

· 临床研究 ·

保留残端纤维双束重建后交叉韧带的
病例对照研究

黄迅悟, 彭伟, 冯会成, 孙继桐, 董志明, 蒋长亮, 张瑞斐
(解放军第 309 医院骨科, 北京 100091)

【摘要】 目的: 评估“Y”形双束后交叉韧带重建中保留残端纤维的临床疗效。方法: 自 2007 年 1 月至 2010 年 11 月, 将符合纳入标准的单纯后交叉韧带陈旧性损伤患者 50 例, 分为保留残端纤维组(保残组)和切除残端纤维组(不保残组)。保残组 26 例, 男 19 例, 女 7 例; 年龄 18~55 岁, 平均(32.250±11.085)岁; 术前受伤时间 2~66 个月, 平均(17.481±3.568)个月。不保残组 24 例, 男 17 例, 女 7 例; 年龄 20~54 岁, 平均(31.458±9.569)岁; 术前受伤时间 3~72 个月, 平均(19.354±3.950)个月。两组患者均有膝关节不稳, 后抽屉试验阳性。保残组: 术中保留髁间窝残端纤维、瘢痕组织及滑膜, 仅切除导致髁间窝呈球状游离韧带组织。不保残组: 切除残端纤维、瘢痕组织及其附着部滑膜组织。两组均采用自体半腱肌腱和股薄肌腱双束重建后交叉韧带, 胫骨侧采用可吸收挤压钉与牵引线拴桩固定, 股骨侧采用可吸收挤压钉与牵引线悬吊复合固定。术前及术后 2 年分别对两组患者进行主观评估(主观性 IKDC、Lysholm 评分及 Cincinnati 评分)和客观临床评估(客观 IKDC 评分、Kneelax3 胫骨后移测试)。结果: 主观评估结果比较: 主观性 IKDC 评分, 保残组 92.167±4.177 优于不保残组 87.542±5.687 ($P=0.010$); Lysholm 评分, 保残组 90.917±4.413 优于不保残组 87.083±5.149 ($P=0.027$); Cincinnati 膝关节评分, 保残组 92.125±4.003 优于不保残组 87.791±6.665 ($P=0.027$)。客观评估结果比较: 客观 IKDC 评分, 保残组与不保残组比较差异无统计学意义; Kneelax3 检查, 在 132 N 力作用下用 Kneelax3 做胫骨后移测试, 保残组与不保残组差异无统计学意义。结论: 保留残端纤维与切除残端纤维双束重建后交叉韧带比较, 保留残端纤维双束后交叉韧带重建术后膝关节主观功能恢复更好, 而术后膝关节机械稳定性无明显差异。

【关键词】 后交叉韧带; 膝关节; 创伤和损伤; 关节镜; 修复外科手术; 病例对照研究

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2013.05.002

Case-control studies on double bundle posterior cruciate ligament reconstruction with remnant fiber preservation

HUANG Xun-wu, PENG Wei, FENG Hui-cheng, SUN Ji-Tong, DONG Zhi-ming, JIANG Chang-liang, and ZHANG Rui-fei
Department of Orthopaedics, the 309th Hospital of Chinese PLA, Beijing 100091, China

