

DOI: 10.12235/E20200397

文章编号: 1007-1989 (2021) 01-0022-06

论 著

由外向内法和前内侧入路法重建前交叉韧带对骨隧道扩大的影响

岐飞, 刘阳, 孙学斌

(新疆医科大学第一附属医院 骨科中心, 新疆 乌鲁木齐 830054)

摘要: 目的 使用由外向内和经髌骨下前内侧入路法行关节镜膝关节前交叉韧带重建术股骨隧道钻取, 探讨该方法对术后骨隧道扩大的影响。**方法** 回顾性分析 2018 年 2 月—2019 年 6 月就诊于新疆医科大学第一附属医院骨科中心并诊断为前交叉韧带损伤的患者 50 例, 平均分为两组并行关节镜下前交叉韧带重建。其中, 25 例患者采用由外向内钻取股骨隧道法钻取股骨隧道 (由外向内组), 另 25 例使用传统的经前内侧入路法钻取股骨隧道 (前内侧组), 术后常规康复。比较两组术后 1 年股骨和胫骨隧道扩大直径和 Lysholm 评分。**结果** 两组共 13 例发生不同程度和不同部位的骨隧道扩大, 由外向内组股骨隧道扩大 (2.21 ± 1.69) mm, 前内侧组 (1.54 ± 1.14) mm, 两组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 由外向内组胫骨隧道扩大 (1.61 ± 1.42) mm, 前内侧组 (1.70 ± 1.22) mm, 两组比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 1 年, 由外向内组 Lysholm 评分为 (96.73 ± 3.92) 分, 前内侧组为 (96.29 ± 3.71) 分, 两组比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 0 级骨隧道扩大 Lysholm 评分为 (96.51 ± 3.89) 分, 1 级扩大为 (94.89 ± 3.47) 分, 2 级扩大为 (92.21 ± 0.59) 分, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论** 术后 1 年两种股骨隧道钻取方式都可以引起骨隧道扩大, 股骨隧道扩大直径与股骨隧道钻取方式明显相关, 但隧道扩大与否对膝关节功能无明显影响。

关键词: 关节镜; 前交叉韧带; 由外向内; 前内侧入路; 骨隧道扩大

中图分类号: R686.5

Observation of bone tunnel enlargement on the influence of anterior cruciate ligament reconstruction with outside-in technique and anteromedial tunnel drilling methods

Fei Qi, Yang Liu, Xue-bin Sun

(Department of Orthopedic, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830054, China)

Abstract: Objective To compare the effects of arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using outside-in technique and trans-inferior anteromedial approach in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction on postoperative bone tunnel enlargement. **Methods** A retrospective analysis of 50 patients were diagnosed with anterior cruciate ligament injury from February 2018 to June 2019 were divided into two groups with anterior cruciate ligament reconstruction. 25 patients used the femoral tunnel from the outside-in technique to drill the femoral tunnel, and the remaining 25 patients used the traditional anteromedial approach, and routinely recovered after the operation. The enlarged diameter of femoral and tibial tunnels and Lysholm score were compared one year after operation. **Results** All the patients were followed up 1 year after surgery. The results of the postoperative

收稿日期: 2020-10-10

[通信作者] 孙学斌, E-mail: 932264323@qq.com

follow-up showed that there were 13 patients with bone tunnel enlargement. The enlargement diameter of femoral tunnel from the outside-in group was (2.21 ± 1.69) mm, and the femoral tunnel for the anteromedial approach group. The enlargement diameter was (1.54 ± 1.14) mm, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The enlargement diameter of the tibial tunnel from the outside to the inside group was (1.61 ± 1.42) mm, and the anteromedial approach group was (1.70 ± 1.22) mm, the difference was not statistically significant ($P > 0.05$). The Lysholm score from the outside-in group was (96.73 ± 3.92) and the anteromedial group was (96.29 ± 3.71) at 1 year after surgery, the difference was not significant ($P > 0.05$); The Lysholm score of grade 0 bone tunnel enlargement was (96.51 ± 3.89) , grade 1 enlargement was (94.89 ± 3.47) , grade 2 enlargement was (92.21 ± 0.59) , and the difference was not significant ($P > 0.05$). **Conclusion** One year after operation, two kinds of femoral tunnel drilling methods can cause bone tunnel expansion, the diameter of femoral tunnel enlargement is significantly related to the femoral tunnel drilling method, and whether the tunnel expansion has no significant effect on knee function.

