

· 临床论著 ·

镜下后交叉韧带重建两种胫骨隧道建立技术比较

申 晟, 赵涵正, 朱俊博, 程卫东

[河南省洛阳正骨医院 (河南省骨科医院), 河南洛阳 450000]

摘要: [目的] 比较后三角定位技术与常规前后路技术镜下后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 重建术的临床效果。[方法] 回顾性分析本院收治的 60 例 PCL 重建患者的临床资料, 其中, 32 例采用后三角定位技术 (后侧组), 28 例采用常规前后技术 (常规组)。比较两组围手术期情况、随访及影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 术中未出现血管神经损伤等并发症。后侧组手术时间、术中失血量、术中透视次数均显著优于常规组 ($P<0.05$)。所有患者平均随访 (20.4 ± 4.7) 个月, 后侧组恢复完全负重活动的时间显著早于常规组 ($P<0.05$)。与术前相比, 末次随访时两组 VAS 评分、Lysholm 评分及 IKDC 评分均显著改善 ($P<0.05$)。末次随访时两组 VAS 评分差异无统计学意义 ($P>0.05$), 但后侧组的 Lysholm 及 IKDC 评分显著高于常规组 ($P<0.05$)。影像方面, 两组胫骨隧道位置的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。与术前相比, 末次随访时两组患者的屈膝 30° 、 90° 后应力下胫骨后移显著减少 ($P<0.05$)。相应时间点, 两组间的屈膝 30° 、 90° 时应力下胫骨后移差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 采用后三角定位镜下后交叉韧带的重建, 可以更好地暴露手术视野, 减少操作损伤, 节省手术时间, 而且保留了后交叉韧带残端及板股韧带, 有利于膝关节的功能恢复。

关键词: 后交叉韧带, 重建术, 后三角定位技术, 关节镜术

中图分类号: R687.4 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2023) 06-0510-05

Comparison of two techniques for tibial tunnel location in arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction // SHEN Sheng, ZHAO Han-zheng, ZHU Jun-bo, CHENG Wei-dong. Luoyang Orthopedic Hospital, Luoyang 450000, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical results of posterior triangle location technique versus conventional anteroposterior location method in arthroscopic posterior cruciate ligament (PCL) reconstruction. [Methods] A retrospective study was conducted on 60 patients who received arthroscopic PCL reconstruction in our hospital. Among them, 32 patients were treated with posterior triangulation technique (the posterior group), and 28 patients were treated with conventional anteroposterior technique (the conventional group). The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All the patients had PCL reconstruction performed successfully without complications such as vascular and nerve injury. The posterior group proved significantly superior to the conventional group in terms of operation time, intraoperative fluoroscopy times ($P<0.05$). All the patients were followed up for (20.4 ± 4.7) months, and the posterior group resumed full weight-bearing activity significantly earlier than the conventional group ($P<0.05$). The VAS, Lysholm and IKDC scores significantly improved in both groups at the last follow-up compared with those before surgery ($P<0.05$). Although there was no significant difference in VAS scores between 2 groups ($P>0.05$), the posterior group proved significantly superior to the conventional group in terms of Lysholm and IKDC scores at the latest follow up ($P<0.05$). Radiographically, there was no significant difference in tibial tunnel location ($P>0.05$). The posterior translation at 30° and 90° of knee flexion under stress on imaging was significantly reduced at the latest follow-up in both groups compared with those before operation ($P<0.05$), which were not statistically significant between the two groups at any matching time points ($P>0.05$). [Conclusion] The posterior triangle technique for tibial tunnel location in arthroscopic PCL reconstruction has advantages of improving exposure of the surgical field, reducing the iatrogenic injury, saving the operation time, and preserving the residual posterior cruciate ligament and the meniscofemoral ligament, which is conducive to the functional recovery of the knee joint.

