼。2 周内膝关节伸直固定,2 周后每周屈膝角度增加 30°,第 5 周屈膝角度达 90°;第 6 周后膝关节锻炼时去除支具,部分承重活动时支具保护;第 8 周屈膝角度达 120°。第 8 周患肢单拐部分承重行走,第 10 周弃拐完全承重活动,并拆除外固定支具。

### 1.4 随访

随访开始日期为患者手术日期,随访结束时间为患者死亡/失访/再次手术/随访终点中最先发生的事件。分别在术后 1 年、1.5 年随访,行膝关节核磁共振成像(MRI)检查。记录随访过程中出现的并发症,包括感染、关节僵硬、肿胀、再断裂等不良反应。临床资料采用双人录入数据方式进行质量控制。

### 1.5 术后康复评定

术后3个月行CT检查,观察PCLAF患者术后的骨质愈合情况。

术后1年、1.5年,利用后抽屉试验(post drawer test, PDT)评估关节后向的稳定性, PDT结果分为:正常(-, 后移<5 mm),可疑松弛( $\pm$ , 后移在5~10 mm),松弛(+, 后移>10 mm)。利用KT-2000测量膝关节的后向松弛度(后移):屈膝70°检测,通过与健侧进行比较可分为4级,0级为正常(<1 mm)、1级(1~5 mm)、2级(5~10 mm)、3级(>10 mm)<sup>[10]</sup>。

测量术后1年、1.5年的膝关节活动度(range of motion, ROM),评价患者是否发生了膝关节伸膝受限(knee flexion contracture, KFC)或膝关节屈曲受限(knee flexion limitation, KFL),记录相应的角度。正常情况下KFC $\leq 5^{\circ}$ <sup>[11-12]</sup>, KFC可分为4个级别:1级(5°<KFC $\leq 10^{\circ}$ )、2级(10°<KFC $\leq 15^{\circ}$ )、3级(15°<KFC $\leq 20^{\circ}$ )、4级(KFC>20°)<sup>[11-12]</sup>。KFL>15°被认为是异常<sup>[13]</sup>,分为3级:1级(15°<KFL $\leq 20^{\circ}$ )、2级(20°<KFL $\leq 30^{\circ}$ )、3级(KFL>30°)。

出现下列任意1种情况将被判断为术后康复失败:(1) PCL再撕裂;(2) 国际膝关节文献委员会(international knee documentation committee, IKDC)主观评分总分 $\leq 70$ 分<sup>[13]</sup>;(3) PDT(+)或重力试验GT(+);(4) KT-2000的后移 $\geq 2$ 级<sup>[13]</sup>;(5) 存在KFC或KFL<sup>[13]</sup>。

### 1.6 膝关节功能预后

采用IKDC主观评分及Lysholm评分评估PCLAF患者的功能预后,记录患者重返运动的情况,计算重返运动率(rate of return to sports)。IKDC评分可运用于各种情况的膝关节损伤,尤其是前交叉韧带或PCL损伤者,具有良好的可靠性、有效性和敏感性<sup>[14]</sup>。Lysholm评分包括跛行、交锁、疼痛、支持、不稳定、肿胀、上楼困难、下蹲受限等一系列膝关节的症状<sup>[15]</sup>。两者的满分均为100分,分数越高,则PCLAF预后的膝关节功能越好。

### 1.7 统计学分析

采用SPSS 22.0软件对数据进行统计分析,计量资料采用均数 $\pm$ 标准(mean $\pm$ SD)差表示,组间比较采用独立样本 $t$ 检验和Levene方差同质性分析

检验进行处理;计数资料用例数( $n$ )和率(%)表示,组间比较采用四格表卡方检验或Fisher精确检验进行处理;定义 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般情况

自2020年1月至2022年5月,共纳入29名PCLAF患者,其年龄、性别、身体质量指数 $I_{bm}$ 等一般情况如表1所示,年龄 $25.3 \pm 4.5$ 岁(分布:18~38岁),女性9例,男性20例,其中对抗性运动损伤14例,非对抗性运动伤4例,交通伤6例,摔伤2例,自行扭伤3例。29例PCLAF患者中,有12例为骨折片部分移位,17例为完全移位,均为伤后3周内接受手术。

