

膝关节内侧副韧带损伤的治疗进展

付正韬,周新社,王志岩

(蚌埠医学院第一附属医院,安徽 蚌埠 233000)

摘要:膝关节内侧副韧带(MCL)损伤是膝部最常见的韧带损伤之一。以往以保守治疗为主,但往往远期容易并发膝关节内侧松弛或不稳定。近年来有学者主张积极手术治疗,手术方式各异,包括:MCL近端止点移位、解剖重建、非解剖重建及肌腱转位重建等,均取得较良好的治疗效果。该文就膝关节MCL损伤的手术治疗进展作一综述。

关键词:膝关节;内侧副韧带;治疗

doi:10.3969/j.issn.1009-6469.2017.08.002

The recent advances in the treatment of knee medial collateral ligament damage

FU Zhengtao, ZHOU Xinshe, WANG Zhiyan

(The First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College, Bengbu, Anhui 233000, China)

Abstract: Knee medial collateral ligament is one of the most common knee ligament damage. In the past, the conservative treatment were the main choice. However, concurrent knee medial relaxation or unstable would emerge. In recent years, some scholars have advocated positive surgical treatment, including variety of operation methods: MCL proximal end point shift, anatomical reconstruction, non-anatomic reconstruction and tendon transposition reconstruction, etc., which have achieved a good therapeutic effect. This paper reviews the progress of surgical treatment for the injury of the medial ligament in the knee joint.

Key words: Knee; Medial collateral ligament; Treatment

膝关节内侧副韧带(MCL)损伤常见于活动、体育运动和交通创伤,是韧带损伤中的最常见的类型^[1-2]。膝关节MCL损伤后,其对关节的限制作用遭到破坏,如不采取积极有效的治疗,造成膝关节内侧松弛或不稳定,远期还可继发骨性关节炎导致疼痛和关节功能障碍。经典的治疗方案倾向于保守治疗和支撑而不是积极手术^[3-4]。一些最新内侧膝损伤临床治疗方案挑战了传统的教条式非手术治疗观念。修复或重建MCL技术被越来越多的认为是一种有效恢复外翻及旋转稳定性的治疗方法并一直在发展。本文就MCL损伤的手术治疗进展作一综述。

1 MCL的解剖结构

膝关节MCL由深、浅两层组成,浅层由MCL浅层(sMCL)及后斜韧带(POL)组成,深层为MCL深层(dMCL)即是内侧关节囊韧带的中1/3。sMCL长98.0 mm,宽9.6 mm,在关节线附近变宽至14.7 mm,在屈膝0°、30°、60°、90°、120°时均保持紧张,

dMCL长25.8 mm,宽8.0 mm,伸膝时紧张屈膝30°、60°、90°、120°时松弛。dMCL在伸膝时紧张与后内侧关节囊共同维持内侧稳定。MCL是限制外翻应力的主要结构。一般单纯MCL撕裂伤造成关节屈曲时外翻松弛,合并损伤后内侧角(PMC)和前交叉韧带(ACL)这两个限制外翻应力的深部结构会导致伸直位关节松弛加重^[5-8]。

2 MCL损伤的诊断

详细询问病史和全面的查体在判断MCL损伤的类型及损伤程度上有决定性的作用^[9]。MCL损伤多为外来暴力所致,受伤后膝关节内侧局部肿胀,膝关节内侧分离试验阳性。若为完全撕裂,在麻醉下伸膝摄双膝外翻位片可见患侧膝关节内侧间隙增宽,但是由于急性期患膝肿胀、疼痛和肌肉反射性痉挛,精确检查很难施行,这时可以进一步行膝关节磁共振检查,即能准确诊断MCL撕裂部位、严重程度和并发的损伤,为制定治疗方案提供关键信息。

