

## · 基础研究 ·

## 前交叉韧带解剖重建股骨隧道的应用解剖学研究

董伊隆, 蔡春元, 姜文辉, 姜刚毅, 钱约男, 赵章伟, 杨国敬

(瑞安市人民医院, 浙江 瑞安 325200)

**【摘要】 目的:**测量膝关节前交叉韧带解剖重建股骨隧道的解剖学数据,为临床前交叉韧带解剖重建提供解剖学基础。**方法:**采用 30 例成人尸体膝部标本。屈膝 120° 关节镜下经前内辅助入路(AMP)解剖重建前交叉韧带股骨隧道,并用克氏针标记。去除标本的软组织,正中劈开股骨髁。测量股骨隧道长度;测量隧道内口至股骨后髁皮质边缘的距离与股骨髁间窝顶的垂直距离,记录隧道内口分位点位于髁间窝的钟点位置;测量隧道外口与股骨外髁的相对位置。**结果:**股骨隧道长度平均(36.35±3.14) mm(30.65~42.35 mm);隧道内口至股骨后髁皮质边缘的距离(17.84±3.35) mm(14.02~23.49 mm),至股骨髁间窝顶的垂直距离(14.05±2.32) mm(9.17~20.08 mm)。根据表盘法,隧道内口位于左膝 02:30±00:10(01:50~02:50),右膝 09:30±0:15(08:30~10:40);股骨隧道外口位于股骨外上髁近端(3.16±2.51) mm(1.61~6.30 mm),后方(4.25±2.16) mm(1.73~8.52 mm)。**结论:**本研究揭示了前交叉韧带解剖重建股骨隧道的解剖学特点,为临床应用提供了解剖学基础。

**【关键词】** 膝关节; 前交叉韧带; 解剖; 修复外科手术

**DOI:** 10.3969/j.issn.1003-0034.2013.09.013

**Anatomical study on the femoral tunnel anatomy reconstruction of anterior cruciate ligament** DONG Yi-long, CAI Chun-yuan, JIANG Wen-hui, JIANG Gang-yi, QIAN Yue-nan, ZHAO Zhang-wei, and YANG Guo-jing. Department of Orthopaedics, the People's Hospital of Rui'an, Rui'an 325200, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To measure anatomical data of the femoral tunnel anatomy reconstruction of anterior cruciate ligament (ACL), so provide anatomical basis for clinical anatomy reconstruction of ACL. **Methods:** There were 30 adults' cadaveric knee specimens. The ACL femoral tunnel was reconstructed through anterior medial approach (AMP) in genuflexion position of 120 degree, and was marked by Kirschner. The soft tissue of the specimen was removed and the femoral condyle was split at the middle side. The index including length of the femoral tunnel, the distance from internal opening of tunnel to cortical edge of femoral condyle and vertical distance to the top of femoral intercondylar notch were measured. Then the time position of internal opening of tunnel in the intercondylar notch was recorded, and the location of outside opening of tunnel to the femoral condyle was detected. **Results:** The mean length of the femoral tunnel was (36.35±3.14) mm (ranged, 30.65 to 42.35 mm). The distance from internal opening of tunnel to cortical edge of femoral condyle was (17.84±3.35) mm (ranged, 14.02 to 23.49 mm), vertical distance to the top of femoral intercondylar notch was (14.05±2.32) mm (ranged, 9.17 to 20.08 mm). According to the way of circular dial, internal opening of tunnel located at 02:30±00:10 (ranged, 01:50 to 02:50) in the left knee, and 09:30±0:15 (ranged, 08:30 to 10:40) in the right knee. The outside opening of femoral tunnel located at (3.16±2.51) mm (ranged, 1.61 to 6.30 mm) to the proximal end of external epicondyle of femur, and (4.25±2.16) mm (ranged, 1.73 to 8.52 mm) to the posterior of external epicondyle of femur. **Conclusion:** The anatomical features of femoral tunnel for reconstruction of ACL is revealed, which will provide anatomical basis for clinical practice.