Keywords: arthroscopy; anterior cruciate ligament; outside-in technique; anteromedial approach; bone tunnel enlargement

骨隧道扩大是指在术后影像学检查中,发现股骨或胫骨骨隧道与术中钻取相比有明显扩大和增宽^[1]。有学者^[2]认为,骨隧道扩大是影响手术效果的重要因素,但目前学术界对此争议较大^[3]。由外向内法作为一种新的关节镜前交叉韧带重建股骨隧道钻取方式受到了广泛关注,但由外向内法和经髌骨下前内侧入路法对骨隧道扩大程度的比较却鲜有报道。本文旨在探讨由外向内法和前内侧入路法术后1年临床预后的差异。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究回顾性分析2018年2月—2019年6月50例在新疆医科大学第一附属医院骨科中心行关节镜下前交叉韧带重建术的患者资料,按就诊顺序平均分为由外向内组(行由外向内钻取股骨隧道重建前交叉韧带)和前内侧组(行经髌骨下前内侧入路法钻取股骨隧道),每组各25例。其中,男32例,女18例,年龄18~48岁,平均 (34.13 ± 10.11) 岁,病程为62~188 d,平均 (116.50 ± 65.22) d,左膝关节损伤22例,右膝关节损伤28例。所有患者Lachman试验和轴移试验均为强阳性,关节镜下见前交叉韧带完全断裂,伴有或不伴有半月板损伤。

1.2 手术方案

所有患者均由同一位对关节镜理论和实践经验丰富的主任医师主刀完成。行硬膜外麻醉,麻醉后患膝关节屈曲 90° ,选择前内、前外入路进入关节镜及辅助器械,借助C型臂利用四象限法对股骨隧道钻孔位置进行定位。骨隧道钻取直径均为8 mm,均使用单

束保残重建。所有患者均取自体腓绳肌腱编制前交叉韧带移植植物。

1.2.1 由外向内组 由前外侧进入FlipCutter股骨导向器(图1),将尖端抵在股骨隧道钻孔位置,最大限度屈曲膝关节,以5 mm钻头由外向内钻透股骨(图2)。助手对编制好的肌腱进行直径测量,C型臂术中透视满意后,使用与前交叉韧带移植植物直径相等的空心钻头扩大股骨隧道。



图1 FlipCutter III倒打钻
Fig.1 FlipCutter III drill



图2 由外向内法建立ACL股骨隧道
Fig.2 The ACL femoral tunnel was constructed by outside-in technique

1.2.2 经髌骨下前内侧入路组 将胫骨导向器 (Arthrex, 美国) 角度调整至 43°, 制备胫骨隧道并拉入移植物^[4], 全范围屈伸膝关节。使用关节镜监视, 确认移植物在膝关节活动过程中等长性良好, 且和周边解剖结构无撞击, 再屈曲 30° 固定膝关节, 将移植物完全拉入隧道, 用带袢钢板妥善固定、拉紧, 在胫骨隧道入口处拧入挤压螺钉并固定, 若觉得固定效果不佳, 可加门型钉以达到双重固定。

