



膝关节镜下保留与未保留残端单束重建治疗前交叉韧带损伤的临床对比

梁俊升, 徐斌

引用本文:

梁俊升, 徐斌. 膝关节镜下保留与未保留残端单束重建治疗前交叉韧带损伤的临床对比[J]. 蚌埠医学院学报, 2020, 45(8): 1055–1059.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2020.08.017>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

关节镜下保留与清除断裂前交叉韧带残端重建术后疗效比较

Effect of remnant preservation and remove in anterior cruciate ligament reconstruction under arthroscopy
蚌埠医学院学报. 2016, 41(8): 1017–1019,1020 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2016.08.012>

关节镜辅助下关节清术结合康复训练治疗膝关节骨性关节炎的临床研究

Effect of arthroscopic debridment combined with rehabilitation training in the treatment of knee osteoarthritis
蚌埠医学院学报. 2018, 43(2): 174–177 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2018.02.010>

保留股方肌在人工髋关节置换术中的临床应用

蚌埠医学院学报. 2018, 43(8): 1039–1041 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2018.08.018>

日间手术病房在研究生临床教学中的应用探讨

Application of day surgery unit in clinical teaching of postgraduate students
蚌埠医学院学报. 2020, 45(8): 1139–1141 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2020.08.041>

前外侧单切口三钢板固定治疗胫骨平台三柱骨折的临床观察

Clinical observation of three-plate fixation with anterolateral single incision in the treatment of three-column fractures of tibial plateau
蚌埠医学院学报. 2019, 44(12): 1643–1648 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2019.12.018>

膝关节镜下保留与未保留残端单束重建 治疗前交叉韧带损伤的临床对比

梁俊升¹, 徐 斌²

[摘要] **目的:**对比膝关节镜下保留与未保留残端单束重建治疗前交叉韧带(ACL)的临床疗效。**方法:**选择行关节镜下 ACL 重建的病人 30 例,随机分为 2 组,其中采用保留残端单束重建 ACL 的病人 15 例(保留组),未保留残端单束重建 ACL 的病人 15 例(未保留组)。对比 2 组术前和术后 6 个月的 Lysholm 评分、主观膝部评估表(IKDC)评分和 Tegner 评分,以及术后膝关节活动度和稳定性,同时比较 2 组术后 6 个月的本体感觉指标。**结果:**2 组病人术前的 Lysholm 评分、IKDC 评分和 Tegner 评分差异均无统计学意义($P > 0.05$),而保留组术后 6 个月的 Lysholm 评分、IKDC 评分和 Tegner 评分均明显高于未保留组($P < 0.05$)。2 组术前和术后 6 个月的 KT-1000 侧-侧差值和 ROM 角度差异均无统计学意义($P > 0.05$),术后 6 个月保留组其被动角度再生试验角度和被动活动察觉阈值均低于未保留组($P < 0.01$)。**结论:**保留残端单束重建 ACL 能更好地促进膝关节术后功能和本体感觉的恢复,其临床效果优于未保留残端的 ACL 重建。

[关键词] 前交叉韧带损伤;保留残端;本体感觉;单束重建

[中图分类号] R 686.5 **[文献标志码]** A **DOI:** 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2020.08.017

Clinical comparison of the treatment of anterior cruciate ligament injury between with and without preservation stump single bundle reconstruction under arthroscopy

LIANG Jun-sheng¹, XU Bin²

(1. Department of Orthopedics, Chaohu Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Chaohu Anhui 238000; 2. Department of Sports Injury and Arthroscopic Surgery, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui 230022, China)