Key words: posterior cruciate ligament, reconstruction, posterior triangulation technique, arthroscopy

后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 损伤的发病率约占膝关节韧带损伤 3%, 多由高能暴力损伤所致^[1,2]。当胫骨遭受向后方向的高能暴力, 比

如交通事故或剧烈运动伤时, PCL 多于胫骨端发生撕裂; 另一种损伤机制为胫骨处于过伸位, 如进行跳远运动时损伤^[3]。PCL 为维持膝关节运动的重要结

构, 限制胫骨相对于股骨的后移。此外, PCL 还辅助对抗膝关节内翻、外翻和外旋力矩, 其损伤时会出现膝关节疼痛、跛行甚至出现无法运动^[4, 5]。

对于 PCL 损伤早期认为可采用非手术治疗, 但研究发现 PCL 损伤时间越长, 膝关节功能障碍与退行性改变越严重^[6, 7], 因此尽早行关节镜手术重建 PCL 成为治疗的常用方法, 然而, 通过何种入路更有利于解剖重建 PCL 的胫骨止点, 防止“杀伤角”效应尚存在争议^[8]。为更精确等位胫骨止点, 近年来, 学者们又提出了机器人或电磁辅助定位技术^[9, 10], 本研究对 PCL 损伤患者进行分组, 分别采用后三角定位技术与前后入路方式在关节镜下重建 PCL, 并进行安全性与有效性的比较, 旨在为临床治疗方案的正确选择提供依据, 以期取得了较好的临床疗效, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 经 MRI 检查显示 PCL 断裂; (2) 术前患侧膝关节后抽屉试验阳性; (3) 术前均与所有患者及其家属进行了沟通, 根据自己的意愿和实际的病情决定是否接受手术治疗。

排除标准: (1) 存在其他原因引起的患侧膝关节疾病史、畸形史或手术史; (2) 患侧合并其他韧带损伤; (3) 存在精神疾病或恶性肿瘤; (4) 因患者自身原因而无法耐受手术。

1.2 一般资料

回顾性分析本院 2017 年 8 月—2020 年 6 月接受治疗的 PCL 断裂患者的临床资料, 其中 60 例符合纳入标准, 纳入本研究。依据医患沟通结果将患者分为两组, 32 例采用后三角定位技术治疗 (后侧组), 28 例采用前后入路手术治疗 (常规组)。两组年龄、性别、体质指数 (body mass index, BMI)、损伤至手术时间、侧别及受伤原因的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 详见表 1。本研究已经通过了医院伦理委员会审批备案, 所有患者签署了知情同意书。

1.3 手术方法

所有手术均由同一组医师进行, 并行相同的术前准备与术后处理。连续硬膜外麻醉, 取仰卧位。

后侧组: 首先常规建立前内 (anteromedial, AM)、前外 (anterolateral, AL) 入口, 探查关节腔各部位, 并给予相应处理。取自体同侧腓绳肌腱作为移植肌腱, 将其编织 4 股。膝关节保持屈曲 90°, 关节

镜通过 AL 入路穿过前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 与股骨外侧髁之间至后外侧室, 直视下建立后外 (posterolateral, PL) 入口, 探查后外侧室。穿过 PCL 后方纵隔至后内侧室, 探查后内侧室, 在关节镜直视下作后内侧 (posteromedial, PM) 入口。在 PM 与 PL 入路直视下建立胫骨隧道, 入口位于 PCL 胫骨止点外侧下方约 1 cm 处, 在 AL 入路监视下建立于股骨隧道, 入口位于内侧髁关节软骨后方约 5 mm。建立骨隧道时尽量保留 PCL 残端。在 PM、PL 入口监视下将自体韧带经胫骨隧道送入后内侧室, 通过 AM 入口将移植物经关节前室引至股骨隧道。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

指标	后侧组 (n=32)	常规组 (n=28)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	34.2±5.9	36.2±6.2	0.219
性别 (例, 男/女)	20/12	17/11	0.887
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	21.8±3.2	22.1±2.1	0.738
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	14.3±2.5	15.1±1.3	0.128
侧别 (例, 左/右)	16/16	15/13	0.782
伤因 (例, 车祸/运动)	18/14	19/9	0.356

常规组: 常规建立 AM、AL 入口。关节镜通过 AM 入口经前交叉韧带和股骨内侧髁进入后内侧室, 在关节镜直视下建立 PM 入口。清理 PCL 残端。在 PM 入路监视下建立胫骨隧道, 股骨隧道的建立同后侧组。在 PM 入口监视下, 将移植物经胫骨通道进入关节后室, 以后操作同后侧组。