1.3 测量指标

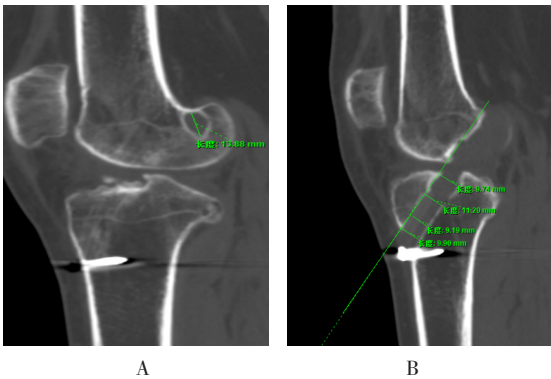
入院时嘱患者填写 Lysholm 膝关节评分表并记录。术后第 2 天拔除引流管并行 CT 检查。依据 FINK 等^[5]提出的骨隧道测量方法, 结合 CT 的比例尺, 对患者骨隧道直径进行测量: 将隧道测量点分为入口处、入口 1 cm 处、出口 1 cm 处和出口处, 取最大值作为术后骨隧道直径测量值并记录。术后 12 个月门诊随访时再次行膝关节 CT 检查, 依前述方法对骨隧道进行测量, 取最大值, 并计算与术后骨隧道直径测量值的差, 即为骨隧道扩大的宽度, 测量 3 次取平均值。股骨隧道扩大见图 3A。胫骨隧道扩大见图 3B。嘱患者再次填写 Lysholm 膝关节功能评分表, 并与入院时 Lysholm 评分进行比较。依据 PEYRACHE 等^[6]的分级方法, 对膝关节骨隧道增宽的差值进行分级, 以 x 代表宽度: 正常: $0\text{ mm} \leq x < 2\text{ mm}$; 1 级: $2\text{ mm} \leq x < 4\text{ mm}$; 2 级: $4\text{ mm} \leq x < 6\text{ mm}$; 3 级: $x \geq 6\text{ mm}$; 对患者的膝关节骨隧道扩大情况进行分级。

1.4 术后随访

术后 1 年门诊随访行 CT 检查, 观察骨隧道的变化和对应的膝关节功能。

1.5 统计学方法

选用 SPSS 26.0 (IBM 公司, 美国) 对所有数据进行统计学分析, 计量资料 (骨隧道扩大直径和两组术后 1 年的 Lysholm 评分) 以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表



A: 股骨隧道 2 级扩大; B: 胫骨隧道 2 级扩大

图 3 ACL 重建术后

Fig. 3 After ACL reconstruction

示, 行独立样本 t 检验; 对骨隧道扩大的 Lysholm 评分进行比较, 采用两独立样本秩和检验, 等级资料采用秩和检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者术后 1 年骨隧道扩大程度比较

术后 1 年发生骨隧道扩大的患者共 13 例。其中, 8 例为胫骨和股骨隧道都出现 1 级扩大, 1 例为胫骨隧道出现 2 级扩大合并股骨隧道 1 级扩大, 3 例为单纯胫骨隧道 1 级扩大, 1 例为股骨隧道 2 级扩大合并胫骨隧道 1 级扩大, 无 3 级和 4 级扩大。股骨隧道扩大部位均在关节近端, 胫骨隧道扩大以界面挤压螺钉固定处居多。两组患者术后 1 年胫骨和股骨的骨隧道扩大程度比较, 差异无统计学意义 ($Z = 2.40$, $P = 0.300$; $Z = 1.36$, $P = 0.500$)。见表 1。

2.2 两组患者骨隧道扩大直径比较

手术后 12 个月由外向内组股骨隧道组扩大 (2.21 ± 1.69) mm, 较经髌骨下前内侧入路组 (1.54 ± 1.14) mm 明显增加, 两组比较, 差异有统计

表 1 两组患者术后 1 年骨隧道扩大程度比较 例

Table 1 Comparison of the degree of bone tunnel enlargement 1 year after surgery between the two groups n

组别	股骨隧道			胫骨隧道		
	0 级扩大	1 级扩大	2 级扩大	0 级扩大	1 级扩大	2 级扩大
由外向内组 ($n = 25$)	18	6	1	18	7	0
前内侧组 ($n = 25$)	22	3	0	19	5	1
Z 值	2.40			1.36		
P 值	0.300			0.500		

