

膝关节后外侧结构损伤研究进展

叶梓鹏 徐俊杰 董士奎 蒋佳 赵金忠

摘要 膝关节后外侧结构(PLC)主要包括外侧副韧带(LCL)、腓肌肌腱(PT)和腓韧带(PFL),其中 LCL 主要维持力线稳定,PT 和 PFL 共同维持旋转稳定。PLC 损伤可导致膝关节后外侧不稳,体检可发现胫骨内翻、外旋程度增大等,MRI 检查和内翻应力 X 线检查分别对急、慢性 PLC 损伤具有诊断价值。PLC 损伤严重者应进行手术治疗,修复术和重建术分别有其适用范围。重建方式多种多样,着重恢复解剖和功能,近年来全关节镜下重建术引起关注。PLC 损伤常合并血管神经和交叉韧带损伤,及时识别和共同处理有助于改善预后。该文就 PLC 损伤研究进展作一综述。

关键词 膝关节后外侧结构;膝关节后外侧不稳;韧带损伤;重建;修复

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2020.05.005

膝关节后外侧结构(PLC)对维持膝关节旋转和力线稳定具有重要作用。各种原因导致的膝关节过伸、内翻和扭转都可能引发 PLC 损伤。研究报道,PLC 损伤发生率低于前交叉韧带(ACL)和后交叉韧带(PCL)损伤,占膝关节韧带损伤总数的 16%;PLC 单独损伤非常少见,87%的 PLC 损伤合并其他韧带损伤^[1]。膝关节后外侧解剖结构复杂且常合并损伤,导致 PLC 损伤不易诊断,而持续膝关节后外侧不稳可能引起移植物断裂、骨性内翻等不良结果。

1 PLC 解剖和生物力学

PLC 又称膝关节后外侧角,解剖学上可将其分为浅层、中层和深层,其中最重要的结构是外侧副韧带(LCL)、腓肌肌腱(PT)和腓韧带(PFL)所形成的三角稳定结构^[2]。LCL 起自股骨外上髁顶点后方,止于腓骨头外侧,主要限制胫骨内翻,以及较低屈膝角度下的胫骨外旋。PT 走行于股骨髁腓肌切迹与半月板腓肌裂隙,股骨附着点位于 LCL 远端。PFL 自 PT 发出,止于腓骨头后侧茎突,PFL 和 PT 主要限制胫骨外旋。

Liu 等^[3]分析 6 具尸腿的生物力学特征,发现随屈膝角度增大,LCL 逐渐松弛;分别施加 5 N·m 外旋扭矩和 10 N·m 内翻扭矩,LCL 最大应力均出现在屈膝 15°,且两者数值相近。Vap 等^[4]分别从后内侧向后外侧和从后外侧向后内侧的顺序切断维

持膝关节旋转稳定的结构并施加 5 N·m 旋转扭矩,发现切断同属于 PLC 的髂胫束和前外侧韧带后,外旋角度只增加不到 0.3°,而 PT 和 PFL 作为限制外旋的主要结构,切断后在屈膝 60°和 90°时外旋角度分别增加 2.7°和 2.9°。

Thaunat 等^[5]和 Domnick 等^[6]分别按不同顺序(LCL-PFL-PT-PCL 和 PCL-PFL-PT-LCL)切断维持膝关节后向和外侧稳定结构,屈膝 90°时 LCL 作为最后切断的结构可辅助限制胫骨后移和外旋,而其作为最先切断的结构只发挥限制内翻的主要作用,可见次要稳定结构通常在主要稳定结构破坏后才起辅助作用;腓肌肌腱复合体相关结构具有一定的旋转稳定作用,当它们全部从腓肌肌腱复合体上切除后,PT 几乎不能发挥限制外旋的作用。

2 PLC 损伤临床诊断

2.1 体检

PLC 损伤的体检结果包括胫骨内翻、外旋程度增大伴膝关节反张,胫骨平台外侧后移增大,反向轴移试验阳性和内翻步态等,通常在屈膝 30°时症状最明显。根据内翻、外旋试验偏移角度,可将严重程度分为 I°、II°、III°。Ellera Gomes 等^[7]改进原先需分别检查双膝的内翻应力试验,提出“蛙腿试验”,患者平卧位屈膝 90°双足底相对,医生双手触诊膝关节外侧间隙,明显增大的一侧提示存在 PLC 损伤,其灵敏度和特异度分别达到 91.7%和 94.5%。Branch 等^[8]对比人工与机器人系统,发现 LCL 损伤所致的内翻不稳在体检中易被认为外翻增大而误诊为内侧副韧带损伤,应根据胫骨后移、外移量进行

