

# 前交叉韧带保残重建的研究进展

周敬滨<sup>1,2</sup>, 刘玉杰<sup>1</sup>, 李国平<sup>2</sup>

(1. 解放军总医院骨科, 北京 100853; 2. 国家体育总局运动医学研究所, 北京 100061)

**【摘要】** 保留残端的前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 重建和保留残束的 ACL 重建保留了更多 ACL 的残留组织, 有研究认为可促进组织愈合并提高临床疗效, 但也有研究发现 ACL 保残重建相比非保残重建无明显的优越性, 而且 ACL 保残重建手术过程相对复杂, 延长手术时间, 会带来一定的并发症, ACL 保残重建是否具有临床意义需要进一步研究, 本文通过回顾分析 ACL 保残重建的相关文献, 对 ACL 残端的生物学特点、分类、保残重建技术和临床效果等方面进行综述, 以供临床参考。

**【关键词】** 前交叉韧带; 修复外科手术; 综述文献

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2013.05.022

**Research advances in anterior cruciate ligament reconstructions with remnant preservation** ZHOU Jing-bin, LIU Yu-jie\*, and LI Guo-ping. \*Department of Orthopaedics, General Hospital of Chinese PLA, Beijing 100853, China

**ABSTRACT** More ACL tissue were preserved in ACL reconstruction with remnant-preserving than in classic ACL reconstruction. Some studies showed the results in promoting biological healing after undergoing these two procedures, while other studies did not find the clear advantages in clinical outcomes comparing with the classical ACL reconstruction. There were still some controversies in clinical significances for these complicated ACL reconstructions with remnant-preserving. The article summarized recent original studies about ACL reconstruction with remnant-preserving, as well as reviewed the biological characteristics, classification, procedure and clinical outcomes for these two techniques.

**KEYWORDS** Anterior cruciate ligament; Reconstructive surgical procedures; Review literature

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(5): 441-444 www.zggszz.com

膝关节前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 损伤引起膝关节的前后向和旋转不稳。ACL 重建是恢复膝关节稳定性的有效手段<sup>[1-2]</sup>。目前 ACL 重建术研究的重点主要集中在重建术后生物力学功能方面, 而生物学愈合和本体感觉的恢复对膝关节运动功能的影响较少。初步研究认为, 由于 ACL 保残重建保留了部分韧带结构、滑膜组织和残留的机械感受器, 可能会促进移植物的再血管化和韧带结构的重塑, 提高愈合能力和本体感觉的恢复<sup>[3-6]</sup>。临床实践中, ACL 保残重建是否能够真正促进愈合和提高临床治疗效果仍然存在争议, 因此, ACL 保残重建值得进一步研究。

根据 ACL 残留纤维的情况, ACL 保残重建主要集中在保留残端重建 (remnant-preserving technique) 和保留残束加强重建 (augmentation technique) 两方面。本文就 ACL 残端的生物学特点、分类、重建技术、临床效果方面进行综合研究供临床参考。

## 1 ACL 残端的生物学特点与作用

**1.1 ACL 残端对移植物血管化的影响** ACL 断裂后受关节滑液的作用, 断端纤维韧带结构无法形成瘢痕愈合。因此, 利用肌腱移植进行 ACL 重建是治疗该损伤的最佳手术方式。肌腱移植重建是否成功, 取决于移植者在关节内环境的存活能力。移植者在关节内需要再血管化方能存活, 在重建后 4~6 周, 来自髌下脂肪垫和滑膜组织并带有血管的滑膜包绕移

植物, 产生滑膜化<sup>[7]</sup>。来自髌下脂肪垫和滑膜的血管穿过移植物的结缔组织, 使移植物再血管化, 该反应促进了细胞增生, 最终新的结缔组织细胞填充移植物。因此, 保留残端以及移植物表面的滑膜覆盖对加速韧带再血管化的进程十分重要。李志超等<sup>[8]</sup>研究发现, 保留 ACL 残端重建提高了移植物再血管化能力, 增加了移植物周围成纤维细胞数量。Gohil 等<sup>[9]</sup>通过 MRI 对保残重建 ACL 和非保残重建 ACL 术后移植物再血管化的程度进行研究, 术后随访发现保残组比非保残组移植物血管化程度更高。综上所述, ACL 残端的保留对于促进术后移植物的再血管化具有一定的作用, 这为 ACL 保留残端或者残束重建提供了理论基础。

