

· 临床研究 ·

# 同种异体胫前肌腱与自体腘绳肌腱重建前交叉韧带的病例对照研究

张磊, 刘劲松, 孙晋, 李智尧, 马佳

(中国中医科学院骨伤科研究所关节镜及运动医学科, 北京 100700)

**【摘要】** 目的:对比异体胫前肌腱与自体腘绳肌腱重建前交叉韧带的临床疗效。方法:2005 年 9 月至 2007 年 5 月,重建前交叉韧带 100 例,其中 50 例采用经深低温冷冻及  $\gamma$  射线照射处理后的异体胫前肌腱重建,50 例采用自体腘绳肌腱重建。固定方式均为股骨端横杆悬挂固定(Rigidfix)和胫骨端中心固定(Intrafix)。术后通过对比两组症状体征、Lysholm 评分来对比疗效。结果:两组均顺利完成手术,无感染及韧带再断裂发生。所有患者术后获随访,时间 12~33 个月(平均 25.6 个月)。异体组 50 例术膝轴移试验均阴性,前抽屉试验及 Lachman 试验为阴性或 I 度阳性;术后 1 年以上 Lysholm 总评分平均(89.3 $\pm$ 6.3)分。自体组 50 例术膝体征检查结果与异体组类似,术后 1 年 Lysholm 总评分平均(90.5 $\pm$ 4.5)分,两组对比差异无统计学意义( $P>0.05$ )。结论:同种异体胫前肌腱与自体腘绳肌腱重建前交叉韧带疗效相当,医生及患者可根据实际情况选择移植植物。

**【关键词】** 前交叉韧带; 修复外科手术; 移植,自体; 膝关节; 病例对照研究

**Comparison of the clinical outcome of anterior cruciate ligament reconstruction using allograft anterior tibialis and autologous hamstring tendon** ZHANG Lei, LIU Jin-song, SUN Jin, LI Zhi-yao, MA Jia. Department of Arthroscopy and Sports Medicine, Institute of Orthopedics and Traumatology, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

**ABSTRACT Objective:**To compare the clinical outcomes of ACL reconstruction using allograft anterior tibialis and autologous hamstring tendon. **Methods:**From September 2005 to May 2007, 100 ACLs were reconstructed, allograft were implanted in 50 patients and autograft 50 patients. Rigidfix and Intrafix were used for graft fixation. The symptoms and objective signs were compared between two groups. Lysholm score were used for outcome evaluation. **Results:**There were neither infection nor rupture of the reconstructed ACLs in all patients. All patients were followed and the average follow-up period was 25.6 months (range 12 to 33). There was no positive pivot shift sign in two groups, the anterior drawer test (ADT) and Lachman test were negative or grade I positive. There was no difference in Lysholm scores between two groups (89.3 allograft vs. 90.5 autograft,  $P>0.05$ ). **Conclusion:**These data suggest that there are no differences in clinical outcomes of ACL reconstruction with allograft anterior tibialis tendon and autologous hamstring tendon.

**Key words** Anterior cruciate ligament; Reconstructive surgical procedures; Transplantation, autologous; Knee joint; Case-control studies

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma, 2009, 22(3): 166-169 www.zggszz.com

膝关节前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)损伤后重建的可选移植植物很多,分为自体移植植物(autograft)、同种异体移植植物(allograft)和人造移植植物(artificial ligament)。每种移植植物都有各自的优点和缺点,在重建手术时选择合适的移植植物是手术成功的重要因素。无论采用何种移植植物,疗效是检验其是否适合重建 ACL 的最重要的标准。本研究通过对比两组患者的疗效,为 ACL 重建手术的移植植物选择提供参考。

## 1 资料与方法

**1.1 临床资料与分组** 本研究收集 2005 年 9 月至 2007 年 5 月前交叉韧带损伤病例 100 例,均经关节镜明确诊断并行关节镜下手术重建,分为同种异体肌腱组(异体组)和自体腘绳肌腱组(自体组)。异体组 50 例,采用同种异体胫前肌腱(allograft tibialis anterior tendon)重建 ACL,均为单膝损伤,左膝 32 例,右膝 18 例;主要症状包括疼痛(35 例)、关节不稳(23 例)、关节肿胀(17 例)、打软腿(10 例)。术前 Lachman 试验 II 度阳性 34 例,III 度阳性 16 例;ADT I 度阳性 14 例,II 度阳性 27 例,III 度阳性 9 例;轴移试验阳性 26 例。自体组 50 例,

