

· 临床论著 ·

## 两种镜下胫骨隧道定位后交叉韧带重建比较

刘玉强, 李明, 刘宁

(郑州市骨科医院, 河南郑州 450052)

**摘要:** [目的] 探讨4字位全前方高位双入路与常规三入路镜下胫骨隧道定位后交叉韧带重建的临床结果。[方法] 回顾性分析2018年4月—2020年12月在本院PCL重建83例患者的临床资料。依据术前医患沟通结果, 29例采用双入路, 54例采用三入路。比较两组围手术期、随访与影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 术中均无血管、神经损伤。双入路组手术时间、切口总长度、术中失血量均显著优于三入路组 ( $P<0.05$ ), 但两组术中透视次数、下地行走时间、切口愈合等级和住院时间的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。两组恢复完全负重活动时间差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。随时间推移, 两组VAS、Lysholm和IKDC评分均显著改善 ( $P<0.05$ ); 膝伸屈ROM无显著改变 ( $P>0.05$ )。与术前相比, 术后6个月和末次随访时, 两组屈膝90°位后抽屉试验稳定性显著改善 ( $P<0.05$ )。相应时间点, 两组间VAS、Lysholm、IKDC评分、膝伸屈ROM和后抽屉试验结果的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。影像方面, 两组PCL胫骨隧道关节内口矢状位、冠状位及轴位测量位置数据的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。随时间推移, 两组Kellgren-Lawrence影像评级无显著改变 ( $P>0.05$ )。[结论] 4字位全前方高位双入路重建后交叉韧带与传统三入路重建后交叉韧带胫骨隧道位置无明显区别, 相比之下, 前者手术创伤显著小于后者。

**关键词:** 膝, 关节镜术, 后交叉韧带重建, 胫骨隧道, 定位技术

**中图分类号:** R687.4      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 24-2229-06

**Comparison of two arthroscopic tibial tunnel position techniques in posterior cruciate ligament reconstruction // LIU Yu-qiang, LI Ming, LIU Ning, Zhengzhou Orthopedic Hospital, Zhengzhou 450052, China**

**Abstract:** [Objective] To compare the clinical outcomes of all anterior 2 portals in figure-4 position versus conventional 3 portals for location of tibial tunnel in arthroscopic posterior cruciate ligament (PCL) reconstruction. [Methods] A retrospective study was conducted on a total of 83 patients who received arthroscopic PCL reconstruction in our hospital from April 2018 to December 2020. According to the results of preoperative doctor-patient communication, 29 patients had the tibial tunnel located by the 2-portal technique, while the remaining 54 patients were by the conventional 3-portal technique. The documents regarding to perioperative period, follow-up and radiographs were compared between the two groups. [Results] All the patients in both groups had PCL reconstructed successfully without serious complications, such as neurovascular injuries. The 2-portal group proved significantly superior to the 3-portal group in terms of operation time, total incision length and intraoperative blood loss ( $P<0.05$ ), although there was no significant difference in the times of fluoroscopy, postoperative walking time, incision healing and hospital stay between the two groups ( $P>0.05$ ). In addition, there was no a significant difference in the time to return to full weight-bearing activity between the two groups ( $P>0.05$ ). The VAS, Lysholm, and IKDC scores improved significantly ( $P<0.05$ ), whereas knee extension-flexion range of motion (ROM) remained unchanged over time in both groups ( $P>0.05$ ). The posterior stability revealed by posterior drawer test at 90° of knee flexion significantly improved in both groups at 6 months postoperatively and the latest follow-up compared with those preoperatively ( $P<0.05$ ). However, there were no significant differences in VAS, Lysholm, and IKDC scores, as well as knee ROM and consequence of posterior drawer test between the two groups at the corresponding time points ( $P>0.05$ ). Radiographically, there were no significant differences in sagittal, coronal and axial position data of the internal opening of the tibial tunnel between the two groups ( $P>0.05$ ). The Kellgren-Lawrence grade for osteoarthritis remained unchanged over time in the two groups ( $P>0.05$ ). [Conclusion] There is no significant difference in the location of the tibial tunnel between all anterior 2-portal technique in figure-4 position and conventional 3-portal method in posterior cruciate ligament reconstruction. By contrast, the former has considerably less iatrogenic trauma than the latter.