两组均采用股骨侧 Endobutton 固定, 胫骨侧挤压螺钉和“II”钉固定移植物。术后处理: 麻醉苏醒后立即进行股四头肌训练, 术后 1 周进行屈曲功能训练并逐渐增大角度, 6~8 周后完全负重并自行调节支具训练, 12 周后拆除支具。

1.4 评价指标

记录两组围手术期情况。采用完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS)、膝关节 Lysholm 评分^[11]、国际膝关节评分委员会 (International Knee Documentation Committee, IKDC) 评分^[12]、膝关节活动度 (range of motion, ROM)、后抽屉试验评定临床效果^[3]。行影像检查, 记录胫骨骨隧道位置 (过低、解剖位, 偏前) 及屈膝 30°、90°时后应力下胫骨后移情况。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计量资料以

$\bar{x} \pm s$ 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 χ^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。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术, 术中未出现血管、神经损伤, 未损伤前交叉韧带等其他韧带及半月板, 术后未出现切口感染、关节感染等并发症。后侧组手术时间、术中透视次数均显著优于常规组 ($P < 0.05$)。但两组切口总长度、术中失血量、下地行走时间、切口愈合等级、住院时间等方面比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。详见表 2。

表 2 两组患者围手术期资料与比较

指标	后侧组 (n=32)	常规组 (n=28)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	55.2±8.7	67.8±9.8	<0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	7.6±2.3	8.4±3.5	0.106
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	30.7±8.6	31.6±8.3	0.678
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	2.4±0.6	4.4±1.4	<0.001
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	7.4±1.2	7.2±1.4	0.559
切口愈合等级 (例, 甲/乙)	29/3	23/5	0.335
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	10.2±3.3	11.4±4.0	0.220

2.2 随访结果

所有患者均获随访 17~26 个月, 平均 (20.4±4.7) 个月。随访期间, 后侧组出现 1 例 (3.1%) 屈膝受限患者, 经积极康复锻炼后恢复正常关节运动; 常规组出现 2 例 (7.1%) 屈膝受限患者, 相同处理后康复, 其余未出现韧带松动、断裂。两组均无症状加重, 无翻修手术者。随访资料见表 3。后侧组恢复完全负重活动的时间显著早于常规组 ($P < 0.05$)。与术前相比, 末次随访时两组 VAS 评分、Lysholm 评分及 IKDC 评分、后抽屉试验均显著改善 ($P < 0.05$)。术前两组上述评分及后抽屉试验的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 末次随访时两组 VAS 评分及后抽屉试验的差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 但后侧组的 Lysholm 及 IKDC 评分显著高于常规组 ($P < 0.05$)。

表 3 两组患者随访结果与比较

指标	后侧组 (n=32)	常规组 (n=28)	P 值
完全负重活动时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	35.7±4.4	38.9±5.6	<0.001
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	5.1±2.5	5.8±2.3	0.307
末次随访	1.6±0.4	1.6±0.4	0.506
P 值	<0.001	<0.001	
Lysholm 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	55.2±10.4	54.7±11.1	0.846
末次随访	94.5±4.3	90.1±4.3	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
IKDC 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	52.2±13.8	53.1±12.8	0.787
末次随访	93.5±4.2	86.8±5.0	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
后抽屉试验 (例, -/1+/2+/3+)			
术前	1/6/11/14	2/4/9/13	0.706
末次随访	21/8/3/0	13/9/6/0	0.261
P 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组患者影像测量结果与比较见表 4, 后侧组胫骨隧道位置显著优于常规组 ($P < 0.05$)。与术前相比, 末次随访时两组患者的屈膝 30°、屈膝 90°应力位胫骨后移均显著改善 ($P < 0.001$)。相应时间点, 两组屈膝 30°、屈膝 90°应力位胫骨后移距离的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。典型病例见图 1。