作者单位:200233, 上海交通大学附属第六人民医院运动医学科

通信作者: 赵金忠 E-mail: jzzhao@sjtu.edu.cn

判断,机器人系统测量的数据有助于得出可靠结论。

2.2 影像学检查

PLC 损伤的影像学检查主要包括 MRI 检查和内翻应力 X 线检查。Kane 等^[9]分析 232 例 PLC 损伤患者的影像学资料,发现 MRI 检查对急性 PLC 损伤灵敏度更高,而内翻应力 X 线检查对慢性 PLC 损伤灵敏度更高,两者可结合运用。

PLC 损伤时,MRI 检查表现为 PDWI 等序列高信号,MRI 检查尤其适用于合并交叉韧带损伤的 PLC 损伤,但当其作为独立诊断工具时准确率并不高,需结合体检等结果综合判断。Bonadio 等^[10]分析 33 例 PLC 损伤手术患者的 MRI 检查结果,发现 MRI 检查对 LCL 和 PT 损伤的灵敏度分别为 57.58% 和 24.24%。Choi 等^[11]研究发现,正常人群中亦存在 PLC 异常增厚和信号异常,膝关节骨性内翻时 LCL 影像学异常率更高,易导致假阳性。Ahn 等^[12]研究发现,3D MRI 检查可靠性高于 2D MRI 检查,并提出 3D MRI 检查中的“腓骨帽征”作为预测 PLC 损伤的指征,其灵敏度和特异度分别达到 65% 和 96%。

既往临床上基于内翻应力 X 线检查测量屈膝 20° 时股骨外侧髁最远端至胫骨平台距离,根据其双侧差值(SSD)的不同临界点区分单独 LCL 损伤和 I°~III° PLC 损伤,但对由体外试验所确定的临界点可靠性尚存疑。Kane 等^[13]回顾 98 例行 LCL 重建但 PT、PFL 完好的内翻应力 X 线检查影像学资料,分别用 3 种方法测量膝关节外侧间隙,发现用外侧胫骨平台中点垂线的方法误差最小且可重复性强,此方法 SSD 平均值为 2.0 mm,同时指出平均值作为阈值会导致漏诊。

3 PLC 损伤治疗方法

3.1 治疗决策

目前 PLC 损伤的治疗方案大体由损伤严重程度决定,一般认为对功能要求较低的 I°、II° PLC 损伤患者可采用非手术治疗,而功能要求较高的 II° PLC 损伤以及 III° PLC 损伤患者需要手术治疗^[14]。

PLC 损伤手术主要包括 PLC 修复术和重建术。Black 等^[15]的系统评价显示,急性(小于 3 周) PLC 损伤修复术失败率(39%)显著高于急、慢性 PLC 损伤重建术(8%)。McCarthy 等^[16]和 Westermann 等^[17]分别对 26 例和 34 例 PLC 伴或不伴 ACL 损伤行回顾性和前瞻性队列研究,发现 PLC 修复术与重建术后国际膝关节评分委员会

(IKDC)评分和失败率均无显著差异,采用 PLC 修复术的多为远端附着点撕脱的急性韧带撕裂,而对多韧带损伤、损伤超过 3 周及软组织状况不佳者推荐 PLC 重建术,可见对手术方式的恰当决策可以使两者达到同样效果。

3.2 重建方式

目前主流的 PLC 重建方式是开放性手术建立隧道,可选用自体、异体 PLC 附近保留附着点的肌腱或其他肌腱,尚无公认的最优方法。常用的手术方式有:Larson 等基于单个腓骨隧道肌腱悬吊法重建 LCL 和 PFL;Arciero 等在其基础上改为双股骨隧道,增加腓骨界面螺钉以在不同屈膝角度下固定两部分移植物;Laprade 等基于胫骨和腓骨隧道用 2 根移植物重建 PLC 3 个主要结构(PFL 跨上胫腓关节);Yoon 等结合腓骨悬吊法与胫骨隧道法重建 PLC(PFL 跨胫股关节);Versaille 等采用单根游离肌腱“Y”型成角重建 PLC。