ABSTRACT Objective: To study the clinical efficacy of double bundle posterior cruciate ligament (PCL) reconstruction with remnant preservation. **Methods:** From January 2007 to November 2011, 50 patients with PCL rupture met the inclusion criteria were divided into two groups; remnant preservation group (RP group) and remnant resection group (RR group). There were 19 males and 7 females in the RP group, ranging in age from 18 to 55 years, with a mean of (32.250±11.085) years old. The duration from injury to operation ranged from 2 to 66 months, with an average of (17.481±3.568) months. Among the RR group, 17 patients were male and 7 patients were female, ranging in age from 20 to 54 years old, with an average of (31.458±9.569) years. The duration from injury to operation ranged from 3 to 72 months, with a mean of (19.354±3.950) months. The patients in both groups suffered from instability of knee joint, got a positive result of posterior drawer test. In the RP group, the intercondylar notch remnant fiber, scar tissue and synovial were preserved in operation, only the free ligament in the intercondylar notch was resected. In the RR group, the remnant fiber, scar tissue and synovial tissue of adhesive parts were resected. In both groups, autologous semitendinosus and gracilis tendon double-bundle PCL reconstruction were carried out, the tibia was fixed with an absorbable interference screw with post-tie fixation, and the femur side was compositely fixed with absorbable interference screws and suspending fixation. Each patient received both subjective assessment (IKDC subjective evaluation, Lysholm scoring and Cincinnati rating) and objective clinical assessment (IKDC objective evaluation and Kneelax 3 tibia backward measurement) before operation and two years after operation. **Results:** IKDC subjective evaluation: 92.167±4.177 in the RP group, which was higher than 87.542±5.687 in the RR group ($P=0.010$). Lysholm scores: 90.917±4.413 in the RP group, which was higher than 87.083±5.149 in the RR group ($P=0.027$). Cincinnati knee scores: 92.125±4.003 in the RP group, which was higher than 87.791±6.665 in the RR group ($P=0.027$). IKDC objective evaluation; no significant statistical differences between RP group and RR group. Kneelax 3 assessment; tibia backward test with Kneelax 3 under 132 N showed

no significant statistical difference between RP group and RR group, which were (3.958±0.693) mm and (4.029±0.846) mm respectively ($P=0.795$). **Conclusion:** The study shows a significant advantage of remnant fiber preservation than remnant fiber resection in double-bundle PCL construction in terms of subjective knee function recovery after operation. There is no significant difference in postoperative knee stability.

KEYWORDS Posterior cruciate ligament; Knee joint; Wounds and injuries; Arthroscopes; Reconstructive surgical procedures; Case-control studies

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(5):360-364 www.zggszz.com

膝关节后方稳定性主要由后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 及关节囊维持, PCL 在限制胫骨向后滑移方面提供 95% 的限制力^[1]。目前 PCL 重建方法较多, 采用单束还是双束重建, 重建中是否保留残端纤维组织尚有争论^[2]。为此, 笔者比较研究了双束 PCL 重建中保留与不保留残端纤维组织的临床疗效。

1 资料与方法

1.1 诊断、纳入及排除标准 诊断标准: 患者膝关节外伤后不稳、打软腿, 后抽屉试验阳性, MRI 显示 PCL 信号异常。纳入标准: 单纯后交叉韧带陈旧性损伤, 受伤与手术至少间隔 2 个月, MRI 显示 PCL 信号未完全中断, Kneelax3 测试胫骨后移 6~10 mm。排除标准: 膝关节多韧带损伤, 影响关节稳定性的半月板横断损伤及毁损伤, Outerbridge 分级 III 级以上、面积大于 10 mm² 的关节软骨损伤。

1.2 临床资料与分组方法 自 2007 年 1 月至 2010 年 11 月, 符合纳入标准的患者共 50 例, 分成保留残端纤维组 (保残组) 和切除残端纤维组 (不保残组)。保残组 26 例, 年龄 18~55 岁, 术前受伤时间 2~66 个月; 不保残组 24 例, 年龄 20~54 岁, 术前受伤时间 3~72 个月。两组患者临床资料比较见表 1, 差异无统计学意义, 有可比性。手术由同一手术组完成。

1.3 治疗方法

1.3.1 髁间窝准备 保残组: 术中保留髁间窝残端纤维、瘢痕组织及滑膜, 仅切除髁间窝呈球状游离韧带组织。不保残组: 切除残端纤维、瘢痕组织及其附着部滑膜组织, 经髁间窝显露胫骨后缘。

1.3.2 移植物制备 保残组与不保残组相同, 将半腱肌腱和股薄肌腱分别对折, 两腱游离端 4 股腱缝

合成一体。对折袢状端分别独立编织缝合, 移植物呈“Y”形, 3 个缝合端均保留牵引线。

1.3.3 骨道定位及钻骨道 股骨前外侧束定位: 在内髁关节软骨缘后侧 5 mm, 左侧 1 点, 右侧 11 点位置。股骨后内侧束定位: 在股骨前外侧束定位点后下方 15 mm 位置, 内髁关节软骨缘后侧 20 mm, 左侧 3 点, 右侧 9 点位置为定位点。胫骨骨道定位: 胫骨后缘中点关节面下 12 mm 为定位点, 定位针与胫骨关节面成 60° 进针。根据移植物大小选择相应的空心钻分别钻胫骨骨道和股骨内侧束骨道、后外侧束骨道, 股骨骨道外口分别用直径 7 mm 空心钻扩大, 便于挤压钉固定。