3 MCL损伤的治疗

经外科途径修复或重建MCL及相关内侧结构有高度的侵袭性,使用自体或异体移植会有潜在的

不利影响,且对技术要求苛刻。已知文献均支持非手术保守治疗及手术治疗方案^[4,5,10-12]。Halinen等^[10]报道了47例合并ACL和Ⅲ度MCL损伤病人的前瞻性随机对照研究表明非手术治疗并不比早期修复、重建MCL效果差。然而,有文献报道合并急性ACL损伤已重建后的Ⅱ度MCL损伤即使保守治疗后仍会有内侧松弛^[13],从而非手术保守治疗会增加风险导致骨性关节炎或功能受限。目前,发展了诸多修复或重建sMCL、dMCL和POL的外科技术:一期修复,加强技术,折叠技术,肌腱转位技术,单束和双束自体/异体移植软组织重建技术,骨-髌韧带-骨(BPTB)和带骨块跟腱镶嵌多种方法固定技术。尽管手术方法多种多样,目前仍缺少创伤更小的手术途径来保留软组织完整、可重复并更简单的手术方法^[14]。我们认为相较于其他非解剖学重建技术,解剖学重建MCL能更好的治疗外翻松弛和恢复膝关节功能。

3.1 MCL损伤的非手术治疗 即行石膏夹外固定,膝关节屈曲30°位,固定期间作股四头肌等长舒缩训练,14 d可带石膏负重行走,4~6周拆除石膏夹,用持续被动运动器锻炼,以及激光、超声治疗、神经生长因子治疗等辅助治疗。

3.2 MCL损伤的手术治疗方式

3.2.1 MCL近端止点移位 包括MCL股骨止点深埋和上移两种方法。单纯的慢性膝关节内侧不稳定、内侧间隙增大在0.5 cm左右的病人,由于损伤部位已经愈合,一般都不在损伤部位做手术而选择在上下止点。游离MCL的股骨止点,连同止点骨块(1.5 cm×1.5 cm)在原位深埋0.5 cm并用螺钉固定。蒋青等^[15]报道了29例膝关节内侧松弛的病人行MCL股骨止点深埋术,所有病人随访3~27个月,平均9个月。除1例合并ACL下止点撕脱骨折病人有30°位内侧应力试验阳性外,其余病人膝关节伸直位和30°位内侧应力试验均阴性,膝关节功能正常(与对侧比较,活动范围相差<5°)。陈德生等^[16]将膝MCL的上方起点连同其附带的骨块一并凿下,将骨块及韧带向上方移位0.5~0.8 cm,拉紧后用可吸收螺钉固定。上移骨块一般应用可吸收钉固定骨块后,再用可吸收线缝合修补骨块两侧及上方的骨膜。报道了27例膝关节内侧松弛的病人行MCL股骨止点上移术,27例均随访,时间6~18个月,平均10.3个月。所有病人内侧应力实验均阴性,包括伸直位和30°位内侧应力实验。26例的关节功能术后3个月均恢复正常(与对侧比较活动

范围相差<5°)。对于严重的膝关节MCL松弛,常伴有严重的膝关节内侧不稳或合并其他韧带损伤。多采用MCL起止点移位在不损伤MCL的同时收紧MCL,或采用肌腱移位修补或重建MCL^[17]。此种手术方法的优点是手术简单、切口小,在原位收紧MCL,保留止点骨块,因而不会改变正常的MCL的生物力学,从而恢复MCL的功能;同时在不损伤MCL的同时,收紧MCL,并通过螺钉固定达到坚强的骨性愈合。但对于严重的内侧不稳定及内侧损伤不局限于MCL者不适宜进行该手术,特别是合并ACL损伤,必须在重建ACL基础上再决定内侧修复的方法。一些外科医师认为低强度的瘢痕及不完全愈合的MCL难以辨认和修复其结构而导致效果不理想,故建议重建MCL^[18-20]。故此法已较少见。