学意义 ($t=2.40$, $P=0.042$)。手术后 12 个月由外向内组胫骨隧道扩大 (1.61 ± 1.42) mm, 经髌骨下前内侧入路组 (1.70 ± 1.22) mm, 两组比较, 差异无统计学意义 ($t=0.78$, $P=0.047$)。见表 2。

表 2 两组患者术后骨隧道扩大直径比较 (mm, $\bar{x} \pm s$)
Table 2 Comparison of postoperative bone tunnel enlargement diameter between the two groups (mm, $\bar{x} \pm s$)

组别	股骨隧道变化	胫骨隧道变化
由外向内组 ($n=25$)	2.21 ± 1.69	1.61 ± 1.42
前内侧组 ($n=25$)	1.54 ± 1.14	1.70 ± 1.22
t 值	2.40	0.78
P 值	0.042	0.477

2.3 两组患者 Lysholm 评分比较

2.3.1 两组患者术前术后比较 两组患者术前和术后 1 年 Lysholm 评分比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。由外向内组术后 1 年 Lysholm 评分为 (96.73 ± 3.92) 分, 较术前 (53.98 ± 9.46) 分明显升高, 术前术后比较, 差异有统计学意义 ($t=-38.96$, $P=0.001$); 经髌骨下前内侧入路组术后 1 年 Lysholm 评分为 (96.29 ± 3.71) 分, 较术前 (52.92 ± 11.21) 分明显升高, 术前术后比较, 差异有统计学意义 ($t=-26.94$, $P=0.000$) 见表 3。

表 3 两组患者术前术后 Lysholm 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)
Table 3 Comparison of Lysholm score before and after surgery between the two groups (score, $\bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 1 年	t 值	P 值
由外向内组 ($n=25$)	53.98 ± 9.46	96.73 ± 3.92	-38.96	0.001
前内侧组 ($n=25$)	52.92 ± 11.21	96.29 ± 3.71	-26.49	0.000
t 值	1.30	1.25		
P 值	0.200	0.227		

2.3.2 骨隧道扩大不同程度患者 Lysholm 评分比较 骨隧道 0 级扩大患者 Lysholm 评分为 (96.51 ± 3.89) 分, 1 级扩大患者为 (94.89 ± 3.47) 分, 2 级扩大患者为 (92.21 ± 0.59) 分, 3 组比较, 差异无统计学意义 ($Z=0.30$, $P>0.05$)。

3 讨论

本研究所有患者均行自体腘绳肌腱单束移植和相对保守的康复方案。所有手术均由同一医师主刀完成, 旨在探究不同股骨隧道钻取方式引起的股骨隧道长度和角度的不同, 是否会引起骨隧道的扩大。术后 1 年随访发现, 两种股骨隧道钻取方式都可以引起骨隧道扩大, 股骨隧道扩大与股骨隧道钻取方式密切相关, 两种股骨隧道钻取方式在术后 1 年的疗效相近, 且皆能达到满意的临床效果。

JACKSON 等^[7]于 1990 年首次发现骨隧道扩大的现象。之后有很多研究^[8-11]指出, 前交叉韧带重建术后会出现不同程度的骨隧道扩大, 其原因尚不明确, 可能与生物或机械因素相关^[3, 12]。生物因素是指异体肌腱移植产生的免疫效应、腱骨愈合过程中的缺血坏死、隧道钻取过程中钻头和骨摩擦引起的热损伤等; 机械因素最常见的情况为移植物在骨隧道里的微动摩擦, 即雨刷效应和蹦极效应, 此外还有骨隧道位置不佳、术后激进的康复训练等。本研究中, 由外向内组患者股骨隧道扩大直径明显大于经前内侧入路组, 可能与由外向内法较经髌骨下前内侧入路法钻取的股骨隧道更长、带袢钢板悬吊的位置亦离关节面位置较远有关, 但绝大多数患者骨隧道扩大的程度较轻, 不排除因纳入患者较少引起的偏倚。