**Key words:** knee, arthroscopy, posterior cruciate ligament reconstruction, tibial tunnel, localization technique

后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 是人类膝关节中最大、最强的韧带,也是主要的后向稳定结构<sup>[1, 2]</sup>。PCL分为前外侧束和后内侧束。前外侧束是限制胫骨后移的主要结构,而后内侧束是伸展和深屈曲的主要约束<sup>[3-6]</sup>。后交叉韧带损伤将导致膝关节失稳。孤立的 I 或 II 级 PCL 损伤通常可以采取保守治疗,而急、慢性 III 级 PCL 损伤则需要采取手术重建韧带<sup>[2]</sup>。后交叉韧带解剖单束重建是最常见的 PCL 重建方式,能够有效改善膝关节稳定性,恢复膝关节运动能力<sup>[7]</sup>。后交叉韧带重建时胫骨骨道的定位是后交叉韧带重建的难点。目前,多种手术入路方式可供后交叉韧带重建选择,前内、前外、后内三入路是较为常见形式<sup>[8-10]</sup>。也有研究采用前内、前外、后外侧入路进行后交叉韧带重建<sup>[11]</sup>。笔者采用4字位全前方高位双入路保残重建后交叉韧带,术后采用MRI评估胫骨骨道位置,现将报道如下。

## 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,有明确后向膝关节不稳定症状;(2)临床与影像确认为单一 PCL 损伤;(3)临床与影像证实不合并其他韧带损伤。

排除标准:(1)PCL 囊肿;(2)无本院术后影像学数据;(3)合并多发韧带损伤,需要处理前交叉韧带重建及内侧副韧带等损伤;(4)PCL 止点撕脱骨折。

### 1.2 一般资料

回顾性分析2018年4月—2020年12月在本院手术治疗的PCL重建患者的临床资料,共83例符合上述标准,纳入本研究。依据术前医患沟通结果,29例采用双入路,54例采用三入路。两组患者术前一般资料见表1,两组年龄、性别、侧别、损伤原因和损伤至手术时间的差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。本研究获郑州市骨科医院伦理委员会批准(郑骨2018-3),所有患者均签署知情同意书。

### 1.3 手术方法

双入路组:常规取自体腓绳肌腱,制备四股肌腱移植物。建立高位前内(anteromedial, AM)、高位前外侧(anterolateral, AL)入路。膝关节置于屈膝4字位。高位AL入路作为观察入路,高位AM入路为操作入路,用刨刀清理前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)与PCL中间软组织及后纵膈,显露PCL残端(图1a),并使用PCL专用剥离器剥离胫骨

止点。之后高位AL入路为观察入路,从高位AM入路置入PCL胫骨定位器(图1b),穿过ACL与PCL残端中间,定位点在PCL胫骨止点靠下、外侧位置,在PCL胫骨定位器引导下制备胫骨骨道。在打入2.0克氏针时,当克氏针顶到胫骨后方皮质时停止钻入。使用胫骨钻沿克氏针钻入,接触到胫骨后方皮质时退出胫骨钻。将克氏针从胫骨钻中拔出,沿原骨道钻入胫骨钻,缓慢钻透胫骨后方皮质。常规建立股骨隧道,将4股腓绳肌腱移植物引入骨隧道。在穿入引导线时,利用输血器、5号强生爱惜康缝线和2.0克氏针制作的带翻折器可以帮助过线(图1c~1e)。股骨侧Endobutton固定,胫骨侧Intrafix固定。

**表1 两组患者术前一般资料与比较**

指标	双入路组 (n=29)	三入路组 (n=54)	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	35.61±12.31	36.21±13.08	0.841
性别(例,男/女)	13/16	29/25	0.448
侧别(例,左/右)	15/14	24/30	0.535
损伤(例,跪地伤/ 挡板伤)	27/2	49/5	0.716
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	20.11±33.16	26.62±35.83	0.422

