

前交叉韧带断裂手术方式的进展

董宇, 陈世益 (复旦大学附属华山医院运动医学科 复旦大学运动医学中心, 上海 200040)

前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 是膝关节的静力稳定结构, 对膝关节的稳定起着至关重要的作用。ACL 断裂后可以产生明显的膝关节不稳, 严重影响膝关节功能, 随之继发关节软骨、半月板等结构损害, 导致关节退变和骨关节炎的早期发生。ACL 断裂是运动损伤科的常见疾病, 多见于足球、篮球及体操等运动项目。仅在美国每年就有超过 200 000 例 ACL 断裂发生^[1], 在中国尚无全面的统计调查结果。

临床实践与研究结果表明 ACL 断裂后应进行早期重建, 尽早恢复膝关节的稳定性, 外科重建尤其是关节镜下 ACL 重建已成为 ACL 断裂的主要治疗方法^[1], 据报道临床成功率高达 80% ~ 95%^[2]。美国每年施行 75 000 ~ 100 000 例 ACL 重建手术, 且这个数字随着体育运动的不断普及仍在增长^[2]。

从传统的开放式手术来看, 有: ①采用膝关节前髌骨内缘直切口的腓骨长肌腱逆转术; ②两小切口技术; ③不作股骨骨隧道的越顶重建术等方法^[3,4]。手术易行, 但都存在着但损伤大, 对关节内环境影响较大, 术后患者恢复较慢等弊端。

伴随着医疗器械及临床研究的不断发展, 前交叉韧带重建方式也变得越来越丰富。从以前单一的开放式手术到现在习以为常的关节镜外科微创手术, 从传统的单束重建到现在的双束乃至三束重建, 从过顶位的重建术到现在的解剖位重建, 众多的临床医生及研究人员期待能最大限度的恢复患者的膝关节功能。目前尚无公认的手术方法, 学术界对于究竟采用何种手术方法重建 ACL 仍存在争论。本文将就目前较为普遍的几种手术方式进行综述。

1 ACL 单束过顶位重建

在 1983 年 Mott^[5] 报道了首例双束重建前交叉韧带的病例, 随后 1987 年报道了双胫骨隧道和单股骨隧道的双束重建术式^[6]。直到 20 世纪 90 年代, Marcacci 等^[7] 首先提出“过顶位”(over-the-top position) 的概念后, 过顶位重建 ACL 一度被认为是最等长、效果最确切的重建 ACL 的手术方式, 等长点的发现使得过顶位单束重建风靡一时。

正常 ACL 股骨止点解剖位于股骨外侧髁内面股骨干延长线后后面偏近侧的区域, 其下面与后面是股骨髁软骨, 上面是髁间窝后界与股骨干后面的交界 (相当过顶位); 如果按骨性标志定位, 前界是住院医师脊, ACL 止点被束间脊 (bifercated redge) 又分前内束与后外束。所以, 通常所描述的“过顶位”就相当于 ACL 解剖足迹的上方。

过顶位单束重建理论认为正常膝关节在负重活动时, ACL 股骨插入点内有一个等长点, 位于髁间窝最后端, 接近于过顶点位置, 被认为是最佳股骨隧道定位点, 重建 ACL 成功率可达 80%^[8]。但随着研究的深入, 发现过顶位在预防关节退行性变方面的作用有限。ACL 重建术后未恢复膝关节正常的运动学可能是导致关节退行性变的重要因素^[9]。随着大量解剖实验和临床研究发现, 过顶位可有效控制前后稳定性, 但对于旋转稳定性控制效果欠佳^[10]。在随后的研究中也发现, 股骨隧道靠前可能引起胫骨前移, 膝关节活动受限和早期的移植物断裂; 同样, 股骨隧道靠后的或者隧道过于垂直可能导致膝关节旋转不稳和长期的术后轴移试验阳性^[11]。

我们在研究中也同样发现: 过顶位组前方松弛

度在正常范围内,提示前方稳定性可获有效控制;但轴移试验阴性率仅52.8%,表明旋转稳定性方面控制效果欠佳^[12]。

前交叉韧带股骨端的选择在前交叉韧带重建有着非常重要的作用。解剖中发现前交叉韧带在股骨端的印记一般位于股骨外侧髁内侧面,而不是在股骨髁间的顶部。当其前后位置及上下位置的些许变异时,将会导致前交叉韧带的长度和张力的大幅改变^[13]。如果移植物以等长点作为股骨段隧道点进行重建,虽然能恢复膝关节正常屈曲度,但是移植物并不会在膝关节屈曲更有张力。股骨隧道点如果选择在等长点前3 mm时,会引起膝关节明显的过分约束,同时,当膝关节屈膝超过80度时,移植物张力较高^[14]。