完好的 PT 的静态稳定作用主要依靠各附着结构,但功能重建的 PT 可单独限制旋转不稳。Zhang 等^[18]的生物力学研究显示,跨胫股关节重建 PFL 后旋转稳定性完全恢复,而 PT 联合 PFL 重建则过度限制外旋。van Gennip 等^[19]对 27 例 PCL 损伤患者的队列研究表明,Larson 法和 Laprade 法重建后膝关节评分均显著提高,内翻应力 X 线片上患侧外侧间距仍高于正常侧,两种方法无显著性差异。Treme 等^[20]对比同样使用腓骨界面螺钉的 Arciero 法和 Laprade 法,两种方法术后膝关节对抗内翻和外旋作用均完全恢复。Yoon 等^[21]对 20 例 PLC 损伤患者的队列研究显示,同样使用分叉跟腱,Yoon 法和 Laprade 法在术后膝关节评分、内翻应力 X 线检查中无显著性差异,但 Yoon 法对抗外旋不稳能力稍弱于 Laprade 法。Serbino Junior 等^[22]用半腱肌和股薄肌替换跟腱,采用 Laprade 法重建 PLC,结果未能完全恢复旋转稳定性。Miyatake 等^[23]采用 Larson 法进行两股与四股解剖重建,结果显示四股解剖重建可以完全恢复旋转稳定性,但两股解剖重建则不能完全恢复旋转稳定性。这些研究提示,相比手术方式,移植物强度和固定方法可能对 PLC 重建效果更为重要。

3.3 关键解剖点定位

各种 PLC 重建方法都重视复原其在股骨和腓骨上的附着点,以尽可能接近解剖重建。Lee 等^[24]研究发现,单个腓骨隧道同时通过 LCL 和 PFL 足

印区中心时,其隧道深度平均只有 1.8 mm,而通过 LCL 足印区前下界和 PFL 足印区后下界的隧道深度可达 6.4 mm,该方法建立的腓骨隧道更为可靠。PT 与 LCL 在股骨外上髁附着点相距平均不到 10 mm。Selim^[25] 提出,采用 graft-to-graft 方式制备移植术后用单个股骨隧道完成 ACL 和 PLC 重建,将常规的股骨外侧髁 3 条隧道减少到 1 条,可减少骨质破坏并增加移植稳定性。

相比之下,由于完整腓肌肌腱复合体无法解剖重建,PT 重建的胫骨附着点并非自然解剖点,一般定位在腓肌肌肉-肌腱交界处。Krause 等^[26] 分析 30 例腓肌完整的 MRI 影像,将胫骨隧道定位点描述为过腓骨头尖端的水平线与过腓骨头内侧缘的垂直线的交点(误差不超过 1 mm),该点距外侧半月板下缘 12.70 mm,距血管神经束外侧缘 8.68 mm。

3.4 关节镜手术

近年来有研究报道,相对于开放性手术,关节镜下 PLC 重建术有同样的成功率,并具有减小软组织损伤、解剖点定位精确、保护腓神经、可同时重建交叉韧带等优势。Frosch 等^[27] 报道了关节镜下 PT 重建法,建立 6 个入路,用钩型 PCL 重建定位器建立胫骨隧道,该方法尤其适用于 Fanelli A 型 PLC 损伤。Li 等^[28] 对分别进行开放性手术与关节镜下 PT 重建术的 38 例 Fanelli A 型 PLC 损伤患者进行队列研究,术后两组膝关节评分、体检、内翻应力 X 线检查均无显著性差异。Frings 等^[29] 基于上述方式提出全关节镜下完成 PLC 解剖重建(适用 Fanelli B 型和 C 型 PLC 损伤)。

4 PLC 损伤并发症处理

4.1 毗邻结构损伤

急性 PLC 损伤中,腓神经损伤发生率达 26.2%,除完全断裂外均有恢复可能性^[30],故应及时检查并发的血管神经损伤,避免发生骨筋膜室综合征和神经失用,同时应检查是否合并胫骨平台后外侧骨折,避免力线变化导致 PLC 重建术后残余内翻不稳^[31]。Freychet 等^[32] 选取 PLC 合并血管、神经、半月板、关节软骨损伤,分期(一期先行血管神经等修复)与同期重建 PLC 病例各 20 例,发现两组术后膝关节评分无显著性差异。

4.2 力线不稳

对于慢性Ⅲ°PLC 损伤,必须检查下肢站立位力线,并对内翻严重者优先进行矫正。目前多采用胫骨高位截骨矫形术和 PLC 重建分期手术治疗力线不稳,

采用 PLC 重建分期手术时视一期手术后是否有残余不稳决定二期手术的必要性。Hinckel 等^[33] 研究发现,在屈膝 0°、30°时,相比于正常力线,膝关节 5°内翻可分别导致 ACL 应力增加 68%和 264%,LCL 应力增加 19 倍和 38 000 倍。Tischer 等^[34] 的系统评价显示,内翻力线未矫正与 PLC、PCL 重建失败正相关,而对采用开放性楔形截骨的患者无论是否行韧带重建,都能提高膝关节稳定性,PLC 单独损伤的患者大多无需再行二期重建。Helito 等^[35] 研究发现,同期截骨联合 PLC 重建术可行且术后功能恢复良好,对于内翻严重、运动功能要求高的年轻患者可予以考虑。

