

# 前交叉韧带损伤的治疗进展

刘建<sup>1</sup>, 黄相杰<sup>2</sup>

(1. 安徽中医学院 2008 级硕士研究生, 安徽 合肥 230038;

2. 山东省文登整骨医院, 山东 文登 264400)

**关键词** 膝关节 前交叉韧带 运动损伤 综述

前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL) 损伤是较常见的运动损伤。随着社会的发展, 人们对体育运动的热情度增加、交通事故频发, 膝关节交叉韧带尤其是 ACL 损伤的发生率越来越高<sup>[1]</sup>。ACL 是稳定膝关节的重要结构, ACL 损伤的治疗一直是临床医生关注的焦点, 笔者就 ACL 损伤的治疗进展作一综述。

## 1 非手术治疗

ACL 损伤的非手术治疗主要是对膝关节采取制动, 创造有利于受损的 ACL 愈合的环境。非手术治疗适应于: ① ACL 不完全断裂者。② 撕脱骨折移位不明显者。③ 其他部位严重损伤不便手术者。胥少汀等<sup>[2]</sup>主张对单纯 ACL 断裂或不完全断裂采取将患膝石膏固定于屈曲 30° 位 6 周的治疗方法, 并配合积极的功能锻炼, 以防止肌肉萎缩。目前对 ACL 损伤的自然病程仍存有争议, 但认为非手术治疗效果不理想的部分原因可能与 ACL 损伤后出现伴随损伤如半月板、侧副韧带损伤等有关。

## 2 手术治疗

ACL 损伤的手术治疗主要是 ACL 的修复和重建。近年来随着关节镜的普遍应用, 手术治疗的适应证也在放宽。ACL 体部断裂、ACL 损伤合并内、外侧副韧带损伤、合并后交叉韧带断裂、合并半月板损伤、ACL 起止点撕脱都可行手术治疗。对于手术时机的选择, 多数学者<sup>[3]</sup>认为应在早期全面修复。但祁嘉武<sup>[4]</sup>等在伤后 4~8 周手术治疗 34 例膝关节韧带损伤, 远期效果良好, 认为由于损伤时的炎症反应, 早期手术容易引起关节内组织粘连和关节僵硬, 选择在关节肿胀消退、活动完全恢复、肌力正常时手术可明显降低术后并发症的发生率。

**2.1 ACL 修复** ACL 损伤初期, 手术修复的主要方法是把断裂的韧带、撕脱的骨块复位并用肌腱吻合线、钢丝等固定。20 世纪 50 年代, 一些学者在 ACL 损伤初期对其进行修复, 取得了较好的短期效果, 但

回顾性研究显示该方法 5 年内失败率为 40%~50%<sup>[1]</sup>。大量的研究<sup>[5]</sup>证明单纯的韧带修补由于断端不易对拢、血供差, 韧带愈合不可靠, 手术难以奏效。Kaplan 等<sup>[6]</sup>报道韧带缝合修补的失败率为 17%, 术后关节动度仪检查关节异常松弛占 42%, 术后关节的稳定性及功能远不及加强与重建术。

## 2.2 ACL 重建

**2.2.1 手术方法** 传统的 ACL 重建的手术方法是取膝前外侧或前内侧切口, 利用自体髌腱或腓绳肌肌腱移植替代 ACL。此方法可以在直视下操作, 比较直观, 在一些基层医院即可开展。但此方法要广泛切开关节囊, 创伤较大, 对于顶点位置的显露较为困难, 术后常出现膝关节组织粘连、关节僵直和 ACL 持续松弛。为了避免以上问题, 学者们发展了关节外手术, 手术的基本方法是用髌-胫束行关节外加固, 主要改善膝关节前外旋转不稳, 常与关节内 ACL 重建联合应用。该方法为关节外手术, 重建的韧带血供好、愈合能力强, 且术中不打开关节囊, 在康复早期即可获得较大的抗阻强度。但此手术创伤也较大, 重建的韧带只能替代 ACL 和外侧关节囊的部分功能。关节镜应用于 ACL 的重建手术具有创伤小、并发症少、关节功能恢复快等优点, 可克服传统术式的不足, 已经在临床广泛应用。关节镜下 ACL 重建主要注意髌间窝准备、胫骨隧道和股骨隧道的准备。