表 4 两组患者影像评估结果与比较

指标	后侧组 (n=32)	常规组 (n=28)	P 值
胫骨隧道 (例, 解剖位/非解剖位)	26/6	15/13	0.021
30°应力位胫骨后移 (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术前	9.0±2.3	9.9±2.1	0.148
末次随访	4.2±1.1	4.4±1.5	0.599
P 值	<0.001	<0.001	
90°应力位胫骨后移 (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术前	11.2±2.2	11.7±2.6	0.418
末次随访	4.5±1.3	4.7±1.2	0.627
P 值	<0.001	<0.001	

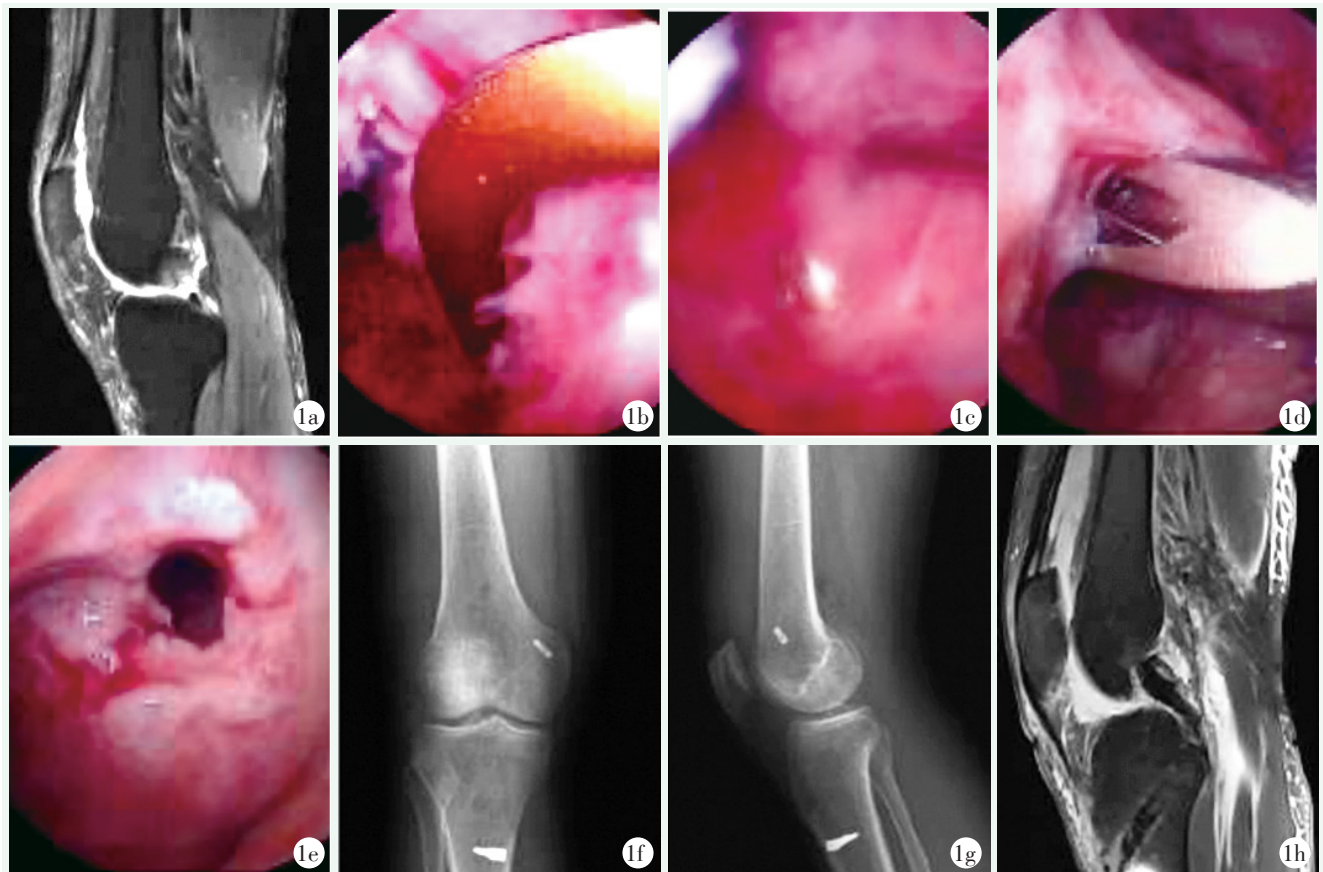


图1 患者,男,37岁,因交通事故出现右膝关节疼痛伴活动受限,诊断为右侧PCL断裂,采用后三角定位技术PCL重建 1a:术前MRI,提示右侧PCL断裂 1b,1c:关节镜下胫骨止点定位 1d,1e:股骨骨道建立 1f,1g:术后1周随访右侧膝关节正侧位X线片 1h:术后6个月随访MRI,显示重建PCL形态良好

3 讨论

早期关节镜下PCL重建术因前交叉韧带、PCL残端、板股韧带等结构遮掩而显示不清,多采用前入路的方式定位胫骨止点。随着关节镜技术的发展以及手术方式的进步,前后入路联合的手术方式成为主要手术方式,可以相对减少盲区更好地观察膝关节后室,但后内侧室的视野仍然显示不清^[13],特别对初学者,往往导致定位点偏近端,影响PCL的力学强度。近年来后三角定位技术的发展为关节镜手术提供了新的手术方式^[12]。

本研究显示,通过后三角定位技术的后侧组手术时间显著缩短,术中透视次数亦显著少于常规组,笔者认为虽然后侧组需要增加PL入口,但该入路的建立可在直视下清理PCL后方纵膈,清楚显示PCL胫骨止点周围软组织,方便定位,减少腓窝神经血管损伤风险,同时较少甚至避免了术中反复的透视,缩短手术时间。术后影像学检查结果亦显示外侧组解剖重建率显著高于常规组。PCL胫骨侧附着点解剖重建位