通讯作者:张磊 Tel:010-64051366 E-mail:arthroartist@yahoo.com.cn

采用自体腘绳肌腱 (autologous hamstring tendon) 重建 ACL, 均为单膝损伤, 左膝 20 例, 右膝 30 例; 主要症状与异体组类似, 膝关节疼痛 (50 例)、关节不稳 (40 例)、关节肿胀 (36 例)、打软腿 (12 例)。术前 Lachman 试验 II 度阳性 8 例, III 度阳性 42 例; ADT I 度阳性 4 例, II 度阳性 20 例, III 度阳性 26 例; 轴移试验阳性 26 例。两组临床资料比较见表 1, 经统计学处理, 两组差异无统计学意义, 有可比性。

**1.2 治疗方法** 所有手术均由同一组医师完成, 全关节镜下进行。所有同种异体胫前肌腱移植均由中国人民解放军骨科研究所组织库提供, 术前 45 min 用常温生理盐水快速复温, 修整去除表面筋膜、脂肪以及残余骨膜等软组织。移植植物在中点对折, 对折端做股骨隧道内固定, 两端分别劈成两半, 两端 4 股用于胫骨端固定。自体肌腱取自同侧股薄肌腱和半腱肌腱 (见图 1), 并排在中点对折, 对折端做股骨隧道内固定, 4 股游离端用于胫骨端固定。两种移植植物胫骨端游离 4 股肌腱分别以 2 号 Ethibond Excel 缝线编织缝合 2.5 cm 作为牵引, 对折端以 2 号 Ethibond Excel 缝线牵引, 并用 3/0 Safil 可吸收缝线编织缝合 3 cm 范围, 使对折的两股肌腱成为一股, 用于股骨端固定 (见图 2)。制备好的移植植物在拉力器 60 N 牵引力下预张 8 min。

在腰硬联合麻醉下常规关节镜入路进行探查, 同期处理半月板等其他关节内病变。镜下行前交叉韧带残端清理, 必要时行髁间窝扩大成形术。隧道钻取采用经胫骨隧道技术 (transtibial technique)。胫骨止点定位于 ACL 原止点足印中央, 定位器设定角度为 50°~55°, 导针定位满意后钻取胫骨隧道。根据移植植物直径选择合适股骨定位器, 经胫骨隧道定位前交叉韧带股骨起点于髁间窝“10 点半” (右膝) 或“1 点半” (左膝), 导针定位满意后钻取 30 mm 长股骨隧道, 使隧道后壁残

留 1~1.5 mm 厚骨皮质。隧道完成后, 在定位器引导下完成股骨横杆固定系统 (rigidfix system) 定位, 置入移植植物后固定胫骨端。反复屈伸膝关节 20 次, 检查移植植物是否等长, 有无切割撞击等异常现象。在拉力器 60 N 牵引力下, 屈膝 20° 位用带鞘挤压螺钉 (intrafix system) 进行胫骨端固定。移植植物固定好后检查膝关节前向稳定性 (见图 3)。

两组术后处理无差异, 均常规给予抗炎、补液、消肿等治疗 5~7 d, 术膝持续冰敷 72 h。术后患肢以数字卡盘支具保护制动, 麻醉清醒后即进行股四头肌等长收缩, 踝关节背伸跖屈活动, 直腿抬高。术后 3 d 开始持续被动活动练习 (CPM), 每日 2 次, 每次 30~60 min, 并允许患者在支具保护下扶拐负重行走, 合并半月板缝合者术后 3 周开始负重。术后 2 周膝关节屈曲度达到 90°, 术后 6 周以内术膝屈曲角度不超过 120°, 注意股四头肌肌力锻炼。术后 6 周去支具行走, 强化股四头肌肌力、关节活动度锻炼。术后 3 个月恢复日常生活活动量, 术后 6~8 个月恢复体育活动。