**2.2.2 重建方式** ACL 分为前内侧束和后外侧束, 前内侧束在膝关节屈曲 90° 时紧张, 主要维持膝关节屈曲位的前直向稳定, 后外侧束在膝关节伸直位和屈膝 90° 旋内时紧张, 主要维持膝关节伸直位的前直向稳定和旋转稳定。在膝关节屈伸运动中, 两束互为补充, 相互协同, 纤维交替紧张, 保持基本恒定的整体张力<sup>[7]</sup>。ACL 的重建包括单束重建(即只重建前内侧束)和双束重建。单束重建要求“等长重建”, 就是使替代物两端固定点的距离在术后膝关节活动中保持恒定, 以免在术后由于不同张力牵拉而使替代物松弛

或两端固定失败。等长重建的意义在于重建的交叉韧带在膝关节的全范围活动过程中被拉伸的距离最小,从而保证了在重建的韧带具有确实、牢固的固定的前提下,允许关节早期活动。王健全<sup>[8]</sup>等观察 30 具成人膝关节标本后发现前内侧束股骨止点在接近过顶位置,该区域的纤维束在屈膝过程中始终处于紧张状态,具有良好的等长性,为 ACL 前内侧束的等长重建提供了解剖基础。前内侧束单束重建能恢复膝关节的前直向稳定,但由于未修复后外侧束,不能改善受损膝关节的旋转稳定性<sup>[9-10]</sup>。当膝关节接受来自各个方向的负荷时,移植物长期处于紧张状态,最终造成重建的韧带疲劳、拉长、弹性丧失。单束重建有 6% ~ 20% 的失败率<sup>[11-14]</sup>。1987 年, Zaricznyj<sup>[15]</sup> 首先在国际上报道了 ACL 双束重建的临床效果。Muneta 等<sup>[16]</sup>采用 4 股腘绳肌肌腱双束重建 ACL,并随访 2 年,认为比单束重建效果好。Belisle 等<sup>[17]</sup>通过在尸体上建立 ACL 双束重建的力学模型,认为双束重建更接近膝关节正常屈伸状态下交叉韧带的紧张趋势。但 Adachi 等<sup>[18]</sup>对 108 例患者随机采用单束或双束重建,平均随访 32 个月,发现在膝关节稳定性和本体感觉方面双束与单束重建无明显差异,故认为不需要行双束重建。双束重建比单束重建是否能更好地恢复膝关节的稳定性,临床尚鲜有报道。单束重建手术相对简单,易于操作,而双束重建由于操作的复杂性使其的理论优越性丧失。两种方式各有优缺点,临床上应用双束重建还是单束重建,还要根据患者病情,综合各方面的因素,谨慎选择。

**2.2.3 移植材料** ACL 重建理想的移植材料应该具备张力强、损伤小、获得容易、康复快等特点。目前的移植材料包括自体材料、同种异体材料和人工韧带等。自体组织常选用的有髌腱、腘绳肌肌腱和股四头肌肌腱。同种异体材料比较常用的有骨-髌腱-骨、跟腱、胫骨前肌腱、阔筋膜和 4 束腘绳肌肌腱。人工合成材料主要有永久性移植物、韧带支架和韧带强化装置 3 种。

髌腱有着优越的极限强度和稳定性,髌腱的中 1/3 被认为是 ACL 重建移植材料的金标准。Noyes 等<sup>[19]</sup>研究认为,以年轻人的 ACL 强度 1 730 N 为 100%,则髌腱中 1/3 的强度为 175%,半腱肌肌腱的强度为 75%,阔筋膜张肌肌腱的强度为 38%,认为髌腱是重建 ACL 理想的自体材料之一。Lee 等<sup>[20]</sup>也认为髌腱中 1/3 部分不仅与 ACL 的长度相当,抗拉强

