

关节镜下三入路与传统前内侧入路重建前交叉韧带股骨骨道的比较及早期疗效分析

吕杰, 杨自权, 冯江峰, 贾建伟, 袁洁玲
(山西医科大学第二临床医院关节外科, 山西 太原 030000)

【摘要】 目的: 研究三入路和传统前内侧技术确立股骨骨道的位置、长度和冠状面角度以及前交叉韧带重建的早期疗效。方法: 2018 年 12 月到 2019 年 6 月收集 36 例诊断为单纯前交叉韧带断裂而且接受手术的患者, 患者均有明确膝关节扭伤史, 共分为两组, 其中 16 例采用三入路技术钻取股骨骨道重建前交叉韧带, 其中男 11 例, 女 5 例, 平均年龄(30.13±6.54)岁, 受伤时间 7~60(30.19±15.78) d; 20 例采用传统前内侧入路技术钻取股骨骨道重建前交叉韧带, 其中男 15 例, 女 5 例, 平均年龄(30.80±8.60)岁, 受伤时间 7~60(27.35±15.50) d。通过 CT 三维重建技术评估钻取的股骨骨道, 采用膝关节 Lysholm 评分评估患者膝关节功能。结果: 所有患者手术切口术后都达到 I 期愈合, 术中均未出现股骨骨道破裂, 血管神经损伤、移植物通过困难及静脉血栓等情况。36 例患者获得门诊随访, 随访时间 9~15(12.00±2.83)个月。采用 CT 三维重建评估两组患者股骨骨道, 股骨骨道位置运用四分法描述为, 三入路组: 股骨外髁的下(27.83±1.97)%, 后(25.57±3.20)%; 传统入路组: 股骨外髁的下(28.38±3.21)%, 后(26.23±3.20)%。骨道长度, 三入路组: 全长(35.20±5.52) mm, 粗骨道长(23.20±2.07) mm; 传统入路组: 全长(34.60±4.26) mm, 粗骨道长(22.56±2.50) mm。冠状面角度, 三入路组(47.93±5.98)°; 传统入路组(41.78±6.62)°。膝关节 Lysholm 评分, 三入路组: 术前 57.81±6.23; 末次随访 97.00±2.48; 传统入路组: 术前 57.15±8.76, 末次随访 97.30±2.68, 手术前后差异有统计学意义, 组间差异无统计学意义。结论: 两种方式所钻取的股骨骨道的位置均在前交叉韧带的解剖止点范围内, 三入路法钻取的股骨骨道相对传统前内侧入路法来说冠状面角度较大, 形成的骨道长度、两种手术方式的术后早期疗效、手术时间均无差异, 但是三入路法的手术视野更宽阔清晰, 而且对于术中钻取股骨骨道时需要的屈膝角度要明显小于传统入路技术, 降低了手术的难度。

【关键词】 前交叉韧带重建; 股骨骨道; CT 三维重建; Lysholm 膝关节评分

中图分类号: R687.4

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.07.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Comparison of femoral tunnel and early curative effect analysis between arthroscopic three approach and traditional anteromedial portal for reconstruction of anterior cruciate ligament LYU Jie, YANG Zi-quan, FENG Jiang-feng, JIA Jian-wei, and YUAN Jie-ling. Department of Joint Surgery, the Second Clinical Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, Shanxi, China

ABSTRACT Objective: To study the three-approach and traditional anterior medial technique to establish the femoral tunnel of position, length, and coronal angle and the early efficacy of anterior cruciate ligament reconstruction. **Methods:** Through retrospective research, from December 2018 to June 2019, a total of 36 patients diagnosed with simple anterior cruciate ligament tear and undergoing surgery were collected. All patients had a clear history of knee sprains and were divided into two groups. A group of 16 patients, including 11 males and 5 females, with an average age of (30.13±6.54) years and an injury time of 7 to 60 (30.19±15.78) days, three-approach technique was used to drill the femoral tunnel to reconstruct the anterior cruciate ligament. Another group of 20 patients, including 15 males and 5 females, with an average age of (30.80±8.60) years, and an injury time of 7 to 60 (27.35±15.50) days, the traditional anterior medial approach was used to drill the femoral tunnel to reconstruct anterior cruciate ligament. CT 3D reconstruction technique was used to evaluate the femoral tunnel and the knee joint function was evaluated by Lysholm score of the knee joint. **Results:** All patients achieved primary healing after the surgical incision. No femoral tunnel fracture, vascular and nerve damage, difficulty in graft passage during the operation, and venous thrombosis occurred. All 36 patients were followed up on an outpatient basis, with a follow-up period of 9 to 15 (12.00±2.83)

基金项目: 山西省人才专项优秀人才科技创新项目(编号: 201705D211022)

Fund program: Shanxi Science and Technology Innovation Project for Special Talents(NO. 201705D211022)