**KEYWORDS** Knee joint; Anterior cruciate ligament; Anatomy; Reconstructive surgical procedures

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(9):757-759 www.zggszz.com

膝关节前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 断裂后主张早期韧带重建,而重建时 ACL 股骨附着点前后及远近位置的变化对 ACL 的长度模式有显著影响。故 ACL 重建术成功与否的关键在于正确的股骨端定位<sup>[1-2]</sup>。Freddie 等倡导的单束解剖重建很好地解决了 ACL 股骨端的定位问题<sup>[3]</sup>。而目前对于 ACL 单束解剖重建股骨隧道的研究有限。因此,

本研究旨在对 ACL 单束解剖重建股骨隧道的位置进行解剖学研究,以获得详细的解剖学资料,并以此作为 ACL 解剖重建术后评估股骨隧道提供依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验标本及器械** 30 例成人尸体膝部标本,保留膝关节上下至少 20 cm。所有尸体标本由温州医学院解剖教研室提供,标本部分曾用于胫骨上段后方解剖研究,其膝关节关节囊、交叉韧带、半月板、髌骨及膝前、左、右软组织完整。排除畸形、骨折、发

育未完全及退行性病变。男 13 例,女 17 例;左侧 11 例,右侧 19 例;年龄 24~65 岁,平均 37.3 岁。

**1.2 试验仪器及器械** Stryker 公司关节镜系统(美国)。Smith Nephew 公司镜下操作系统:篮钳,前内侧入路定位器,测量尺。电钻(Stryker 公司);国产直径 2.0 mm 克氏针;膝关节固定器(自制);数显游标卡尺(精确度 0.01 mm,桂林广陆数字测控股份有限公司);A3100 数码相机(Canon 公司,日本);Image J 图形处理软件(National Institutes of Health,美国)。

**1.3 试验方法**

**1.3.1 股骨隧道标记** 将标本固定于手术台上,允许膝关节 0°~130°范围活动。ACL 解剖重建常规使用前外(LP)、中间(CP)和前内辅助入路(AMP)3 个入路,其中 AMP 置于内侧关节间隙以上,距离髌腱内侧缘约 2 cm,该入路为器械入路,可定位股骨止点和钻取骨道<sup>[4]</sup>。使用刨刀清理关节腔,完整显露 ACL。篮钳剪断并逐步咬除 ACL,直到 ACL 股骨止点。并在镜下寻找 ACL 解剖止点的中心(解剖足印点中心),屈膝 120°钻入克氏针标记,克氏针尖端系隧道外口。镜下操作结束,切除膝关节标本周围软组织,暴露隧道的内外口。

**1.3.2 股骨隧道内外口的暴露** 去除标本的胫骨端,再去除标本股骨端的软组织及后交叉韧带。参照 Klos 等<sup>[5]</sup>的方法从正中劈开股骨髁,清除 ACL 股骨残端,充分显露股骨隧道内口的克氏针。

**1.4 解剖学测量** 用游标卡尺测量裸露在股骨隧道外的克氏针长度,间接计算股骨隧道长度。用游标卡尺测量隧道内口相对于股骨后髁皮质边缘的距离(平行于 Blumensaat 线),测量股骨隧道内口相对于股骨髁间窝顶的垂直距离(垂直于 Blumensaat 线)(图 1)。屈膝 90°(股骨长轴与地面平行)在前后位利

用表盘将髁间窝出口做好时钟标记,记录隧道内口分位点位于髁间窝的钟点位置(图 2)。以股骨外上髁为原点,建立 X、Y 垂直坐标轴,测量隧道外口在坐标轴的坐标,正值为近端和后方,负值为远端和前方(图 3)

完成上述测量后,用数码相机多角度拍摄标本,将图像输入电脑,采用图形处理软件进行测量及分析,再次测量上述各数据并与实测值比较。为消除膝关节标本个体差异,将每个标本转换成标准尺寸的膝关节,即股骨外上髁和内上髁连线距离为 80 mm<sup>[6]</sup>,据此对每个标本测量值进行标准化处理<sup>[7]</sup>。