度也明显优于其他自体组织,且两端带有骨块,有助于骨的愈合,为界面螺钉固定提供了坚实基础。但髌腱作为移植物用于 ACL 的重建,术后有引起前膝痛、髌骨骨折、隐神经损伤、股四头肌肌力下降等的可能。Indelicato 等<sup>[1]</sup>研究证实 ACL 重建术后半年,有 12% 的使用自体髌腱的患者患侧股四头肌肌力是健侧的 80%,而使用异体肌腱移植的患者却达到了 77%,术后 1 年则无明显差异。尽管自体髌腱移植存在缺点,但仍是 ACL 重建稳定、可靠的移植物来源。膝关节周围的每一种结构都可用来作为 ACL 重建的移植材料,其中半腱肌肌腱和股薄肌肌腱最为常用,前者的强度为 ACL 的 75%,后者的强度为 ACL 的 49%。单股半腱肌肌腱或股薄肌肌腱与正常 ACL 的强度相差太远,目前在 ACL 重建中多用 3 股或 4 股,后者的极限张力强度可达到 3 880 N,明显要高于 10 mm 长髌腱移植物的强度 2 977 N<sup>[21]</sup>。4 股肌腱的形状接近圆柱形,横截面较相同大小的髌腱移植物更大,与圆形的骨道更加匹配,增加了移植物的稳定性,而且与髌腱相比,没有损伤伸膝装置,降低了膝前疼痛的发生率。但腘绳肌肌腱移植后可能出现腘绳肌肌力不足,肌力下降约 10%,术后早期较为明显,并可能会持续到术后 1 年。且肌腱与骨界面相接触,还存在重建后的韧带固定不牢和愈合缓慢的情况,影响早期的功能锻炼。另一个缺点是由于重建后的“绷极效应”和“雨刷效应”,术后会出现骨隧道扩大和溶解现象<sup>[22]</sup>。但由于具有高强度和低并发症发生率的优点,4 束腘绳肌肌腱作为 ACL 的替代材料一直受到临床医师的青睐。股四头肌肌腱的张力强度和横截面积几乎是自体髌腱的 2 倍,作为 ACL 重建的移植物近年来受到广大医者的关注。Staubli 等<sup>[21]</sup>研究表明,1 根 10 mm 长的股四头肌肌腱的极限张力强度是 2 350 N,比正常 ACL 的强度 2 160 N 更高。但是股四头肌肌腱取腱技术相对困难,而且可能引起和自体髌腱移植相似的并发症,出现股四头肌肌力下降。作为 1 种 ACL 替代材料,在其他移植物无法获得、韧带翻修或多个韧带损伤的情况下可考虑使用。

同种异体材料的主要作用就是提供一个“桥梁”,使受体的组织“爬”过“桥梁”与对侧组织胜利“会师”。Caborn 等<sup>[23]</sup>报道采用同种异体胫前肌腱重建 ACL,术后随访 2 ~ 4 年,临床效果与自体组织移植相当。Jackson 等<sup>[21]</sup>用山羊作试验,发现异体组织完成重塑和获得相当强度所需时间是自体组织的 1.5 ~ 2

倍。冻干技术破坏细胞结构,可有效杀灭异体组织细胞中的免疫抗原,实验表明<sup>[24]</sup>将异体组织术前置 -80℃ 条件下冷冻,可有效降低免疫反应,并能够很好地保存移植物的生物学和生物力学特性,可作为理想的 ACL 替代材料。

自体组织作为重建 ACL 的材料,有价格便宜、获取容易、没有免疫反应、避免传播疾病等自身优势<sup>[25]</sup>;但是自体取材增加了局部的损伤,可能引起各种并发症,延长了手术时间。同种异体组织的组织结构及生物力学特性和自体组织相似,且可以避免供区损伤,操作简便,手术时间短,移植植物尺寸可选择;但存在韧带化过程较慢、易传播疾病、有局部排斥反应、愈合延迟和骨隧道扩大等并发症<sup>[26]</sup>。人工合成材料作为重建 ACL 的材料可随时无损伤获得,力学强度比其他任何组织都要大,术后可早期恢复活动;但重建后应力集中,容易发生疲劳损伤,且它磨损产生的碎屑容易引起膝关节滑膜炎、关节顽固性积液。现代研究<sup>[27]</sup>结果表明人工韧带并不耐用,失败比例较高,使用者越来越少。因此目前还没有一种移植植物可以适合所有患者,临床要根据移植材料的力学性能、生物学特性、获取是否方便及患者的年龄、患膝活动度和手术损伤度、医者情况等因素来选择合适的移植植物。

### 3 组织工程技术

骨髓间充质干细胞能在适宜的条件下分化为骨、软骨、肌肉、韧带、肌腱、脂肪、骨髓基质等<sup>[28]</sup>。组织工程用于韧带重建的一种途径是将经过体外培养的间充质干细胞种植到移植物的表面,促进交叉韧带的成熟,缩短移植物的韧带化过程;另一种是种植到可降解材料上,通过外源性生长因子和分化因子,再加合适机械应力刺激,使间充质干细胞向成纤维细胞分化,最终形成自体韧带。

### 4 展望

前交叉韧带损伤的治疗,目前倾向于采用关节镜下 ACL 重建的手术治疗,虽然采用解剖重建还是单束重建还存在很大争论,但无疑解剖重建将成为临床医师追求的目标。组织工程技术应用于 ACL 的修复和重建虽还处于研究阶段,但已经开启了应用干细胞治疗 ACL 损伤的时代,为 ACL 损伤的治疗开辟了全新的途径,有望成为治疗 ACL 损伤的理想方法。

### 5 参考文献

[1] Canal ST, Betsy JH. 坎贝尔骨科手术学[M]. 王岩,译. 11 版. 北京:人民军医出版社,2009:1966-1977.