1.3.4 移植物置入固定 用引导钢丝牵引, 将移植物经胫骨骨道穿入, 袢状端半腱肌腱和股薄肌腱分别经股骨前外侧束及后内侧束隧道穿出, 调整移植物位置, 股骨侧移植物与骨道外口平齐。双股半腱肌腱重建前外侧束, 双股股薄肌腱重建后内侧束。先将胫骨端骨道外拴桩固定, 再拧入直径 8 mm 或 9 mm BIOFIX 可吸收挤压钉骨道内固定。股骨端在不同角度分别固定前外侧束和后内侧束移植物: 固定前外侧束时, 膝关节屈曲 15° 位, 移植物施加 50 N 拉力, 骨道内用直径 7.3 mm BIOFIX 可吸收挤压钉固定; 固定后内侧束时, 膝关节屈曲 75° 位, 同样施加 50 N 拉力, 骨道内同样用直径 7.3 mm BIOFIX 可吸收挤压钉固定, 骨道外将 2 束移植物牵引线收紧打结, 利用骨桥加强固定 (图 1-2)。

1.3.5 术后康复 康复期分 4 期。①制动期: 术后 3 周, 膝关节 0° 位, 用卡盘式支具固定。②限制活动期: 术后第 4~8 周, 用卡盘式支具限制膝关节活动, 拄拐辅助行走、部分负重, 开始做股四头肌锻炼。膝关节活动度: 第 4 周, 0°~30°; 第 5 周, 0°~60°; 每周屈

表 1 两组后交叉韧带损伤患者手术前临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data between two groups of patients with posterior cruciate ligament injuries

组别	例数 (例)	年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	性别 (例)		侧别 (例)		术前受伤时间 ($\bar{x}\pm s$, 月)	致伤原因 (例)		
			男	女	左	右		运动伤	机动车事故	意外摔伤
保残组	26	32.250±11.085	19	7	11	15	17.481±3.568	13	8	5
不保残组	24	31.458±9.569	17	7	10	14	19.354±3.950	12	9	3
检验值	-	$t=0.255$	$\chi^2=0.031$		$\chi^2=0.002$		$t=-0.356$	$\chi^2=0.520$		
P 值	-	0.801	0.860		0.963		0.725	0.771		

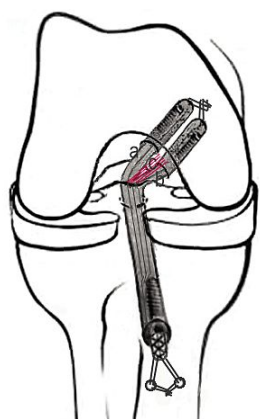


图 1 保残双束 PCL 重建示意图。a:重建的 PCL 前外侧束。b:重建的 PCL 后内侧束。c:PCL 残端纤维组织

Fig.1 Illustrations of Y-shaped double-bundle PCL reconstruction with remnant preservation. a:Anterolateral bundle of reconstructed PCL. b: Posteromedial bundle of reconstructed PCL. c:Preserved remnant of PCL.

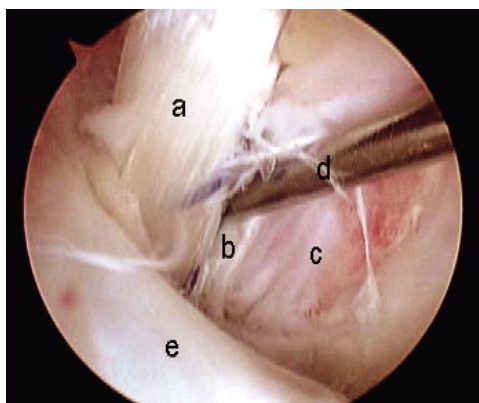


图 2 患者,男,26 岁,保残双束 PCL 重建关节镜下所见。a:重建的 PCL 前外侧束。b:重建的 PCL 后内侧束。c:PCL 残端纤维组织。d:关节镜探子。e:前交叉韧带