3.2.2 解剖学MCL重建 既往研究^[5,21-22]认为维持膝关节内侧稳定的有3个结构:sMCL、POL、dMCL。通过生物力学的研究,确定移植腱的位置,通过2个分离的移植腱在原解剖位置重建sMCL的远端和近端及POL。通过定量定位和附着点的识别标记来确定最佳重建位置。该方法术前IKDC主观评分结果14~16分,平均43.5分。术后为54~88分,平均76.2分。术前双侧膝关节外翻应力射线照片结果显示膝关节内侧间隙3.5~14 mm,平均6.2 mm。术后-0.1~2 mm,平均1.3 mm。所有病人都获随访,全部病人都未再发生膝关节内侧松弛,无再手术或并发症的发生。有相关文献^[20]认为解剖学重建sMCL可有效恢复膝关节运动学和稳定性。在慢性膝内侧不稳定病例中,解剖学重建sMCL比非解剖学重建sMCL能提供更好的结果。Coobs等^[22]通过体外实验证明解剖学重建sMCL和POL能恢复几近正常的稳定性,用2个分离的移植腱有利于建立sMCL和POL自然解剖学附着点和各自的张力^[5,22]。但这种方法需要广泛的暴露,当合并交叉韧带骨隧道建立时多重钻挖骨隧道可能有隧道冲突和韧带横断的风险。此外,需要较多的移植腱,增加了技术难度,且可能会需要更多的固定装置^[12]。更重要的是,人们担心这种更综合的技术可能导致压力屏蔽。此外,双重的肌腱移植可能会使重建后sMCL和POL相较于原本显著加强、变硬,而改变膝关节机械力学。

3.2.3 非解剖学MCL重建 包括单束和双束重建技术。单束重建技术:Kitamura等^[23]使用了单束肌腱重建sMCL,术后86.7%的病人膝关节外翻开口<3 mm。Wahl等^[24]使用异体单束跟腱移植重建

MCL,将异体跟腱通过股骨、胫骨 MCL 附着点骨隧道用加压螺钉固定。该法适用于合并 PCL 损伤,避免了股骨骨隧道螺钉的冲突。Marx 等^[12]使用单束异体跟腱移植重建 sMCL,全部 14 例病人在手动外翻应力下稳定。Yoshiya 等^[25]取半腱肌和股薄肌肌腱,分离远端,做成单束或双束的移植腱,一端用缝线固定在超皮质固定装置,然后固定在 sMCL 远端附着点。经等长试验确定长度后将近端用挤压螺钉非解剖定位固定在股骨内髁骨隧道。24 例病人膝内侧间隙平均应力扩大 0.2~0.5 mm,IKDC 评分正常或接近正常。Zhang 等^[26]使用了胫骨镶嵌法,使用带骨块的异体跟腱移植,通过等长试验确定股骨及胫骨等长点,在胫骨处凿出与骨块对应的骨槽,将骨块嵌入并固定。在股骨处建立骨隧道将肌腱拉入骨隧道,在屈曲 20° 旋转中立位拉紧用挤压螺钉固定。该法使用宽而强的跟腱在解剖位置重建 MCL,尤其胫骨附着点采用骨块镶嵌技术使更加接近正常解剖位置。且骨骨间愈合更为坚固。同时避免了自体移植对自身肌腱的损伤,有利于保持膝内侧动态稳定性。Zheng 等^[27]采用了一种新技术,使用 BPTB 自体移植治疗慢性内侧膝关节不稳。通过反复等长试验确定 MCL 股骨及胫骨附着中心,在股骨和胫骨附着中心处做骨槽,选择合适的 BPTB,修整两端骨组织。然后将两端骨组织放入对应骨槽用松质骨螺钉固定。