置一般认为是原止点,该点位于胫骨后斜坡的远端80%,距离胫骨平台15 mm^[14,15],但因PCL残端后纵膈等组织覆盖,常规组中只能通过前侧钝性分离,无法进行清理切除,不能准确测量出口的位置,从而导致胫骨隧道出口往往处于近端非解剖位置,这样不仅可能出现半月板后角损伤,而且使得“杀伤角”更加锐利^[16],影响重建韧带的长期疗效和功能。

本研究随访显示,两组末次随访时VAS评分、Lysholm评分、IKDC评分及后抽屉试验较术前均显著改善。同时随访结果亦显示,虽然后侧组的后抽屉试验及影像学应力检查与常规组无显著差异,但后侧组的Lysholm评分、IKDC评分显著优于常规组。这可能与后三角定位技术保留PCL残端及板股韧带有关,其优点在于:(1)有利于移植肌腱的愈合,肌腱和骨组织属于生物力学特性不同的结构梯度,腱-骨损伤后破坏了发育初期形成的纤维软骨组织移行区,即使人工修复其愈合后也仅形成一不规则的瘢痕组织,而残端的保留可能将腱-骨愈合改变为腱-腱愈合^[17];(2)能够促进韧带本体感觉功能恢复^[18]。交叉韧带的本体感觉源自其内的机械感受器,如鲁菲尼

氏末梢、帕西尼小体、高尔基腱器末梢和游离神经末梢。Franchi 等研究发现机械感受器占据整条韧带组织的1%，其中鲁菲尼氏末梢、帕西尼小体、高尔基腱器末梢主要附着于胫骨止点周围，而游离神经末梢主要附着于股骨侧^[19, 20]，因此，保留PCL残端有利于本体感觉功能的恢复，提高术后Lysholm评分、IKDC评分。

本研究仍存在部分有待完善的问题，包括：(1) 本研究为临床回顾性观察研究，可能存在病例选择偏差，且病例数量有限，具有一定的局限性；(2) 本次研究随访时程有限，未对远期预后水平进行随访评价，有待于后续继续改进研究分析方法。

综上所述，采用后三角定位技术进行关节镜下PCL的重建，可以更好地暴露手术视野，减少操作损伤，节省手术时间，而且保留了PCL残端及板股韧带，促进了膝关节的功能恢复。因此，建议依据病情优先选择后三角定位技术进行关节镜下PCL的重建。