骨隧道扩大是否会影响前交叉韧带重建术的临床疗效, 目前仍存在诸多争议。有学者^[13]研究认为, 骨隧道扩大会对术后膝关节的活动度和主观感觉造成不良影响。CHIANG 等^[14]对前交叉韧带重建患者进行了 2 年的随访, 认为骨隧道扩大和移植物的松弛无必然联系。但 PEYRACHE 等^[6]认为, 骨隧道扩大为前交叉韧带重建术后的并发症, 是移植物失效的先兆。WEBSTER 等^[15]指出, 前交叉韧带重建术后, 骨隧道的扩大致使移植物和骨隧道愈合不良, 破坏了移植物止点结构的完整性, 直接导致移植物松弛。本文对患者的骨隧道扩大情况进行了分级, 且所有患者都填写了 Lysholm 评分表, 结果发现, 骨隧道扩大 1 级和 2 级的患者与非骨隧道扩大患者的 Lysholm 评分差异不明显。笔者推测, 这可能与出现骨隧道扩大的患者总数较少引起偏倚有关, 而且即使出现了骨隧道扩大的

情况,患者仍然对手术满意,所以使得差异并不明显。有学者^[6]认为,骨隧道扩大和临床疗效关系不大,与本研究结果基本一致。笔者认为:骨隧道扩大的发生、持续时间、扩大部位和扩大程度等,都可能影响前交叉韧带重建术的预后,找到准确的股骨和胫骨隧道定位点、确定钻孔方式、选择合适的移植物和相应的固定方式、术后良好有效的康复治疗方案均可有效预防骨隧道扩大。

本研究的创新之处:①探讨了由外向内法和经髌骨下前内侧入路钻取股骨隧道对股骨和胫骨隧道扩大的影响,结果显示,由外向内法术后1年造成骨隧道扩大的概率比前内侧入路高,为前交叉韧带重建股骨隧道钻取方式的选择提供了临床参考,具有一定的临床意义;②根据Lysholm评分,笔者认为,两种股骨隧道钻取方式均能在术后1年达到良好的预后,且骨隧道扩大对膝关节功能的影响并不明显,本研究为骨隧道扩大是否可以影响术后膝关节功能提供了相关参考依据。

本研究亦有不足:①未能进行长期随访,两种股骨隧道钻取方式的远期效果是否影响膝关节功能尚未可知;②患者体位和CT层面并不能严格保持一致,所以在测量层面做到完全相同较为困难;③总样本量较少,可能会产生偏倚;④患者出院后1年的活动类型和活动量无法严格保持一致,可能会影响骨隧道的扩大;⑤本院尚无KT-1000关节测量仪,无法准确测量术后1年两组患者的胫骨前移程度;⑥患者在初期实验分组时未采用随机法,可能对结果产生选择性偏倚。

综上所述,合理的手术方案、熟练的手术技术和恰当的术后康复方案是确保前交叉韧带重建术后临床效果的有力保证。本研究从手术方案入手,探讨由外向内法和前内侧入路法对术后骨隧道扩大的影响和骨隧道扩大对膝关节功能的影响,结果表明,由外向内法在术后中期更容易造成骨隧道扩大,但术后1年Lysholm评分与术前比较,差异无统计学意义。本研究仍有一定的局限性,尚需大样本、多中心的随机临床对照和长周期的随访观察来评价远期预后。

参 考 文 献 :

[1] YOON K H, KIM J S, PARK S Y, et al. One-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction[J]. J Bone Joint Surg Am, 2018, 100(12): 993-1000.

[2] TAJIMA T, CHOSA E, KAWAHARA K, et al. Prospective comparisons of femoral tunnel enlargement with 3 different postoperative immobilization periods after double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring grafts[J]. Arthroscopy, 2015, 31(4): 651-658.