通讯作者: 杨自权 E-mail: yzqonline@126.com

Corresponding author: YANG Zi-quan E-mail: yzqonline@126.com

months. Three-dimensional CT reconstruction was used to evaluate the femoral tunnel of the patients. The position of the femoral tunnel was described using the quartile method as the three-approach group: the lower (27.83±1.97) % of the femoral condyle and the posterior (25.57±3.20) %; the traditional approach group: the lower (28.38±3.21) % of the femoral condyle and the posterior (26.23±3.20) %. Bone tunnel length, three-approach group: (35.20±5.52) mm in total length, (23.20±2.07) mm in thick bone tunnel; traditional approach group: (34.60±4.26) mm in total length, (22.56±2.50) mm in thick bone tunnel. Coronal plane angle, three-approach group: (47.93±5.98) °; traditional approach group: (41.78±6.62) °. Knee joint Lysholm score, three-approach group: 48.67±4.18 before surgery; 97.00±2.48 at last follow-up; traditional approach group: 49.75±5.33 before surgery, 97.30±2.68 at last follow-up, there were significant differences before and after surgery, no significant statistical difference between two groups. **Conclusion:** The positions of the femoral tunnel drilled by the two methods were within the range of the anatomic stop of the anterior cruciate ligament, and there was no statistical difference. Compared with the traditional anterior medial approach, the coronal plane angle of the femoral tunnel drilled by the three-approach approach is relatively large, and there were no statistical differences in the length of the tunnel, the early postoperative effect of the two surgical methods, and the operation time. But the three approach has a wider and clearer vision. In addition, the knee flexion angle required for drilling the femoral tunnel during surgery is significantly smaller than that of traditional approach technology, which reduces the difficulty of surgery.

KEYWORDS Anterior cruciate ligament reconstruction; Femoral tunnel; CT three-dimensional reconstruction; Lysholm knee score

前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 是膝关节内的一条重要韧带, 对于防止胫骨前移以及维持膝关节内旋和生物力学的稳定性具有重要的作用^[1]。前交叉韧带起于股骨外侧髁的内侧面, 向下附着于外侧半月板前角旁的胫骨平台的中心区域。ACL 又分为前内侧束和后外侧束^[2]。这两束在维持膝关节前后及旋转稳定性中分别有不同的作用^[3-4]。前交叉韧带撕裂后会导致膝关节生物力学发生改变, 致膝关节不稳, 进而造成膝关节半月板、关节软骨的继发性损伤, 致膝关节退行性变^[5-6]。ACL 撕裂后膝关节骨性关节炎 (osteoarthritis, OA) 发病率增加了 15%~20%, 当合并有半月板损伤同时行半月板切除术后, ACL 撕裂会进一步升高 OA 的发病率^[7]。研究表明^[8], 膝关节 OA 的发生与膝关节松弛度的增加存在相关性, 通过 ACL 重建可以增加膝关节的稳定性而降低膝关节 OA 的发生率。前交叉韧带撕裂会严重影响患者膝关节的功能和生活质量, 关节镜下 ACL 重建现在被认为是恢复患者膝关节稳定性和改善功能的金标准治疗方法^[9]。胫骨和股骨骨道的位置、移植物的类型、手术技术和康复计划等都会

对 ACL 重建的结果产生重要的影响^[10-12], 其中, 胫骨和股骨骨道的不正确定位是 ACL 重建效果不理想和失败的主要原因^[13]。回顾性研究 2018 年 12 月至 2019 年 6 月收集的 36 例诊断为单纯前交叉韧带断裂而且接受手术的患者, 研究三入路和传统前内侧入路对前交叉韧带重建股骨骨道和早期疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料与分组

36 例患者均有明确膝关节扭伤史, 其中采用三入路法确立股骨骨道 16 例, 男 11 例, 女 5 例, 年龄 18~40(30.13±6.54) 岁, 受伤时间 7~60(30.19±15.78) d; 采用传统前内侧入路法 20 例, 男 15 例, 女 5 例, 年龄 16~50(30.80±8.60) 岁, 受伤时间 7~60(27.35±15.50) d。所有患者术前 Lachman 试验及 Pivot-shift 试验均为阳性^[14]。其中三入路组: Lachman 试验 I 度 7 例, II 度 6 例, III 度 3 例; 传统组: Lachman 试验 I 度 9 例, II 度 7 例, III 度 4 例。所有手术由同一高年资术者完成。两组患者的性别、年龄、病程、Lachman 试验分级等比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 具有可比性, 见表 1。

表 1 两组前交叉韧带重建股骨骨道患者术前一般临床资料比较

Tab.1 Comparison of gender, age, course of disease, and Lachman test classification between two groups of patients with anterior cruciate ligament reconstruction

组别	例数	性别(例)		年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	病程 ($\bar{x}\pm s$, d)	Lachma 试验分级(例)		
		男	女			I 度	II 度	III 度
三入路组	16	11	5	30.13±6.54	30.19±15.78	7	6	3
传统组	20	15	5	30.80±8.60	27.35±15.50	9	7	4
检验值		$\chi^2=0.173$		$t=0.259$	$t=0.541$	$\chi^2=0.026$		
P 值		0.722		0.797	0.592	0.987		

1.2 病例选择

诊断标准:患者有明确外伤史;患者有膝关节疼痛肿胀和(或)膝关节不稳的症状;查体 Lachman 试验及 Pivot-shift 试验阳性;经膝关节 MRI 可见前交叉韧带撕裂。纳入标准:临床诊断为单纯前交叉韧带撕裂。排除标准:合并半月板损伤、合并后交叉韧带,内外侧副韧带损伤、合并其他关节内病变、骨折等,以及合并全身疾病者。

1.3 治疗方法

1.3.1 关节镜探查 患者采用腰硬联合麻醉,取平卧位,打上止血带,消毒铺单,气囊止血充气 45 kPa。建立膝关节标准前外侧入路和前内侧入路(三入路的前内侧入路应该稍靠近端),关节镜进入,切除脂肪囊与增生滑膜,以探针探查 ACL,明确撕裂部位,保留适度残端,并检查是否有合并半月板、后交叉韧带及侧副韧带损伤。