三入路组:移植肌腱准备同上。常规建立AM侧、前AL入路,在关节镜引导下建立后内侧(posteromedial, PM)入路。使用AL侧入路作为观察通道,使用PM入路作为操作通道,对PCL止点附着的滑膜等组织进行充分清理,用PCL专用剥离器剥离胫骨止点。之后,使用PM侧入路作为观察通道,从AM入路置入PCL胫骨定位器,在PCL胫骨定位器的引导下打入2.0克氏针。在克氏针引导下,使用胫骨钻钻取胫骨骨道,完成胫骨骨道制作。股骨隧道建立,移植物引入与固定同上。

### 1.4 评价指标

记录围手术期资料,包括手术时间、切口总长度、术中失血量。采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、Lysholm评分、国际膝关节文件委员会(International Knee Documentation Committee, IKDC)评分、膝伸屈活动度(range of motion, ROM)及90°屈膝位后抽屉试验评价临床效果。

行MRI检查,测量PCL胫骨骨道出口位置<sup>[12, 13]</sup>(图1f~1h)。轴位上,PCL胫骨骨道出口中心到胫骨前缘的距离为a,胫骨平台前后径的长度为b, $\alpha$ 为

a/b。矢状位上，在棘后平面上测量 PCL 胫骨骨道出口中点到胫骨后缘的距离为线 c，棘后平面表面总长度为线 d， $\beta$  为 c/d。冠状位上，PCL 胫骨骨道出口中心到胫骨平台内侧缘的距离为线 e，胫骨平台内外侧缘距离为 f， $\gamma$  为 e/f。使用  $\alpha$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  作为评价评价 PCL 胫骨骨道出口位置的指标。采用 Kellgren-Lawrence (K-L) 影像评级评价膝关节退变情况。

### 1.5 统计学方法

使用 SPSS 19.0 软件进行数据统计，计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验，组内两时间点比较采用配对 *T* 检验；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney *U* 检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

