

· 临床研究 ·

关节腔内移植物长度测量在前交叉韧带全内重建的应用研究

龚时国, 谢荣辉, 汪建祥, 刘牧子

(九江市第一人民医院骨科, 江西 九江 332000)

【摘要】 目的:探讨关节镜下测量关节腔内移植物长度在前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)全内重建应用的临床疗效。方法:回顾性分析 2020 年 1 月至 2022 年 1 月收治的 ACL 损伤患者 60 例的资料,其中男 37 例,女 23 例,年龄 22~44 岁。按照手术方式的不同,分为传统手术组(常规组)和拉线测量组(测量组),每组各 30 例。常规组男 20 例,女 10 例,年龄(30.00±3.95)岁;身体质量指数(body mass index, BMI)为(22.58±1.41) kg·m⁻²;左侧 9 例,右侧 21 例;受伤至手术时间(3.00±1.35) d。测量组男 17 例,女 13 例,年龄(32.00±4.29)岁;BMI 为(23.29±1.39) kg·m⁻²;左侧 12 例,右侧 18 例;受伤至手术时间(3.00±1.27) d。记录患者术前及术后 6、12 个月的临床资料。从术后视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)、膝关节损伤与骨关节炎评分(knee injury and osteoarthritis outcome score, KOOS)、Lysholm 评分、国际膝关节文献委员会(International Knee Documentation Committee, IKDC)膝关节评估表、膝关节稳定性(Lachman 试验、前抽屉试验和轴移试验)、术后不同阶段 CT 测量骨隧道直径增宽程度和 MRI 评分系统等方面比较两种方法的临床疗效。结果:术后 6 个月两组 VAS 比较差异无统计学意义($P>0.05$),术后 12 个月测量组 VAS(2.23±1.01)分,低于常规组(3.30±1.02)分($P<0.001$)。术后 12 个月,两组 KOOS 评分除症状评分差异无统计学意义($P=0.221$),其余各项评分差异均有统计学意义($P<0.05$)。术后 6 个月,测量组 Lysholm 总分和 IKDC 总分均高于常规组($P<0.05$)。术后 12 个月,测量组 Lachman 试验、前抽屉试验和轴移试验和常规组比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);但是,整体膝关节不稳定性分析,测量组膝关节稳定性优于对照组($P=0.038$)。术后 2 d 及术后 6、12 个月两组患者影像学评估结果显示,测量组股骨和胫骨的肌腱隧道直径增宽程度均较常规组术后减少($P<0.05$);MRI 评分测量组患者均高于常规组($P<0.05$)。结论:关节镜下测量关节腔内移植物长度在全内技术 ACL 重建,肌腱利用率高,稳定性好,1 年内膝关节功能恢复满意,疗效肯定。

【关键词】 关节镜; 前交叉韧带重建; 拉线法; 关节内移植物长度

中图分类号:R686.5

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.20230244

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Application of intra-articular graft length measurement in total anterior cruciate ligament reconstruction**

GONG Shi-guo, XIE Rong-hui, WANG Jian-yang, LIU Mu-zi (Department of Orthopaedics, the First People's Hospital of Jiujiang City, Jiujiang 332000, Jiangxi, China)

ABSTRACT **Objective** To investigate the clinical efficacy of arthroscopic measurement of intra-articular graft length in the application of total internal reconstruction of the anterior cruciate ligament (ACL). **Methods** The 60 patients with ACL injury treated between January 2020 and January 2022 were retrospectively analyzed. There were 37 males and 23 females, aged from 22 to 44 years. According to the different surgical methods, they were divided into two groups: conventional surgery group (conventional group) and pull-line measurement group (measurement group), with 30 cases in each group. In the conventional group, there were 20 males and 10 females, with an average age of (30.00±3.95) years old; the body mass index (BMI) was (22.58±1.41) kg·m⁻²; there were 9 cases on the left side and 21 cases on the right side; the time from injury to operation was (3.00±1.35) days. In the measurement group, there were 17 males and 13 females, with an average of (32.00±4.29) years; BMI was (23.29±1.39) kg·m⁻²; there were 12 cases on the left side and 18 cases on the right side; the time from injury to operation was (3.00±1.27) days. The clinical data of the patients before surgery, 6 months after surgery and 12 months after surgery were collected and recorded. The clinical efficacy of the two methods was compared in terms of postoperative VAS, KOOS, Lysholm score, IKDC score, knee stability (Lachman test, anterior drawer test and axial shift test), the degree of widening of

基金项目:江西省卫生健康委科技计划(编号:202211853)

Fund program: Science and Technology Program of Health Commission of Jiangxi Province (No. 202211853)

通讯作者:谢荣辉 E-mail: xieronghui1987@sina.com

Corresponding author: XIE Rong-hui E-mail: xieronghui1987@sina.com

bone tunnel diameter measured by CT at different stages of the postoperative period and MRI scoring system. **Results** At 12 months after surgery, the VAS of the measurement group was lower than that of the conventional group ($P<0.001$). At 12 months after surgery, KOOS scores in the measurement group were higher than those in the conventional group, and there were statistically significant differences in all scores except symptom scores ($P<0.05$). Six months after operation, Lysholm total score and IKDC total score in the measurement group were higher than those in the conventional group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). At 12 months after surgery, knee stability tests were performed, and the differences between the Lachman test, anterior drawer test and axial shift test measurement group and the conventional group were not statistically significant ($P>0.05$). However, overall knee instability analysis showed that the knee stability of the measurement group was better than that of the control group, and the difference between the groups was statistically significant ($P=0.038$). The imaging assessment of patients in both groups at 6 months after surgery showed that the widening of tendon tunnel diameter in both femur and tibia was reduced in the measurement group compared with the conventional group after surgery, and the difference was statistically significant ($P<0.05$); MRI scores were higher in all patients in the measurement group those in the conventional group, at 6 months and 12 months after surgery ($P<0.05$). **Conclusion** Arthroscopic measurement of intra-articular cavity graft length in total internal technique for ACL reconstruction, high tendon utilization, good stability, the knee joint function has recovered satisfactorily within one year, and the therapeutic effect is affirmed.