1.3.2 移植物的制备 胫骨结节内侧 1.5 cm,下方 1.5 cm 为中心做斜形切开,切口长约 3 cm,逐层分离暴露出股薄肌腱、半腱肌腱,并用闭合取腱器取两条肌腱,去除肌肉,对折成四股(或根据韧带长度折成 5 股),并测量其直径和长度,用韧带线编织缝合移植游离端,再将肌腱穿过 Rigidloop 线环,以湿纱布包裹备用。见图 1,2。

1.3.3 胫骨骨道的确立 患肢垫高屈曲约 90°,设定前交叉韧带胫骨隧道定位器于 50°,尖端置于前交叉韧带胫骨残端中心。见图 3,4。先用 2 mm 克氏针钻取骨道,再用与肌腱直径一致钻头扩大骨道,直至关节腔,然后退出钻头及克氏针。

1.3.4 股骨骨道的确立 传统前内侧入路法(anteromedial portal, AMP):建立股骨骨道,使用股骨骨道定位器,以 ACL 股骨足印区为中心,膝关节极度屈曲,髌关节中立位,完成定位。先用导针钻取骨

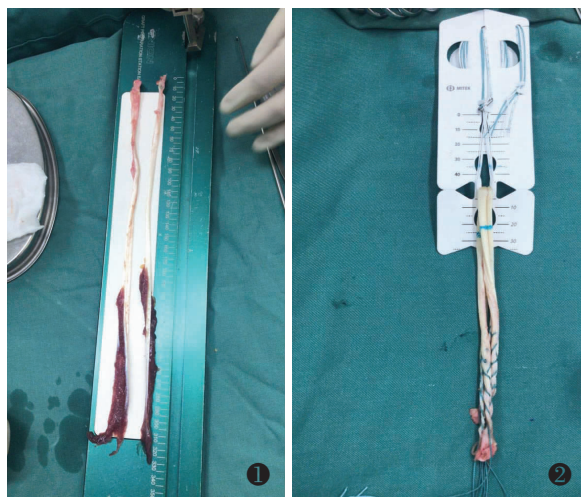


图 1 去除肌腱上附着的肌肉 图 2 将去除肌肉的肌腱对折后测量其直径并穿过 Rigidloop 线环

Fig.1 Removing the muscles attached to tendons Fig.2 Fold the muscle-removed tendon in half and measure its diameter and pass through the Rigidloop

道,然后用 4.5 mm 的细钻头沿着导针穿通外侧皮质骨,确立细骨道,记录刻度,最后用与肌腱直径一致的钻头顺着导针钻取粗骨道,穿过导引线。见图 5-7。

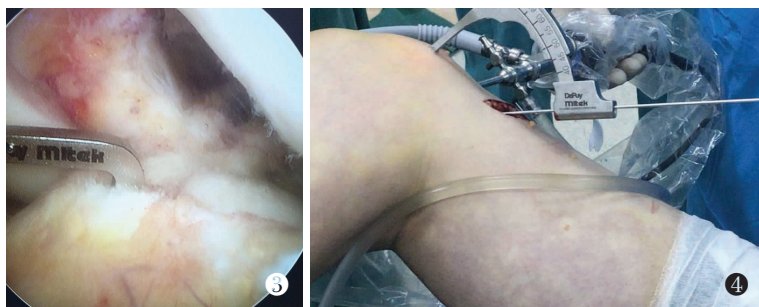


图 3 定位胫骨骨道(镜下) 图 4 钻取胫骨骨道(外部)

Fig.3 Positioning the tibial bone tunnel(under arthroscopy) Fig.4 Drilling the tibial bone tunnel(external)

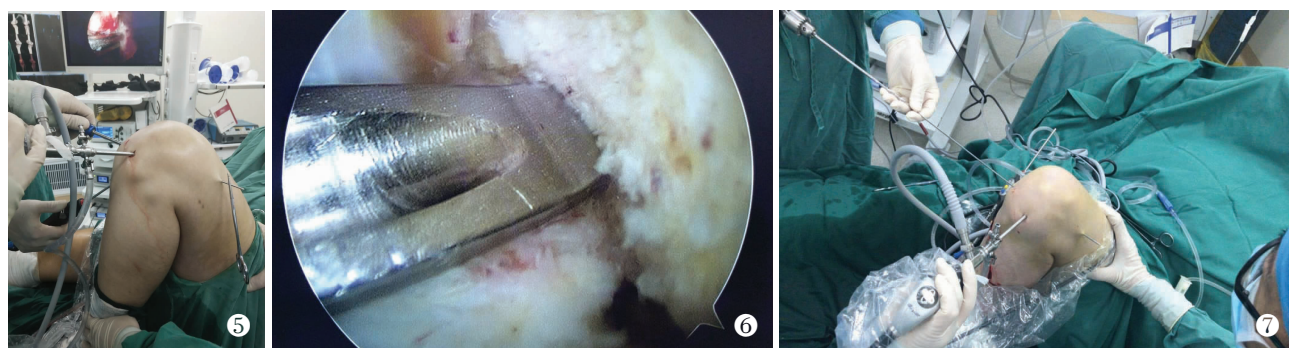


图 5 传统组定位股骨骨道(外部) 图 6 传统组钻取股骨骨道(镜下) 图 7 传统组钻取股骨骨道(外部)