[2] 胥少汀,葛宝丰,徐印坎. 实用骨科学[M]. 3 版. 北京,人民军医出版社,2005:1258.

[3] 欧国潮,卢生香,赵庆淞,等. 交叉韧带损伤的早期手术治疗[J]. 创伤外科杂志,2003,5(1):28-29.

[4] 祁嘉武. 膝关节不稳治疗方法的探讨(附 34 例报告)[J]. 中国矫形外科杂志,1998,5(1):17-19.

[5] Thordarson DB, Krieger LE. Operative vs. nonoperative treatment of intra-articular fractures of the calcaneus: a prospective randomized trial[J]. Foot Ankle Int, 1996, 17(1): 2-9.

[6] Canale ST. Campbell's Operative Orthopedics[M]. ninth edition. USA Mosby-year book, Inc, 1998:1113-1281.

[7] Duthon VB, Barea C, Abrassart S, et al. Anatomy of the anterior cruciate ligament[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006, 14(3):204-213.

[8] 王健全,敖英芳,刘平,等. 前交叉韧带股骨止点临床解剖学研究[J]. 中国运动医学杂志,2007,26(3):266-270.

[9] Georgoulis AD, Ristanis S, Chouliaras V, et al. Tibial rotation is not restored after ACL reconstruction with a hamstring graft[J]. Clin Orthop Relat Res, 2007, 454:89-94.

[10] Tashman S, Collon D, Anderson K, et al. Abnormal rotational knee motion during running after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Am J Sports Med, 2004, 32(4): 975-983.

[11] Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, et al. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a meta analysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts[J]. Am J Sports Med, 2003, 31(1):2-11.

[12] Petersen W, Tretow H, Weimann A, et al. Biomechanical evaluation of two techniques for double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: one tibial tunnel versus two tibial tunnels[J]. Am J Sports Med, 2007, 35(2):228-234.

[13] Mae T, Shino K, Matsumoto N, et al. Force sharing between two grafts in the anatomical two-bundle anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006, 14(6):505-509.

[14] Miura K, Woo SL, Brinkley R, et al. Effects of knee flexion angles for graft fixation on force distribution in double-bundle anterior cruciate ligament grafts[J]. Am J Sports Med, 2006, 34(4):577-585.

[15] 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.

[16] 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.

- [17] Belisle AL, Bicos J, Geaney L, et al. Strain pattern comparison of double – and single – bundle anterior cruciate ligament reconstruction techniques with the native anterior cruciate ligament [J]. *Arthroscopy*, 2007, 23 ( 11 ) : 1210 – 1217.
- [18] Adachi N, Ochi M, Uchio Y, et al. Reconstruction of the anterior cruciate ligament. Single – versus double – bundle multistranded hamstring tendons [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2004, 86 ( 4 ) : 515 – 520.
- [19] Noyes FR, Schipplein OD, Andriacchi TP, et al. The anterior cruciate ligament – deficient knee with varus alignment. An analysis of gait adaptations and dynamic joint loadings [J]. *Am J Sports Med*, 1992, 20 ( 6 ) : 707 – 716.
- [20] Lee MC, Jo H, Bae TS, et al. Analysis of initial fixation strength of press – fit fixation technique in anterior cruciate ligament reconstruction. A comparative study with titanium and bioabsorbable interference screw using porcine lower limb [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2003, 11 ( 2 ) : 91 – 98.
- [21] Miller MD, Cole BJ. Textbook of Arthroscopy [M]. 朱振安, 王友, 译. 北京: 人民军医出版社, 2008: 40.
- [22] 余家阔, Paessler HH. 四股腘绳肌腱重建膝前交叉韧带

后骨隧道增宽与术后康复程序的关系 [J]. *中华外科杂志*, 2004, 42 ( 16 ) : 984 – 988.