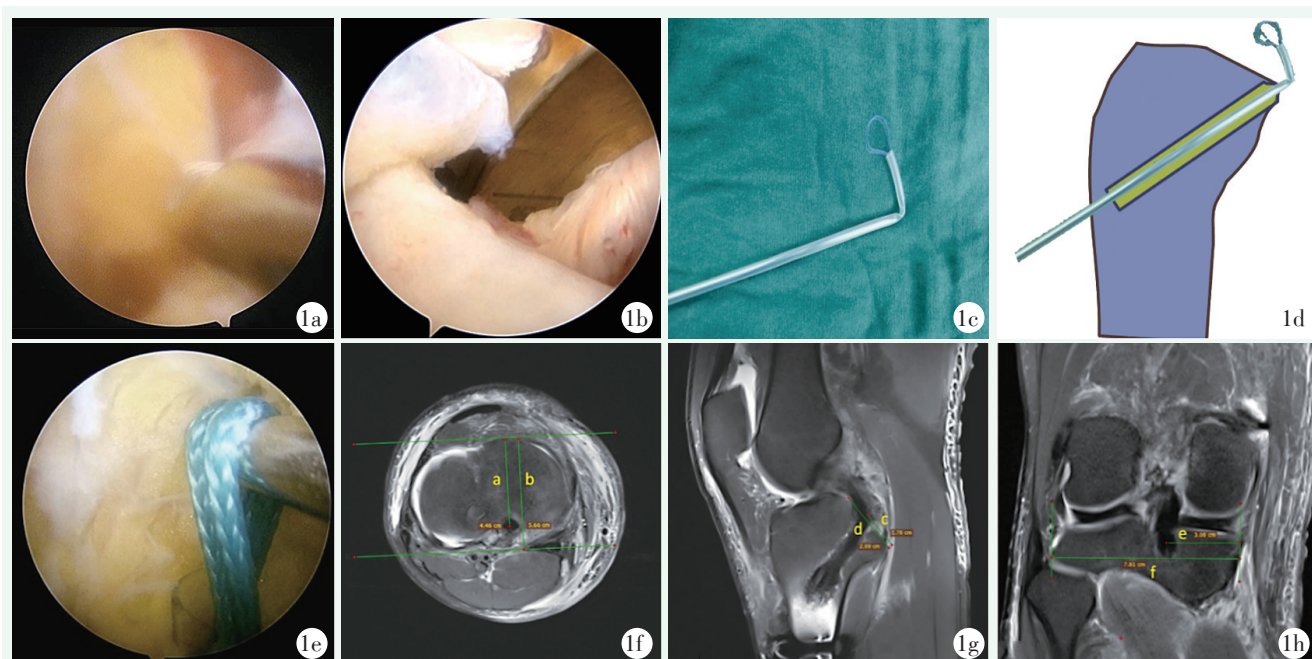


图 1 二入口 PCL 重建及胫骨隧道位置测量 1a: 高位 AM 入路视野，从高位 AL 侧入路置入刨刀，穿过髌间窝斜向胫骨平台内下方清理 PCL 胫骨止点周围组织 1b: PCL 胫骨定位器通过高位 AL 侧入路置入 PCL 胫骨止点，在 PCL 胫骨定位器的引导下制作胫骨骨道 1c: 利用输液器管，克氏针钝头和引线制作的带翻折的引入器 1d: 导线引入器插入胫骨骨道，翻折弹起，利于引出引线 1e: 在引线导入器和探钩的配合下导入引线 1f: 轴位上测量 PCL 胫骨骨道出口位置 1g: 矢状位上测量 PCL 胫骨骨道出口位置 1h: 冠状位上测量 PCL 胫骨骨道出口位置

## 2 结果

### 2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术，术中均无血管、神经损伤。围手术期资料见表 2，双入路组手术时间、切口总长度、术中失血量均显著优于三入路组 ( $P < 0.05$ )，但两组术中透视次数、下地行走时间、切口愈合等级和住院时间的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。两组均未发生症状性下肢血栓及感染等并发症。

### 2.2 随访结果

两组患者均获随访 13~26 个月，平均 (17.24 ± 4.62) 个月。随访过程中，两组患者均无再损伤，无翻修手术。随访资料见表 3，两组恢复完全负重活动

时间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。随时间推移，两组 VAS、Lysholm 和 IKDC 评分均显著改善 ( $P < 0.05$ )；膝伸屈 ROM 无显著改变 ( $P > 0.05$ )。与术前相比，术后 6 个月和末次随访时，两组屈膝 90° 后抽屉试验稳定性显著改善 ( $P < 0.05$ )；与术后 6 个月相比，末次随访时两组后抽屉试验稳定性均有所丢失，但差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。相应时间点，两组间 VAS、Lysholm、IKDC 评分、膝伸屈 ROM 和后抽屉试验结果的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

### 2.3 影像评估

两组影像测量结果见表 4，两组 PCL 胫骨骨道出口位置在矢状位、冠状位及轴位测量位置数据的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。随时间推移，两组 Kellgren-Lawrence 影像评级无显著改变 ( $P > 0.05$ )，相应



时间点两组间 Kellgren–Lawrence 影像评级的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

### 3 讨论

本研究采用了 4 字位全前方高位双入路单束重建 PCL，与三入路单束重建 PCL 的胫骨骨道位置、术中并发症并无明显差别，且手术时间更短，手术切口、术中出血量明显更小。胫骨骨道中心距离胫骨平台前缘、后缘及内侧缘距离上与先前的相关影像学研究<sup>[12, 14]</sup>相似。胫骨定位器从 PCL 内侧或外侧穿过会导致 PCL 胫骨定位点偏内或偏外，但并不影响定位点的深浅<sup>[15]</sup>。笔者采用的是前交叉韧带及 PCL 残端中间置入定位器，以使胫骨骨道位置略偏外，更好地模拟粗大的前外侧束的功能<sup>[2]</sup>。使用传统的前内侧入路胫骨隧道重建，在胫骨近端移植物通道边缘，由于尖锐的移植物角度引起的移植物磨损（“杀手转弯”）可能导致移植物失效。术中笔