Fig.2 A 26-year-old male patient,arthroscopic image after Y-shaped double-bundle PCL reconstruction with remnant preservation. a:Anterolateral bundle of reconstructed PCL. b:Posteromedial bundle of reconstructed PCL. c:Preserved remnant of PCL. d:Probe for arthroscopy. e: Anterior cruciate ligament

曲角度递增 30°,至第 8 周为 0°~135°。③免体期:术后第 9~15 周,戴支具,卡盘角度放开,逐渐恢复日常活动,膝关节主动屈伸练习,避免剧烈运动及负重下蹲,做股四头肌锻炼及腘绳肌锻炼。④运动恢复期:术后第 16~30 周,逐渐恢复体育运动,避免参加对抗运动。

1.4 观测指标与方法 主观评估包括:①主观国际膝关节文献委员会 (the International Knee Documentation Committee, IKDC) 评分^[3],包括疼痛 24 分,肿胀 8 分,交锁 4 分,不稳 4 分,运动 4 分,功能 36 分,自我评价 20 分,主观性 IKDC 评分最高 100 分,分值越高,表明膝关节症状越少,膝关节功能越好。②Lysholm 评分^[4],包括跛行 5 分,支撑 5 分,交锁 15 分,疼痛 25 分,不稳 25 分,肿胀 10 分,上楼 10 分,

下蹲 5 分;95~100 分为优,84~94 分为良,65~83 分为中,<65 分为差。③Cincinnati 膝关节评分^[5],包括疼痛 20 分,肿胀 10 分,不稳 20 分,运动 20 分,行走 10 分,上下楼 10 分,跑步 5 分,跳或扭转 5 分;评分在 85 分以上,表明恢复体育运动,包括跳跃、剧烈扭转及剪切运动;80 分表明可以参加一般体育运动,不包括对抗运动(跑步、扭身及旋转)。客观评估包括:①客观 IKDC 分级^[6],A 级为正常,B 级为接近正常,C 级为异常,D 级为严重异常。②Kneelax3 检查,在 132 N 力下用 Kneelax3 做胫骨后移测试。

1.5 疗效评价方法 所有患者随访通过单盲法由骨科医生完成。患者手术切口完全相同,对每位患者于术前及术后 2 年分别进行主观评估和客观评估。

1.6 统计学处理 采用 SPSS19.0 统计软件,两组定量资料比较采用成组设计定量资料的 *t* 检验,定性资料比较采用 χ^2 检验,等级资料比较采用秩和检验。同一组患者手术前后定量资料比较采用配对设计定量资料的 *t* 检验,定性资料比较采用 χ^2 检验,等级资料比较采用秩和检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组 IKDC 主观功能评分比较 两组术前与术后 2 年 IKDC 主观功能评分比较结果见表 2。两组术后 2 年评分均较术前提高;术前两组 IKDC 主观功能评分差异无统计学意义,有可比性,术后保残组 IKDC 主观功能评分高于不保残组。

2.2 两组 Lysholm 膝关节评分比较 两组术前与术后 2 年 Lysholm 膝关节功能评分比较结果见表 3。两组术后 2 年评分均较术前提高;术前两组 Lysholm 膝关节功能评分差异无统计学意义,有可比性,术后保残组评分高于不保残组。

2.3 两组 Cincinnati 膝关节评分比较 两组术前与术后 2 年 Cincinnati 膝关节功能评分比较结果见表 4。两组术后 2 年评分均较术前提高;术前两组 Cincinnati 膝关节功能评分差异无统计学意义,有可比性,术后保残组评分高于不保残组。

2.4 两组客观评估结果比较 两组术前与术后 2 年 IKDC 客观评估与 Kneelax3 检查结果比较见表 5。两组患者术后 2 年 IKDC 客观分级与 Kneelax3 检查结果均较术前改善,两组术前与术后 2 年比较差异均无统计学意义。