单个股骨骨隧道、双束肌腱重建技术:Liu 等^[4]亦获得良好临床结果:与正常膝关节比较,膝内侧在影像学应力结果显示仅增加 1.1 mm,16 例病人中 14 例膝内侧开口 < 3 mm。使用类似的技术,Liu 等^[28]用异体胫前肌肌腱解剖重建 sMCL 和 POL。在胫骨 sMCL 附着点向 POL 附着点钻骨隧道连通两点,将移植腱穿过此隧道,然后两自由端分别固定在 sMCL 及 POL 股骨止点处。该法使用异体肌腱移植,避免了自体移植对动态稳定性的损伤。且只需在胫骨钻一个骨隧道,不需要胫骨隧道固定,减少了固定失败的风险。23 例病例全部获得良好的内部稳定性及改善了膝关节功能。目前正在进行的长期随访。Dong 等^[11,29]同样使用了这种方法,将两自由端缝合并固定在同一股骨止点处,并将胫骨止点处肌腱与周围软组织缝合以减少隧道肌腱滑动和损伤,增强稳定性。56 例病人平均外翻应力试验内侧开口 (2.9 ± 1.2) mm,仅有 9.4% 的病人术后 Slocum 试验显示有可觉察的前内侧旋转不稳。Koga 等^[30]用缝线将 sMCL 近端前中后及 POL 与

dMCL 及关节囊缝合在一起,在 MCL 股骨止点上方 10 mm 处前后放置两个锚钉,将缝线固定在锚钉上并在屈曲 30° 时手动拉紧。然后取半腱肌肌腱折叠为双束,折叠端用缝线编织缝合固定在 sMCL 胫骨止点,另两束肌腱末端用缝线缝合后固定在股骨止点锚钉。该法疗效满意,18 例病人术后影像学示膝内侧开口平均 1 mm,只有 1 例 3 mm。Preiss 等^[31]使用单个股骨固定点、双束肌腱移植技术重建 sMCL,术后全部病人在手动外翻应力下稳定。Deo 等^[32]改进了 Laprade^[5]技术,取自体半腱肌肌腱,将半腱肌折叠,中间用丝线牵拉,断端锁边缝合。依照解剖学原理确定移植腱位置通过骨隧道固定,该法可调节移植植物松紧。目前缺少临床病例及随访结果。

三束或四束半腱肌/股薄肌自体肌腱移植技术包含了多种成环技术,8 字或三角路径结构^[11,25]。尝试重复 sMCL 解剖学位置使移植腱以三角矢量模式穿入胫骨骨隧道^[11,33]。这种创新性的技术会通过重建 POL 直臂和 sMCL 中间部分而重建稳定性。然而,在没有挤压螺钉固定情况下移植腱偏移和重复的剪力可能导致胫骨骨-肌腱接触面的慢性局部炎症^[11]。在移植腱穿入骨隧道时过度收紧会使半月板后内侧角收缩不利于屈曲时膝内侧稳定^[34]。使用股四头肌、BPTB^[30,27]和异体带骨块跟腱移植重建技术被广泛采用,可分为骨块固定在股骨^[4,12]和胫骨^[4,24,26]两种。带骨块的跟腱可以提供早期的骨性愈合,宽而扁平的韧带可重建 sMCL 前、后部分,创伤更少。该法使用的 BPTB 与 sMCL 解剖形态相似,扁平,宽且为长肌腱组织。相较使用单独而薄弱的肌腱移植植物能提供足够的力量恢复膝关节动力学和稳定性,且松质骨两端更易坚强愈合,避免了合并 PCL 损伤时股骨隧道的冲突。但它不是解剖重建,因为没有完全重建后内侧角的韧带张力,包括 POL。此外,因为较宽的组织附着,不能在膝关节活动范围内保持持续一致的外翻及旋转稳定性。此外,固定骨块的金属钉可能会导致接触面处疼痛。

3.2.4 肌腱转位 MCL 重建 Kim 等^[35]认为对膝关节内侧不稳定的病人只修复 sMCL 而忽视对 POL 的修复,术后疗效经常不满意,因此他们主张对膝关节内侧不稳定的病人采用保留止点的双束自体半腱肌等长重建 sMCL 和 POL,术后疗效满意。全部 24 例病人中 22 例在影像学应力图像上两侧差别不超过 3 mm。Stannard 等^[36]在 Kim 等的基础上使用自体 and 异体移植重建 MCL 两种方法均获得良好