4.3 多发韧带损伤

PLC 损伤多合并交叉韧带损伤,由于交叉韧带同样利于旋转稳定性,增加了 PLC 损伤诊断难度,被忽略的后外侧不稳易导致重建的交叉韧带因应力过大而再次断裂。Kang 等^[36] 利用动态影像学资料测算出在步态周期和下蹲过程中 PLC 损伤均会显著增加 ACL 和 PCL 负荷,且下蹲状态的 PCL 负荷增加较大。因此,诊断交叉韧带损伤时应关注 PLC 状态。ACL 损伤中 PLC 损伤发生率为 20%^[37],而在 PCL 损伤中 PLC 损伤发生率可达 60%~80%。Lee 等^[38] 的诊断试验表明,PCL 损伤会导致 PLC 损伤程度低估,体检中解除胫骨向后半脱位状态有助于正确评估。

PLC 损伤可见于严重创伤所致的膝关节脱位、多发韧带损伤患者,导致多向不稳,其最佳手术方案尚未达成共识,目前提倡一期恢复 PCL 和内、外侧副韧带功能,二期重建 ACL。Jiang 等^[39] 对 153 例膝关节脱位的Ⅲ°PLC 损伤患者进行系统评价,结果显示分期手术后 IKDC 评分良好率显著高于早期手术(损伤后 3 周内)和延期手术,而早期手术与延期手术 IKDC 评分无显著性差异。Vicenti 等^[40] 的系统评价则得出,多发韧带损伤患者早期手术临床结局优于延期手术。Moatshe 等^[41] 在 10 具尸腿上分别采用不同固定顺序研究其对术后功能的影响,发现先固定 PLC,内旋增加最多,而先固定 ACL,会增加胫骨后移,因此推荐在单期重建中按照 PCL-ACL-PLC 顺序固定各移植植物。

5 结语

随着对 PLC 损伤的深入研究,既往因不重视 PLC 功能恢复所造成的治疗失败逐渐减少,现已达成膝关节后外侧不稳的诊疗共识^[42]。近年来的研

究主要关注 PLC 各组成结构及 PLC 与其他膝关节稳定结构如何发挥协同作用、如何进一步提高 PLC 损伤诊断准确率、在 PLC 单独及合并损伤中如何调整手术方式和步骤以提高膝关节总体稳定性等。