Fig.5 Positioning the femoral tunnel in the traditional group(external) Fig.6 Drilling femoral tunnel in the traditional group(under arthroscopy) Fig.7 Drilling femoral tunnel in the traditional group(external)

三入路法:建立股骨骨道时,在高位内侧入路的下方,用 5 ml 注射器针头辅助,镜下监视,建立一个新的辅助入路,防止器械互相影响。然后患肢至于膝关节屈曲,髌关节外旋体位,具体活动角度直至视野清晰直视为止。见图 8-10。然后以高位前内侧入路为观察入路,低位前内侧入路为操作入路,接下来操作同上。

1.3.5 内植物的通过和固定 导引线带过线袢,在线袢的引导下,肌腱依次穿过胫骨骨道—关节腔—股骨骨道安置到位。见图 11。将微型钛袢翻出股骨骨道外口,收紧线袢。然后做后抽屉实验,使用 BIO-INTRAFIX 胫骨锥形螺钉固定胫骨端肌腱末端。见图 12,13。屈伸腿 20 次,检查有髌间窝撞击,如图 14。检点器械,逐层关闭手术切口,无菌敷料包扎,松止血带,佩戴膝关节支具。

1.3.6 术后处理

术后常规给予患者静脉滴注头孢类(过敏者除外)抗生素、止痛(非甾体类)药物,以及统一的康复策略,即术后 3 周内膝关节伸直位固定,做踝泵及直腿抬高锻炼;术后 4 周在膝关节支具保护下开始屈膝 90°锻炼,并且在关节腔注射玻璃酸钠润滑剂^[17],

辅助锻炼;术后 5 周锻炼至 110°;术后 6 周锻炼至 120°,并开始负重行走。

1.4 观察项目和方法

所有患者术后 3 d 以 NeuViz 128 CT 机器行膝关节 CT 三维重建检查,获得层厚为 0.5 mm 的股骨轴位系列图像,图像资料以 DICOM 格式统一收集保存。然后通过 Neusoft 影像学软件进行统一数据的处理。将所获得的序列图像进行三维重建,并切去胫骨及髌骨,于髌间窝最高处切割,获得股骨外髌的纯侧位图像,并通过 Bernard 提出的四分法^[15]进行股骨骨道中心的测量。在此方法中,T 线描述为股骨外侧髌下缘切线,与 Blumensaat 线平行;H 线描述为股骨外侧髌前缘、后缘切线,垂直于 Blumensaat 线;所得之以百分比表示,见图 15。通过 MPR(Multiplanar Reformation)技术,获得骨道的 2D 图像,然后进行骨道长度的测量,单位为 mm,见图 16。通过膝关节正位 X 线片测量股骨骨道角度及股骨骨道中线和股骨外髌切线的夹角,见图 17。数据的测量由 3 位影像科专业技师进行,并求三者平均值,数据以均值±标准差表示。患者在入院术前以及术后 6 周门诊复查时进行膝关节 Lysholm 评分^[16-17],以及通过 Lach-

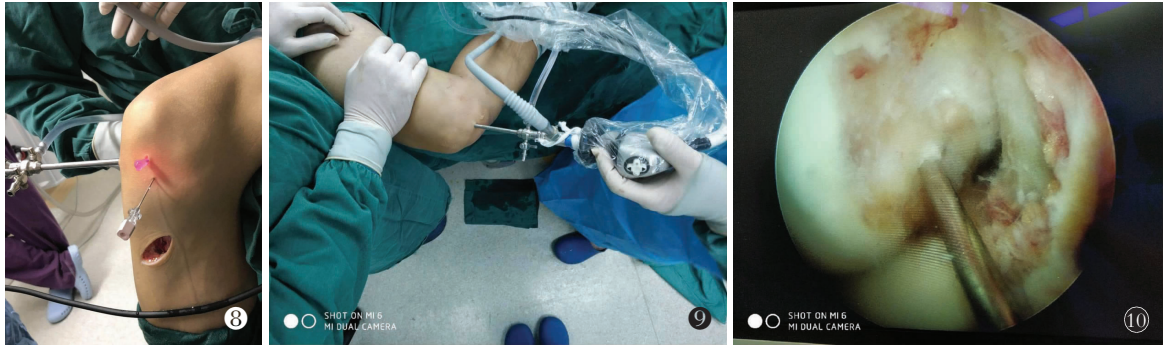


图 8 三入路的建立 图 9 三入路组钻取股骨骨道(外部) 图 10 三入路组定位股骨骨道(镜下)
 Fig.8 The establishment of the three approach Fig.9 Drilling femoral tunnel in the three approach group(external) Fig.10 Positioning the femoral tunnel in the three approach group(under arthroscopy)