KEYWORDS Arthroscopy; Anterior cruciate ligament reconstruction; Wire pulling method; Intra-articular graft length

前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 作为膝关节的重要稳定器, 通过对胫骨前部运动的主要被动约束和对膝关节弯曲和外翻的次要约束来维持膝关节的前后和旋转稳定性^[1-2]。ACL 断裂可导致膝关节的前部、后部和旋转不稳定, 并可增加半月板损伤和早期膝关节退化的风险^[3]。ACL 断裂的手术治疗技术一直在不断的发展和改进, 从开放性修复发展到开放性重建, 再到关节镜下的双切口技术, 然后是关节镜下的单切口或全内侧技术^[2,4]。由于滑膜较薄和在关节内的位置, ACL 损伤的自发修复和重塑能力较差, 早期关于 ACL 直接缝合修复的报道显示, 40%~100% 的病例以失败告终^[5]。前交叉韧带重建 (anterior cruciate ligament reconstruction, ACLR) 已被确定为治疗活动性、有症状的 ACL 断裂的金标准^[6]。关节内移植物长度的不确定性, 使得重建后韧带稳定不可控。在关节镜监视下利用拉线法可精准测量关节内移植物长度, 为术后重建韧带的稳定提供保障。本研究通过回顾性分析 2020 年 1 月至 2022 年 1 月收治的 60 例 ACL 损伤患者的资料, 患者均行膝关节镜下全内重建术, 按照手术方式的不同, 常规组和拉线测量组各 30 例, 观察分析关节腔内移植物长度测量在全内重建术的临床应用效果。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准: 明确 ACL 损伤患者; 无关节周围骨折病史; 无下肢关节畸形; 无严重基础疾病者; 随访资料完整。排除标准: 合并多韧带损伤; 关节软骨损伤严重者; 合并膝关节骨关节炎者; 未成年人, 骨骺未闭合者; 依从性差者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2020 年 1 月至 2022 年 1 月收治的 ACL 损伤患者 60 例的资料, 患者均行膝关节镜下全内重建术, 其中男 37 例, 女 23 例, 年龄 22~44 岁。按照手术方式的不同, 分为传统手术组 (常规组) 和拉线测量组 (测量组), 每组各 30 例。常规组男 20 例, 女 10 例, 年龄 22~37 (30.00±3.95) 岁; 身体质量指数 (body mass index, BMI) 为 (22.58±1.41) kg·m⁻²; 左侧 9 例, 右侧 21 例; 受伤至手术时间 (3.00±1.35) d。测量组男 17 例, 女 13 例, 年龄 25~44 (32.00±4.29) 岁; BMI 为 (23.29±1.39) kg·m⁻²; 左侧 12 例, 右侧 18 例; 受伤至手术时间 (3.00±1.27) d。两组一般资料比较差异无统计学意义 ($P>0.05$), 具有可比性, 见表 1。本研究通过医院伦理审批, 伦理审批号: JJS DYRMY-YXLL-2021-256。

表 1 两组前交叉韧带损伤患者一般资料比较

Tab.1 Comparison of general data of patients with anterior cruciate ligament injury between two groups

组别	例数	年龄 ($\bar{x}\pm s$)/岁	性别/例		受伤部位/例		受伤至手术时间 ($\bar{x}\pm s$)/d	BMI ($\bar{x}\pm s$)/(kg·m ⁻²)
			男	女	左侧	右侧		
常规组	30	30.00±3.95	20	10	9	21	3.00±1.35	22.58±1.41
测量组	30	32.00±4.29	17	13	12	18	3.00±1.27	23.29±1.39
检验值		$t=-1.565$	$\chi^2=0.635$		$\chi^2=0.659$		$t=-1.180$	$t=-1.980$
P 值		0.123	0.426		0.417		0.243	0.052

1.3 手术步骤

患者麻醉满意后取仰卧位,常规消毒铺巾。取膝前前内侧、前外侧入路,置入膝关节镜,清理髌下部分脂肪垫和增生滑膜,探查前交叉韧带撕裂情况,清理前交叉韧带胫骨及股骨残端,暴露股骨外髁间窝外侧壁后缘。斜行切开外口,显露半腱肌腱,取腱器取腱,将取出的半腱肌制成 4 股单束结构,肌腱两端用可调式带袢钢板连接。建立前内侧辅助入路,于外侧壁住院医师嵴中点稍偏后上做好标记。对于股骨隧道建立,通过前内侧入路,先以 4.0 斯氏针钻通股骨道,随后在使用钻头逆行扩大钻取骨道。根据关节腔测量长度决定股骨隧道长度及直径。全内 ACLR,先用 55°胫骨定位器定位,内口位于 ACL 胫骨 C 形止点的中心,外口位于胫骨结节内侧约 3 cm 处。用倒打钻头(Arthrex,美国)钻通胫骨隧道后打开钻翼逆行扩大骨道,深约 2 cm,拉入钢丝待用。

测量组:采用拉线法测量关节内移植物长度(股骨端隧道口至胫骨端隧道口的长度),根据移植物长度及关节腔内长度,决定股骨隧道及胫骨隧道长度,股骨端予以钻头逆行扩大钻取骨道,胫骨端隧道予以倒打钻头扩大骨道。

常规组:移植物长度定为 6.5 cm,股骨端予以钻头逆行扩大钻取骨道 2.5 cm,胫骨端隧道予以倒打钻头扩大骨道 2.5 cm。

编制好的移植物从关节镜口入腔,牵引线引导移植物穿入并填塞股骨隧道后,可调式带袢钢板卡在骨皮质外拉紧、打结、固定,移植物填充胫骨隧道步骤同股骨侧。关节镜下确认肌腱无扭转,紧张性良好,调整张力判断是否等距,有无移植物与股骨髁间撞击,屈伸关节 20 次。活动完毕,冲洗关节腔,再次探查未见异常后缝合各切口,加压包扎,伸直腿支具固定,返回病房。