[Abstract] **Objective:** To compare the clinical efficacy of the treatment of anterior cruciate ligament(ACL) injury between with and without preservation stump single bundle reconstruction under arthroscopy. **Methods:** A total of 30 patients treated with ACL reconstruction under arthroscopy were randomly divided into the preservation group and unpreservation group(15 cases in each group). The preservation group and unpreservation group were treated with and without ACL reconstruction, respectively. The Lysholm score, IKDC score and Tegner score in two groups between before operation and after 6 months of surgery, and postoperative knee joint mobility and stability between two groups were compared. The propensity indicators after 6 months of operation between two groups were compared. **Results:** There was no statistical significance in the preoperative Lysholm score, IKDC score and Tegner score between two groups($P > 0.05$), and the Lysholm score, IKDC score and Tegner score in preservation group after 6 months of operation were significantly higher than those in unpreservation group($P < 0.05$). There was no statistical significant difference in the side-to-side difference value of KT-1000 and ROM angle in two groups between before operation and after 6 months of operation($P > 0.05$). The passive angle regeneration test angle and passive activity detection threshold in preservation group after 6 months of operation were lower than those in unpreservation group($P < 0.01$). **Conclusions:** The preservation stump single bundle reconstruction of ACL can better promote the recovery of postoperative knee function and proprioception, and the clinical effect of which is better than that of unpreservation stump single bundle reconstruction.

[Key words] anterior cruciate ligament injury; preservation stump; proprioception; single bundle reconstruction

关节镜下重建前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)是运动医学最常见的手术之一。近年来手术技术虽不断改善,但仍有 3% ~ 12% 的移

植失败率^[1]。研究^[2]表明,50% ACL 损伤病人中,术中关节镜检查显示存在 ACL 残端。在完全 ACL 断裂的病人中,这些残端在髌间窝或后交叉韧带上具有非解剖性股骨插入,有时可以观察到 ACL 的前内侧或后外侧束的部分破裂。也研究^[3]表明,ACL 残端在 ACL 重建的生物力学、血运重建和本体感觉功能方面具有重要作用。附着于髌间凹槽侧壁的 ACL 残端有助于 ACL 损伤后 1 年内的前后膝关节

[收稿日期] 2019-07-30 [修回日期] 2020-04-20

[作者单位] 1. 安徽医科大学附属巢湖医院 骨科,安徽 巢湖 238000; 2. 安徽医科大学第一附属医院 运动医学与关节镜外科,安徽 合肥 230022

[作者简介] 梁俊升(1982-),男,主治医师。

稳定^[4]。ACL 残余保留意味着部分保留 ACL 韧带和韧带内血管,从而能诱导韧带移植物更快速地恢复血运重建^[5]。同时,保留的 ACL 残余物的神经纤维可能影响膝关节的本体感觉功能,并能增强移植物周围的再生机械感受器,促进受伤前的本体感觉功能恢复^[6];亦能刺激移植物愈合过程,并改善术后膝关节稳定性、本体感觉功能和功能性膝关节评分^[7]。但也有报道^[8]表明保留和未保留残端对病人术后功能影响不大,甚至保留残端可能会增加 ACL 重建后关节活动的干扰,影响膝关节功能;且保留残端的长度、以及保留股骨侧或胫骨侧的残端对 ACL 重建后关节功能的影响仍有争议。因此,对于保留与不保留残端重建 ACL 对其临床效果的影响仍需要进一步研究。本研究通过前瞻性研究于我院行关节镜下 ACL 重建的病人,以探讨膝关节镜下保留与未保留残端单束重建 ACL 临床疗效。现作报道。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2016 - 2018 年于我院行关节镜下 ACL 重建的病人 30 例。纳入标准:(1)符合膝关节 ACL 断裂的诊断标准^[9],并经磁共振确诊;(2)关节镜确认存在 ACL 残端;(3)年龄 18 ~ 70 岁;(4)病例资料完整;(5)签署知情同意书。排除标准:(1)膝关节感染;(2)膝关节软骨明显退行性改变;(3)手术侧膝关节既往手术史;(4)合并膝关节后交叉韧带断裂或膝关节周围韧带损伤;(5)合并类风湿关节炎;(6)合并其他免疫系统疾病;(7)术前严重贫血、肝肾功能不全病人;(8)孕妇。根据病人的入院时间顺序编号,采用随机数字法将 30 例病人分为 2 组,其中采用关节镜下保留残端单束重建治疗者 15 例(保留组),未保留残端单束重建治疗者 15 例(未保留组)。本研究获得医院伦理委员会审核通过。2 组病人一般资料及体质量指数(BMI)、手术左侧及右侧比例以及术前受伤时间比较差异均无统计学意义($P > 0.05$) (见表 1)。