**1.3 疗效评价方法** 比较两组患者手术及术后并发症、症状体征变化、膝关节 Lysholm 评分变化<sup>[1]</sup>, 并进行疗效判定, 总分 95~100 分为优, 84~94 分为良, 65~83 分为中, ≤64 分为差。部分患者行术后 MR 检查, 不做统计学分析。

**1.4 统计处理** 采用 SPSS 12.0 统计软件, 采用成组设计定量资料的 *t* 检验比较两组患者术前、术后膝关节 Lysholm 评分。采用 Wilcoxon 秩和检验比较两组术前损伤情况, 以及术后体征分级和疗效结果。

**2 结果**

**2.1 手术中及术后并发症** 所有手术均顺利完成, 平均手术时间异体组比自体组短 20 min, 未发生血管神经损伤等并发症。术中检查膝关节前向稳定性恢复, 移植植物初始强度良好。

表 1 两组临床资料比较

Tab.1 Clinical information of patients in two groups

分组	性别 (例)		年龄 (岁)	损伤类型 (例)			Lysholm 评分 (分)
	男	女		急性期 (<3 周)	亚急性期 (3 周~6 个月)	陈旧性 (≥6 个月)	
异体组	27	23	29 (17~62)	25	7	18	45.4±7.6 (33~60)
自体组	24	26	32 (21~42)	26	8	16	43.2±9.6 (35~62)
统计值	$\chi^2=0.721$ $P=0.396$		$t=-1.061$ $P=0.301$	$U=1 209$ $P=0.756$			$t=-1.414$ $P=0.173$



图 1 获取自体腘绳肌腱 图 2 制备好的肌腱移植植物 图 3 重建好的 ACL

Fig.1 Harvest of hamstring tendon Fig.2 Prepared tendon graft Fig.3 Reconstructed ACL

异体组合并内侧半月板损伤 33 例,行半月板缝合 21 例,部分切除成形 10 例,完全切除 2 例;合并外侧半月板损伤 25 例,行半月板缝合 15 例,部分切除成形 7 例,完全切除 3 例。自体组合并内侧半月板损伤 36 例,行半月板缝合 22 例,部分切除成形 12 例,完全切除 2 例;合并外侧半月板损伤 24 例,行半月板缝合 15 例,部分切除成形 6 例,完全切除 3 例。异体组术后发热 42 例,从术后第 1 天到第 8 天,平均体温 37.8℃,术后 8 d 体温恢复正常,无感染发生。自体组术后发热 13 例,从术后第 1 天到第 4 天,平均体温 37.3℃,术后 4 d 体温恢复正常,无感染发生。

**2.2 术后症状体征变化情况** 所有患者术后获随访,时间 12~33 个月,平均 25.6 个月。所有患者术膝无交锁,均未主诉关节不稳,疼痛肿胀明显缓解。两组术膝轴移试验均阴性,前抽屉试验及 Lachman 试验为阴性或 I 度阳性(见表 2)。两组术后 Lachman 试验和 ADT 分度比较无统计学差异。异体组 12 例、自体组 15 例行术后 MR 检查,均见移植物形态良好,隧道无明显扩大(见图 4-5)。

表 2 两组患者术后体征比较(例)

Tab.2 Comparison of ADT and Lachman Test between two groups after operation(cases)

分组	Lachman test				ADT			
	阴性	I 度	II 度	III 度	阴性	I 度	II 度	III 度
异体组	34	16	0	0	32	18	0	0
自体组	30	20	0	0	26	24	0	0
统计值	U=1 150, P=0.407				U=1 100, P=0.226			

**2.3 术后 Lysholm 评分比较** 见表 3。术后 1 个月肿胀评分两组比较差异有统计学意义,自体组优于异体组。术后 12 个月的 Lysholm 总评分进行组间比较,差异无统计学意义,两组评分无明显差异。

**2.4 两组疗效比较** 术后按照 Lysholm 疗效标准进行评价,异体组优 34 例,良 13 例,中 3 例,差 0 例;自体组优 36 例,良 12 例,中 2 例,差 0 例。两组比较, U=1 195, P=0.636, 差异无统计学意义。