1.4 观察项目与方法

从术后视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)^[7]、膝关节损伤与骨关节炎评分(knee injury and osteoarthritis outcome score, KOOS)^[8]、Lysholm 评分^[8]、国际膝关节文献委员会(International Knee Documentation Committee, IKDC)^[9]膝关节评估表、膝关节稳定性(Lachman 试验、前抽屉试验和轴移试验)^[9]、术后不同阶段 CT 测量骨隧道直径增宽程度和 MRI 测量 ACL 信噪比等方面比较两种方法的临床疗效。MRI 评分,采用 MRI 评分系统^[10]对重建韧带进行评分,(1)韧带整合,骨髓积液情况,有渗出 1 分,无渗出 2 分。(2)韧带重组,信号强度>50%,低信号 3 分,中等信号 2 分,高信号 1 分。(1)+(2)为 MRI 评分。

1.5 统计学处理

选用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。年龄、受伤至手术时间、BMI、VAS、KOOS、Lysholm 评分、IKDC 评分以及骨隧道直径增宽距离和 MRI 评分为定量资料,以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组比较采用独立样本 *t* 检验,组间和组内术后不同时间点比较采用重复测量方差分析。性别、受伤部位以及术后膝关节稳定性相关指标为定性资料,以例表示,两组比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 膝关节疼痛评分

术后 6、12 个月两组 VAS 均较术前降低 ($P<0.001$),见表 2。测量组术后 12 个月的 VAS 低于常规组($P<0.001$),表明测量组膝关节疼痛缓解优于常规组。

表 2 两组前交叉韧带损伤患者手术前后 VAS 比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of VAS in patients with ACL injury

between two groups($\bar{x}\pm s$)

单位:分

组别	例数	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	F 值	P 值
常规组	30	8.47±1.01	4.03±1.45*	3.30±1.02*	168.932	<0.001
测量组	30	9.03±1.22	3.37±1.33*	2.23±1.01*	280.953	<0.001
<i>t</i> 值		-1.964	1.859	4.073		
<i>P</i> 值		0.054	0.068	<0.001		

注: $F_{\text{时间}}=470.018, P<0.001; F_{\text{组间}}=4.357, P=0.041; F_{\text{交互}}=8.219, P<0.001; *$ 与术前比较, $P<0.001$

2.2 膝关节功能评分

术后 12 个月测量组 KOOS 除症状评分 ($P=0.221$)外,其余指标均高于常规组($P<0.05$);术前与术后各时间点间比较,差异均有统计学意义 ($P<0.001$);仅有膝关节相关的生活质量部分的评分时间和组间存在交互作用($P=0.012$),见表 3。术后 6 个月,测量组患者症状评分低于常规组($P=0.045$)。从长期恢复(术后 12 个月)来看,测量组膝关节在疼痛缓解、日常生活活动能力、运动及娱乐能力和膝关节相关的生活质量恢复等方面均优于常规组;从短期恢复(术后 6 个月)来看,症状缓解方面测量组同样优于常规组。

术后 6 个月测量组 Lysholm 总分(73.43±3.49)分,高于常规组(70.33±4.07)分($P=0.002$);术前与术后各时间点间比较,差异均有统计学意义($P<0.001$);时间和组间不存在交互作用,差异无统计学意义($P=0.376$),见表 4。两组跛行、交锁、不稳定、上楼、下蹲各项评分比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);术后

表 3 两组前交叉韧带损伤患者手术前后 KOOS 评分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.3 Comparison of KOOS scores in patients with ACL injury between the two groups($\bar{x}\pm s$)

单位:分

组别	例数	疼痛			F 值	P 值	症状			F 值	P 值
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月			术前	术后 6 个月	术后 12 个月		
常规组	30	31.87±11.60	55.70±8.76*	69.73±8.09*	119.151	<0.001	25.90±10.33	50.57±10.66*	70.97±5.76*	180.817	<0.001
测量组	30	36.17±9.10	54.27±8.71*	74.90±6.51*	168.13	<0.001	26.53±6.62	45.50±8.38*	69.20±5.30*	289.51	<0.001
t 值		-1.598	0.635	-2.724			-0.283	2.047	1.237		
P 值		0.116	0.528	0.009			0.778	0.045	0.221		

组别	例数	日常生活活动能力			F 值	P 值	运动及娱乐能力			F 值	P 值
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月			术前	术后 6 个月	术后 12 个月		
常规组	30	42.20±11.75	55.77±13.32*	67.43±10.78*	33.237	<0.001	13.37±4.57	31.07±6.75*	45.03±6.57*	206.855	<0.001
测量组	30	43.17±8.58	58.93±9.07*	75.50±7.81*	108.446	<0.001	13.53±4.13	33.93±4.83*	48.53±4.89*	433.02	<0.001
t 值		-0.364	-1.076	-3.319			-0.148	-1.893	-2.341		
P 值		0.717	0.287	0.002			0.883	0.063	0.023		

组别	例数	膝关节相关的生活质量			F 值	P 值
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月		
常规组	30	32.63±4.44	44.97±6.72*	54.57±6.57*	100.636	<0.001
测量组	30	30.37±5.62	47.53±4.90*	57.80±4.39*	231.15	<0.001
t 值		1.733	-1.690	-2.242		
P 值		0.088	0.096	0.029		

注:疼痛, $F_{时间}=276.024, P<0.001; F_{组间}=4.083, P=0.048; F_{交互}=2.413, P=0.094$; 症状, $F_{时间}=472.085, P<0.001; F_{组间}=2.546, P=0.116; F_{交互}=2.009, P=0.139$; 日常生活活动能力, $F_{时间}=133.392, P<0.001; F_{组间}=5.391, P=0.024; F_{交互}=2.127, P=0.124$; 运动及娱乐能力, $F_{时间}=589.951, P<0.001; F_{组间}=7.109, P=0.010; F_{交互}=1.653, P=0.200$; 膝关节相关的生活质量, $F_{时间}=315.786, P<0.001; F_{组间}=1.901, P=0.173; F_{交互}=4.611, P=0.012$; *与术前比较, $P<0.001$