由于不是解剖重建,过顶位等长重建的ACL只能使膝关节处于一种代偿状态,无法恢复膝关节正常的“J”形(滑动、滚动、转动)联合运动。经过长期研究后发现,非解剖重建的韧带会导致术后膝关节更早、更快地发生软骨退变。

而在手术操作中,过顶位采用经胫骨钻孔技术^[15],采用专用的定位器械,手术操作相对简便,可重复性强。但如将移植物放置在解剖足印点中心时,受到一定限制。因为经胫骨技术存在两个隧道相互依赖的局限性,即股骨隧道的定位取决于胫骨隧道的定位。研究显示,经胫骨技术无法在ACL股骨解剖足印点中心建立股骨隧道^[16]。

过高的股骨止点,会使重建的韧带较垂直,从而控制旋转的功能难以维持,特别在肌肉萎缩或张力减退的情况下,骨关节炎发生率较高^[17]。

2 ACL 双束重建

早在1938年Palmer首先提出前交叉韧带由前内侧束和后外侧束构成^[18]。在目前众多学者也持这种观点,即:ACL是由前内束和后外束双束组成,ACL两束中的每一束都有其特殊功能,前内束和后外束在膝关节伸展时平行,屈曲时扭转缠绕。ACL各束根据其在胫骨插入点的位置命名,前内束中部直径(7 ± 1) mm,后外束中部直径(63 ± 1) mm,在股骨和胫骨扇形插入点的直径为中部直径的3~5倍^[19]。

随后伴随着手术器械的发展,到1999年Muneta等^[20]在单束重建的基础上开展了经胫骨的双束重建,股骨隧道根据左右膝分别选择在足迹的10:30和11:30位置(或者12:30和1:30位置)。随后有着大量的关于双束重建前交叉韧带的文章报道。Hamada等^[21]报道在主观及膝关节稳定性测量上,单双束重建并无明显统计学差异。Woo等^[22]发现不同移植物的单束重建在膝关节旋转稳定性上并无统计学差别。关于术式和移植物的争论也开始展开,有研究表明^[23],无论是B-PT-B还是腓绳肌腱单束重建前交叉韧带,无论是在高强度运动还是低强度运动都不能恢复胫骨平台的正常旋转。因此有学者提出过顶位单束重建虽然能在一定程度上恢复膝关节的稳定性,但其未能完全恢复膝关节的稳定性,仍然能导致术后半月板,软骨损伤和骨关节炎的发生。2004年Yasuda等^[24]首先报道了四骨道解剖位双束重建前交叉韧带的2年随访研究结果,在胫骨前移松弛度和临床轴移松弛度评价方面,双束解剖重建优于单束重建。随访2年后,采用Noyes主观膝关节评价无差别,但膝关节屈曲30度时的胫骨前移松弛度和临床轴移松弛度,双束解剖重建均小于单束和双束非解剖重建。

在相应的临床及动物模型中,均有着不同的报道。在被动负重的情况下,双束重建在控制旋转性方面相较单束有着相应的优势。国内的研究也发现^[25],双束重建ACL能够更好地恢复膝关节整体前向及旋转稳定性,可以作为髁间窝较宽的患者ACL初次解剖重建的理想手术方法。但其在评估ACL术后膝关节旋转稳定性的Pivot shift试验中并未发现明显的无统计学意义。

Yasuda等^[26]研究显示在胫骨前移松弛度和临床轴移松弛度评价方面,双束解剖重建优于单束重建。但在其随访2年的研究中发现,采用Noyes主观膝关节评价无差别,但膝关节屈曲300时的胫骨前移松弛度和临床轴移松弛度,双束解剖重建均小于单束和双束非解剖重建。Kondo等报告328例患者的前瞻性队列研究。随访2年发现双束重建在前方松弛度和轴移试验方面明显优于单束,但Lysholm评分差异无统计学意义,且在其他临床评