表1 受试者的一般资料及随访情况

一般情况	数值
实际纳入患者/例	25
性别(男/女)	20/9
年龄/岁	$25.3 \pm 4.5$ (分布:18~38)
$I_{bm}/(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	$22.40 \pm 2.37$ (分布:19.50~25.32)
1年随访/例	25/29(平均随访时间 $12.7 \pm 1.0$ 月)
1.5年随访/例	17/17(平均随访时间 $17.5 \pm 1.3$ 月)
总失访率	4/29

队列中有2人在术后3个月复查时发生了失访,又有2人在术后1年时发生了失访,1年失访率13.8%;队列中有17人到达了术后1.5年的随访时间点,均参加了随访,暂无失访。为了控制偏倚,将4例失访患者的数据剔除。本研究的平均随访时间分别为 $12.7 \pm 1.0$ 月(11~14个月)、 $17.5 \pm 1.3$ 月(16~20个月)。

### 2.2 康复评定

所有患者均未发生关节感染、关节肿胀、血管神经损伤、发热、血栓等围手术期并发症,随访期间,也均未发生韧带撕裂、骨折不愈合/延迟愈合,再次手术等不良反应。术后3个月复查CT显示,所有患者在此阶段均获得了良好的骨质愈合(图1(a)、(b))。