表 1 2 组病人一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

分组	n	男	女	年龄/岁	BMI/ (kg/m ²)	术侧		受伤 时间/d
						左侧	右侧	
保留组	15	9	6	35.3 ± 14.3	22.7 ± 2.3	7	8	10.4 ± 3.2
未保留组	15	11	4	36.2 ± 12.9	23.1 ± 2.0	6	9	9.3 ± 4.1
t	—	—	—	0.18	0.51	—	—	0.82
P	—	>0.05*		>0.05	>0.05	>0.05*		>0.05

*示 Fisher's 确切概率法

1.2 方法

1.2.1 手术方法

所有病人手术均由同一高年资医生完成,采用持续硬膜外麻醉或全身麻醉。采用关节镜下自体半腱肌和股薄肌肌腱重建 ACL。(1)手术探查:病人取仰卧双下肢悬垂位进行手术,止血带固定驱血后,按照标准的膝前 - 内侧入路进入关节腔,并探查关节内结构,明确关节内韧带损伤部位和程度,对于不保留残端的病人,去除股骨和胫骨止点的前叉韧带残端。保留残端的病人,则对两侧残端进行残端修整处理,并于残端内开槽。(2)移植肌腱的准备:2 组病人均采用自体半腱肌和股薄肌肌腱折成四股进行 ACL 重建。在取肌腱后,修整肌腱组织,用爱惜邦 2 号线编织缝合游离端。(3)胫骨和股骨端隧道准备:根据胫骨导向器定位胫骨隧道,其中胫骨隧道内口定位于胫骨脊与内外侧半月板前角连线处,原 ACL 胫骨附着点;胫骨隧道外口位置位于胫骨结节内后 1.5 cm,于鹅足上 1 cm,定位针定位后,按照定位针位置开一直径 8 mm 左右的隧道,具体根据移植物直径相匹配;股骨隧道则通过屈膝 110°于前内侧安装股骨隧道定位支架,ACL 股骨内侧开口于髁间窝顶点下 4 mm,位于左膝 1 点和右膝 11 点位置,按定位针打通股骨通道并进行探测。隧道钻孔均尽量在原股骨和胫骨止点 ACL 残端内,对隧道和内口修平整后,备用。(4)肌腱植入与固定:通过胫骨隧道置入移植肌腱,编织端于胫骨隧道侧,对折端于股骨隧道侧,保留残端组的病人移植肌腱则由残端包绕。移植物股骨端采用 Endobutton 带襟钢板通过对折端固定,胫骨端采用挤压螺钉将编织段于膝关节屈曲 30°时固定于胫骨隧道并于胫骨上段置入 Twin - Fix 铆钉加强缝合。经检查膝关节移植韧带固定良好稳定,关节屈伸无撞击,活动范围正常,韧带在膝关节活动时长度变化小于 2 mm。并分别进行前抽屉试验、外内旋前抽屉试验、Lachmann 试验检查均为阴性后,充分冲洗关节腔并修整关节腔后,放置负压引流管一根,采用弹性绷带包扎和佩戴支具固定。

1.2.2 术后功能锻炼方法

所有病人均按照程序化应用术后康复方案。术后早期通过药物镇痛、理疗等方式减轻病人疼痛,通过踝泵、股四头肌收缩功能锻炼、直腿抬高锻炼进行康复锻炼。术后 1 周开始膝关节主动屈伸锻炼,术后 4 周内要求病人能主动屈曲膝关节达到 90°,并可部分负重行走。术后 5 ~ 6 周可在辅助工具下进行行走功能练习,术后 7 ~ 8 周可加大肌肉负重强度,通过肌肉功能锻炼以