[3] OHORI T, MAE T, SHINO K, et al. Tibial tunnel enlargement after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone graft. part 2: factors related to the tibial tunnel enlargement[J]. J Orthop Sci, 2020, 25(2): 279-284.

[4] JAMSHER M, BALLARATI C, VIGANÒ M, et al. Graft inclination angles in anterior cruciate ligament reconstruction vary depending on femoral tunnel reaming method: comparison among transtibial, anteromedial portal, and outside-in retrograde drilling techniques[J]. Arthroscopy, 2020, 36(4): 1095-1102.

[5] FINK C, ZAPP M, BENEDETTO K P, et al. Tibial tunnel enlargement following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft[J]. Arthroscopy, 2001, 17(2): 138-143.

[6] PEYRACHE M D, DJIAN P, CHRISTEL P, et al. Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bone-patellar tendon-bone graft[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1996, 4(1): 2-8.

[7] JACKSON D W, WINDLER G E, SIMON T M. Intraarticular reaction associated with the use of freeze-dried, ethylene oxide-sterilized bone-patella tendon-bone allografts in the reconstruction of the anterior cruciate ligament[J]. Am J Sports Med, 1990, 18(1): 1-10.

[8] DE PADUA V B C, VILELA J C R, ESPINDOLA W A, et al. Bone tunnel enlargement with non-metallic interference screws in acl reconstruction[J]. Acta Ortop Bras, 2018, 26(5): 305-308.

[9] NIKI Y, NAGAI K, HARATO K, et al. Effects of femoral bone tunnel characteristics on graft-bending angle in double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of the outside-in and transportal techniques[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(4): 1191-1198.

[10] KAMBARA S, NAKAYAMA H, YAMAGUCHI M, et al. Comparison of transportal and outside-in techniques for posterolateral femoral tunnel drilling in double-bundle ACL reconstruction -three-dimensional CT analysis of bone tunnel geometry[J]. J Orthop Sci, 2017, 22(3): 481-487.

[11] KANAMURA H, ARAI Y, HARA K, et al. Quantitative evaluation of revascularization at bone tunnels and grafts with contrast-enhanced magnetic resonance angiography after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Int Orthop, 2016, 40(7): 1531-1536.

[12] AMANO H, TANAKA Y, KITA K, et al. Significant anterior enlargement of femoral tunnel aperture after hamstring ACL reconstruction, compared to bone-patellar tendon-bone graft[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(2): 461-470.

[13] TAJIMA T, YAMAGUCHI N, NAGASAWA M, et al. Early

- weight-bearing after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring grafts induce femoral bone tunnel enlargement: a prospective clinical and radiographic study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1): 274.
- [14] CHIANG E R, CHEN K H, LIN A C H, et al. Comparison of tunnel enlargement and clinical outcome between bioabsorbable interference screws and cortical button-post fixation in arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized study with a minimum follow-up of 2 years[J]. Arthroscopy, 2019, 35(2): 544-551.
- [15] WEBSTER K E, FELLER J A, HAMEISTER K A. Bone tunnel enlargement following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised comparison of hamstring and patellar tendon grafts with 2-year follow-up[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2001, 9(2): 86-91.
- [16] MUTSUZAKI H, KINUGASA T, IKEDA K, et al.

Morphological changes in the femoral and tibial bone tunnels after anatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using a calcium phosphate-hybridized tendon graft in 2 years of follow-up[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2019, 105(4): 653-660.

(吴静 编辑)

本文引用格式:

岐飞, 刘阳, 孙学斌. 由外向内法和前内侧入路法重建前交叉韧带对骨隧道扩大的影响[J]. 中国内镜杂志, 2021, 27(1): 22-27.

QI F, LIU Y, SUN X B. Observation of bone tunnel enlargement on the influence of anterior cruciate ligament reconstruction with outside-in technique and anteromedial tunnel drilling methods[J]. China Journal of Endoscopy, 2021, 27(1): 22-27. Chinese