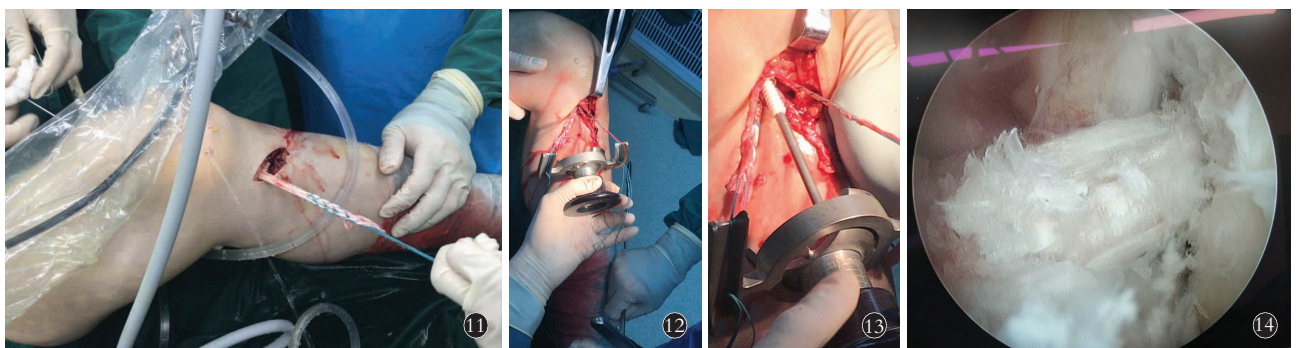


图 11 移植物的通过 图 12 收紧移植植物 图 13 放置 BIO-INTRAFIX 胫骨锥形螺钉固定移植植物 图 14 重建后的前交叉韧带(镜下)
 Fig.11 Graft passage Fig.12 Tighten the graft Fig.13 Place the BIO-INTRAFIX tibial cone screw to fix the graft Fig.14 Reconstructed anterior cruciate ligament(under arthroscopy)

man 试验和 Pivot-shift 试验评估膝关节稳定性^[18]。

1.5 统计学处理

使用 SPSS 22.0 软件进行统计分析,分别测量骨道中心点的 H 值和 T 值、骨道全长和粗骨道的长度、骨道的角度、手术时间以及膝关节 Lysholm 评分,定量资料采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 *t* 检验进行比对分析;定性资料(性别和 Lachman 试验分级)采用卡方检验;以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

手术时间:三入路组(34±12) min,传统前内侧入路组(28±9) min(*P*>0.05)。所有患者手术切口术后都达到 I 期愈合,术中均未出现股骨骨道破裂、血管神经损伤、移植物通过困难及静脉血栓等情况。所有 36 例患者获得门诊随访,时间 9~15(12.00±2.83)个月。通过对两种方法患者术后患肢 CT 数据的不同层面和模式进行测量,总共获得 5 个指标的数据。在传统前内侧入路和三入路中,股骨骨道的中心分别位于股骨外髌高度(H 值)的(28.38±3.21)%和(27.83±1.97)%,股骨外髌的后(T 值)(26.23±3.20)%和(25.57±3.20)%。股骨骨道全长分别为(34.60±4.26) mm 和(35.20±5.52) mm,粗骨道长度为(22.56±2.50) mm 和(23.20±2.07) mm。股骨骨道与股骨内外髌切线的

夹角为(41.78±6.62)°和(47.93±5.98)°。两种方式确立的股骨骨道中心位置间差异无统计学意义(*P*>0.05),骨道全长间以及粗骨道长度间差异也均无统计学意义(*P*>0.05);所确立的冠状面股骨骨道角度,传统前内侧入路技术比三入路技术小,差异有统计学意义(*P*<0.05)。见表 2。

两组患者膝关节术前和术后末次随访的膝关节 Lysholm 评分^[16]相比均具有明显改善,术后两组的 Lachman 试验和 Pivot-shift 试验均正常。两组术前和术后的 Lysholm 评分组间比较,差异无统计学意义(*P*>0.05)。见表 3。

3 讨论

3.1 骨道定位的研究进展

对于骨道的定位虽然有诸多学者曾提倡通过“等长重建”理念进行定位,因为这些学者认为通过等长重建 ACL 可以避免在膝关节屈伸活动时引起移植物长度和张力的变化,从而避免因过度拉伸导致的移植物过度损耗^[19]。但是随着研究的进展发现,“等长重建”并不是 ACL 重建的最关键因素,而应该通过解剖重建的理念进行定位^[20]。而骨道的定位又包括股骨侧的定位和胫骨侧的定位。将股骨骨道定位在股骨的解剖足印区能够提供更好的旋转稳定性,因此可以降低后期发展为膝骨性关节炎的风



图 15 运用 Bernard 的四分法测量股骨骨道位置 图 16 运用多维重建技术测量股骨骨道长度 图 17 运用膝关节正位 X 线测量股骨骨道冠状面角

Fig.15 Using Bernard's the quartile method to measure the position of the femoral tunnel Fig.16 Using multiplanar reformation technology to measure the length of femoral tunnel Fig.17 Using X-ray of the knee joint to measure coronal angle of femoral tunnel

表 2 两组前交叉韧带重建股骨骨道患者钻取股骨骨道的骨道中心、长度、夹角比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Results and comparison of the femoral tunnel's center, length, angle between two groups of patients with anterior cruciate ligament reconstruction ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	骨道中心 H(%)	骨道中心 T(%)	骨道全长(mm)	粗骨道长度(mm)	角度(°)
三入路组	16	27.83±1.97	25.57±3.20	35.20±5.52	23.20±2.07	47.93±5.98
传统组	20	28.38±3.21	26.23±3.20	34.60±4.26	22.56±2.50	41.78±6.62
<i>t</i> 值		-0.445	-0.509	0.276	0.581	2.197
<i>P</i> 值		0.661	0.617	0.785	0.568	0.041

表 3 两组前交叉韧带重建股骨骨道患者术前及末次随访膝关节 Lysholm 评分比较($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.3 Comparison of the knee joint Lysholm scores before operation and the latest follow-up between two groups of patients with anterior cruciate ligament reconstruction($\bar{x}\pm s$, score)