在 9 周后基本达到步态正常。12 周后开始鼓励病人加强肌力、耐力和活动度的训练,在术后 6 个月内病人基本恢复正常的膝关节功能。

1.2.3 术后随访 所有病人于术后 2 周、4 周、3 个月、6 个月返院进行复诊,并在随访时进行相关的膝关节功能评分。

1.3 评价指标 记录 2 组病人的手术相关指标,包括手术时间、术后引流量和术后住院时间。采用 Lysholm 膝关节评分、国际膝关节文献委员会主观膝部评估表 (the international knee documentation committee subjective knee form, IKDC)、Tegner 膝关节运动评分对比 2 组病人术前、术后 6 个月的膝关节功能,采用 KT-1000 膝关节韧带检测仪测量膝关节侧-侧差值,记录膝关节屈伸活动度 (ROM)、并通过 Lachmann 试验、前抽屉试验、轴移试验和膝关节屈伸角度评估膝关节术前和术后 6 个月的稳定性。采用 ISOMED200 型等速测试仪通过被动角度再生试验和被动活动察觉阈值检测评估 2 组病人术前的本体感觉情况。

1.4 统计学方法 采用 t 检验和 Fisher's 确切概

率法。

2 结果

2.1 2 组病人手术相关指标的比较 保留组和未保留组病人的手术时间、术后引流量和术后住院时间比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$) (见表 2)。

表 2 2 组病人手术相关指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

分组	n	手术时间/min	术后引流量/mL	术后住院时间/d
保留组	15	91.4 ± 7.6	78.5 ± 11.3	11.8 ± 0.6
未保留组	15	88.5 ± 5.7	81.4 ± 10.6	11.9 ± 0.8
t	—	1.18	0.73	0.39
P	—	>0.05	>0.05	>0.05

2.2 2 组病人膝关节功能评分的比较 2 组病人术前的 Lysholm 评分、IKDC 评分和 Tegner 评分的比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),而保留组术后 6 个月的 Lysholm 评分、IKDC 评分和 Tegner 评分均高于未保留组 ($P < 0.05$) (见表 3)。

表 3 2 组病人术前及术后的膝关节功能评分比较 ($\bar{x} \pm s$; 分)

分组	n	Lysholm 评分		IKDC 评分		Tegner 评分	
		术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月
保留组	15	42.4 ± 5.2	89.3 ± 3.8	51.2 ± 3.9	87.5 ± 3.6	2.8 ± 0.6	6.8 ± 0.4
未保留组	15	43.6 ± 6.0	85.5 ± 4.1	52.1 ± 4.2	84.2 ± 3.8	2.9 ± 0.5	6.5 ± 0.3
t	—	0.59	2.63	0.61	2.44	0.50	2.32
P	—	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

2.3 2 组病人膝关节活动度和稳定性的比较 2 组术前、术后 6 个月的 KT-1000 侧-侧差值和 ROM 角度的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$) (见表 4)。且 2 组病人术前和术后 6 个月膝关节 Lachman、前抽屉和轴移试验阳性比例的差异也无统计学意义 ($P > 0.05$) (见表 5)。

表 4 2 组术前术后膝关节侧-侧差值和 ROM 的比较 ($\bar{x} \pm s$)

分组	n	KT-1000 侧-侧差值/mm		ROM/(°)	
		术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月
保留组	15	6.3 ± 1.5	1.4 ± 0.3	146.3 ± 14.6	132.5 ± 10.2
未保留组	15	6.5 ± 1.9	1.5 ± 0.5	150.1 ± 18.4	134.8 ± 11.4
t	—	0.32	0.66	0.63	0.58
P	—	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

2.4 2 组病人本体感觉的比较 2 组病人术前的被

动角度再生试验角度和被动活动察觉阈值的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),术后 6 个月保留组被动角度再生试验角度和被动活动察觉阈值均低于未保留组 ($P < 0.01$) (见表 6)。

表 5 术前和术后膝关节 Lachman、前抽屉和轴移试验的比较 [n ; 百分率 (%)]