6 个月, 测量组支持和疼痛评分均高于常规组 ($P<0.05$); 术后 12 个月, 测量组肿胀评分高于常规组 ($P=0.045$), 见表 4。

术后 6 个月, 两组 IKDC 总分高于常规组 ($P<0.001$); 术前、术后各时间点间差异均有统计学意义 ($P<0.001$); 时间和组间存在交互作用, 差异有统计学意义 ($P<0.001$), 见表 5。两组在活动(无痛)、肿胀、活动(无肿)、交锁、活动(无打软)、规律活动、日常生活各项评分比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.045$); 术后 6 个月, 测量组疼痛强度和功能评分均高于常规组 ($P<0.05$)。术后 12 个月, 测量组疼痛频率评分高于常规组 ($P=0.013$), 见表 5。

2.3 膝关节稳定性(Lachman 试验、前抽屉试验和轴移试验)

术后 12 个月, 进行膝关节稳定性测试, Lachman 试验、前抽屉试验和轴移试验测量组和常规组差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。但是, 整体膝关节不稳定性分析, 测量组膝关节稳定性优于对照组 ($P=0.038$), 见表 6。其中常规组 8 例存在膝关节不稳定性情况 (1 例 3 个试验均阳性, 1 例前抽屉试验和 Lachman 试验阳性, 1 例前抽屉试验和轴移试验阳性, 2 例仅 Lachman 试验阳性, 3 例仅轴移试验阳

性)。测量组 2 例存在膝关节不稳定情况 (1 例前抽屉试验和 Lachman 试验阳性, 另一例前抽屉试验和轴移试验阳性)。典型病例图片见图 1、图 2。

2.4 影像学评估

比较术后不同阶段 CT 测量骨隧道直径增宽程度, 各组不同阶段的股骨及胫骨肌腱隧道, 见表 7, 两组股骨和胫骨的肌腱隧道直径增宽程度术后各时间点间差异均有统计学意义 ($P<0.05$); 时间和组间不存在交互作用, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。测量组术后 6 个月股骨隧道直径增宽及术后 6、12 个月胫骨肌腱隧道增宽均低于常规组 ($P<0.05$)。

术后 2 d 及术后 6、12 个月均复查 MRI, MRI 结果显示移植物走行均表现良好, 位置佳, 移植物信号均匀, 无高密度信号, 均未发现内固定松动及移位。术后 6、12 个月测量组 MRI 评分均高于常规组 ($P<0.05$); 术后各时间点间比较, 差异均有统计学意义 ($P<0.001$); 时间和组间不存在交互作用, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 7。

3 讨论

3.1 ACL 重建手术方式的选择

ACL 是稳定膝关节的重要韧带, 一旦损伤, 可显著影响膝关节前后稳定性和旋转稳定性^[11-12]。严重

表 4 两组前交叉韧带损伤患者手术前后 Lysholm 评分比较 ($\bar{x}\pm s$)
Tab.4 Comparison of Lysholm scores in patients with ACL injury between the two groups ($\bar{x}\pm s$)

		单位:分										
组别	例数	跛行			支持			交锁				
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月		
常规组	30	3.67±1.56	3.40±1.30	4.20±1.42	2.50±1.83	2.50±1.53	4.50±1.14	7.80±4.23	8.93±3.07	10.33±1.27		
测量组	30	3.63±1.56	2.90±1.54	4.53±0.86	2.60±1.59	3.33±1.63	4.40±1.22	9.63±3.93	9.03±3.74	10.50±1.53		
<i>t</i> 值		0.083	1.358	-1.097	-0.226	-2.047	0.328	-1.740	-0.113	-0.460		
<i>P</i> 值		0.934	0.180	0.277	0.822	0.045	0.744	0.087	0.910	0.647		
组别	例数	不稳定			肿胀			上楼				
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月		
常规组	30	17.50±4.50	18.50±3.75	22.33±2.54	6.27±2.27	7.07±2.08	9.20±1.63	6.80±2.86	5.80±2.80	6.13±0.73		
测量组	30	18.00±4.66	19.67±2.92	22.67±2.54	7.33±2.19	6.20±2.64	9.87±0.73	6.67±2.12	6.13±2.83	6.27±1.02		
<i>t</i> 值		-0.423	-1.345	-0.509	-1.852	1.410	-2.047	0.205	-0.459	-0.584		
<i>P</i> 值		0.674	0.184	0.613	0.069	0.164	0.045	0.838	0.648	0.561		
组别	例数	下蹲			疼痛			总分			<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月		
常规组	30	3.70±1.24	3.67±1.63	4.50±0.94	14.50±3.04	20.50±2.01	24.67±1.27	63.03±5.14	70.33±4.07*	85.57±3.52*	214.684	<0.001
测量组	30	3.83±1.26	3.70±1.32	4.30±1.02	14.00±6.49	22.33±2.54	24.33±1.73	65.87±6.86	73.43±3.49*	86.77±2.94*	148.336	<0.001
<i>t</i> 值		-0.413	-0.087	0.790	0.382	-3.101	0.851	-1.81	-3.166	-1.432		
<i>P</i> 值		0.681	0.931	0.433	0.704	0.003	0.398	0.076	0.002	0.157		

注:总分 $F_{时间}=375.148, P<0.001; F_{组间}=10.630, P=0.002; F_{交互}=0.939, P=0.376; *$ 与术前比较, $P<0.001$

的 ACL 损伤将导致膝关节的生物力学环境失衡,进而累及关节软骨、半月板等,进一步发展可导致严重骨关节炎(osteoarthritis, OA) 的发生,造成全关节功能障碍,甚至致残^[13]。目前,对于 ACL 完全断裂等严重损伤,主张行关节镜下韧带重建术,具有创伤小、术野清晰等优势。但是,对于术式的选择、移植肌腱的获取、骨隧道的建立以及移植物的固定方式等仍存在一定的争议。虽然,全内技术使用的“骨窝”结构在减少隧道扩大方面较普通技术有明显优势,且创伤小、美观,但关节内移植物长度的不确定性,使得重建后韧带稳定性不可控^[14]。笔者在关节镜监视下利用拉线法可精准测量关节内移植物长度,有利于提高术中移植物长度的精度,精准确定股骨和胫骨隧道长度,可以减少甚至消灭移植肌腱与骨窝之间残留的间隙,从而降低“雨刷”和“蹦极”等机械效应和关节液的溶解效应,使得患者在 ACL 重建术后早期的疼痛评分更好,在肌力和功能结局评分方面的改善结果优于传统全内重建技术。尽管对解剖学的理解有所提高,手术技术也有所改善,但据报道 ACL 重建后活动恢复到损伤前水平约为 50%^[15]。目前,全内技术是 ACL 重建技术的最新改进,但是在生物力学和结构上与原生 ACL 是否相似,是否会引起并发