参考文献

- [1] Fanelli GC, Edson CJ. Posterior cruciate ligament injuries in trauma patients: Part II [J]. *Arthroscopy*, 1995, 11 (5): 526-529.
- [2] Pache S, Aman ZS, Kennedy M, et al. Posterior cruciate ligament: current concepts review [J]. *Arch Bone Joint Surg*, 2018, 6 (1): 8-18.
- [3] 冯华, 张辉. 后交叉韧带与后外复合体损伤 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
- [4] Shelbourne KD, Clark M, Gray T. Minimum 10-year follow-up of patients after an acute, isolated posterior cruciate ligament injury treated nonoperatively [J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41 (7): 1526-1533.
- [5] 孙磊, 宁志杰. 后交叉韧带与相关结构的生物力学 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2007, 15 (18): 1408-1411.
- [6] Logterman SL, Wydra FB, Frank RM. Posterior cruciate ligament: anatomy and biomechanics [J]. *Curr Rev Musculoskel Med*, 2018, 11 (3): 510-514.
- [7] Korolev AV, Afanasyev AP, Il'in DO, et al. Injury to the posterior cruciate ligament: biomechanics, diagnosis, treatment and prevention of secondary osteoarthritis [J]. *Genij Ortop*, 2020, 26 (3): 413-419.
- [8] 滕元君, 呼杰, 达丽隼, 等. 后交叉韧带损伤重建术中"杀伤角"效应的研究进展 [J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38 (1): 86-91.
- [9] 胡鹏宇, 余志平, 刘端正, 等. 电磁导航系统辅助后交叉韧带重建胫骨隧道定位的效果评价 [J]. *实用骨科杂志*, 2020, 26 (8): 703-706.
- [10] 陈刚, 胡汉, 张中伟, 等. 骨科手术机器人辅助重建急性后交叉韧带断裂1例 [J]. *中国骨伤*, 2020, 33 (10): 979-981.
- [11] 李品, 陈红云, 孔舒娅, 等. 医护一体化康复锻炼对前交叉韧带重建术后Lysholm评分的影响 [J]. *中国医学创新*, 2016, 13 (24): 139-141.
- [12] 杨腾云, 郑竹君, 李彦林, 等. 关节镜下经后三角定位技术与前后入路重建后交叉韧带的疗效比较研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2021, 35 (7): 823-828.
- [13] 赵嘉懿, 郑杰, 李贤海, 等. 关节镜下经后侧入路重建后交叉韧带 [J]. *中华创伤杂志*, 2012, 28 (12): 1092-1095.
- [14] Teng Y, Guo L, Wu M, et al. MRI analysis of tibial PCL attachment in a large population of adult patients: reference data for anatomic PCL reconstruction [J]. *BMC Musculoskel Disord*, 2016, 17 (1): 384.
- [15] 郭来威, 丁宁, 滕元君, 等. 后交叉韧带胫骨止点定位的磁共振成像研究及性别差异 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2017, 19 (5): 387-392.
- [16] Matava MJ, Ellis E, Gruber B. Surgical treatment of posterior cruciate ligament tears: an evolving technique. [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2009, 17 (7): 435-446.
- [17] 邓焯, 李凯群, 张凯瑞, 等. 骨髓结合的研究进展: 结构、发育、治疗及动物模型 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2019, 21 (9): 820-825.
- [18] 舒莉, 郭晓斐, 柴浩, 等. 关节镜下残端保留在交叉韧带重建术的效果及对关节稳定性和本体感觉的影响 [J]. *疑难病杂志*, 2019, 18 (3): 275-279.
- [19] 党保平, 毛立彪, 第五维龙, 等. 膝骨关节炎交叉韧带机械感受器的组织学研究 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2016, 5 (12): 909-914.
- [20] 党保平, 闫金洪, 韩一生. 膝交叉韧带中机械感受器的研究进展 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2016, 5 (12): 930-934.

(收稿:2021-11-04 修回:2022-11-10)
(同行评议专家: 刘春光 高宗炎)
(本文编辑: 闫承杰)