组别	例数	跛行		支持		交锁		不稳定		肿胀	
		术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访
三入路组	16	2.63±1.03	5.00±0.00	2.81±1.33	5.00±0.00	11.44±3.56	15.00±0.00	15.00±4.08	25.00±0.00	4.25±2.05	8.00±2.07
传统组	20	1.95±1.47	5.00±0.00	2.40±1.47	5.00±0.00	10.75±3.58	15.00±0.00	14.75±4.44	25.00±0.00	3.00±2.38	8.80±1.88
<i>t</i> 值		1.588	0.000	0.875	0.000	0.574	0.00	0.174	0.00	1.662	1.214
<i>P</i> 值		0.128	1.000	0.388	1.000	0.570	1.000	0.863	1.000	0.106	0.233

组别	例数	上楼		下蹲		疼痛		总分	
		术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访
三入路组	16	4.50±2.00	9.50±1.37	3.06±1.34	4.82±0.40	5.63±4.43	24.69±1.25	57.81±6.23	97.00±2.48
传统组	20	3.50±2.42	10.00±0.00	2.80±1.67	4.75±0.44	7.50±4.14	23.75±2.22	57.15±8.76	97.30±2.68
<i>t</i> 值		1.329	1.643	0.510	0.437	-1.310	1.506	0.255	0.345
<i>P</i> 值		0.193	0.110	0.614	0.665	0.199	0.141	0.800	0.732

险^[21-22]。但是,由于股骨侧足印区的面积大于 ACL 的直径,因此在保证解剖重建的基础上为了实现移植物的类等长,有诸多学者对此展开研究^[23]。ACL 股骨侧足印区和住院医师脊是用来辅助股骨骨道定位的重要标志。住院医师脊通常位于 ACL 股骨侧足印区的正前方。正确认识住院医师脊是非常重要的,因为不正确的认识会误导临床医师错误定位股骨骨道^[24]。住院医师脊和束间脊是 ACL 股骨附着部位的恒定骨性标志^[25]。当缺乏软组织标志和骨性标志的时候,也可以使用“Ruler 法”来确定股骨骨道的位置^[26]。或者使用 Blumensaat 线的 X 线象限法用于定位 ACL 的最佳股骨位置^[15]。

胫骨骨道的位置在 ACL 重建中的研究较少。正确定位胫骨骨道对于 ACL 的重建也是至关重要,正确的胫骨骨道不仅能够保证 ACL 重建的成功,也能够有效避免膝前疼痛、膝关节伸直受限、膝关节不稳以及移植物撞击等并发症。Friederich 等^[27]指出即使股骨骨道在最佳的等长位置,对应不同的胫骨位点仍可以出现较大的移植物流移变化。胫骨骨道的理想位置位于髁间脊前交叉下附着足印区的中心^[28]。Bedi 等^[29]研究表明,单束重建 ACL 的胫骨骨道对于术后膝关节的稳定性和髁间撞击具有重要影响,因此建议将胫骨骨道定位与胫骨 ACL 足印区的中心位置。

3.2 股骨骨道位置对前交叉韧带重建效果的影响

对于股骨侧骨道的确立临床上主要有三种方法:经胫骨骨道入路法(the transtibial technique, TT),前内侧入路法和由外向内法(outside-in technique, OI)^[29]。三种方法各有利弊,但是临床上以 TT 技术和 AMP 技术应用较多。对于 TT 技术和 AMP 技

术是否会导致明显的临床疗效差异仍然有争议,有些研究表明,这两种技术的最终临床疗效无明显差异^[30-31]。但是,有学者研究表明,通过 TT 技术重建 ACL 后的翻修率更高^[32]。许多研究表明,AMP 技术在许多方面都具有一定的优势,例如,术后膝关节的稳定性更高,有更好的膝关节 Lysholm 评分,明显缩短了从手术到无拐杖走路正常生活的时间,并且在 3~5 年和 6~10 年的随访中,患者从慢跑恢复到了更高的活动水平^[33-34]。而至于 OI 技术建立股骨骨道, Seo 等^[35]通过比较 OI 技术和 TT 技术单束重建 ACL,发现 OI 技术能够获得更好的轴移稳定性和膝关节稳定性的解剖股骨骨道。然而,在膝关节 Lysholm 评分、膝关节活动范围、Lachman 试验或 Tegner 活动量表等方面没有明显差异^[35]。并且, OI 技术因为其有较大可能损伤股骨骨道后壁和后外侧结构,同时需要特殊的工具^[35],因此我国临床使用较少。此外, ACL 重建后应该尽量保持与正常 ACL 一样的矢状面和冠状面的倾斜度。在过去的几十年中,随着生物力学的发展和研究发现,在冠状面上较倾斜的股骨骨道的重建效果要优于较垂直放置的股骨骨道^[36-37],但是具体角度确仍没有定论。

3.3 本研究的可行性及优势

传统前内侧入路因为其股骨骨道的定位不受胫骨骨道的影响,并且更易将股骨骨道定位到解剖位置上,因此在临床上应用较广泛。但是,AMP 技术也同时存在手术视野不佳、损伤股骨骨道后壁、骨道过短、需要极度屈膝等问题^[38]。为了改善 AMP 技术钻取股骨骨道视野不佳的问题, Shahpari 等^[39]学者在传统 AMP 技术的基础上增加了一个内侧辅助入路。本次研究采用的三入路技术,包括标准的外侧入路,