**1.2 ACL 残端的本体感觉结构** ACL 周围存在控制膝关节本体感觉的机械感受器, 如 Golgi 腱器官、Pacinian 小体、Ruffini 等末梢结构, 并且大部分位于 ACL 胫骨止点附近的滑膜内膜结构中, 具有感知关节位置觉和平衡觉的作用, 参与神经反射, 通过刺激肌肉协调收缩保持膝关节的稳定性<sup>[10-11]</sup>。研究发现<sup>[10]</sup>, ACL 的损伤时间与残端机械感受器的数量有一定相关性, ACL 损伤时间越短, 其残端机械感受器的数量就越多。因此, 损伤后早期保留残端重建, 可使尽多的本体感觉结构得以保留, 提高术后功能。Georgoulis 等<sup>[12]</sup>报道, ACL 损伤后断端附着于后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) 时, 3 年后仍可以发现残端存在的机械感受器, 因此, 即使慢性损伤也应该尽可能保留残端。由于大部分 ACL 急性损伤发生在股骨附着点部分和近端<sup>[13]</sup>, 而本体感觉结构位于胫骨止

点处,即使残端组织不够充分,也需要尽可能保留,不至于损失更多的机械感受器。Lee 等<sup>[14]</sup>认为即使 ACL 残端仅留 20%,也保留了大部分的机械感受器,仍具有较好的本体感觉功能。由此可见,ACL 损伤后,大部分本体感觉的机械感受器仍然存在于 ACL 残端组织中,手术过程中若尽可能保留这些机械感受器,有利于恢复膝关节的本体感觉,加快膝关节功能的恢复。

## 2 ACL 残留组织的分型

为方便描述 ACL 残留组织的性状,Crain 等<sup>[15]</sup>根据 ACL 残端的形态,分为 4 型: I 型,ACL 残端附着在 PCL 髁间窝外侧壁原 ACL 股骨止点缺如; II 型,ACL 残端附着髁间窝顶部,髁间窝外侧壁原 ACL 股骨止点缺如; III 型,ACL 残端附着在髁间窝外侧壁,附着点偏前偏下,原 ACL 股骨止点缺如; IV 型,ACL 残端回缩或吸收。I、II、III 型约占 ACL 损伤类型的 55%~58%<sup>[4,15]</sup>。

ACL 残留组织包括残端和残束,两者的手术方案有所区别,为方便选择治疗方案。Kazusa 等<sup>[4]</sup>将 ACL 部分损伤也纳入到 ACL 残留组织分型中,改良了 Crain 分型方法,将 ACL 残留组织分为以下几型。ACL 残端分型<sup>[4]</sup>: ① 1 型,ACL 部分断裂。1a,后外侧(PL)束断裂,前内侧(AM)束在股骨止点完好,须避免损伤;1b,AM 束断裂,PL 束韧带腱性结构完好附着于股骨止点,须避免损伤;1c,PL 和 AM 均有部分断裂。② 2 型,ACL 完全断裂。2a,ACL 残端附着于 PCL,髁间窝外侧壁原 ACL 股骨止点缺如;2b,ACL 残端附着于髁间窝顶部,髁间窝外侧壁原 ACL 股骨止点缺如,残端直径减小;2c,ACL 残端附着于髁间窝顶部,髁间窝外侧壁原 ACL 股骨止点缺如,残端直径减小,附着点偏前;2d,ACL 残端游离于关节内。其中,1a 和 1b 型为保留残束 ACL 加强重建的适应证。1c、2a、2b 和 2c 型为保留残端 ACL 单束或者双束重建的适应证。需要注意,在 1a 和 1b 型中,残留的 AM 或者 PL 束也可能并非完整,会损失部分生物力学功能。