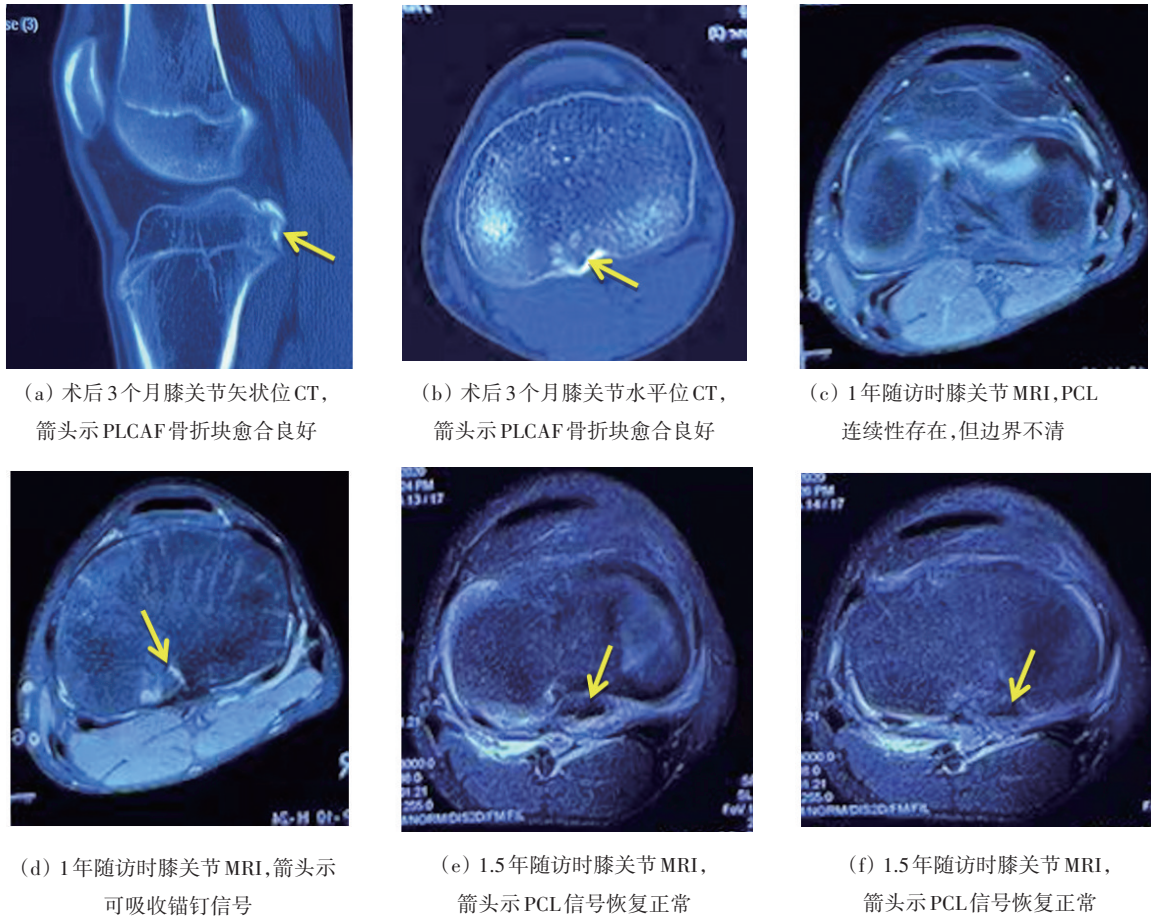


图1 受试者术后的骨质愈合及随访1年、1.5年时MRI

术后1年、1.5年时患者的PDT阳性率、后移程度分级、KFC分级以及KFL分级未见统计学差异(表2)。术后1年时(1例:KT-2000后移达到2级)、1.5年时(1例:KT-2000后移达到2级+KFC;1例:KT-2000后移达到2级+KFL;1例:KFL)的患者

失败率未见统计学差异(表2)。术后1年的MRI可见PCL韧带-胫骨止点恢复了连续性,但韧带边界不清晰(图1(c)),可见可吸收锚钉影像(图1(d));术后1.5年的MRI示PCL的信号恢复正常(图1(e)),可吸收锚钉的影像已消失(图1(f))。

表2 术后1年、1.5年时的膝关节稳定性与活动度的康复进展比较

队列	PDT/例	KT-2000后移/例	KFC/例	KFL/例	康复失败/例
1年随访 (n=25)	(-)24	正常 17	正常 25	正常 25	失败 1
	(±)1	1级 7	1级 0	≥1级 0	非失败 24
	(+)0	2级 1	≥2级 0		
		3级 0			
1.5年随访 (n=17)	(-)16	正常 8	正常 16	正常 15	失败 3
	(±)1	1级 7	1级 1	≥1级 2	非失败 14
	(+)0	2级 2	≥2级 0		
		3级 0			
统计值	$\chi^2=0.079$	$\chi^2=2.127$	$\chi^2=1.506$	$\chi^2=3.088$	$\chi^2=0.890$
P值	P=0.779	P=0.345	P=0.220	P=0.079	P=0.345

### 2.3 预后评价

术后1年、1.5年时患者的Lysholm、IKDC得分未见统计学差异,但1.5年随访时患者的重返运动

率显著高于1年随访时,在完成1.5年随访的17人中仅有4人未能重返伤前的运动状态,术后1.5年的重返运动率为76.5%,而术后1年仅为44%(表3)。

表3 术后1年、1.5年随访时的关节功能与运动能力

队列	Lysholm 评分	IKDC 评分	重返运动/例
1年随访 (n=25)	84.96±5.83	84.00±5.96	是 11 否 14
1.5年随访 (n=17)	87.71±4.44	86.00±6.55	是 13 否 4
统计值	$t=-1.642$	$t=-1.026$	$\chi^2=4.365$
P值	$P=0.109$	$P=0.311$	$P=0.037^*$

注: \*为 $P<0.05$ 。

## 3 讨论

### 3.1 PCLAF急性期手术促进术后康复

本研究中,对Mayers-McKever分型为II~III型(骨折块部分移位、完全移位)的急性PCLAF进行了关节镜下双排锚钉缝合桥固定术,结果显示,在伤后3周内行关节镜下PCLAF双排锚钉缝合桥固定术,患者术后3个月时即可获得良好的骨质愈合,且术后康复情况理想,未发生膝关节粘连、活动受限、膝关节僵硬等并发症。说明急性期行PCLAF镜下固定术后,患者的骨质愈合程度好、速度快、康复过程顺利,不易出现并发症。

局部血运的重建对韧带的恢复至关重要<sup>[16]</sup>,而急性PCLAF患者的韧带实质部通常较为完整,骨床新鲜<sup>[3-4]</sup>。因此,在急性期内行PCLAF骨折块固定术可尽快重建局部血运,这可能是其术后骨质愈合好、康复顺利的潜在原因。

### 3.2 缝合桥技术与术后康复

本研究显示,关节镜下双排锚钉缝合桥技术治疗急性PCLAF的术中未见骨块劈裂、血管神经损伤等不良事件,术后3个月可获得良好的骨质愈合,同时,患者术后1年与1.5年的膝关节ROM、后向稳定性的康复程度良好,无显著性差别。关节镜下双排锚钉缝合桥技术是治疗PCLAF的新方式,既往常用于治疗肩袖损伤、肱骨大结节撕脱骨折等肩关节运动创伤手术中,其用于治疗PCLAF最先于2016年由Nourbakhsh等报道<sup>[17]</sup>。相较于传统的