高位内侧入路和低位内侧入路，而且高位内侧入路和低位内侧入路需间隔一定距离，以防止术中器械发生碰撞^[40]。使用的三入路技术能够清晰看到股骨外侧髁的内侧面，而且极大改善了传统 AMP 技术存在的视角差，在定位股骨骨道时可以定位到理想的位置。在钻取骨道的时候，由于钻头通过低位内侧入路进入，因此钻头和股骨外侧髁的内侧面的夹角较小，钻取的骨道的内侧面呈椭圆形，比传统 AMP 技术组的更接近前交叉韧带止点的形态。三入路法钻取的股骨骨道，在冠状面上骨道的角度比传统 AMP 技术钻取的骨道的角度大。国外学者 Bedi 等^[41]通过尸体标本研究发现 AMP 技术钻取股骨骨道时随着屈膝角度的增加可以使冠状面角度增大，该研究报道的股骨骨道冠状面角度为(45.9±6.9)°。而本研究通过三入路技术钻取股骨骨道的冠状面角度为(47.93±5.98)°，相比略有增加，但是术中屈膝的角度却明显小于传统的 AMP 技术，这对于某些膝关节粘连或者肥胖的患者来说，也可以通过三入路技术获得理想的骨道。

本研究三入路技术和传统 AMP 技术治疗前交叉韧带撕裂术前和术后的膝关节 Lysholm 评分、Lachman 试验和 Pivot-shift 试验均获得明显改善，但是组间比较差异无统计学意义。说明本次三入路技术在临床实践中可以取得良好的疗效。

经三入路技术和传统 AMP 技术单束解剖重建 ACL 均能获得良好的早期疗效。股骨骨道均能定位在前交叉韧带的股骨侧足印区内。所获得的骨道长度组间无统计学差异，但是，三入路技术组的股骨骨道冠状面角度要大于传统 AMP 组。而且，三入路技术术中的手术视野要明显好于传统 AMP 技术，而且对于术中钻取股骨骨道时需要的屈膝角度要明显小于传统 AMP 技术，降低了手术的难度。同时本研究也有一定的缺陷，首先由于时间的限制，导致样本含量较小，随访时间较短，在以后的研究中应该继续加大样本的积累，并进行生物力学分析，对患者进行长期的随访，评估两组间患者韧带的成熟度和膝关节评分。

参考文献

[1] Markolf KL, Mensch JS, Amstutz HC. Stiffness and laxity of the knee--the contributions of the supporting structures. A quantitative in vitro study[J]. J Bone Joint Surg Am, 1976, 58(5): 583-594.

[2] Giuliani JR, Kilcoyne KG, Rue JPH. Anterior cruciate ligament anatomy: a review of the anteromedial and posterolateral bundles [J]. J Knee Surg, 2009, 22: 148-154.

[3] Thore Z, Herbort M, Raschke MJ, et al. The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation[J]. Am J Sports Med, 2007, 35(2): 223-227.

[4] Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles[J]. Clin Orthop Relat Res, 2007, 454: 35-47.

[5] Jones HP, Appleyard RC, Mahajan S, et al. Meniscal and chondral loss in the anterior cruciate ligament injured knee[J]. Sports Med, 2003, 33(14): 1075-1089.

[6] Neuman P, Englund M, Kostogiannis I, et al. Prevalence of tibiofemoral osteoarthritis 15 years after nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study[J]. Am J Sports Med, 2008, 36(9): 1717-1725.

[7] Gillquist J, Messner K. Anterior cruciate ligament reconstruction and the long-term incidence of gonarthrosis [J]. Sports Med, 1999, 27: 143-156.

[8] Salmon LJ, Russell VJ, Refshauge K, et al. Long-term outcome of endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft: minimum 13-year review[J]. Am J Sports Med, 2006, 34(5): 721-732.

[9] 刘玉杰. 保留残余端重建交叉韧带的再认识[J]. 中国骨伤, 2013, 26(5): 357-359.

LIU YJ. Reconsideration of stump retention and reconstruction of cruciate ligament [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(5): 357-359. Chinese.

[10] Samitier G, Marcano AI, Alentorn-Geli, et al. Failure of anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Arch Bone Jt Surg, 2015, 3(4): 220-240.

[11] 吴斌, 郑松, 蔡震海, 等. 核心力量训练对前交叉韧带重建术后功能影响的病例对照研究[J]. 中国骨伤, 2017, 30(8): 716-720.

WU B, ZHENG S, CAI ZH, et al. A case-control study on the effect of core strength training on the function of anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2017, 30(8): 716-720. Chinese with abstract in English.

[12] 李智尧, 齐峥嵘, 马立峰, 等. 前交叉韧带重建中股骨隧道过短者的临床疗效[J]. 中国骨伤, 2019, 32(12): 1097-1101.

LI ZY, QI ZR, MA LF, et al. Clinical effect of short femoral tunnel in anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2019, 32(12): 1097-1101. Chinese with abstract in English.

[13] Rayan F, Nanjayan SK, Quah C, et al. Review of evolution of tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction [J]. World J Orthop, 2015, 6(2): 252-262.

[14] Torg JS, Conrad W, Kalen V. Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete [J]. Am J Sports Med, 1976, 4: 84-93.

[15] Bernard M, Hertel P, Hornung H, et al. Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method [J]. Am J Knee Surg, 1997, 10: 14-21; discussion 21-22.

[16] Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale [J]. Am J Sports Med, 1982, 10: 150-154.