分组	n	Lachman (+)		前抽屉 (+)		轴移 (+)	
		术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月
保留组	15	15(100.0)	1(6.6)	15(100.0)	1(6.6)	15(100.0)	1(6.6)
未保留组	15	15(100.0)	1(6.6)	15(100.0)	3(20.0)	15(100.0)	2(13.3)
P^*	—	—	>0.05	—	>0.05	—	>0.05

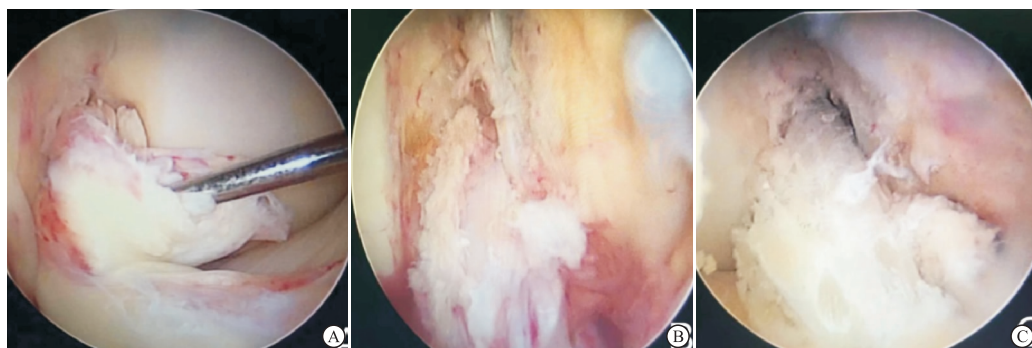
* 示 Fisher's 确切概率法

2.5 典型病例 病人术前关节镜下可见股骨髁间断裂的 ACL 残余端 (见图 1A);保留残端重建 ACL 后,关节镜下可见胫骨残端完全包绕移植肌腱 (见图 1B);未保留残端重建 ACL,关节镜下可见清除股

骨髁间和胫骨止点 ACL 残端(见图 1C)。MRI 图显示,关节 MRI 侧面图可见断裂的 ACL 见图 2A);保留残端重建 ACL 术后 3 个月 MRI 侧面和正面图可见移植肌腱重建后周围 ACL 残端包绕(见图 2B 和 2C)。

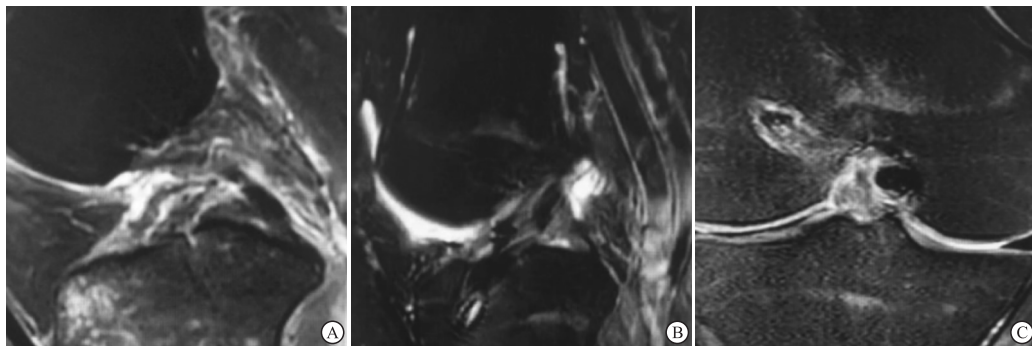
表 6 2 组病人术前和术后的本体感觉指标的比较($\bar{x} \pm s$)

分组	n	被动角度再生试验/(°)		被动活动察觉阈值/(°)	
		术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月
保留组	15	5.3±0.8	2.2±0.3	3.1±0.4	1.4±0.2
未保留组	15	5.2±0.7	2.9±0.4	3.2±0.3	1.8±0.3
t	—	0.36	5.42	0.78	4.30
P	—	>0.05	<0.01	>0.05	<0.01