3 讨论

PCL 可分成 2 个功能束:前外侧束和后内侧束,前外侧束占 65%,后内侧束占 35%,膝关节屈曲时前外侧束紧张,膝关节伸展时后内侧束紧张^[7]。在股骨附着部每个纤维束附着点之间的距离对位置变化

表 2 两组后交叉韧带损伤患者 IKDC 膝关节主观功能评分比较($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.2 Comparison of pre- and post-operative IKDC scores between two groups of patients with posterior cruciate ligament injuries ($\bar{x}\pm s$, score)

组别	例数(例)	时间	疼痛	肿胀	交锁	不稳	运动	功能	自我评价	总分
保残组	26	术前	16.576±	4.269±	3.461±	0.692±	0.576±	20.423±	12.500±	58.458±
			2.175	1.282	1.139	0.735	0.757	2.872	0.989	5.985
		术后 2 年	21.846±	7.115±	4.000±	3.769±	3.500±	33.346±	18.576±	92.167±
			1.566	0.816	0.000	0.429	0.509	1.695	0.757	4.177 ^{a1}
不保残组	24	术前	15.916±	4.291±	3.000±	0.583±	87.333±	19.000±	12.375±	55.500±
			2.062	1.731	1.251	0.583	0.564	3.036	1.095	7.095 ^{b1}
		术后 2 年	20.250±	6.916±	4.000±	3.750±	3.333±	32.166±	17.125±	87.542±
			2.288	0.880	0.000	0.442	0.481	1.606	1.153	5.687 ^{a2b2}

注:与术前比较,^{a1}t=-87.623, P=0.000; ^{a2}t=-22.037, P=0.000。与保残组比较, ^{b1}t=1.732, P=0.097; ^{b2}t=2.795, P=0.010

Note: Compared with preoperative score, ^{a1}t=-87.623, P=0.000; ^{a2}t=-22.037, P=0.000. Compared with remnant preservation group, ^{b1}t=1.732, P=0.097; ^{b2}t=2.795, P=0.010

表 3 两组后交叉韧带损伤患者 Lysholm 膝关节评分比较($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.3 Comparison of pre- and post-operative Lysholm scores between two groups of patients with posterior cruciate ligament injuries ($\bar{x}\pm s$, score)

组别	例数(例)	时间	跛行	支撑	交锁	疼痛	不稳	肿胀	上楼	下蹲	总分
保残组	26	术前	4.076±	4.769±	10.192±	14.615±	5.000±	5.538±	4.769±	4.807±	53.791±
			1.016	0.815	0.980	2.801	0.000	2.353	1.882	0.401	4.471
		术后 2 年	4.384±	4.769±	14.423±	21.730±	22.500±	8.769±	9.692±	4.807±	90.917±
			0.941	0.815	1.629	2.425	2.549	1.882	1.086	0.633	4.413 ^{a3}
不保残组	24	术前	4.166±	4.500±	11.458±	12.916±	4.583±	5.166±	5.000±	4.625±	52.416±
			1.007	1.142	2.321	4.643	1.411	2.884	2.126	0.494	6.337 ^{b3}
		术后 2 年	4.416±	5.000±	13.125±	20.833±	21.458±	8.166±	9.333±	4.625±	87.083±
			0.928	0.000	2.472	1.903	2.750	2.035	1.5227	0.494	5.149 ^{a4b4}

注:与术前比较, ^{a3}t=-266.011, P=0.000; ^{a4}t=-99.258, P=0.000。与保残组比较, ^{b3}t=0.756, P=0.458; ^{b4}t=2.364, P=0.027

Note: Compared with preoperative score, ^{a3}t=-266.011, P=0.000; ^{a4}t=-99.258, P=0.000. Compared with remnant preservation group, ^{b3}t=0.756, P=0.458; ^{b4}t=2.364, P=0.027

表 4 两组后交叉韧带损伤患者 Cincinnati 膝关节评分比较($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.4 Comparison of pre- and post-operative Cincinnati scores between two groups of patients with posterior cruciate ligament injuries ($\bar{x}\pm s$, score)