[17] 杨自权, 冯军宇, 张晨, 等. 前交叉韧带重建术后康复期应用透明质酸钠凝胶的疗效分析[J]. 中国骨伤, 2016, 29(4): 311-315.

YANG ZQ, FENG JY, ZHANG C, et al. Therapeutic effect of sodium hyaluronate gel during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop

- Trauma, 2016, 29(4):311-315. Chinese with abstract in English.
- [18] 魏民,朱娟丽,刘洋. 关节镜下前交叉韧带袖套状保残重建的临床效果[J]. 中国骨伤, 2017, 30(1):25-28.
WEI M, ZHU JL, LIU Y. Clinical effect of arthroscopy on anterior cruciate ligament cuff preservation and reconstruction[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2017, 30(1):25-28. Chinese with abstract in English.
- [19] Fu FH, Bennett CH, Lattermann C et al. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Biology and biomechanics of reconstruction[J]. Am J Sports Med, 1999, 27:821-830.
- [20] Garofalo R, Moretti B, Kombot C, et al. Femoral tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction: rationale of the two incision technique[J]. J Orthop Surg Res, 2007, 2:10.
- [21] Lee MC, Seong SC, Lee S, et al. Vertical femoral tunnel placement results in rotational knee laxity after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Arthroscopy, 2007, 23(7):771-778.
- [22] Ajuied A, Wong F, Smith C, et al. Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis[J]. Am J Sports Med, 2014, 42:2242-2252.
- [23] 姜方宜,张健,陈世益. 前十字韧带类等长重建术中骨隧道位点研究的系统综述[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(11):707-716.
JIANG FY, ZHANG J, CHEN SY. A systematic review of bone tunnel sites in anterior cruciate ligament isometric reconstruction[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2019, 39(11):707-716. Chinese.
- [24] Hutchinson MR, Ash SA. Resident's ridge: assessing the cortical thickness of the lateral wall and roof of the intercondylar notch[J]. Arthroscopy, 2003, 19:931-935.
- [25] Ferretti M, Ekdahl M, Shen W, et al. Osseous landmarks of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament: an anatomic study[J]. Arthroscopy, 2007, 23:1218-1225.
- [26] Bird JH, Carmont MR, Dhillon M, et al. Validation of a new technique to determine midbundle femoral tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction using 3-dimensional computed tomography analysis[J]. Arthroscopy, 2011, 27:1259-1267.
- [27] Friederich NF. Knee joint function and the cruciate ligaments. Biomechanical principles for reconstruction and rehabilitation[J]. Orthopade, 1993, 22:334-342.
- [28] Morgan CD, Kalman VR, Grawl DM. Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Arthroscopy, 1995, 11:275-288.
- [29] Bedi A, Maak T, Musahl V, et al. Effect of tibial tunnel position on stability of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction; is the tibial tunnel position most important[J]. Am J Sports Med, 2011, 39:366-373.
- [30] Colombet P, Robinson J, Christel P, et al. Morphology of anterior cruciate ligament attachments for anatomic reconstruction: a cadaveric dissection and radiographic study[J]. Arthroscopy, 2006, 22:984-92.
- [31] Franceschi F, Papalia R, Rizzello G, et al. Anteromedial portal versus transtibial drilling techniques in anterior cruciate ligament reconstruction: any clinical relevance? A retrospective comparative study[J]. Arthroscopy, 2013, 29:1330-1337.
- [32] Duffee A, Magnussen RA, Pedroza AD, et al. Transtibial ACL femoral tunnel preparation increases odds of repeat ipsilateral knee surgery[J]. J Bone Joint Surg Am, 2013, 95:2035-2042.
- [33] Koutras G, Papadopoulos P, Terzidis IP, et al. Short-term functional and clinical outcomes after ACL reconstruction with hamstrings autograft: transtibial versus anteromedial portal technique[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013, 21:1904-1909.
- [34] Alentorn-Geli E, Lajara F, Samitier G, et al. The transtibial versus the anteromedial portal technique in the arthroscopic bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2010, 18:1013-1037.
- [35] Seo SS, Kim CW, Kim JG, et al. Clinical results comparing transtibial technique and outside in technique in single bundle anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Knee Surg Relat Res, 2013, 25:133-140.
- [36] Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, et al. Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: Comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. 2002 Richard O'Connor Award paper[J]. Arthroscopy, 2003, 19:297-304.
- [37] Scopp JM, Jasper LE, Belkoff SM, et al. The effect of oblique femoral tunnel placement on rotational constraint of the knee reconstructed using patellar tendon autografts[J]. Arthroscopy, 2004, 20:294-299.
- [38] Steiner ME. Independent drilling of tibial and femoral tunnels in anterior cruciate ligament reconstruction[J]. J Knee Surg, 2009, 22:171-176.
- [39] Shahpari O, Fallah KM, Kalati HH, et al. Clinical outcome of anatomical transportal arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon autograft[J]. Arch Bone Jt Surg, 2018, 6:130-139.
- [40] Basdekis G, Abisafi C, Christel P. Effect of knee flexion angle on length and orientation of posterolateral femoral tunnel drilled through anteromedial portal during anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Arthroscopy, 2009, 25:1108-1114.
- [41] Bedi A, Raphael B, Maderazo A, et al. Transtibial versus anteromedial portal drilling for anterior cruciate ligament reconstruction: a cadaveric study of femoral tunnel length and obliquity[J]. Arthroscopy, 2010, 26:342-350.

(收稿日期:2020-05-15 本文编辑:王玉蔓)