缝线固定或空心钉固定而言,缝合桥技术具有独特的优势。传统的缝线悬吊固定术(pull-out技术)并非刚性固定,其韧带生物力学强度难以接近天然韧带的状态<sup>[6]</sup>,术后可能存在韧带松弛的问题。另一方面,该技术需额外建立胫骨隧道,创伤较大,对韧带血运可产生一定的负面影响,且手术操作复杂,手术时间较长<sup>[18]</sup>。此外,韧带部位的缝线与胫骨之间存在“杀伤角”,且缝线需通过胫骨隧道拉出固定,可出现“雨刷效应”和“蹦极效应”,这些均不利于患者的术后康复<sup>[19]</sup>。空心螺钉虽然可为撕脱骨折提供足够的稳定性,但其对撕脱骨折块的大小及完整性有着严格的要求,不当操作易发生骨块劈裂等不良事件<sup>[20]</sup>。相较于上述2种传统固定术,双排锚钉缝合桥技术同时具有固定可靠(锚钉深入骨质,提供良好的把持力)、抗拉强度大、应用面广、不受撕脱骨块的条件限制等特点<sup>[21-22]</sup>。与本研究的结果类似,邓辉云等观察了切开手术中双排锚钉缝合桥对PCLAF( $n=6$ )的疗效,发现其安全性好,固定牢靠<sup>[23]</sup>。研究显示,利用双排锚钉缝合桥固定PCLAF具有特殊的优势,能够良好地恢复PCL胫骨止点的接触压力,不但可增加骨块与骨床的接触面积及压力<sup>[7-8]</sup>,缝线之间的间距还使得压力分布均匀化<sup>[24]</sup>,这种受力模式有利于骨折的愈合<sup>[25]</sup>。这可能是本研究中PCLAF患者术后骨质愈合程度及关节稳定性恢复良好的重要原因之一。

与本研究类似,吴市春等<sup>[7]</sup>在关节镜下行双排锚钉缝合桥技术治疗PCLAF,平均随访了14.6个

月,患者术后的后向松弛度较术前显著改善。本研究中有 17 例患者达到术后 1.5 年随访点,在这部分患者中,其后向稳定性、ROM 的康复程度均良好,且与 1 年随访时无显著差异,说明关节镜下双排锚钉缝合桥技术治疗 PCLAF 术后的关节功能恢复良好,术后 1 年即可完成功能康复。

### 3.3 缝合桥技术治疗 PCLAF 的功能预后

本研究发现,关节镜下缝合桥技术治疗急性 PCLAF 的短期及中期疗效理想,患者术后 1 年、1.5 年随访的 IKDC、Lysholm 膝关节功能评分良好,说明关节镜下缝合桥技术治疗 PCLAF 的短期、中期预后理想。与本研究类似,马武秀等<sup>[2]</sup>在切开手术后 6 个月的随访中发现,患者( $n=6$ )的 Lysholm 评分较术前显著提高,说明该技术的短期预后好。隋晓辉等<sup>[26]</sup>在切开手术后 6 个月的随访中发现,患者( $n=14$ )的 IKDC 评分、Lysholm 评分及 Tegner 评分均较术前明显改善,认为其短期预后良好,具有操作简便、对于骨块无特殊要求的优势。关节镜下行双排锚钉缝合桥技术治疗 PCLAF 的中期随访(14.6 月)显示,患者术后 IKDC、Lysholm 较术前显著改善<sup>[7]</sup>,说明其中期预后良好。

本研究发现,PCLAF 患者术后 1.5 年时的重返运动率显著高于术后 1 年时水平,术后 1 年的重返运动率仅为 44%,术后 1.5 年达 76.5%。这说明,尽管患者的膝关节功能指标如 ROM、后向稳定性可在术后 1 年完成康复,但大部分患者运动能力的恢复发生在术后 1.5 年。使用关节镜下双排锚钉缝合桥技术治疗急性 PCLAF,患者预后的运动功能良好,术后 1.5 年大部分患者可重返体育运动。

### 3.4 局限性

本研究尚存在若干局限性。其一,本研究为单队列临床随访研究,并非随机对照临床试验(RCT),无法同时评价关节镜下 PCLAF 双排锚钉缝合桥手术相对于其他平行手术技术的优势。其二,本研究的随访时间有限,且并非所有的人组患者均达到了 1.5 年随访的时间点,因此只能得到 1.5 年随访的初步结果。未来尚需 RCT 及更多的前瞻性临床研究进一步明确关节镜下双排锚钉缝合桥手术对 PCLAF 患者的远期康复价值及预后优势。