组别	例数(例)	时间	疼痛	肿胀	不稳	运动	行走	上下楼	跑步	跳或扭转	总分
保残组	26	术前	13.846±	7.461±	10.000±	11.769±	6.692±	5.038±	3.346±	2.307±	60.458±
			2.033	0.904	2.332	1.817	0.970	1.660	0.689	0.470	6.865
		术后 2 年	19.846±	8.692±	17.692±	18.153±	9.923±	9.461±	4.384±	4.000±	92.125±
			0.784	0.970	2.015	2.033	0.392	0.904	0.496	0.282	4.003 ^{a5}
不保残组	24	术前	13.666±	7.250±	9.333±	10.750±	6.583±	4.916±	3.250±	2.041±	57.791±
			2.014	0.989	2.681	2.558	0.928	1.442	0.846	0.464	8.330 ^{b5}
		术后 2 年	18.666±	8.000±	16.500±	17.666±	9.500±	9.500±	4.208±	3.750±	87.791±
			1.926	1.179	3.400	2.014	0.884	0.884	0.414	0.442	6.665 ^{a6b6}

注:与术前比较, ^{a5}t=-42.852, P=0.000; ^{a6}t=-47.738, P=0.000。与保残组比较, ^{b5}t=1.026, P=0.316; ^{b6}t=2.357, P=0.027

Note: Compared with preoperative score, ^{a5}t=-42.852, P=0.000; ^{a6}t=-47.738, P=0.000. Compared with remnant preservation group, ^{b5}t=1.026, P=0.316; ^{b6}t=2.357, P=0.027

很敏感,但在胫骨附着部对位置变化并不敏感。2000 年前后开始有学者报道“Y”形双束 PCL 重建技术^[8-9],是目前最常用的双束重建方法。股骨侧双骨道,增加股骨附着部面积;胫骨单隧道,采用较低定位点减轻“杀手转弯”所致的后期韧带松弛^[10]。体外试验研究

表明,双束重建术后膝关节稳定性、韧带的张力变化及施加负荷后韧带变形均优于单束重建,同时重建前外侧束和后内侧束,提供更均匀的负荷分布,恢复膝关节在全范围活动时正常稳定性,减少移植物延伸^[11]。双束 PCL 重建有理论上的优点,我院采用双

表 5 两组后交叉韧带损伤患者客观评估结果比较

Tab.5 Comparison of objective assessment results between two groups of patients with posterior cruciate ligament injuries

组别	例数 (例)	术前客观 IKDC 分级(例)				术后客观 IKDC 分级(例)				P 值	Kneelax3 ($\bar{x} \pm s$, mm)		P 值
		A 级	B 级	C 级	D 级	A 级	B 级	C 级	D 级		术前	术后	
保残组	26	0	0	4	22	13	11	2	0	0.000	8.325±0.614	3.958±0.693	0.000
不保残组	24	0	0	3	21	10	11	3	0	0.000	8.304±1.048	4.029±0.846	0.000
检验值	-	Z=0.086				Z=0.512				-	t=0.076	t=-0.263	-
P 值	-	0.769				0.774				-	0.940	0.795	-

束重建 PCL,保留与不保留残端纤维组织,均获得很好的客观稳定性。

成功的 PCL 重建不但要重建稳定性,而且要术后恢复本体感觉。维持膝关节稳定性不但需要韧带和关节囊等静态稳定结构,还需要关节周围肌肉及其扩展部构成的动态稳定结构参与。PCL 与其他韧带一样,有机械感受器,把位置觉和平衡等关节运动信息传到中枢神经系统,参与动态稳定反射^[12]。PCL 重建中保留有张力的残端纤维组织,有助于保留 PCL 内部的感受器,加速移植神经长入,从而加快重建韧带本体感觉的恢复^[13]。此外,保留 PCL 残余组织重建,可加快移植血管化和细胞增殖,有利于移植重塑形成韧带组织;PCL 断裂后“自然愈合”能力较强,在髁间窝股骨和胫骨之间形成类似韧带的致密瘢痕组织,保留残端纤维有一定的稳定作用,在某种程度上解决了双股半腱肌腱和股薄肌腱重建 PCL 相对薄弱问题^[14]。胫骨侧 PCL 残余组织还可以预防杀手转弯所致的移植失败^[15]。自体腓绳肌腱重建 PCL 后需要组织学转化与重塑形成韧带样组织后,才能有效发挥稳定作用,移植转化与重塑过程中血管化和本体感觉恢复是关键^[16]。本研究表明,保残组双束 PCL 重建主观评估优于不保残组,可能与保残组重建 PCL 本体感觉恢复更好有关。