症等不良反应仍存在争议^[3,16-17]。

3.2 拉线法的优势

本研究结果提示无论从缓解患者膝关节疼痛、恢复膝关节功能,还是提高膝关节稳定性方面测量组都比常规组有优势。

移植物长度的确定严重影响 ACL 重建术的效果。由于 ACL 等长重建手术简单易行,术后患者膝关节功能恢复理想,长期以来被认为是 ACL 重建的金标准。但 IZAWA 等^[18]认为,ACL 过顶位等长重建虽然可恢复膝关节前后稳定性,但恢复膝关节旋转稳定性的效果较差。原因可能是股骨止点定位过高使移植物过于垂直,导致术后旋转稳定性差。股骨骨道内口定位偏移导致的非等长重建,移植物随着膝关节屈伸在关节内频繁的拉紧、松弛产生的纵向应力势必会导致骨道扩大。但非常明显的骨道扩大多在术后早期即可出现膝关节松弛,骨道扩大伴随的骨质丢失也会为后期翻修手术增加难度。因此,尽量减少引起骨道扩大的因素,预防骨道扩大是 ACL 重建手术成功的关键。本研究结果显示,术后 6 个月 CT 测量组股骨、胫骨骨隧道直径增宽程度均低于常规组,重建 ACL 成熟情况测量组也优于常规组。

本研究通过观察分析关节腔内移植物长度测量

表 5 两组前交叉韧带损伤患者手术前后 IKDC 评分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.5 Comparison of IKDC scores in patients with ACL injury between the two groups($\bar{x}\pm s$)

单位:分

组别	例数	活动(无痛)			疼痛频率			疼痛强度		
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月
常规组	30	1.97±1.52	2.87±1.07	3.80±0.66	3.80±2.63	6.23±2.74	8.93±0.25	3.30±2.47	5.73±2.07	9.03±0.49
测量组	30	1.93±1.31	2.53±1.22	3.87±0.35	4.50±2.73	7.17±2.04	9.13±0.35	4.47±2.65	7.43±1.19	8.93±0.25
t 值		0.091	1.121	-0.488	-1.012	-1.498	-2.554	-1.766	-3.901	0.992
P 值		0.928	0.267	0.628	0.316	0.139	0.013	0.083	<0.001	0.325

组别	例数	肿胀			活动(无肿)			交锁		
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月
常规组	30	1.43±1.10	1.93±1.26	3.93±0.25	2.33±1.52	2.23±1.17	3.00±0.26	0.77±0.43	0.53±0.51	0.10±0.31
测量组	30	1.97±1.33	1.63±1.25	3.90±0.31	2.13±1.41	2.43±1.28	3.10±0.31	0.67±0.48	0.60±0.50	0.20±0.41
t 值		-1.693	0.928	0.460	0.529	-0.633	-1.361	0.850	-0.513	-1.077
P 值		0.096	0.357	0.647	0.598	0.529	0.179	0.399	0.610	0.286

组别	例数	活动(无打软)			规律活动			日常生活		
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月
常规组	30	2.23±1.52	2.13±1.25	3.77±0.73	2.30±1.29	2.23±1.36	3.80±0.41	12.73±3.85	28.93±2.89	30.60±2.53
测量组	30	1.83±1.09	2.37±1.19	3.83±0.38	1.87±1.43	2.40±1.13	3.93±0.25	12.67±6.05	29.60±2.84	30.50±2.13
t 值		1.171	-0.740	-0.445	1.231	-0.517	-1.523	0.051	-0.902	0.166
P 值		0.246	0.462	0.658	0.223	0.607	0.133	0.960	0.371	0.869

组别	例数	功能			总分			F 值	P 值
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月		
常规组	30	3.97±2.21	6.43±2.36	8.43±0.94	39.97±2.80	68.07±2.96*	86.60±3.08*	1 903.192	<0.001
测量组	30	4.03±2.58	7.73±1.89	8.60±0.81	41.40±2.99	73.27±3.28*	87.23±2.30*	1 988.302	<0.001
t 值		-0.108	-2.354	-0.736	-1.917	-6.448	-0.902		
P 值		0.915	0.022	0.464	0.060	<0.001	0.371		

注:总分, $F_{\text{时间}}=3596.428, P<0.001$; $F_{\text{组间}}=36.821, P<0.001$; $F_{\text{交互}}=9.720, P<0.001$; *与术前比较, $P<0.001$

表 6 两组前交叉韧带损伤患者术后 12 个月膝关节稳定性比较

Tab.6 Postoperative knee stability of patients with ACL injury in two groups

单位:例

组别	例数	Lachman 试验		前抽屉试验		轴移试验		膝关节不稳定性	
		阳性	阴性	阳性	阴性	阳性	阴性	存在	不存在
常规组	30	4	26	3	27	5	25	8	22
测量组	30	1	29	2	28	1	29	2	28
χ^2 值		1.964		0.218		2.963		4.320	
P 值		0.161		0.640		0.085		0.038	

在全内重建术的临床应用效果, 为全内重建韧带稳定提供保障, 为全内重建技术治疗 ACL 损伤提供临床依据。关节镜下测量关节腔内移植物长度在全内技术重建 ACL, 肌腱利用率高, 稳定性好。

3.3 局限性

本研究患者年龄较小, 伤后就诊至手术时间较短, 深入研究还需要多中心大样本的观察, 扩大人群范围。

参考文献

[1] KOCABEY Y, YALGIN S, ERDIL M, et al. An alternative femoral

fixation in all-inside anterior cruciate ligament reconstruction: a solution for preventing possible graft loosening[J]. Arthrosc Tech, 2019, 8(8): e861-e865.

[2] BRADLEY J P, TEJWANI S G. All-inside patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2009, 17(4): 252-258.

[3] KOULOUMENTAS P, KAVROUDAKIS E, CHARALAMPIDIS E, et al. Superior knee flexor strength at 2 years with all-inside short-graft anterior cruciate ligament reconstruction vs a conventional hamstring technique[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(11): 3592-3598.