- [23] Caborn DN, Selby JB. Allograft anterior tibialis tendon with bioabsorbable interference screw fixation in anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Arthroscopy*, 2002, 18 ( 1 ) : 102 – 105.
- [24] Jones E, McGonagle D. Human bone marrow mesenchymal stem cells in vivo [J]. *Rheumatology ( Oxford )*, 2008, 47 ( 2 ) : 126 – 131.
- [25] 胡钢锋, 陈江涛, 毕大卫, 等. 自体肌腱重建膝前交叉韧带的研究进展 [J]. *中医正骨*, 2010, 22 ( 2 ) : 31 – 34.
- [26] Fahey M, Indelicato PA. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament replacement [J]. *Am J Sports Med*, 1994, 22 ( 3 ) : 410 – 414.
- [27] Tomford WW. Principles of preservation of soft tissue allografts [J]. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 1998, 6 ( 2 ) : 124 – 130.
- [28] Maletius W, Gillquist J. Long – term results of anterior cruciate ligament reconstruction with a Dacron prosthesis. The frequency of osteoarthritis after seven to eleven years [J]. *Am J Sports Med*, 1997, 25 ( 3 ) : 288 – 293.

(2010-06-29 收稿 2011-02-17 修回)

(上接第 25 页)

- [12] Pufe T, Petersen W, Fändrich F, et al. Programmable cells of monocytic origin ( PCMO ) : a source of peripheral blood stem cells that generate collagen type II – producing chondrocytes [J]. *J Orthop Res*, 2008, 26 ( 3 ) : 304 – 313.
- [13] Choi YS, Im MW, Kim CS, et al. Chondrogenic differentiation of human umbilical cord blood – derived multilineage progenitor cells in atelocollagen [J]. *Cytherapy*, 2008, 10 ( 2 ) : 165 – 173.
- [14] Degistirici O, Jäger M, Knipper A. Applicability of cord blood – derived unrestricted somatic stem cells in tissue engineering concepts [J]. *Cell Prolif*, 2008, 41 ( 3 ) : 421 – 440.
- [15] Shim IK, Lee SY, Park YJ, et al. Homogeneous chitosan – PLGA composite fibrous scaffolds for tissue regeneration [J]. *J Biomed Mater Res A*, 2008, 84 ( 1 ) : 247 – 255.
- [16] Chen R, Curran SJ, Curran JM, et al. The use of poly ( l – lactide ) and RGD modified microspheres as cell carriers in a flow intermittency bioreactor for tissue engineering cartilage [J]. *Biomaterials*, 2006, 27 ( 25 ) : 4453 – 4460.
- [17] Sato M, Ishihara M, Ishihara M, et al. Effects of growth factors on heparin – carrying polystyrene – coated atelocollagen scaffold for articular cartilage tissue engineering [J]. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 2007, 83 ( 1 ) : 181 – 188.
- [18] 张厚安, 李敏, 唐思文. 骨组织工程用细胞支架生物材料

的研究进展 [J]. *机械工程材料*, 2007, 31 ( 12 ) : 4 – 7.

- [19] Vasita R, Shanmugam IK, Katt DS. Improved biomaterials for tissue engineering applications; surface modification of polymers [J]. *Curr Top Med Chem*, 2008, 8 ( 4 ) : 341 – 353.
- [20] Kramer J, Böhrnsen F, Schlenke P, et al. Stem cell – derived chondrocytes for regenerative medicine [J]. *Transplant Proc*, 2006, 38 ( 3 ) : 762 – 765.
- [21] Tian H, Stogiannidis I. Up – regulation of cartilage oligomeric matrix protein gene expression by insulin – like growth factor – I revealed by real – time reverse transcription – polymerase chain reaction [J]. *Acta Biochim Biophys Sin ( Shanghai )*, 2006, 38 ( 10 ) : 677 – 682.
- [22] Kanematsu A, Marui A, Yamamoto S, et al. Type I collagen can function as a reservoir of basic fibroblast growth factor [J]. *J Control Release*, 2004, 99 ( 2 ) : 281 – 292.
- [23] Quan YZ, Zhuang HX, Liu T, et al. The experimental study on the effect of CDMP – 1 on proliferation of residual ear chondrocytes of microtia cultured in vitro [J]. *Zhonghua Zheng Xing Wai Ke Za Zhi*, 2007, 23 ( 3 ) : 241 – 243.
- [24] 潘海涛, 林欣, 宋磊. 骨形态发生蛋白/碱性成纤维细胞生长因子复合材料修复关节软骨缺损的实验研究 [J]. *首都医科大学学报*, 2006, 27 ( 3 ) : 397 – 399.
- [25] Yow KH, Ingram J, Korossis SA, et al. Tissue engineering of vascular conduits [J]. *Br J Surg*, 2006, 93 ( 6 ) : 652 – 661.

(2010-10-22 收稿 2010-11-15 修回)