保残双束 PCL 重建与不保残双束 PCL 比较,客观稳定性无明显差异,但保残重建有更好的主观稳定性。双束重建中保留残端纤维组织有积极作用。

参考文献

[1] Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, et al. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions[J]. Arthroscopy, 1999, 15(7): 741-749.

[2] 卫小春. 膝关节损伤的诊断与治疗[J]. 中国骨伤, 2010, 23(6): 403-405.

Wei XC. Diagnosis and therapy of knee injuries[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2010(6): 403-405. Chinese.

[3] Anderson AF, Irrgang JJ, Kocher MS, et al. The International Knee Documentation Committee subjective knee evaluation form; normative data[J]. Am J Sports Med, 2006, 34(1): 128-135.

[4] Borsa PA, Lephart SM, Irrgang JJ. Sport-specificity of knee scoring systems to assess disability in anterior cruciate ligament-deficient

athletes[J]. J Sports Rehab, 1998, 7: 44-60.

[5] Bentley G, Biant LC, Carrington RW, et al. A prospective, randomised comparison of autologous chondrocyte implantation versus mosaicplasty for osteochondral defects in the knee[J]. J Bone Joint Surg Br, 2003, 85(2): 223-230.

[6] Weitzel PP, Richmond JC. Critical evaluation of different scoring systems of the knee[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2002, 10(3): 183-190.

[7] Fanelli GC, Beck JD, Edson CJ. Current concepts review: the posterior cruciate ligament[J]. J Knee Surg, 2010, 23(2): 61-72.

[8] Papannagari R, DeFrate LE, Nha KW, et al. Function of posterior cruciate ligament bundles during in vivo knee flexion[J]. Am J Sports Med, 2007, 35(9): 1507-1512.

[9] Harner CD, Janaushek MA, Kanamori A, et al. Biomechanical analysis of a double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction [J]. Am J Sports Med, 2000, 28(2): 144-151.

[10] 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.

[11] Fanelli GC, Beck JD, Edson CJ. Current concepts review: the posterior cruciate ligament[J]. J Knee Surg, 2010, 23(2): 61-72.

[12] Yang JH, Yoon JR, Jeong HI, et al. Second-look arthroscopic assessment of arthroscopic single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction; comparison of mixed graft versus achilles tendon allograft[J]. Am J Sports Med, 2012, 40(9): 2052-2060.

[13] 陈连旭, 余家阔, 敖英芳, 等. 后交叉韧带止点形态学测量及其重建骨道直径探讨[J]. 中国运动医学杂志, 2011, 30(10): 911-915.

Chen LX, Yu JK, Ao YF, et al. Morphological measurement of PCL insertion and optimized tunnel diameter for PCL reconstruction [J]. Zhongguo Yun Dong Yi Xue Za Zhi, 2011, 30(10): 911-915. Chinese.

[14] Jung YB, Jung HJ, Yang JJ, et al. Characterization of spontaneous healing of chronic posterior cruciate ligament injury: analysis of instability and magnetic resonance imaging[J]. J Magn Reson Imaging, 2008, 27(6): 1336-1340.

[15] Yoon KH, Bae DK, Song SJ, et al. A prospective randomized study comparing arthroscopic single-bundle and double-bundle posterior cruciate ligament reconstructions preserving remnant fibers [J]. Am J Sports Med, 2011, 39(3): 474-480.

[16] Kim SJ, Kim SH, Chun YM, et al. Clinical comparison of conventional and remnant-preserving transibial single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction combined with posterolateral corner reconstruction[J]. Am J Sports Med, 2012, 40(3): 640-649.

(收稿日期: 2013-02-21 本文编辑: 连智华)