## 3 ACL 保残重建方法

**3.1 保留残端重建技术** ACL 保留残端重建指在 ACL 完全断裂或大部分断裂的前提下,尽可能地保留残存 ACL 组织,在残留的组织处钻取骨道,进行 ACL 的单束或者双束重建。

**3.1.1 适应证与注意事项** ACL 保留残端重建的适应证为 ACL 完全断裂或者大部分断裂且失效的患者,即适合于 ACL 残留部分为 1c 和所有 2 型(或者 Crain II 型)的病例。该手术方式简单易行,仅是在 ACL 重建方式的基础上尽量保留残端。手术要点包括:①明确诊断,准确探明 ACL 是否完全断裂以及残端的附着情况;②需要清晰的手术视野,观察股骨止点可以选用中间辅助切口或者 70°关节镜,观察胫骨止点,可以采用高位外侧入路观察;③尽可能保存 ACL 残留组织,若 ACL 胫骨残端完整,胫骨骨道位置可由残端中心通过,ACL 残端仅从股骨止点撕脱,则可以采用 ACL 修补结合重建的手术方式;④重建后动态探查,防止由于保残过度引起的“撞击”。Kazusa 等<sup>[4]</sup>对该术式进行了详细说明,增加中间辅助切口,以便于清晰观察股骨止点位置。选择股骨残端中心作为骨道中心。探明 ACL 胫骨残端,在胫骨止点中心位置进行标记,放置定位导向器,纵向切开止点韧带,显露导针,完成胫骨骨道位置的选择。该术式要求移植物从残端中心穿出,一方面使得移植物的骨道位置更接近于原有解剖止点;另一方面使更多的

残端和滑膜组织覆盖于移植物。Ahn 等<sup>[16]</sup>还发明了另一种保持残端张力的 ACL 重建方式,使残端在移植物固定过程中保持张力,与移植物同时固定,残端与移植物缝合,充分覆盖移植物,目的是避免移植物的回缩和形成独眼畸形。

**3.1.2 术后疗效** 保留 ACL 残端的重建一方面能够扩大移植物的容积,使移植物更贴近于原有 ACL 形态;另一方面,残端的存在可加速移植物的再血管化速度,能促进移植物的愈合。因此,理论上保留残端 ACL 重建技术虽然能够促进组织愈合,有利于恢复膝关节本体感觉功能,提高 ACL 重建术后膝关节的功能,但实际临床疗效仍然存在争议。董伊隆等<sup>[17]</sup>对 17 例 ACL 断裂患者进行保残重建,术后进行功能评分评价,认为前交叉韧带单束保残解剖重建术可获得良好的临床效果。Ahn 等<sup>[6,16]</sup>使用自体 4 股腓绳肌腱对 41 例患者进行保残重建并同非保残重建组进行对比研究,术后随访 6~9 个月, MRI 发现保残重建组移植物直径明显大于非保残组,信号强度无明显区别。Gohil 等<sup>[9]</sup>利用 MRI 对移植物的愈合情况进行随访研究,在 ACL 重建术后 6 个月,保残组 MRI 移植物信号强度明显低于非保残组,但术后 1 年两组信号强度无明显区别,提示保残重建可能会在重建早期促进移植物生长愈合。

保留残端的 ACL 重建术能够获得膝关节良好的稳定性和功能评分,但同传统非保残重建束进行比较,其优势并不明确, Lee 等<sup>[14]</sup>和 Gohil 等<sup>[9]</sup>分别对保残组和对照组术后功能评价,发现两组术后 Lachman 检查、轴移检查和膝关节前向松弛度无明显差别, HSS 和 IKDC 评分未见明显差别。Lee 等<sup>[14]</sup>发现保残组在单足跳跃试验得分明显高于对照组。Gao 等<sup>[18]</sup>使用 LARS 人工韧带对 159 例患者进行 ACL 保残重建, 81% 的患者临床效果满意。Kim 等<sup>[19]</sup>使用自体股四头肌腱进行双束保残重建,术后膝关节稳定性明显增加。

Ahn 等<sup>[16]</sup>还对牵张残端的 ACL 保残重建术式进行临床评价,认为该术式能够构建形态更好的细胞再生构架,保持了残端张力,能够很好地获得膝关节稳定性,但在临床疗效的评价上,同单纯保持残端重建相比无明显区别。Jung 等<sup>[20]</sup>认为,该术式适用于 Crain III 型的 ACL 残端,既更多地保留了残端组织,又不会影响骨道的钻取。但该方法对手术技术要求较高,手术花费时间较长,其临床效果是否优于单纯保留残端重建方式仍然存在争议。

保留残端重建技术的特点在于促进组织愈合和本体感觉的恢复,尽管目前评价方式可能不能明确反映出保残重建的优点,临床结果仍然存在争议,但该保残重建具有加速再血管化、韧带塑形和促进本体感觉恢复的潜在功能。

**3.2 保留残束的 ACL 加强重建技术** 保留残束的 ACL 加强重建也称为选择束 ACL 重建,由于是根据原有解剖止点进行单束重建,因此, Fu 等<sup>[1]</sup>和 van Eck 等<sup>[2]</sup>认为该重建方式属于 ACL 解剖重建的范畴。