## 4 结论

PCLAF 患者在急性期行关节镜下双排锚钉缝合桥手术的安全性好,操作简便,固定可靠。康复评定显示,患者术后的骨质愈合好,术后 3 个月即可达到骨质愈合,康复进展顺利,不易发生术后康复并发症,且膝关节活动度及稳定性的康复程度好,术后 1 年已恢复关节功能。患者预后的运动功能良好,术后 1.5 年 76.5% 的患者已重返体育运动。急性期行关节镜下双排锚钉缝合桥 PCLAF 固定术对患者膝关节的功能康复及预后具有重要的意义,值得临床推广。

### 参考文献(References)

- [1] 齐勇,王韵廷,黎飞猛,等.改良膝关节后侧入路治疗后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折[J].实用骨科杂志,2017,23(3):273-275.
- [2] 马武秀,辛庆峰,郑国海,等.双排可吸收锚钉桥式缝合固定后交叉韧带止点骨折疗效分析[J].实用骨科杂志,2020,26(2):178-181.
- [3] Zhang X, Cai G, Xu J, et al. A minimally invasive posteromedial approach with suture anchors for isolated tibial avulsion fracture of the posterior cruciate ligament[J]. Knee, 2013, 20(2): 96-99.
- [4] 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.
- [5] Hooper P O, Silko C, Malcolm T L, et al. Management of posterior cruciate ligament tibial avulsion injuries: A systematic review[J]. The American Journal of Sports Medicine, 2017, 46(3): 734-742.
- [6] Domnick C, Kösters C, Franke F, et al. Biomechanical properties of different fixation techniques for posterior cruciate ligament avulsion fractures—sciencedirect[J]. Arthroscopy, 2016, 32(6): 1065-1071.
- [7] 吴市春,徐伟华,林文祥,等.关节镜下缝线桥技术与常规双隧道缝线技术治疗后交叉韧带止点撕脱骨折的早期疗效比较[J].中国修复重建外科杂志,2021,35(7): 829-835.
- [8] Deng W, Li Y, Wu S, et al. Surgical treatment of posteri-