**3 讨论**

**3.1 同种异体和自体移植重建前交叉韧带的优缺点和疗**

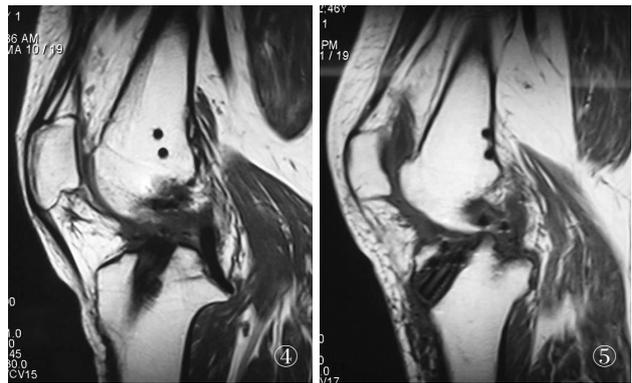


图 4 异体胫前肌腱重建 ACL 后的胫骨隧道 图 5 自体腘绳肌腱重建 ACL 后的胫骨隧道

Fig.4 Tibial tunnel after ACL reconstruction with allograft tendon Fig.5 Tibial tunnel after ACL reconstruction with autologous hamstring tendon

**效** 选用同种异体移植可以避免供区损伤和并发症,操作简便,手术时间短,移植物尺寸可选择,但是价格昂贵,愈合相对较慢,存在一定程度的免疫反应和潜在的传播疾病的风险。选用自体移植时无免疫排斥反应,愈合快,廉价,但是操作相对复杂,手术时间相对较长,有一定程度的供区损伤。多数学者认为两种移植重建前交叉韧带都能取得较好的疗效,不同学者对两种移植物的倾向性也不同。刘红光等<sup>[2]</sup>观察到使用自体腘绳肌腱重建前交叉韧带后的各项评价略优于同种异体肌腱,但是没有统计学意义,提倡使用自体肌腱作为移植重建前交叉韧带。徐志宏等<sup>[3]</sup>对比了自体与异体骨髓骨(BTB)重建前交叉韧带后的疗效,总体上两组无明显差异,但是异体组的运动评分要优于自体组,他们认为异体移植更有优势。在本组中,异体组近期(<4 周)有更多的临床症状,包括发热和肿胀等,远期疗效两组相当,无明显差异。

**3.2 同种异体胫前肌腱和自体腘绳肌腱的力学性能** Miller 等<sup>[4]</sup>观察完整前交叉韧带的平均最大载荷是 2 160 N,弹性刚度是 242 N/mm,横切面积是 44 mm<sup>2</sup>;4 股腘绳肌腱分别是 4 108 N、776 N/mm、53 mm<sup>2</sup>;胫前肌腱分别 3 412 N、344 N/mm、38 mm<sup>2</sup>;而对折的胫前肌腱数据将达到 6 824 N、688 N/mm、76 mm<sup>2</sup>。可见腘绳肌腱和胫前肌腱都能够满足前交叉韧带的

表 3 两组术后 Lysholm 评分比较( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.3 Compare of Lysholm score between two groups( $\bar{x} \pm s$ )

随访时间	分组	跛行	支撑	绞锁	不稳	疼痛	肿胀	爬楼	下蹲	总分
术后 1 个月	异体组	2.7±0.5	3.8±0.4	12.5±1.6	20.1±6.7	18.3±3.8	4.8±1.7*	4.2±1.2	1.7±0.8	68.1±8.5
	自体组	2.5±0.4	4.0±0.5	12.4±1.0	20.5±5.0	19.7±6.0	7.9±2.0*	4.6±1.4	1.9±0.7	73.5±7.8
术后 3 个月	异体组	3.2±1.0	4.2±0.9	13.0±1.5	20.3±4.7	18.6±6.1	7.4±2.1	6.4±1.3	1.9±1.3	75.0±5.7
	自体组	3.4±1.1	4.4±1.5	12.5±2.1	21.5±6.1	20.5±4.7	8.0±1.5	6.7±1.2	2.0±1.5	79.0±7.7
术后 6 个月	异体组	3.6±1.0	4.5±0.9	13.0±1.7	22.1±5.2	22.1±3.7	7.9±1.2	9.0±0.7	3.3±1.2	85.5±6.4
	自体组	4.2±1.2	4.6±1.1	13.8±1.1	22.5±3.1	22.3±3.0	8.4±1.6	8.9±1.0	3.4±1.5	88.1±5.5
术后 12 个月	异体组	4.2±1.2	4.7±1.5	13.7±1.2	22.5±4.3	22.7±2.3	8.5±1.5	9.4±0.6	3.6±1.1	89.3±6.3**
	自体组	4.5±1.4	4.7±1.3	14.0±1.3	23.0±4.5	23.1±2.5	8.5±1.1	9.1±0.8	3.6±1.3	90.5±4.5**