**2 结果**

股骨隧道长度平均 (36.35±3.14) mm (30.65~42.35 mm)。隧道内口距离股骨后髁皮质边缘 (17.84±3.35) mm (14.02~23.49 mm),至股骨髁间窝顶垂直距离 (14.05±2.32) mm (9.17~20.08 mm)。根据表盘法,隧道内口位于左膝 02:30±00:10 (01:50~02:50),右膝 09:30±0:15 (08:30~10:40);股骨隧道外口位于股骨外上髁近端 (3.16±2.51) mm (1.61~6.30 mm),后方 (4.25±2.16) mm (1.73~8.52 mm)。

**3 讨论**

ACL 是膝关节的主要稳定性结构,损伤后不及时修复稳定膝关节,就会出现膝关节不稳、关节软骨退变、创伤性关节炎以及继发半月板破裂等并发症。以往为追求等长重建,研究发现膝关节屈伸活动中的等长点,即位于 Blumensaat 线后缘附近的“过顶位”,进而 ACL 等长过顶位重建成为大多数关节镜医生的首选重建方式<sup>[8]</sup>。随着对 ACL 解剖功能和生物力学的进一步研究,以及对传统过顶位单束重建存在问题的探讨,越来越多学者<sup>[9-11]</sup>认识到股骨隧道定位越接近解剖足印点中心,即 ACL 解剖重建,重



图 1 股骨髁正中劈开观 图 2 把髁间窝看成圆形表盘,髁间窝顶部正中为 12:00,髁间窝两侧壁中点分别为 9:00 和 3:00 图 3 以股骨外上髁为原点建立 X、Y 垂直坐标轴,X 轴垂直于股骨长轴

Fig.1 The femoral condyle was split at the middle side Fig.2 The intercondylar fossa was regarded as a circular dial,the center top of intercondylar fossa was 12:00,the middle point in both side of intercondylar fossa were 9:00 and 3:00 respectively Fig.3 The X,Y vertical coordinates axis was established,the external epicondyle of femoral was original point, and X-axis perpendicular to the long axis of the femur

建后的膝关节运动学就越正常。理解 ACL 的解剖,包括隧道的手术标志,对完成手术很重要。经 AMP 钻股骨隧道能为 ACL 重建提供一个合理的独立建立隧道的方法。

但对于 ACL 解剖重建股骨隧道的解剖学研究少见报道。目前绝大多数的 ACL 解剖学研究是将 ACL 股骨附着处剥离,再用记号笔将附着处轮廓勾画出,将轮廓最长轴与最短轴的交点确定为附着区的中点,即解剖中心点,亦是本研究所描述的内口中心点。而本研究直接利用关节镜,利用关节镜的图像放大作用和镜下逐步咬除 ACL,直至 ACL 股骨残端,然后利用残端中心来定位解剖中心点,其结果更贴近临床镜下操作。利用同一个 AMP 入路,钻取股骨隧道,来研究股骨隧道及隧道外口解剖学特点。

本研究发现,在屈膝 120°下经前 AMP 入路解剖重建 ACL 的股骨隧道长度为(36.35±3.14) mm,短于临床上常用经胫骨隧道入路建立的隧道长度。意味着在置入相同长度的移植肌腱时,能够避免牵引性的滑动及过度拉长,减少了“橡皮筋效应”发生的可能。笔者选择股骨后髁皮质边缘、股骨髁间窝顶 2 个骨性标记为参照,在临床上如果 ACL 残端不可见或住院医师嵴、髁间窝外侧分叉嵴<sup>[11]</sup>标志不清,可根据隧道内口与股骨后髁皮质边缘、股骨髁间窝顶 2 个骨性标记距离来定位,此方法与 van Eck 等<sup>[12]</sup>在关节镜下定位一致。屈曲 90°时,表盘上的位置可用来描述止点相对于外侧壁的位置,笔者推荐以垂直方向为轴,髁间凹的顶点为 12:00,水平轴为 3:00 或 9:00。参照本次研究的结果,在屈膝 90°利用表盘法,左膝 02:30、右膝 09:30 定位隧道内口。但这种表盘式方法只有当如上所规定的屈膝 90°时准确。