者在保证定位点的同时，尽量压低骨道位置以减小“杀手转弯”。PCL 股骨止点的定位对于维持 PCL 的等张性非常重要<sup>[16]</sup>，笔者均采用 PCL 股骨残端作为标志定位，完成解剖重建。

表 2 两组患者围手术期资料与比较

指标	双人路组 (n=29)	三人路组 (n=54)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	41.83±5.92	56.89±5.57	<0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$ )	2.03±0.13	2.26±0.39	0.003
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	6.03±2.06	7.87±4.30	0.033
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	1.14±0.516	1.19±0.552	0.705
下地行走时间 (d, $\pm s$ )	1.21±0.49	1.31±0.61	0.414
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙) $\bar{x}$	29/0/0	53/1/0	0.467
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	6.90±2.14	6.43±1.48	0.242

表 3 两组患者随访结果与比较

指标	时间点	双人路组 (n=29)	三人路组 (n=54)	P 值
完全负重活动时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )		41.79±6.44	44.00±5.98	0.123
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	术前	6.38±0.98	6.52±0.79	0.485
	术后 6 个月	2.24±0.74	2.13±0.48	0.406
	末次随访	0.17±0.38	0.11±0.32	0.438
	P 值	<0.001	<0.001	
Lysholm 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	术前	38.31±7.89	36.09±7.91	0.226
	术后 6 个月	82.45±4.79	84.54±5.10	0.07
	末次随访	89.66±3.47	88.85±4.35	0.393
	P 值	<0.001	<0.001	
IKDC (分, $\bar{x} \pm s$ )	术前	32.79±7.53	34.06±8.12	0.491
	术后 6 个月	81.83±5.59	83.91±5.28	0.097
	末次随访	89.21±3.29	88.56±4.16	0.468
	P 值	<0.001	<0.001	
膝 ROM ( $^{\circ}$ , $\bar{x} \pm s$ )	术前	109.48±8.49	112.04±8.77	0.204
	术后 6 个月	112.07±6.75	113.89±5.29	0.179
	末次随访	113.79±9.03	115±8.18	0.538
	P 值	0.102	0.091	
后抽屉试验 (膝, 0/1+/2+/3+)	术前	0/0/25/4	0/0/47/7	0.917
	术后 6 个月	23/6/0/0	44/10/0/0	0.814
	末次随访	17/8/4/0	40/11/3/0	0.193
	P 值	<0.001	<0.001	

表 4 两组患者影像评估结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

指标	双入路组 (n=29)	三入路组 (n=54)	P 值
轴位比值 $\alpha$	0.93±0.06	0.93±0.05	0.613
冠状位比值 $\beta$	0.47±0.05	0.47±0.05	0.638
矢状位比值 $\gamma$	0.31±0.15	0.31±0.14	0.859
K-L 分级 (膝, 0/I/II/III/IV)			
术前	13/10/2/3/0	35/10/6/3/0	0.184
术后 6 个月	12/11/2/3/0	33/12/6/3/0	0.185
末次随访	12/11/3/3/0	32/13/6/3/0	0.158
P 值	0.147	0.238	

后交叉韧带重建过程中, 胫骨重建位点越接近其解剖位点, 临床效果越好<sup>[7, 16]</sup>, 而入路位置影响胫骨定位的准确性<sup>[17-19]</sup>, 对于胫骨后侧神经、血管等的损伤风险也不同。有研究采用后内侧入路作为观察入路, 后外侧入路置入胫骨钻来制备胫骨骨道, 但这并不是常规的重建方式, 对技术的要求较高, 血管神经的损伤风险也较高<sup>[11]</sup>。Lee 等<sup>[20]</sup> 研究显示采用辅助前外侧入路重建 PCL 重建术比传统技术具有更好的手术视野, 可以最大限度地减少股骨隧道的问题。但可能会导致隧道位置不恰当和不一致、角度异常和引导头滑动。Konrads<sup>[21]</sup> 和 Xiong 等<sup>[22]</sup> 提出保留后纵隔入路重建后交叉韧带单束前外侧束, 并认为此技术比中隔入路创伤小。但这种保留后纵隔的入路, 并不能清晰地识别出 PCL 根部<sup>[23]</sup>, 不利于定位。穿后隔门静脉入路保留原始 PCL 纤维。使用经胫骨技术和后中隔入路可以很好地显示胫骨隧道的出口, 完全暴露 PCL 胫骨附着部位, 从 PCL 分离后囊, 并保留 PCL 的远端残端且不容易损伤神经、血管<sup>[24]</sup>。PCL 重建的方法是保留残余的 PCL 纤维。