价和并发症方面差异均无统计学意义。Branch 在对 64 例前交叉韧带重建患者的配对研究中证明, 双束较单束重建前交叉韧带有着更好的生物力学优势^[27]。

双束解剖重建虽然有部分基础研究为其提供了一些证据支持, 然而, 在临床研究方面证据相对较少。

双束解剖重建能恢复 80% ~ 90% ACL 足迹面积^[28]。但是在尽可能多的恢复了足迹面积的同时, 也给膝关节带了也一系列的问题。正如 harner^[29]就曾质疑双束重建可能带来的双倍风险一样: 再增加骨隧道的同时是否会给以后的翻修带来困难? 在增加骨隧道的同时是否增加了股骨外侧髁的骨折风险? 再增加了骨隧道的同时是否增加了移植物与股骨髁间和后交叉韧带撞击的可能性? 等等。

3 ACL 单束解剖重建

随着对 ACL 解剖功能和生物力学的进一步研究, 以及对单束过顶位重建存在问题的探讨, 有学者尝试通过改变股骨隧道位置来观察 ACL 重建后对膝关节功能恢复的影响^[30-32]。有研究显示, 移植物在矢状面、冠状面、轴状面上越倾斜, 对于膝关节功能恢复就越好^[32-34]。同时也认识到股骨隧道定位越接近解剖足印点中心, 重建后的膝关节功能恢复就越正常^[35-37]。

因单束重建已积累了大量的短、中和远期疗效数据支持其有效性。大量文献报道单束重建成功率在 80% ~ 90%^[29], 10% ~ 30% 患者仍有持续性疼痛和不稳, 随着手术技术的成熟, 成功率也在一定程度上得到提高。对于单束重建的临床研究, 也已有长达 15 ~ 20 年随访的报道。

而且多数研究认为在控制前后稳定性方面单束重建与双束解剖重建无明显差异, 在国际膝关节评分委员会、Lysholm 膝关节评分以及其它一些临床评价方面, 多显示二者差异无统计学意义。而仅在控制旋转稳定性方面双束解剖重建优于单束重建。

基于此, 单束重建如能够在控制术后旋转稳定性方面有所提高, 将会在提高术后疗效的同时降低了双束重建带来的潜在并发症。因此, 有学者在解剖位单束重建前交叉韧带股骨骨隧道的选取上作了

相应的研究, Matthew^[38] 对大体标本的研究发现选取 ACL 股骨足迹的中心点作为骨隧道, 能在不丢失前向移动的情况下尽可能恢复膝关节的旋转稳定性, 在生物力学上位解剖位单束重建前交叉韧带提供了依据。

在对 72 例前交叉韧带单束重建患者的 3 年随访中发现, 单束解剖位重建能使患者关节稳定性与功能均得到显著改善^[39]。在对动物的研究中也同样发现: 单束和双束重建前交叉韧带在膝关节动态观察中并无明显差别^[40]。同时在对 24 例关节镜下过顶位与解剖位单束重建前交叉韧带患者平均 20 个月的随访发现, 两种术式均可达到临床满意的效果, 但解剖位重建有更好的旋转功能^[41]。

4 计算机辅助 ACL 重建

随着计算机的普及和在临床运用, 计算机辅助 (computer-assisted) 下的骨道定位变得越来越多见, 它主要被用于在参照膝关节的骨性结构和移植物的种类, 准确的确定胫骨及股骨的骨道位置, 尽可能的恢复患膝关节的活动度。主要有两种导航技术: ①基于影像学 (CT 或者 X 线透视) 的导航; ②非影像学导航。在计算机引导下的前交叉韧带重建术能尽可能的避免移植物撞击, 为骨道的选择提供稳定和个性化的指引, 但因其应用于临床时间较短, 效果还有待时间的检验^[42,43]。

综上, 在最近几十年, 前交叉韧带重建术式从单一走向复杂, 从一把抓到现在开始出现计算机导航下的个体化治疗。我们有理由相信伴随着计算机技术的发展和对于前交叉韧带解剖及其功能的不断了解, 以及长期的临床随访研究, 前交叉韧带手术方式会呈现一种更加多元化和一体化的状态, 多元化的手术方式及移植物选择, 一体化的电脑系统管理。个体化的移植物选择及手术方式的选择, 将会尽量恢复患者的前交叉韧带功能, 减少或者避免后续的损伤。