笔者在之前的膝关节后外侧角解剖学研究中发现<sup>[13]</sup>:膝关节外侧副韧带附着中心点在股骨外上髁近端(1.27±3.10) mm 及后方(2.99±1.29) mm,位于股骨外上髁后方者占 96.7%,位于前方者占 3.3%;腓肌腱附着中心点在股骨外上髁远端(8.85±3.38) mm 及后方(3.83±1.95) mm,位于股骨外上髁后方者占 93.3%,位于前方者占 6.7%。本研究显示 ACL 解剖重建股骨隧道外口并不影响 LCL、PT 股骨止点,但对 LCL、PT 解剖重建时的股骨隧道与 ACL 解剖重建股骨隧道是否存在干扰,需进一步研究。

本试验的最后数值是标准化处理后的数值,因此临床上可根据患者股骨内外上髁距离大小进行一定比例的缩放。本试验对于 ACL 解剖重建股骨隧道的解剖学研究可为临床关节镜下股骨隧道位置的建立提供参考,同时该研究为下一步膝关节后外侧角

解剖重建角度的选择提供基础。但由于受到标本数量、年龄等条件的制约,使结果受到一定的局限,仍有待更多同类解剖研究进一步比较和论证。

#### 参考文献

- [1] Van Dijk RA, Saris DR, Willems JW, et al. Additional surgery after anterior cruciate ligament reconstruction; can we improve technical aspects of the initial procedure[J]. *Arthroscopy*, 2008, 24(1): 88-95.
- [2] Zantop T, Diermann N, Schumacher T, et al. Anatomical and non-anatomical double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: importance of femoral tunnel location on knee kinematics[J]. *Am J Sports Med*, 2008, 36(4): 678-685.
- [3] van Eck CF, Romanowski JR, Fu FH, et al. Anatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Arthroscopy*, 2009, 25(9): 943-946.
- [4] Araujo PH, van Eck CF, Macalena JA, et al. Advances in the three-portal technique for anatomical single-or double-bundle ACL reconstruction[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011, 19(8): 1239-1242.
- [5] Klos TV, Harman MK, Habets RJ, et al. Locating femoral graft placement from lateral radiographs in anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of 3 methods of measuring radiographic images[J]. *Arthroscopy*, 2000, 16(5): 499-504.
- [6] Walker PS, Kurosawa H, Rovick JS, et al. External knee joint design based on normal motion[J]. *J Rehabil Res Dev*, 1985, 22(1): 9-22.
- [7] Brinkman JM, Scherwing PJ, Blankevoort L, et al. The insertion geometry of the posterolateral corner of the knee[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2005, 87(10): 1364-1368.
- [8] Chen CH, Chuang TY, Wang KC, et al. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon autograft: clinical outcome in 4-7 years[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2006, 14(11): 1077-1085.
- [9] Brophy RH, Pearle AD. Single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of conventional, central, and horizontal single-bundle virtual graft positions[J]. *Am J Sports Med*, 2009, 37(7): 1317-1323.
- [10] Kato Y, Ingham SJ, Kramer S, et al. Effect of tunnel position for anatomic single-bundle ACL reconstruction on knee biomechanics in a porcine model[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2010, 18(1): 2-10.
- [11] Fu FH, Jordan SS. The lateral intercondylar ridge—a key to anatomic anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2007, 89(10): 2103-2104.
- [12] van Eck CF, Lesniak BP, Schreiber VM, et al. Anatomic single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction flowchart[J]. *Arthroscopy*, 2010, 26(2): 258-268.
- [13] 赵章伟, 蔡春元, 张力成, 等. 膝关节后外侧角重建术中骨隧道定位的应用解剖研究[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2010, 24(11): 1330-1333.  
Zhao ZW, Cai CY, Zhang LC, et al. Applied anatomical research of location of bone tunnel for posteral corner reconstruction of knee[J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2010, 24(11): 1330-1333. Chinese.

(收稿日期: 2012-11-12 本文编辑: 连智华)