本研究采用了 4 字位全前方高位双入路组保残重建 PCL, 他的优势包括: (1) 采用全前方高位双入路, 避免建立后内侧入路引起的创伤; (2) 采用高位双入路, 位置较高, 可以俯瞰 PCL 止点; (3) 使用 PCL 残端作为镜下参考, 定位准确; (4) 不破坏原始 PCL, 保留残端, 使重建的移植物与原始 PCL 绞绕愈合, 强度更高; (5) 采用双入路, 对后方关节囊等结构破坏少, 术后软组织肿胀轻; (6) 手术时间更短。

4 字位全前方高位双入路保残重建 PCL 的技术要点: (1) 膝关节需要处于 4 字位, 后方腓神经、血管等距离 PCL 胫骨止点位置较远, 钻取骨道时相对安全; (2) 紧贴髌腱建立高位前内和高位前方入路, 使关节镜能俯视 PCL 止点, 且刨刀、射频等操作器械

可以斜向下处理到止点周围软组织; (3) 定位前务必用钝性分离器剥离 PCL 后方软组织, 避免胫骨骨道位置定位过高; (4) 定位器定位时, 俯瞰视角无法观察到定位深度, 可从外侧半月板后根上方穿入关节镜观察插入深度, 必要时使用 70° 镜头更好地观察; (5) 定位套筒和克氏针与胫骨平台的夹角约为 50°<sup>[25]</sup>; (6) 钻取胫骨骨道时, 克氏针抵达棘后斜面骨皮质时停止, 不打穿骨皮质。以此为引导钻入胫骨钻到第 2 层骨皮质后, 退出胫骨钻, 取出克氏针, 再次用胫骨钻缓慢磨透棘后斜面骨皮质; (7) 采用翻折头部的皮管过线更为轻松; (8) 引入移植物时, 可以通过高位前外入路置入大弯钳帮助移植物通过。

4 字位全前方高位双入路保残重建 PCL 的不足: (1) 对技术要求较高, 需要经验丰富的关节镜医师进行操作; (2) 由于保残和软组织剥离较少, 在从胫骨骨道引出牵引线时相对困难; (3) 保留残端可能会影响胫骨骨道定位的深度, 无法更靠近胫骨平台后缘位置。

4 字位全前方高位双入路保残重建 PCL 与传统三入路重建 PCL 胫骨骨道位置无明显区别, 且手术时间更短, 是一种值得推广的 PCL 重建技术。

### 参考文献

- [1] Hassebrock JD, Gulbrandsen MT, Asprey WL, et al. Knee ligament Anatomy and Biomechanics [J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2020, 28 (3): 80-86.
- [2] Pache S, Aman ZS, Kennedy M, et al. Posterior cruciate ligament: current concepts review [J]. Arch Bone Jt Surg, 2018, 6 (1): 8-18.
- [3] Lynch TB, Chahla J, Nuelle CW. Anatomy and biomechanics of the posterior cruciate ligament [J]. J Knee Surg, 2021, 34 (5): 499-508.
- [4] Logterman SL, Wydra FB, Frank RM. Posterior cruciate ligament: anatomy and biomechanics [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2018, 11 (3): 510-514.
- [5] Arthur JR, Haglin JM, Makovicka JL, et al. Anatomy and biomechanics of the posterior cruciate ligament and their surgical implications [J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2020, 28 (1): 1-10.
- [6] Van Dommelen BA, Fowler PJ. Anatomy of the posterior cruciate ligament. A review [J]. Am J Sports Med, 1989, 17 (1): 24-29.
- [7] Voos JE, Mauro CS, Wente T, et al. Posterior cruciate ligament: anatomy, biomechanics, and outcomes [J]. Am J Sports Med, 2012, 40 (1): 222-231.
- [8] 韦钊岚, 韦朝喜, 于波, 等. 经前交叉韧带腋下胫骨定位的后交叉韧带重建术 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (4): 350-352, 356.
- [9] 刘宁, 刘建民, 梁振雷, 等. 前入路关节镜下可吸收空心界面螺钉固定四股腓绳肌腱重建后交叉韧带 [J]. 中国矫形外科杂志,