**3.2.1 适应证与注意事项** ACL 主要包含 AM 和 PL 两支功能束,其中 AM 主要功能是控制膝关节前后向移动度, PL 主要有控制膝关节旋转<sup>[1-2]</sup>。任何一束的损伤均会引起膝关节功能的改变,因此保留残束的 ACL 加强重建主要作用是恢复 ACL 损伤束的功能。该术式适用于 ACL 单束断裂而且残束功能良好的患者,即 ACL 残部分型为 1a 和 1b 型的病例<sup>[4]</sup>。

选择保留 ACL 部分束重建需要有双束 ACL 解剖重建手术技巧的基础,同时需要注意两点:①准确选取损伤束的骨道

位置;②小心保护残束,避免进一步损伤。术中需要对 ACL 的部分断裂有明确的关节镜下诊断,单束损伤大多位于股骨止点,探查 AM 束时,在进行前抽屉试验时探钩探查 AM 束的张力,并观察 AM 束是否有腱性结构附着于髌间窝外侧壁的股骨止点处;探查 PL 束时,需用探钩小心探查,采用“4”字位置,观察 PL 束在股骨附着点的情况<sup>[2]</sup>,必要时需中间辅助入路方便观察髌间窝外侧壁,选择 AM 或者 PL 残束的中心定位。如果股骨残端不好辨别,可根据骨性标志进行定位,两束均在医师棘以下,AM 在髌间窝外侧分叉棘之后,PL 在髌间窝外侧分叉棘之前。如果骨性标志不清,可以选择在髌间窝外侧壁的下 30%~35%,偏前方或者偏后方进行定位<sup>[1-2,4]</sup>。重建后可出现类双束重建的 ACL 形状。

**3.2.2 术后疗效** ACL 功能束断裂之后,其相应的生物力学功能也会受损,保留 ACL 残束的加强重建目的是为了恢复损伤束的功能,重建 AM 束目的主要是恢复膝关节前后向稳定性,重建 PL 束主要是恢复膝关节旋转稳定性。同时,由于最大程度地保留了原有的 ACL 结构,保留残束的 ACL 加强手术具有提高膝关节本体感觉功能,移植物再血管化,增强术后膝关节稳定性的潜在优势。

首先,保留残束的 ACL 加强手术恢复了膝关节原有的生物力学功能。保留残束的 ACL 加强重建术由于最大限度地保留了原有的 ACL 结构,因此,能够获得更好的稳定性,提高手术效果。Mifune 等<sup>[21]</sup>通过动物实验研究证实,保留残束的 ACL 重建相比不保留残束的重建移植物具有更好的抗拉强度。保留残束的 ACL 加强手术重建后类似于双束解剖重建,但前者手术较为简单,而且破坏骨质较少。两者术后生物力学功能是否有所区别,有学者也进行了相关的研究。Park 等<sup>[22]</sup>对保留残束的 ACL 加强重建术同不保留残束的双束重建进行了对比研究,随访时二者在临床检查、功能评分无明显差别,而前者的前后向稳定性明显优于后者,而且恢复了 ACL 的抗旋转功能。保留残束的 ACL 加强重建技术更优于不保留残束的单束重建,Adachi 等<sup>[23]</sup>对 40 例 ACL 部分损伤患者进行了保留残束的 ACL 加强重建,与 40 例 ACL 单束重建患者进行对比,发现前者比后者能够明显提高前后向稳定性,降低关节粘连发病率,术后影像学检查骨道位置更为准确。

保留了更多的 ACL 残留组织意味着保留了更多供血的滑膜组织和本体感觉机械感受器,能够加速移植物的再血管化,促进组织愈合。尽管缺乏明确的临床评价指标,但多数研究者认为,保留残束加强重建在生物学方面有以下优势:促进本体感觉的恢复,保留残端中可能存在的神经纤维,促进机械感受器的再生;ACL 残端可加快细胞增生和移植物的再血管化。Mifune 等<sup>[21]</sup>通过动物实验研究证实,经过保留残束的 ACL 加强重建,在移植物周围发现了多项细胞因子的表达,明显区别于单纯 ACL 重建后的移植物。