效果。Stannard 等^[36]报道使用半膜肌肌腱远端环绕双束重建技术,优良率 96%。Lind 等^[2]提出用自体半腱肌肌腱移植解剖重建 MCL,保留鹅足起点,通过筋膜下至 MCL 股骨止点处,通过等长试验确定长度,然后将肌腱折叠缝合后穿到股骨隧道,用可吸收挤压螺钉固定。该法 50 例均获随访,时间 26~68 个月,平均 40 个月,其中 4 例因半腱肌用于 ACL 重建而采用同种异体移植物重建 MCL。91.2% 的病人对结果满意。夏亚一等^[37]报道应用自体半腱肌重建膝关节 MCL 损伤,分别在胫骨内侧和股骨 MCL 附着部位做 2 cm 切开,保留半腱肌止点,用取腱器切取半腱肌,肌腱经内侧皮下穿过分别用挤压钉固定于股骨内髁和胫骨髁内侧面,手术瘢痕较小。陈平泉等^[38]切取保留止点半腱肌,于股骨内髁收肌结节处做一骨盖板,把切断的半腱肌近端肌腱部分拉入卡压骨盖板下,并拧入松质骨螺钉,返折部分肌腱与本肌腱及周围肌腱编织缝合,重建膝关节陈旧性 MCL 损伤,术后取得满意疗效。Madonna 等^[39]取半腱肌肌腱,保留胫骨止点,从筋膜和股薄肌肌腱下方通过,将中间折叠缝合,穿入股骨端半隧道,用适当大小挤压螺钉固定,在伸直中立旋转位拉紧 POL 束并固定,达到 POL 重建。暴露 sMCL 胫骨自然止点。肌腱游离端经过筋膜下和股薄肌肌腱末端止点,用 6 mm×20 mm 低面钛钉固定在 sMCL 自然止点处,达到重建 MCL 浅层束的目的。此法使 MCL 双束在术后正常运动范围内即时外翻应力试验中保持稳定。暂无临床结果随访。仍待结果验证。

半腱肌肌腱转位重建技术避免了使用异体组织,并且不需要额外的骨隧道来固定 sMCL 胫骨端。然而,保留现有的半腱肌止点会使重建的 sMCL 胫骨止点过于靠前。此外,LaPrade 等^[5]报道了生物力学导向试验中失败的全部是由于 MCL 移植腱胫骨远端止点骨隧道轻度靠前了一点。

4 展望

我们认为解剖学重建 MCL 能更好的治疗外翻松弛和恢复膝关节功能,相较于其他非解剖学重建技术,是未来 MCL 损伤手术的方向。在当前的技术中,各自独立的精确同时重建 sMCL 和 POL 自然解剖学位置很少见。一些技术声称恢复 sMCL 和 POL 各自的解剖学位置,不准确的位置尤其多见于股骨。较常见的是使用一个单独的股骨固定点作为 sMCL 和 POL 的附着点,还有将 sMCL 胫骨附着点定位到内侧胫骨关节线远端 1.2 cm 和 6 cm。而