- 2005, 13 (12) : 887-889.
- [10] 梁杰, 刘宪华, 吴海山. 膝关节后交叉韧带重建的研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2000, 8 (12) : 64-65.
- [11] Alentorn-Geli E, Stuart JJ, James Choi JH, et al. Posterolateral portal tibial tunnel drilling for posterior cruciate ligament reconstruction: technique and evaluation of safety and tunnel position [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25 (8) : 2474-2480.
- [12] Greiner P, Magnussen RA, Lustig S, et al. Computed tomography evaluation of the femoral and tibial attachments of the posterior cruciate ligament in vitro [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011, 19 (11) : 1876-1883.
- [13] Gali JC, Esquerdo P, Almagro MA, et al. Radiographic study on the tibial insertion of the posterior cruciate ligament [J]. *Rev Bras Ortop*, 2015, 50 (3) : 342-347.
- [14] Salim R, Salzler MJ, Bergin MA, et al. Fluoroscopic determination of the tibial insertion of the posterior cruciate ligament in the sagittal plane [J]. *Am J Sports Med*, 2015, 43 (5) : 1142-1146.
- [15] Shin YS, Han SB, Hwang YK, et al. Tibial tunnel aperture location during single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: comparison of tibial guide positions [J]. *Arthroscopy*, 2015, 31 (5) : 874-881.
- [16] Kernkamp WA, Jens A, Varady NH, et al. Anatomic is better than isometric posterior cruciate ligament tunnel placement based upon in vivo simulation [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27 (8) : 2440-2449.
- [17] Lee YS, Ko TS, Ahn JH, et al. Comparison of tibial tunnel techniques in posterior cruciate ligament reconstruction: C-Arm versus anatomic fovea landmark [J]. *Arthroscopy*, 2016, 32 (3) : 487-492.
- [18] Gancel E, Magnussen RA, Lustig S, et al. Tunnel position following posterior cruciate ligament reconstruction: an in vivo computed tomography analysis [J]. *Knee*, 2012, 19 (4) : 450-454.
- [19] Johannsen AM, Anderson CJ, Wijdicks CA, et al. Radiographic landmarks for tunnel positioning in posterior cruciate ligament reconstructions [J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41 (1) : 35-42.
- [20] Lee GW, Jang SJ, Choi Y, et al. Accessory anterolateral portal in arthroscopic PCL reconstruction [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2013, 21 (5) : 1043-1049.
- [21] Konrads C, Döbele S, Ateschrang A, et al. Posterior cruciate ligament reconstruction using a septum-preserving technique [J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2021, 33 (5) : 445-455.
- [22] Xiong YL, Su C, Kuang SD, et al. Remnant-preserving posterior cruciate ligament reconstruction over remnant fibers using a figure-of-four position and a posterior trans-septal portal [J]. *Orthop Surg*, 2020, 12 (6) : 2018-2025.
- [23] Lee YS, Kim TW, Lee ES, et al. Different strategies in making transseptal portal for the different purposes [J]. *J Knee Surg*, 2020, 33 (8) : 825-831.
- [24] Lee DW, Choi HW, Kim JG. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction with remnant preservation using a posterior trans-septal portal [J]. *Arthrosc Tech*, 2017, 6 (5) : 1465-1469.
- [25] Lee YS, Ra HJ, Ahn JH, et al. Posterior cruciate ligament tibial insertion anatomy and implications for tibial tunnel placement [J]. *Arthroscopy*, 2011, 27 (2) : 182-187.

(收稿:2022-08-05 修回:2022-09-14)  
(同行评议专家:田科 潘海乐)  
(本文编辑:郭秀婷)