A: ACL 断裂后残端镜下图; B: 保留残端重建 ACL 后镜下图; C: 未保留残端重建 ACL

图 1 2 种手术方式镜下代表图



A: ACL 断裂后膝关节 MRI 侧面图; B 和 C: 保留残端重建 ACL 后 3 个月 MRI 侧面和正面图

图 2 保留残端术前和术后 MRI 示意图

我们通过对术前和术后的 Lysholm 评分、IKDC 评分和 Tegner 评分以评价病人术后的膝关节功能, 研究结果发现保留组病人术后 6 个月的 Lysholm 评分、IKDC 评分和 Tegner 评分均明显优于未保留组。且既往有研究^[11]显示保留 ACL 胫骨残端具有多种的益处, 特别是残余物的滑膜、血管和神经元对移植整合和功能的恢复具有积极的作用。在 ACL 残端中具有机械刺激感受器受体的分布, 保留残端的同时也可以保留这些受体, 从而促进血管的再生和神经的再支配, 从而促进本体感觉的恢

3 讨论

本体感觉是一种专门的感觉方式, 由三个功能组成: 静态关节位置的意识, 关节运动/加速度的检测(运动感觉), 以及调节反射性肌肉收缩的传出活动^[10]。ACL 断裂影响膝关节的本体感觉。保留残端与膝关节活动时的主体稳定性与膝关节活动时的本体感觉具有密切的关系。因此, 通过 ACL 重建不但要恢复膝关节 ACL 的解剖结构, 同时也需要保护膝关节本体感觉的功能。ACL 断裂后的残端是具有重要意义的感觉器官, 对病人的膝关节功能和本体感觉恢复具有重要的临床意义。

复^[12]。本体感觉指标对比中, 术后 6 个月保留组被动角度再生试验角度和被动活动察觉阈值低于未保留组, 本研究的数据也进一步表明了保留残端可以显著促进膝关节本体感觉的恢复。在膝关节活动和做出姿势反应中, 其中枢神经系统需要通过膝关节周围的机械感受器传递信息, 进一步控制膝关节活动时的位置觉和运动觉, 同时配合本体、躯体感觉和视觉等信息对骨骼肌肉作出反馈和调控, 从而发挥膝关节的功能。这可能是保留组病人术后膝关节功能恢复效果优于未保留组的主要因素。最近有研

究^[13]采用自体腓骨长肌腱重建 ACL 保留残端,其结果显示保留残端能在近期疗效和关节功能恢复上有一定的优势,与本研究结果相接近。同时,股骨和胫骨残端的保留也使 ACL 重建时具有更精确的移植物定位,从而有利于骨道的内口封闭,减少独眼病变的发生风险^[14]。通过 MRI 可以确认保留残端在术后一年可发现移植物上早期的血运重建。同时,保留残端可以通过与移植物的黏附重新拉伸该组织来防止神经元的退化^[15]。但具体保留残端的长度也具有争议,本研究中保留组对残端进行大部分保留,既往研究^[16]显示如果残余率 > 原始长度的 20% 左右,其术后具有更好的本体感觉和膝关节功能,也与本研究的结果相吻合。而对于 2 组病人术后的稳定性对比,2 组的膝关节侧-侧差值和 ROM 值比较差异无统计学意义。同时术后 2 组查体的阳性比例对比也无统计学差异。

关节镜下 ACL 重建术主要应用于 ACL 断裂后功能性不稳定的病人。ACL 重建的目的主要是恢复膝关节的稳定性,通过重建来实现限制胫骨过度前移、内旋、内外翻及过伸的多重作用^[17]。保留 ACL 残端,让其在膝关节本体感觉的动态稳定性和周围肌肉的激活中起作用。本研究通过前瞻性研究的方法对比了保留与不保留 ACL 残端重建 ACL 对病人术后功能康复和预后的影响,结果表明了保留 ACL 残端重建能有效提高 ACL 重建术后膝关节功能恢复,同时有利于膝关节本体感觉功能的恢复。因此,保留 ACL 残端重建对于 ACL 重建具有重要的意义。