[4] LUBOWITZ J H. No-tunnel anterior cruciate ligament reconstruc-

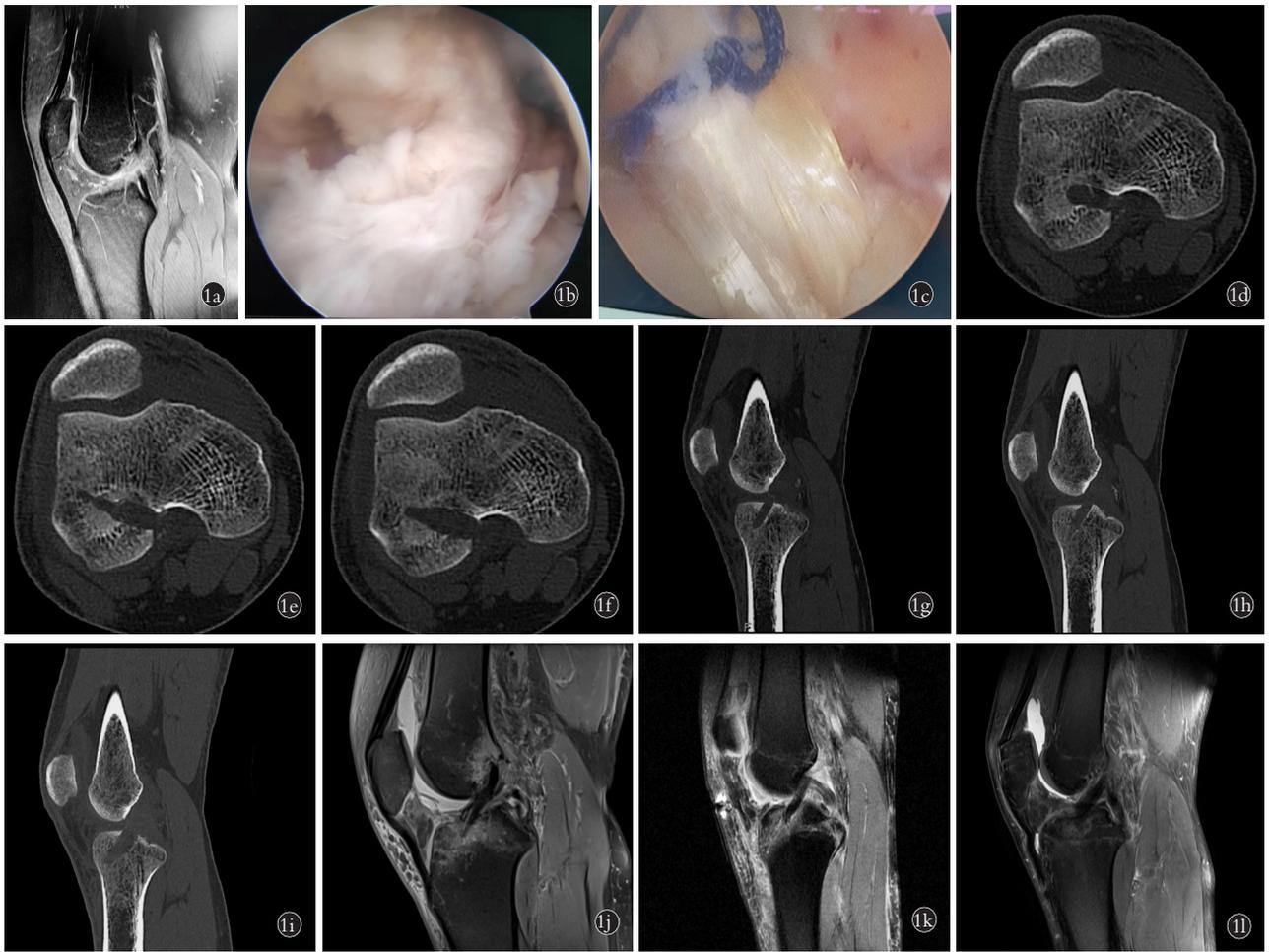


图 1 患者,男,27 岁,右膝前交叉韧带损伤,采用常规方法治疗 **1a**. 术前 MRI 影像,提示断裂 **1b**. 术中关节镜图片 **1c**. 术毕时关节镜图片 **1d**. 术后 2 d 股骨横断位 CT 示股骨肌腱隧道 **1e**. 术后 6 个月股骨横断位 CT 示股骨肌腱隧道稍有增宽 **1f**. 术后 12 个月股骨横断位 CT 示股骨肌腱隧道稍有增宽 **1g**. 术后 2 d 胫骨矢状位 CT 示胫骨肌腱隧道 **1h**. 术后 6 个月胫骨矢状位 CT 示胫骨肌腱隧道稍有增宽 **1i**. 术后 12 个月胫骨矢状位 CT 示胫骨肌腱隧道稍有增宽 **1j**. 胫骨矢状位 MRI 显示重建 2 d 后前交叉韧带连续性 **1k**. 胫骨矢状位 MRI 显示重建 6 个月前交叉韧带连续性良好 **1l**. 胫骨矢状位 MRI 显示重建 12 个月前交叉韧带连续性良好

Fig.1 Patient, a 27-year-old male, suffered from anterior cruciate ligament (ACL) injury in his right knee and underwent conventional treatment **1a**. Preoperative MRI images indicate a rupture **1b**. Arthroscopic images of the patient during the surgery **1c**. Arthroscopic images of the patient after the surgery **1d**. Two days after surgery, transverse CT of femur showed the tunnel for the femoral tendon has been created **1e**. Six months after surgery, transverse CT of femur showed a slight widening of the femoral tendon tunnel **1f**. Twelve months after surgery, transverse CT of femur showed a slight widening of the femoral tendon tunnel **1g**. Two days after surgery, sagittal CT of tibia showed the tunnel for the tibial tendon has been created **1h**. Six months after surgery, sagittal CT of tibia showed a slight widening of the tibial tendon tunnel **1i**. Twelve months after surgery, sagittal CT of tibia showed a slight widening of the tibial tendon tunnel **1j**. Sagittal tibia MRI shows continuous reconstruction of the anterior cruciate ligament two days after the procedure **1k**. Sagittal tibia MRI shows good continuity of the reconstructed anterior cruciate ligament six months after the procedure **1l**. Sagittal tibia MRI shows good continuity of the reconstructed anterior cruciate ligament twelve months after the procedure

tion: the transtibial all-inside technique [J]. Arthroscopy, 2006, 22 (8): 900.e1-900.11.