且,一些过时的文献可能在内侧膝重建中传播这种非解剖学重建外科技术,包括错误的识别股骨内上髁作为 sMCL 近端附着点^[32,39]并以之为股骨固定点或评估等长试验^[11,25,32,35,39-41]。此外,聚酯缝合带或人工韧带增强技术在文献中也有报道^[23,42],这些方法更简单可重复,可以避免使用自体/异体移植腱的并发症,可以通过缝线或人工韧带更精确沿自然解剖学位置分别加强或重建 sMCL 和 POL,创伤更小,恢复更快。在手术微创的将来有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] ROACH CJ,HALEY CA,CAMERON KL,et al. The epidemiology of medial collateral ligament sprains in young athletes[J]. American Journal of Sports Medicine,2014,42(5):1103-1109.
- [2] LIND M,JAKOBSEN BW,LUND B,et al. Anatomical reconstruction of the medial collateral ligament and posteromedial corner of the knee in patients with chronic medial collateral ligament instability[J]. American Journal of Sports Medicine,2009,37(6):1116-1122.
- [3] STANNARD JP,BLACK BS,AZBELL C,et al. Posteromedial corner injury in knee dislocations[J]. Journal of Knee Surgery,2012,25(5):429-434.
- [4] LIU X,FENG H,ZHANG H,et al. Surgical treatment of subacute and chronic valgus instability in multiligament-injured knees with superficial medial collateral ligament reconstruction using Achilles allografts;a quantitative analysis with a minimum 2-year follow-up[J]. American Journal of Sports Medicine,2013,41(5):1044-1050.
- [5] LAPRADE RF,WIJDICKS CA. Surgical Technique; Development of an Anatomic Medial Knee Reconstruction[J]. Clin Orthop and Relat Res,2012,470(3):806-814.
- [6] GRIFFITH CJ,LAPRADE RF,JOHANSEN S,et al. Medial knee injury:Part 1,static function of the individual components of the main medial knee structures[J]. American Journal of Sports Medicine,2009,37(9):1762-1770.
- [7] GRIFFITH CJ,WIJDICKS CA,LAPRADE RF,et al. Force measurements on the posterior oblique ligament and superficial medial collateral ligament proximal and distal divisions to applied loads[J]. American Journal of Sports Medicine,2009,37(1):140-148.
- [8] LAPRADE RF,ENGEBRETSEN AH,LY TV,et al. The anatomy of the medial part of the knee[J]. Journal of Bone & Joint Surgery American Volume,2007,89(9):2000-2010.
- [9] KURZWEIL PR,KELLEY ST. Physical examination and imaging of the medial collateral ligament and posteromedial corner of the knee[J]. Sports Medicine & Arthroscopy Review,2006,14(2):67-73.
- [10] HALINEN J,LINDAHL J,HIRVENSALO E,et al. Operative and nonoperative treatments of medial collateral ligament rupture with