由于本研究所纳入的病例数较少,同时缺乏较长远的随访结果,对于关节镜下保留残端单束重建 ACL 的临床效果仍需要进一步加大样本量和随访时间进行评估。

[参 考 文 献]

- [1] KITAMURA N, YASUDA K, YOKOTA M, *et al.* The effect of intraoperative graft coverage with preserved remnant tissue on the results of the pivot-shift test after anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: quantitative evaluations with an electromagnetic sensor system [J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45 (10): 2217.
- [2] GAO F, ZHOU J, HE C, *et al.* A morphologic and quantitative study of mechanoreceptors in the remnant stump of the human anterior cruciate ligament [J]. *Arthroscopy*, 2016, 32(2): 273.
- [3] YOUNG SW, VALLADARES RD, LOI F, *et al.* Mechanoreceptor reinnervation of autografts versus allografts after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Orthop J Sports*

- Med, 2016, 4(10): 2325967116668782.
- [4] CABUK H, KUSKU, CABUK F. Mechanoreceptors of the ligaments and tendons around the knee [J]. *Clin Anat*, 2016, 29 (6): 789.
- [5] NAKAYAMA HS, KAMBARA S, ISEKI T, *et al.* Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with and without remnant preservation-comparison of early postoperative outcomes and complications [J]. *Knee*, 2017, 24(5): 1039.
- [6] TAKAHASHI T, KIMURA M, HAGIWARA K, *et al.* The effect of remnant tissue preservation in anatomic double-bundle acl reconstruction on knee stability and graft maturation [J]. *J Knee Surg*, 2018, 32(6): 565.
- [7] NAGELLI CV, COOK JL, KUROKI K, *et al.* Does anterior cruciate ligament innervation matter for joint function and development of osteoarthritis? [J]. *J Knee Surg*, 2017, 30(4): 364.
- [8] ZHANG L, JIANG K, CHAI H, *et al.* A comparative animal study of tendon grafts healing after remnant-preserving versus conventional anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Med Sci Monit*, 2016, 22: 3426.
- [9] 廖云, 孙仁权, 廖国栋. MRI 多征象分析在膝关节前交叉韧带损伤诊断中的临床应用价值分析 [J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2015, 13(6): 101.
- [10] 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.
- [11] TAKAHASHI T, KIMURA M, TAKESHITA K. MRI evaluation of the ACL remnant tissue in ACL-deficient knee [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2017, 25(3): 2309499017739479.
- [12] NAGAI K, ARAKI D, MATSUSHITA T, *et al.* Biomechanical function of anterior cruciate ligament remnants: quantitative measurement with a 3-dimensional electromagnetic measurement system [J]. *Arthroscopy*, 2016, 32(7): 1359.
- [13] 吴嘉祥, 赵文国. 自体腓骨长肌腱重建前交叉韧带保留残端的临床疗效 [J]. *实用骨科杂志*, 2019, 25(5): 466.
- [14] KIM HJ, LEE JH, LEE DH. Proprioception in patients with anterior cruciate ligament tears: a Meta-analysis comparing injured and uninjured limbs [J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45 (12): 2916.
- [15] TAKAHASHI T, KONDO E, YASUDA K, *et al.* Effects of remnant tissue preservation on the tendon graft in anterior cruciate ligament reconstruction: a biochemical and histological study [J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(7): 1708.
- [16] NARAOKA T, KIMURA Y, TSUDA E, *et al.* Is remnant preservation truly beneficial to anterior cruciate ligament reconstruction healing clinical and magnetic resonance imaging evaluations of remnant-preserved reconstruction [J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45(5): 1049.
- [17] INOKUCHI T, MATSUMOTO T, TAKAYAMA K, *et al.* Influence of the injury-to-surgery interval on the healing potential of human anterior cruciate ligament-derived cells [J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45(6): 1359.