参考文献

- [1] Maffulli N, Longo UG, Denaro V. Anterior cruciate ligament tear[J]. N Engl J Med, 2009, 360(14):1463.
- [2] Crawford C, Nyland J, Landes S, et al. Anatomic double bundle ACL reconstruction: a literature review[J]. Knee Surg Sports

- Traumatol Arthrosc, 2007, 15(8):945-964.
- [3] 吴日明, 李炎. 腓骨长肌逆转治疗膝关节前叉韧带与侧副韧带复合断裂伤 10 例 [J]. 中国骨伤, 2000, 13 (7): 418.
 - [4] 王德就, 王晶. 联合应用半腱肌腱与股薄肌腱重建前交叉韧带 [J]. 中华骨科杂志, 1999, 19 (7): 428-430.
 - [5] Mott HW. Semitendinosus anatomic reconstruction for cruciate ligament insufficiency[J]. Clin Orthop Relat Res, 1983, 172:90-92.
 - [6] Zaricznyj B. Reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee using a doubled tendon graft[J]. Clin Orthop Relat Res, 1987, 220:162-175.
 - [7] Marcacci M, Zaffagnini S, Iacono F, et al. Arthroscopic intra- and extra-articular anterior cruciate ligament reconstruction with gracilis and semitendinosus tendons[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1998, 6(2):68-75.
 - [8] Cain EJ, Gillogly SD, Andrews JR. Management of intraoperative complications associated with autogenous patellar tendon graft anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Instr Course Lect, 2003, 52:359-367.
 - [9] Papannagari R, Gill TJ, Defratre LE, et al. In vivo kinematics of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction: a clinical and functional evaluation[J]. Am J Sports Med, 2006, 34(12):2006-2012.
 - [10] 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.
 - [11] Zavras TD, Race A, Amis AA. The effect of femoral attachment location on anterior cruciate ligament reconstruction: graft tension patterns and restoration of normal anterior-posterior laxity patterns[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2005, 13(2):92-100.
 - [12] 董宇, 陈世益, 李云霞, 等. 前交叉韧带解剖位单束重建与传统过顶位单束重建的疗效比较 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2011, 25 (8): 912-915.
 - [13] Hefzy M S, Grood E S. Sensitivity of insertion locations on length patterns of anterior cruciate ligament fibers[J]. J Biomech Eng, 1986, 108(1):73-82.
 - [14] Zantop T, Petersen W, Sekiya JK, et al. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006, 14(10):982-992.
 - [15] Brophy R H, Pearle A D. 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.
 - [16] Sommer C, Friederich N F, Muller W. Improperly placed anterior cruciate ligament grafts: correlation between radiological parameters and clinical results[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2000, 8(4):207-213.
 - [17] Shen W, Fu FH. Anterior cruciate ligament insertion site anatomy[J]. Arthroscopy, 2008, 24(7):850-852.
 - [18] Zantop T, Petersen W, Sekiya J K, et al. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006, 14(10):982-992.
 - [19] 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.
 - [20] Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, et al. Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with endobuttons: operative technique and preliminary results[J]. Arthroscopy, 1999, 15(6):618-624.
 - [21] Hamada M, Shino K, Horibe S, et al. Single- versus bi-socket anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous multiple-stranded hamstring tendons with endobutton femoral fixation: A prospective study[J]. Arthroscopy, 2001, 17(8):801-807.
 - [22] Woo S L, Kanamori A, Zeminski J, et al. The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon. A cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads[J]. J Bone Joint Surg Am, 2002, 84-A(6):907-914.
 - [23] Chouliaras V, Ristanis S, Moraiti C, et al. Effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with quadrupled hamstrings and bone-patellar tendon-bone autografts: an in vivo study comparing tibial internal-external rotation[J]. Am J Sports Med, 2007, 35(2):189-196.
 - [24] Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, et al. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts[J]. Arthroscopy, 2004, 20(10):1015-1025.
 - [25] 江东, 敖英芳, 谢兴, 等. 关节镜下同种异体骨-髌腱-骨双束重建膝关节前交叉韧带的临床比较研究 [J]. 中国微创外科杂志, 2011, 11 (12): 1091-1095.
 - [26] Yasuda K, Tanabe Y, Kondo E, et al. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Arthroscopy, 2010, 26(9 Suppl):S21-S34.
 - [27] Branch TP, Siebold R, Freedberg HI, et al. Double-bundle ACL reconstruction demonstrated superior clinical stability to single-bundle ACL reconstruction: a matched-pairs analysis of instrumented tests of tibial anterior translation and internal rotation laxity[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2011, 19(3):432-440.
 - [28] Fu FH, Karlsson J. A long journey to be anatomic[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2010, 18(9):1151-1153.
 - [29] Harner CD, Poehling GG. Double bundle or double trouble?[J]. Arthroscopy, 2004, 20(10):1013-1014.
 - [30] Kaseta MK, DeFrate LE, Charnock BL, et al. Reconstruction technique affects femoral tunnel placement in ACL reconstruction[J]. Clin Orthop Relat Res, 2008, 466(6):1467-1474.
 - [31] Herbolt M, Lenschow S, Fu FH, et al. ACL mismatch reconstructions: influence of different tunnel placement strategies in single-bundle ACL reconstructions on the knee kinematics[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2010, 18(11):1551-1558.
 - [32] Ristanis S, Stergiou N, Siarava E, et al. Effect of femoral