[5] STRAND T, MØLSTER A, HORDVIK M, et al. Long-term follow-up after primary repair of the anterior cruciate ligament: clinical and radiological evaluation 15-23 years postoperatively [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2005, 125(4): 217-221.

[6] DALLO I, CHAHLA J, MITCHELL J J, et al. Biologic approaches for the treatment of partial tears of the anterior cruciate ligament: a current concepts review [J]. Orthop J Sports Med, 2017, 5(1): 2325967116681724.

[7] 刘旺鑫, 赵铁军, 孙晖晖, 等. 体位对直接前方入路全膝关节置换术的影响 [J]. 中国骨伤, 2023, 36(7): 628-634.

LIU W X, ZHAO T J, SUN H H, et al. Effect of posture on total hip arthroplasty through direct anterior approach [J]. China J Orthop Traumatol, 2023, 36(7): 628-634. Chinese.

[8] 傅利锋, 胡劲涛, 王政, 等. 半月板成形对前交叉韧带重建术后膝关节功能恢复影响的病例对照研究 [J]. 中国骨伤, 2017, 30(8): 721-725.

FU L F, HU J T, WANG Z, et al. Case-control study on the effect of meniscus shaping on knee function after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. China J Orthop Traumatol, 2017, 30(8): 721-725. Chinese.

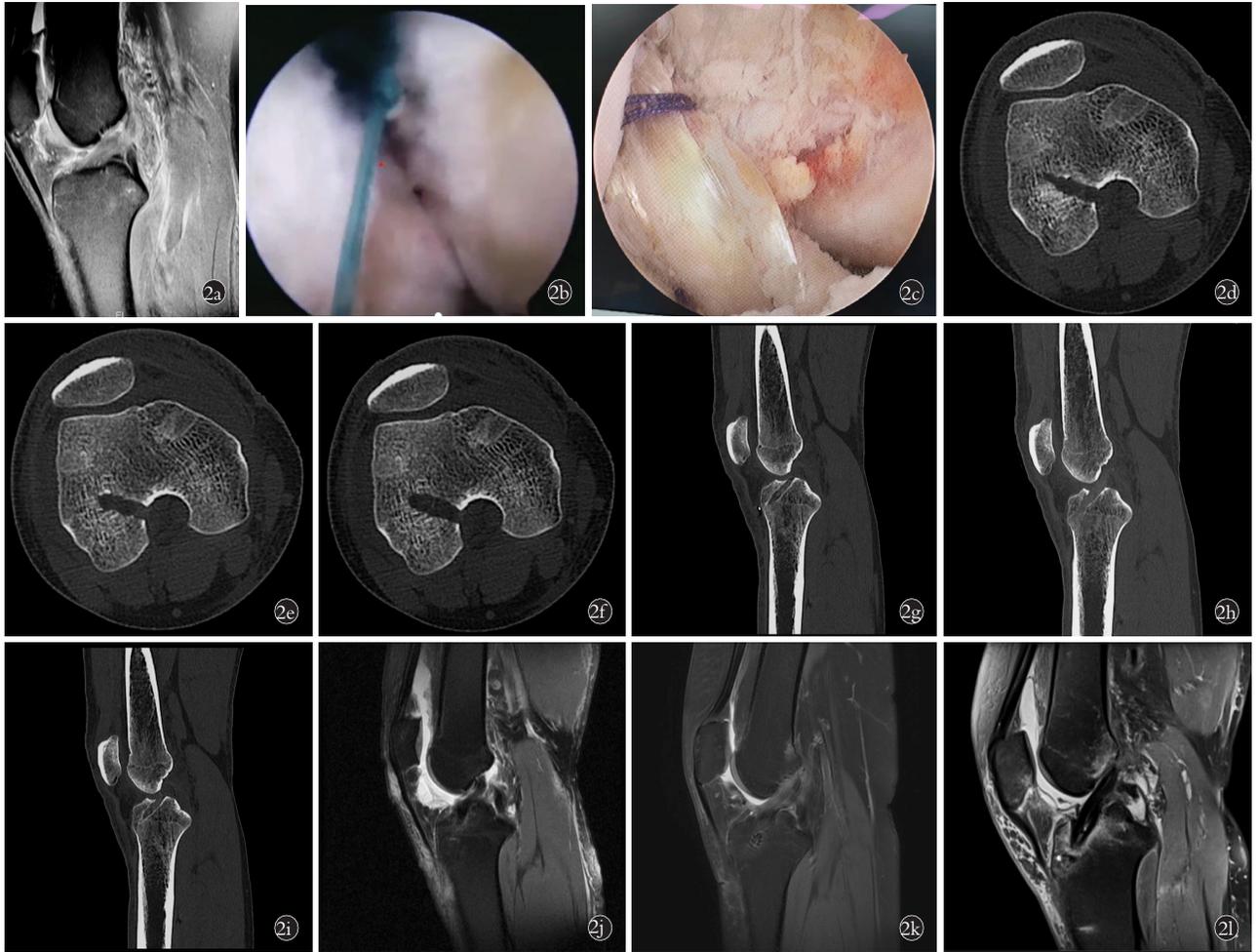


图 2 患者,男,25 岁,右膝前交叉韧带损伤,采用拉线测量法治疗 **2a.** 术前 MRI 示断裂 **2b.** 术中拉线法测量关节腔内韧带长度 **2c.** 术毕时关节镜图片 **2d.** 术后 2 d 股骨横断位 CT 示股骨肌腱隧道 **2e.** 术后 6 个月股骨横断位 CT 示股骨肌腱隧道未见明显增宽 **2f.** 术后 12 个月股骨横断位 CT 示股骨肌腱隧道未见明显增宽 **2g.** 术后 2 d 胫骨矢状位 CT 示胫骨肌腱隧道 **2h.** 术后 6 个月胫骨矢状位 CT 示胫骨肌腱隧道未见明显增宽 **2i.** 术后 12 个月胫骨矢状位 CT 示胫骨肌腱隧道未见明显增宽 **2j.** 重建 2 d 后胫骨矢状位 MRI 显示前交叉韧带连续性 **1k.** 重建 6 个月后胫骨矢状位 MRI 显示前交叉韧带连续性良好 **2l.** 重建 12 个月后胫骨矢状位 MRI 显示前交叉韧带连续性良好