注: \*t=-27.247, P=0.000; \*\* t=0.813, P=0.427

Note: \*t=-27.247, P=0.000; \*\* t=0.813, P=0.427

力学要求,而且胫前肌腱更优于腓绳肌腱。Almqvist 等<sup>[5]</sup>的生物力学研究也显示异体胫前肌腱能够满足前交叉韧带重建要求,且明显优于 BTB。

**3.3 肌腱处理措施对移植物力学性能的影响** 同种异体肌腱在移植前均经过了消毒处理和低温保存,这些处理都会对肌腱的力学强度有所影响。我们采用的同种异体胫前肌腱经过了深低温冷冻保存和  $\gamma$  射线照射灭菌。Schimizzi 等<sup>[6]</sup>测量 12 根新鲜冰冻胫前肌腱最大载荷是  $(1\ 665 \pm 291.3)$  N, 12 根经射线辐照的胫前肌腱的最大载荷  $(1\ 671.9 \pm 290.2)$  N, 两组对比无明显差异,认为放射线辐照对肌腱的力学性能没有影响。Rihn 等<sup>[7]</sup>也认为辐照不会影响异体移植物重建前交叉韧带的疗效。Mae 等<sup>[8]</sup>研究了鼠的髌腱经冰冻和放射辐照后的力学强度变化。在移植之前,新鲜冰冻肌腱和冻干肌腱的抗拉强度要大于经放射辐照过后的新鲜冰冻肌腱和冻干肌腱;而在移植后 4 周,这 4 种移植物的强度都减小到了最初的 20% 左右,而且互相无明显差异;到术后 24 周 4 种移植物的强度增到了最初的 50% 左右,而且互相无明显差异。他们认为经辐照后的肌腱的力学强度在初期( $< 4$  周)会下降。

**3.4 移植物在隧道内的愈合和重塑过程** 移植物在隧道内的腱骨愈合过程是由间接止点向直接止点逐渐转化的过程,其中包括原肌腱组织细胞坏死、新生组织细胞长入、腱骨形成纤维连接和腱骨连接区钙化等过程<sup>[9]</sup>。大多数学者认为异体移植物在体内的愈合和重塑结果类似于自体移植物,但是过程相对较慢。张春礼等<sup>[10]</sup>观察到无论是自体肌腱还是异体肌腱移植重建前交叉韧带,6 个月后均可初步形成韧带-软骨止点,但在相同时间点,自体肌腱止点的组织学形态优于异体肌腱。Harris 等<sup>[11]</sup>观察到使用异体移植物重建前交叉韧带后胫骨隧道扩大,但是不会影响最终的组织整合,他们认为异体移植物可以和自体移植物一样在体内整合。在我们的病例中术后 X 线片和 MR 检查未发现隧道扩大者,移植物与骨隧道压配良好。Scheffler 等<sup>[12]</sup>通过观察羊自体 and 异体移植物重建羊前交叉韧带的组织重塑过程,在术后 6 周和 12 周明显观察到异体移植物重塑慢于自体移植物,细胞再生和血管再生都明显滞后。到了术后 52 周时异体移植物的机械性能显著差于自体组,前向松弛也更加明显。Dustmann 等<sup>[13]</sup>用羊的自体 and 同种异体屈趾浅肌腱重建前交叉韧带,观察胶原纤维形成和成纤维细胞生长情况,术后 6 周时无明显差异,术后 12 周差异明显,异体肌腱重塑明显慢于自体肌腱。但是到了 52 周两组重塑状况又趋于相当,都形成了类似正常前交叉韧带止点的结构,关节前向松弛度也没有显著差别。然而重建的前交叉韧带的最大载荷、弹性刚度和前抽屉试验比较,自体组都优于异体组,他们认为采用异体肌腱重建前交叉韧带后的康复应该趋于保守。