- or cruciate ligament tibial avulsion fractures using a locking compression hook plate: A case series[J]. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 2020, 54(6): 623-626.
- [9] Madi S S, Pandey V, Reddy B, et al. Clinical and radiological outcomes following arthroscopic dual tibial tunnel double sutures knot-bump fixation technique for acute displaced posterior cruciate ligament avulsion fractures[J]. *The Archives of Bone and Joint Surgery*, 2021, 9(1): 50-57.
- [10] Ranger P, Renaud A, Phan P, et al. Evaluation of reconstructive surgery using artificial ligaments in 71 acute knee dislocations[J]. *International Orthopaedics*, 2011, 35(10): 1477-1482.
- [11] Yi D, Baoge L, Hui Q, et al. Can knee flexion contracture affect cervical alignment and neck tension? A prospective self-controlled pilot study[J]. *The Spine Journal*, 2020, 20(2): 251-260.
- [12] Insall J. Rationale of the Knee Society clinical rating system[J]. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 1989, 11(248): 13-14.
- [13] Su M, Jia X, Zhang Z, et al. Medium-term (least 5 years) comparative outcomes in anterior cruciate ligament reconstruction using 4SHG, allograft, and LARS ligament[J]. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2021, 31(2): e101-e110.
- [14] Fu S N, Chan Y H. Translation and validation of Chinese version of International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form[J]. *Disability & Rehabilitation*, 2011, 33(13/14): 1186-1189.
- [15] Wang W, Liu L, Chang X, et al. Cross-cultural translation of the Lysholm knee score in Chinese and its validation in patients with anterior cruciate ligament injury[J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2016, 17(1): 436.
- [16] Yuanliang D, Haifeng D, Zhihui W, et al. A case report of traumatic osteoarthritis associated with LARS artificial ligament use in anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2021, 21(1): 745.
- [17] Nourbakhsh S T, Bahramian F, Zafarani Z, et al. Arthroscopic bridge technique for PCL Avulsion: Surgical technique and key points[J]. *The Archives of Bone and Joint Surgery*, 2016, 4(4): 393-395.
- [18] Boutsiadis A, Karataglis D, Agathangelidis F, et al. Arthroscopic 4-point suture fixation of anterior cruciate ligament tibial avulsion fractures[J]. *Arthroscopy Techniques*, 2014, 3(6): e683-e687.
- [19] Camara-Arrigunaga F, Camposeco-Longo P, Nieves-Silva J, et al. Fixation with anchors for posterior cruciate ligament avulsion by arthroscopy: A new technique[J]. *Arthroscopy*, 2005, 21(9): e1141-e1143.
- [20] 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 Surgery and Related Research*, 2017, 29(3): 216-222.
- [21] Willinger L, Lacheta L, Deimmling C V, et al. Suture-bridge technique for tibial avulsion fractures of the posterior cruciate ligament—a biomechanical comparison[J]. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2019, 7(6\_suppl4): 2325967119S0022.
- [22] Sawyer G A, Anderson B C, Paller D, et al. Biomechanical analysis of suture bridge fixation for tibial eminence fractures[J]. *Arthroscopy*, 2012, 28(10): 1533-1539.
- [23] 邓辉云, 郑佳鹏, 吴清泉, 等. 锚钉缝线桥技术避骨骺内固定治疗青少年PCL胫骨止点撕脱骨折[J]. *实用骨科杂志*, 2020, 26(5): 467-470.
- [24] 胡勇, 谭海涛. 关节镜下双排锚钉交叉缝线固定术治疗前交叉韧带止点撕脱性骨折效果观察[J]. *山东医药*, 2018, 58(4): 60-62.
- [25] Lee K W, Yang D S, Lee G S, et al. Suture bridge fixation technique for posterior cruciate ligament avulsion fracture[J]. *Clinics in Orthopedic Surgery*, 2015, 7(4): 505-508.
- [26] 隋晓辉. 切开复位内、外排锚钉固定与空心螺钉固定治疗后交叉韧带撕脱骨折临床效果分析[J]. *临床军医杂志*, 2020, 48(2): 183-184.

## Rehabilitation evaluation and prognostic analysis of arthroscopic suture bridge fixation for posterior cruciate ligament avulsion fractures

YANG Shulong<sup>1</sup>, REN Xiangyu<sup>1</sup>, LIU Zhe<sup>1</sup>, WANG Tianda<sup>1</sup>, ZHANG Teng<sup>1</sup>, LI Haoxin<sup>1</sup>, QI Yansong<sup>2,3\*</sup>, ZHANG Zhong<sup>1,3\*</sup>

1. Department of Sports Medicine, Wuhai People's Hospital, Wuhai 016000, China

2. Orthopedic Center, Inner Mongolia People's Hospital, Hohhot 010017, China

3. "Doctor Training Project of Chinese Medical Association—Chinese Exercise Rehabilitation Medical Education"

Inner Mongolia Training Center, Hohhot 010017, China

**Abstract** Postoperative complications, such as knee instability and limited range of motion (ROM), always happen during the rehabilitation period of posterior cruciate ligament avulsion fracture (PCLAF), making poor prognosis. Arthroscopic double row anchor suture bridge fixation is a new technology for PCLAF. This study aims to clarify the safety, efficacy, and functional prognosis of suture bridge fixation for treating acute PCLAF. The posterior drawer test (PDT) and posterior displacement distance were performed and measured to evaluate the stability of the knee joint, with other parameters including knee ROM, as well as IKDC, Lysholm scores, and rate of returning to sports for evaluating the prognosis. The results showed that the bone healing process was good at 3 months after surgery and the positive rate of PDT, degree of displacement, ROM, Lysholm, and IKDC scores were recovered well at both 1 and 1.5 years after surgery, without intergroup difference. However, the rate of returning to sports at 1.5 years after surgery was significantly higher than the rate at 1 year after surgery. The present study indicates that acute PCLAF patients can obtain good bone healing progress and smooth post-operative rehabilitation by arthroscopic suture bridge fixation, and that the joint function can be restored within 1 year after surgery and 76.5% of the patients can return to physical exercise in 1.5 years, suggesting a good prognosis.

**Keywords** rehabilitation assessment; double row anchor suture bridge fixation; posterior cruciate ligament avulsion fracture; bone healing; knee posterior stability; knee range of motion; return to sports; functional prognosis ●



(责任编辑 傅雪)