Fig.2 Patient, a 25-year-old male, suffered from anterior cruciate ligament (ACL) injury in his right knee and underwent treatment using the pullout wire method **2a.** Preoperative MRI images indicate a rupture **2b.** Measurement of ligament length within the joint cavity using the traction method during the patient's surgery **2c.** Arthroscopic images of the patient after the surgery **2d.** Two days after surgery, transverse CT of femur showed the tunnel for the femoral tendon has been created **2e.** Six months after surgery, transverse CT of femur showed no significant widening of the femoral tendon tunnel **2f.** Twelve months after surgery, transverse CT of femur showed no significant widening of the femoral tendon tunnel **2g.** Two days after surgery, sagittal CT of tibia showed the tunnel for the tibial tendon has been created **2h.** Six months after surgery, sagittal CT of tibia showed no significant widening of the tibial tendon tunnel **2i.** Twelve months after surgery, sagittal CT of tibia showed no significant widening of the tibial tendon tunnel **2j.** Sagittal tibia MRI shows continuous reconstruction of the anterior cruciate ligament two days after the procedure **2k.** Sagittal tibia MRI shows good continuity of the reconstructed anterior cruciate ligament six months after the procedure **2l.** Sagittal tibia MRI shows good continuity of the reconstructed anterior cruciate ligament twelve months after the procedure

[9] 邓南凌,张磊,孙晋,等. 关节镜下同种异体胫前肌腱与自体腘绳肌腱重建前交叉韧带远期效果的比较[J]. 中国骨伤, 2021, 34(3):269-274.

DENG N L, ZHANG L, SUN J, et al. Tibialis anterior allograft versus hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: long term clinical outcomes [J]. China J Orthop Traumatol, 2021, 34(3):269-274. Chinese.

[10] 李炜峰. 富血小板血浆用于前交叉韧带重建术后的临床疗效研究[D]. 南宁: 广西中医药大学, 2018.

LI W F. Clinical efficacy of platelet-rich plasma after anterior cru-

ciate ligament reconstruction [D]. Nanning: Guangxi University of Chinese Medicine, 2018. Chinese.

[11] KIAPOUR A M, MURRAY M M. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair [J]. Bone Joint Res, 2014, 3(2):20-31.

[12] MUSAHL V, NAZZAL E M, LUCIDI G A, et al. Current trends in the anterior cruciate ligament part 1: biology and biomechanics [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2022, 30(1):20-33.

[13] 杨金江, 吴杰, 尹合勇, 等. 解剖单束与传统单束重建前交叉韧带的临床疗效及分析 [J]. 临床和实验医学杂志, 2021, 20(9):968-972.

表 7 两组前交叉韧带损伤患者 CT 和 MRI 影像学情况比较($\bar{x}\pm s$)

Tab. 7 Comparison of CT and MRI imaging of patients with anterior cruciate ligament injury between the two groups($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	骨隧道直径增宽距离/mm										MRI 评分/分				
		股骨肌腱隧道直径增宽					胫骨肌腱隧道直径增宽									
		术后 2 d	术后 6 个月	术后 12 个月	F 值	P 值	术后 2 d	术后 6 个月	术后 12 个月	F 值	P 值	术后 2 d	术后 6 个月	术后 12 个月	F 值	P 值
常规组	30	1.22± 0.6	1.22± 0.65	0.82± 0.48	4.859	0.010	2.14± 1.06	2.05± 1.09	1.12± 0.48	11.419	<0.001	2.47± 0.51	2.73± 0.45	3.23± 0.43	21.143	<0.001
测量组	30	1.03± 0.65	0.91± 0.52	0.64± 0.28	4.589	0.013	1.68± 0.79	1.21± 0.8	0.52± 0.36	21.756	<0.001	2.63± 0.49	2.93± 0.25	3.53± 0.51	33.626	<0.001
t 值		1.202	2.087	1.789			1.933	3.441	5.407			-1.294	-2.121	-2.470		
P 值		0.234	0.041	0.079			0.058	0.001	<0.001			0.201	0.039	0.017		

注:股骨肌腱隧道直径增宽 $F_{交互}=0.290, P=0.748$;胫骨肌腱隧道直径增宽 $F_{交互}=0.974, P=0.370$;MRI 评分 $F_{交互}=0.412, P=0.602$

YANG J J, WU J, YIN H Y, et al. Comparing the clinical outcomes of anatomical single bundle and over-top single bundle strategies for anterior cruciate ligament reconstruction [J]. J Clin Exp Med, 2021, 20(9):968-972. Chinese.

[14] LUBOWITZ J H. Anatomic ACL reconstruction produces greater graft length change during knee range-of-motion than transtibial technique [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2014, 22(5): 1190-1195.

[15] KAPLAN Y, WITVROUW E. When is it safe to return to sport after ACL reconstruction? reviewing the criteria [J]. Sports Health, 2019, 11(4):301-305.

[16] MONACO E, FABBRI M, REDLER A, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction is associated with greater tibial tunnel widening when using a bioabsorbable screw compared to an all-inside technique with suspensory fixation [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(8):2577-2584.

[17] MAYR R, SMEKAL V, KOIDL C, et al. ACL reconstruction with adjustable-length loop cortical button fixation results in less tibial tunnel widening compared with interference screw fixation [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(4):1036-1044.

[18] IZAWA T, OKAZAKI K, TASHIRO Y, et al. Comparison of rotatory stability after anterior cruciate ligament reconstruction between single-bundle and double-bundle techniques [J]. Am J Sports Med, 2011, 39(7):1470-1477.

(收稿日期:2023-10-19 本文编辑:朱嘉)