- early anterior cruciate ligament reconstruction; a prospective randomized study[J]. American Journal of Sports Medicine, 2006, 34(7):1134-1140.
- [11] DONG JT, CHEN BC, MEN XQ, et al. Application of triangular vector to functionally reconstruct the medial collateral ligament with double-bundle allograft technique[J]. Arthroscopy, 2012, 28(10):1445-1453.
- [12] MARX RG, HETSRONI I. Surgical technique: medial collateral ligament reconstruction using Achilles allograft for combined knee ligament injury[J]. Clin Orthop and Relat Res, 2012, 470(3):798-805.
- [13] ZAFFAGNINI S, BIGNOZZI S, MARTELLI S, et al. Does ACL reconstruction restore knee stability in combined lesions? An in vivo study[J]. Clin Orthop Relat Res, 2007, 454(454):95-99.
- [14] RICE RS, WATERMAN BR, LUBOWITZ JH. Allograft versus autograft decision for anterior cruciate ligament reconstruction; an expected-value decision analysis evaluating hypothetical patients[J]. Arthroscopy the Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2012, 28(4):539-547.
- [15] 蒋青, 宋知非, 骆东山, 等. 内侧副韧带股骨止点深埋术治疗膝关节内侧松弛[J]. 中华创伤杂志, 2003, 19(8):455-457.
- [16] 陈德生, 闫连元, 闫明, 等. 内侧副韧带股骨止点上移术治疗膝关节内侧松弛[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2005, 20(3):200-201.
- [17] 孙强, 赵德伟. 半腱肌腱转位联合内侧副韧带股骨止点上移治疗膝关节内侧副韧带松弛[J]. 中华创伤杂志, 2005, 21(6):414-416.
- [18] CANATA GL, CHIEY A, LEONI T. Surgical Technique: Does Mini-invasive Medial Collateral Ligament and Posterior Oblique Ligament Repair Restore Knee Stability in Combined Chronic Medial and ACL Injuries? [J]. Clin Orthop and Relat Res, 2012, 470(3):791-797.
- [19] DONG J, WANG XF, MEN X, et al. Surgical Treatment of Acute Grade III Medial Collateral Ligament Injury Combined With Anterior Cruciate Ligament Injury: Anatomic Ligament Repair Versus Triangular Ligament Reconstruction [J]. Arthroscopy, 2015, 31(6):1108-1116.
- [20] BOGAERDE JMVD, SHIN E, NEU CP, et al. The superficial medial collateral ligament reconstruction of the knee: effect of altering graft length on knee kinematics and stability[J]. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy Official Journal of the Esska, 2011, 19(Suppl 1):S60-S68.
- [21] WIJDICKS CA, GRIFFITH CJ, JOHANSEN S, et al. Injuries to the medial collateral ligament and associated medial structures of the knee[J]. Journal of Bone & Joint Surgery American Volume, 2010, 92(5):1266-1280.
- [22] COOBS BR, WIJDICKS CA, ARMITAGE BM, et al. An in vitro analysis of an anatomical medial knee reconstruction[J]. Am J Sports Med, 2010, 38(2):339-347.
- [23] KITAMURA N, OGAWA M, KONDO E, et al. A novel medial collateral ligament reconstruction procedure using semitendinosus tendon autograft in patients with multiligamentous knee injuries: clinical outcomes[J]. American Journal of Sports Medicine, 2013, 41(6):1274-1281.
- [24] WAHL CJ, NICANDRI G. Single-Achilles allograft posterior cruciate ligament and medial collateral ligament reconstruction; a technique to avoid osseous tunnel intersection, improve construct stiffness, and save on allograft utilization. [J]. Arthroscopy, 2008, 24(4):486-489.
- [25] YOSHIYA S, KURODA R, MIZUNO K, et al. Medial collateral ligament reconstruction using autogenous hamstring tendons: technique and results in initial cases[J]. American Journal of Sports Medicine, 2005, 33(9):1380-1385.
- [26] ZHANG H, BAI X, SUN Y, et al. Tibial inlay reconstruction of the medial collateral ligament using Achilles tendon allograft for the treatment of medial instability of the knee. [J]. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy Official Journal of the Esska, 2014, 22(2):279-284.
- [27] ZHENG X, TONG L, WANG J, et al. Medial collateral ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone allograft for chronic medial knee instability combined with multi-ligament injuries; a new technique[J]. Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 2016, 11(1):85.
- [28] LIU H, WANG F, KANG H, et al. Anatomical reconstruction of the medial collateral ligament and the posterior oblique ligament of the knee. [J]. Acta Orthopaedica Belgica, 2012, 78(3):400-404.
- [29] DONG J, JI G, ZHANG Y, et al. Single allograft medial collateral ligament and posterior oblique ligament reconstruction; a technique to improve valgus and rotational stability[J]. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology, 2014, 24(6):1025-1029.
- [30] KOGA H, MUNETA T, YAGISHITA K, et al. Surgical management of grade 3 medial knee injuries combined with cruciate ligament injuries[J]. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy Official Journal of the Esska, 2012, 20(1):88-94.
- [31] PREISS A, GIANNAKOS A, FROSCHE KH. Minimally invasive augmentation of the medial collateral ligament with autologous hamstring tendons in chronic knee instability [J]. Oper Orthop Traumatol, 2012, 24(4/5):335-347.
- [32] DEO S, GETGOOD A. A technique of superficial medial collateral ligament reconstruction using an adjustable-loop suspensory fixation device[J]. Arthroscopy Techniques, 2015, 4(3):e261-e265.
- [33] FANG L, BING Y, GADIKOTA HR, et al. Morphology of the medial collateral ligament of the knee[J]. Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 2010, 5(1):69.
- [34] JACOBSON KE, CHI FS. Evaluation and treatment of medial collateral ligament and medial-sided injuries of the knee[J]. Sports Medicine & Arthroscopy Review, 2006, 14(2):58-66.
- [35] KIM SJ, LEE DH, KIM TE, et al. Concomitant reconstruction of the medial collateral and posterior oblique ligaments for medial instability of the knee[J]. Journal of Bone & Joint Surgery British Volume, 2008, 90(10):1323-1327.
- [36] STANNARD JP. Medial and posteromedial instability of the knee: evaluation, treatment, and results[J]. Sports Medicine & Arthroscopy Review, 2010, 18(4):263-286.