Toritsuka 等<sup>[14]</sup>观察到了有趣的现象,他们发现冻干肌腱、经辐照后的冻干肌腱和辐照后的新鲜冰冻肌腱移植后,术后 4 周和 12 周供体组织在体内检出明显少于新鲜冰冻肌腱,他们认为采用冻干措施和放射线辐照可以暂时加快重塑过程。

综上所述,采用同种异体胫前肌腱重建前交叉韧带近期有较多不适症状,但没有感染和移植物坏死等严重并发症发

生。使用异体胫前肌腱与自体腓绳肌腱均未发现骨隧道扩大及韧带松弛,均可以取得较好的远期临床疗效。使用同种异体肌腱和自体腓绳肌腱重建前交叉韧带均是安全有效的,在保证精确的手术技术前提下,医生和患者可以根据具体情况选择移植物。

#### 参考文献

- [1] 何爱珊,廖威明,付明. 关节镜下自体腓绳肌腱重建膝关节前交叉韧带. 中国骨伤, 2008, 21(3): 167-169.
- [2] 刘红光,陈述祥,赵崇达,等. 膝关节镜下自体腓绳肌腱和同种异体肌腱移植重建前交叉韧带对比观察. 中国骨伤, 2008, 21(4): 267-269.
- [3] 徐志宏,陈东阳,蒋青,等. 自体与深低温冷冻异体髌腱重建前交叉韧带临床疗效比较研究. 中国运动医学杂志, 2008, 27(3): 280-293.
- [4] Miller SL, Gladstone JN. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction. Orthop Clin North Am, 2002, 33: 675-683.
- [5] Almqvist KF, Jan H, Verduyck C, et al. The tibialis tendon as a valuable anterior cruciate ligament allograft substitute: biomechanical properties. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2007, 15(11): 1326-1330.
- [6] Schimizzi A, Wedemeyer M, Odell T, et al. Effects of a novel sterilization process on soft tissue mechanical properties for anterior cruciate ligament allografts. Am J Sports Med, 2007, 35(4): 612-616.
- [7] Rihn JA, Irrgang JJ, Chhabra A, et al. Does irradiation affect the clinical outcome of patellar tendon allograft ACL reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006, 14(9): 885-896.
- [8] Mae T, Shino K, Maeda A, et al. Effect of gamma irradiation on remodeling process of tendon allograft. Clin Orthop Relat Res, 2003, (414): 305-314.
- [9] 王永健, 敖英芳. 自体半腱肌腱重建兔前交叉韧带腱骨愈合和止点形成实验研究. 中国运动医学杂志, 2007, 26(1): 5-9.
- [10] 张春礼, 范宏斌, 吕荣, 等. 自体 and 异体肌腱移植重建前交叉韧带后止点转归的组织学研究. 中华骨科杂志, 2004, 24(3): 146-149.
- [11] Harris NL, Indelicato PA, Bloomberg MS, et al. Radiographic and histologic analysis of the tibial tunnel after allograft anterior cruciate ligament reconstruction in goats. Am J Sports Med, 2002, 30(3): 368-373.
- [12] Scheffler SU, Schmidt T, Gangéy I, et al. Fresh-frozen free-tendon allografts versus autografts in anterior cruciate ligament reconstruction: delayed remodeling and inferior mechanical function during long-term healing in sheep. Arthroscopy, 2008, 24(4): 448-458.
- [13] Dustmann M, Schmidt T, Gangéy I, et al. The extracellular remodeling of free-soft-tissue autografts and allografts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: a comparison study in a sheep model. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2008, 16(4): 360-369.
- [14] Toritsuka Y, Shino K, Horibe S, et al. Effect of freeze-drying or gamma-irradiation on remodeling of tendon allograft in a rat model. J Orthop Res, 1997, 15(2): 294-300.

(收稿日期: 2008-12-30 本文编辑: 连智华)