因此,保留残束的 ACL 加强重建技术一方面能在生物学方面有利于恢复膝关节的稳定性,另一方面能在生物学方面具有促进组织愈合和本体感觉恢复的优势。

#### 4 保残重建的并发症

ACL 保残重建虽然具有很多优点,但同时,由于增加了移植物容积,提高了“撞击”的风险,该重建技术引起的并发症主要是独眼畸形和膝关节伸直受限。Gohil 等<sup>[9]</sup>经过临床随访发现,保残组独眼畸形的发病率高于对照组。Kim 等<sup>[19]</sup>报道了

1 例 ACL 保残重建术后伸膝受限程度超过 5° 的病例。但 Ahn 等<sup>[6]</sup>研究认为,ACL 保残重建不会增加独眼畸形和伸膝受限的风险。同时,ACL 保残重建尤其是保留残束的 ACL 加强重建对术者手术技术要求更高,对 ACL 解剖知识也要求更高。需要选择合适的骨道位置和直径,一方面避免进一步损伤残留组织;另一方面避免过度的韧带容积产生与髌间窝的撞击。

#### 5 展望和总结

在 ACL 的保残重建中,总是设想 ACL 的保残重建会促进移植物的愈合以及提高本体感觉。但目前尚缺乏明确可靠的评价指标准确地评价本体感觉,目前的评分表的方法不能充分地反应患者本体感觉的改善情况。控制本体感觉的机械感受器不仅仅存在 ACL 中,还存在于 PCL、半月板、关节囊以及肌肉皮肤周围,尽管 ACL 的机械感受器作用尚不明晰,但肯定是与周围的机械感受器有机结合协调控制膝关节的本体感觉<sup>[24-26]</sup>。Reider 等<sup>[27]</sup>对 ACL 重建后定期对患者膝关节的位置觉进行检测,发现通过恢复关节囊和其他韧带的机械感受器可以抵消 ACL 机械感受器缺失带来的影响。

目前关于促进愈合方面的研究,主要是在两方面:一方面使用 KT2000 通过评价稳定性间接反应组织愈合进程;另一方面使用 MRI 和关节镜随访直接观察。因此,需要发现评价 ACL 移植物愈合的更为客观和有效的指标。另外,膝关节稳定性主要通过膝关节测量仪进行前后向移动度的测量评价,但膝关节稳定性还包括旋转稳定性的测量。因此,临床随访中客观的评价旋转不稳可更全面地评价手术疗效。

综上所述,ACL 保残重建的主要优势在于促进移植物的组织愈合和恢复膝关节的本体感觉。ACL 残端保留了控制本体感觉的机械感受器和再血管化的滑膜组织,使促进移植物的再血管化和韧带重塑成为可能,虽然没有明确的临床结论能够证明 ACL 保残重建能够提高膝关节稳定性、促进移植物愈合和提高膝关节本体感觉能力,但 ACL 保残重建仍然有提高这些能力的潜在作用,并且需要更为客观的评价方式去进一步证实。

#### 参考文献

- [1] Fu FH, Karlsson J. A long journey to be anatomic[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2010, 18(9): 1151-1153.
- [2] 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.
- [3] Papalia R, Franceschi F, Vasta S, et al. Sparing the anterior cruciate ligament remnant: is it worth the hassle[J]. *Br Med Bull*, 2012, 104: 91-111.
- [4] Kazusa H, Nakamae A, Ochi M. Augmentation technique for anterior cruciate ligament injury[J]. *Clin Sports Med*, 2013, 32(1): 127-140.
- [5] Hong L, Li X, Zhang H, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction with remnant preservation: a prospective, randomized controlled study [J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40(12): 2747-2755.
- [6] Ahn JH, Lee YS, Ha HC. Anterior cruciate ligament reconstruction with preservation of remnant bundle using hamstring autograft: technical note[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2009, 129(8): 1011-1015.
- [7] Arnoczky SP. Blood supply to the anterior cruciate ligament and supporting structures[J]. *Orthop Clin North Am*, 1985, 16(1): 15-