- tunnel placement for reconstruction of the anterior cruciate ligament on tibial rotation[J]. J Bone Joint Surg Am, 2009, 91(9):2151-2158.
- [33] 熊川, 张春礼. 前交叉韧带重建中股骨隧道建立方法的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2010, 18(21): 1791-1794.
- [34] Markolf KL, Jackson SR, Mcallister DR. A comparison of 11 o'clock versus oblique femoral tunnels in the anterior cruciate ligament reconstructed knee: knee kinematics during a simulated pivot test[J]. Am J Sports Med, 2010, 38(5):912-917.
- [35] 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(3):294-299.
- [36] 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.
- [37] 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.
- [38] Driscoll M D, Isabell G J, Conditt M A, et al. Comparison of 2 femoral tunnel locations in anatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a biomechanical study[J]. Arthroscopy, 2012, 28(10):1481-1489.
- [39] 徐雁, 敖英芳, 余家阔, 等. 单束重建前交叉韧带骨道位置对临床效果影响的研究[J]. 中国运动医学杂志, 2008, 27: 202-205.
- [40] Debandi A, Maeyama A, Lu S, et al. Biomechanical comparison of three anatomic ACL reconstructions in a porcine model[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2011, 19(5):728-735.
- [41] 陆伟, 王大平, 韩云, 等. 关节镜下过顶位与解剖位腘绳肌腱单束重建前交叉韧带比较[J]. 中国临床解剖学杂志, 2009, 3: 283-287.
- [42] Cheng T, Liu T, Zhang G, et al. Computer-navigated surgery in anterior cruciate ligament reconstruction: are radiographic outcomes better than conventional surgery?[J]. Arthroscopy, 2011, 27(1):97-100.
- [43] Cheng T, Zhang GY, Zhang XL. Does computer navigation system really improve early clinical outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction? A meta-analysis and systematic review of randomized controlled trials[J]. Knee, 2012, 19(2):73-77.

收稿日期: 2013-01-15

• 信息窗 •

2013年中国运动医学与关节镜外科学术大会

中华医学会运动医疗分会、骨科学分会关节镜学组和中国体育科学学会运动医学分会将于2013年6月13日~16日在沈阳市共同主办“2013年中国运动医学与关节镜外科学术大会”,全面展示近年来我国运动医学工作者备战伦敦奥运会的科研攻关与科技服务成果、为健身百姓提供医学科技支撑的新经验。

本次大会是中国运动医学与关节镜外科领域最高级别的学术技术盛宴,是运动医学与科学、骨科学、康复医学等多学科相互交流的盛会。继2009年青岛、2011年西安大会之后,本次大会力求再一次将医学、体育、教育三大领域凝聚在一起,共同探讨领域内最新进展,探讨未来学科发展方向。大会将邀请国内外著名运动医学与关节镜外科专家进行大会主题报告和专题学术讲座。

一、大会学术交流形式

1、大会主题报告;2、专题口头报告;3、电子墙报交流;4、病例讨论;5、运动医学专科教育课程;6、队医培训班(通知另发)。

二、参会代表将获得国家级医学继续教育I类学分8分。

三、会议注册费

2013年4月30日前900元;4月30日后1100元。

四、大会联系人

白希壮 13504900218; zpmhh@sina.com

周敬滨 13720005117; jingbinzhou@163.com