- 28.
- [8] 李志超,刘玉杰,石斌.保留残端纤维与剩余束重建前交叉韧带的实验研究[J].中国修复重建外科杂志,2009,23(3):282-286.
- Li ZC,Liu YJ,Shi B. An experiment study on anterior cruciate ligament reconstruction with remnants and remaining bundle preservation[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi,2009,23(3):282-286. Chinese.
- [9] Gohil S,Annear PO,Breidahl W. Anterior cruciate ligament reconstruction using autologous double hamstrings;a comparison of standard versus minimal debridement techniques using MRI to assess revascularisation. A randomised prospective study with a one-year follow-up[J]. J Bone Joint Surg Br,2007,89(9):1165-1171.
- [10] Dhillon MS,Bali K,Vasistha RK. Immunohistological evaluation of proprioceptive potential of the residual stump of injured anterior cruciate ligaments[J]. Int Orthop,2010,34(5):737-741.
- [11] Bali K,Dhillon MS,Vasistha RK,et al. Efficacy of immunohistological methods in detecting functionally viable mechanoreceptors in the remnant stumps of injured anterior cruciate ligaments and its clinical importance[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2012,20(1):75-80.
- [12] Georgoulis AD,Pappa L,Moebius U,et al. The presence of proprioceptive mechanoreceptors in the remnants of the ruptured ACL as a possible source of re-innervation of the ACL autograft[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2001,9(6):364-368.
- [13] Sherman MF,Lieber L,Bonamo JR,et al. The long-term follow up of primary anterior cruciate ligament repair. Defining a rationale for augmentation [J]. Am J Sports Med,1991,19(3):243-255.
- [14] Lee BI,Min KD,Choi HS,et al. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with the tibial-remnant preserving technique using a hamstring graft[J]. Arthroscopy,2006,22(3):e1-7.
- [15] Crain EH,Fithian DC,Paxton EW,et al. Variation in anterior cruciate ligament scar pattern:does the scar pattern affect anterior laxity in anterior cruciate ligament-deficient knees[J]. Arthroscopy,2005,21(1):19-24.
- [16] Ahn JH,Wang JH,Lee YS,et al. Anterior cruciate ligament reconstruction using remnant preservation and a femoral tensioning technique:clinical and magnetic resonance imaging results[J]. Arthroscopy,2011,27(8):1079-1089.
- [17] 董伊隆,蔡春元,姜刚毅,等.关节镜下保留残端纤维的前交叉韧带单束解剖重建术[J].中国骨伤,2013,26(2):124-127.
- Dong YL,Cai CY,Jiang GY,et al. Arthroscopic single bundle anterior cruciate ligament anatomical reconstruction with remnant preservation[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2013,26(2):124-127. Chinese with abstract in English.
- [18] Gao K,Chen S,Wang L,et al. Anterior cruciate ligament reconstruction with LARS artificial ligament;a multicenter study with 3- to 5-year follow-up[J]. Arthroscopy,2010,26(4):515-523.
- [19] Kim SJ,Jo SB,Kim TW,et al. A modified arthroscopic anterior cruciate ligament double-bundle reconstruction technique with autogenous quadriceps tendon graft;remnant-preserving technique [J]. Arch Orthop Trauma Surg,2009,129(3):403-407.
- [20] Jung YB,Jung HJ,Siti HT,et al. Comparison of anterior cruciate ligament reconstruction with preservation only versus remnant tensioning technique[J]. Arthroscopy,2011,27(9):1252-1258.
- [21] Mifune Y,Ota S,Takayama K,et al. Therapeutic advantage in selective ligament augmentation for partial tears of the anterior cruciate ligament;results in an animal model[J]. Am J Sports Med,2013,41(2):365-373.
- [22] Park SY,Oh H,Park SW,et al. Clinical outcomes of remnant -preserving augmentation versus double-bundle reconstruction in the anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Arthroscopy,2012,28(12):1833-1841.
- [23] Adachi N,Ochi M,Uchio Y,et al. Anterior cruciate ligament augmentation under arthroscopy. A minimum 2-year follow-up in 40 patients[J]. Arch Orthop Trauma Surg,2000,120(3-4):128-133.
- [24] Ochi M,Iwasa J,Uchio Y,et al. Induction of somatosensory evoked potentials by mechanical stimulation in reconstructed anterior cruciate ligaments[J]. J Bone Joint Surg Br,2002,84(5):761-766.
- [25] Fremerey RW,Lobenhoffer P,Zeichen J,et al. Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament;a prospective, longitudinal study[J]. J Bone Joint Surg Br,2000,82(6):801-806.
- [26] Siebold R,Fu FH. Assessment and augmentation of symptomatic anteromedial or posterolateral bundle tears of the anterior cruciate ligament[J]. Arthroscopy,2008,24(11):1289-1298.
- [27] Reider B,Arcand MA,Diehl LH,et al. Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Arthroscopy,2003,19(1):2-12.

(收稿日期:2013-02-27 本文编辑:李宜)