参 考 文 献

- [1] Nannaparaju M, Mortada S, Wiik A, et al. Posterolateral corner injuries: epidemiology, anatomy, biomechanics and diagnosis[J]. *Injury*, 2018, 49(6): 1024-1031.
- [2] Porrino J, Sharp JW, Ashimolowo T, et al. An update and comprehensive review of the posterolateral corner of the knee [J]. *Radiol Clin North Am*, 2018, 56(6): 935-951.
- [3] Liu P, Wang J, Xu Y, et al. In situ forces and length patterns of the fibular collateral ligament under controlled loading: an in vitro biomechanical study using a robotic system[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(4): 1018-1025.
- [4] Vap AR, Schon JM, Moatshe G, et al. The role of the peripheral passive rotation stabilizers of the knee with intact collateral and cruciate ligaments: a biomechanical study[J]. *Orthop J Sports Med*, 2017, 5(5): 2325967117708190.
- [5] Thaunat M, Pioeger C, Chatellard R, et al. The arcuate ligament revisited: role of the posterolateral structures in providing static stability in the knee joint[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2014, 22(9): 2121-2127.
- [6] Domnick C, Frosch KH, Raschke MJ, et al. Kinematics of different components of the posterolateral corner of the knee in the lateral collateral ligament-intact state: a human cadaveric study[J]. *Arthroscopy*, 2017, 33(10): 1821-1830.
- [7] Ellera Gomes JL, Leie MA, Ramirez E, et al. Frog-leg test maneuver for the diagnosis of injuries to the posterolateral corner of the knee: a diagnostic accuracy study[J]. *Clin J Sport Med*, 2016, 26(3): 216-220.
- [8] Branch TP, Stinton SK, Siebold R, et al. Assessment of knee laxity using a robotic testing device: a comparison to the manual clinical knee examination[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25(8): 2460-2467.
- [9] Kane PW, DePhillipo NN, Cinque ME, et al. Increased accuracy of varus stress radiographs versus magnetic resonance imaging in diagnosing fibular collateral ligament Grade III tears[J]. *Arthroscopy*, 2018, 34(7): 2230-2235.
- [10] Bonadio MB, Helito CP, Gury LA, et al. Correlation between magnetic resonance imaging and physical exam in assessment of injuries to posterolateral corner of the knee[J]. *Acta Ortop Bras*, 2014, 22(3): 124-126.
- [11] Choi JY, Chang CB, Kim TK, et al. Magnetic resonance imaging findings of the lateral collateral ligament and popliteus tendon in symptomatic knees without instability [J]. *Arthroscopy*, 2015, 31(4): 665-672.
- [12] Ahn SJ, Jeong YM, Lee BG, et al. Using three-dimensional isotropic SPACE MRI to detect posterolateral corner injury of the knee[J]. *Acta Radiol*, 2016, 57(10): 1251-1260.
- [13] Kane PW, Cinque ME, Moatshe G, et al. Fibular collateral ligament: varus stress radiographic analysis using 3 different clinical techniques[J]. *Orthop J Sports Med*, 2018, 6(5): 2325967118770170.
- [14] Shon OJ, Park JW, Kim BJ. Current concepts of posterolateral corner injuries of the knee[J]. *Knee Surg Relat Res*, 2017, 29(4): 256-268.
- [15] Black BS, Stannard JP. Repair versus reconstruction in acute posterolateral instability of the knee [J]. *Sports Med Arthrosc Rev*, 2015, 23(1): 22-26.
- [16] McCarthy M, Ridley TJ, Bollier M, et al. Posterolateral knee reconstruction versus repair[J]. *Iowa Orthop J*, 2015, 35: 20-25.
- [17] Westermann RW, Marx RG, Spindler KP, et al. No difference between posterolateral corner repair and reconstruction with concurrent ACL surgery: results from a prospective multicenter cohort [J]. *Orthop J Sports Med*, 2019, 7(7): 2325967119861062.
- [18] Zhang H, Zhang J, Liu X, et al. In vitro comparison of popliteus tendon and popliteofibular ligament reconstruction in an external rotation injury model of the knee: a cadaveric study evaluated by a navigation system[J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(9): 2136-2142.
- [19] van Gennip S, van der Wal WA, Heesterbeek PJ, et al. Posterolateral corner reconstruction in combined injuries of the knee: improved stability with Larson's fibular sling reconstruction and comparison with LaPrade anatomical reconstruction[J]. *Knee*, 2020, 27(1): 124-131.
- [20] Treme GP, Salas C, Ortiz G, et al. A biomechanical comparison of the Arciero and LaPradereconstruction for posterolateral corner knee injuries[J]. *Orthop J Sports Med*, 2019, 7(4): 2325967119838251.
- [21] Yoon KH, Lee SH, Park SY, et al. Comparison of anatomic posterolateral knee reconstruction using 2 different popliteofibular ligament techniques[J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(4): 916-921.
- [22] Serbino Junior JW, Albuquerque RF, Pereira CA, et al. Posterolateral anatomical reconstruction restored varus but not rotational stability: a biomechanical study with cadavers [J]. *Knee*, 2015, 22(6): 499-505.
- [23] Miyatake S, Kondo E, Tsai TY, et al. Biomechanical comparisons between 4-strand and modified Larson 2-strand procedures for reconstruction of the posterolateral corner of the knee[J]. *Am J Sports Med*, 2011, 39(7): 1462-1469.
- [24] Lee YS, Cho JH, Lee MC, et al. Can anatomic posterolateral corner reconstruction using a fibular tunnel restore fibular footprints of the posterolateral complex? A cadaveric study[J]. *Arthroscopy*, 2020, 36(5): 1355-1362.
- [25] Selim NM. Combined anterior cruciate ligament and

- posterolateral corner reconstruction by hamstring tendon autografts through a single femoral tunnel by graft-to-graft suspension and fixation[J]. *Arthrosc Tech*, 2018, 7(5): e557-e567.
- [26] Krause M, Akoto R, Drenck TC, et al. Posterolateral rotatory knee instability-MRI evaluation of anatomic landmarks for tibial drill tunnel placement in open and arthroscopic popliteus tendon reconstruction[J]. *J Knee Surg*, 2019, 32(7): 667-672.
- [27] Frosch KH, Akoto R, Drenck T, et al. Arthroscopic popliteus bypass graft for posterolateral instabilities of the knee: a new surgical technique[J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2016, 28(3): 193-203.
- [28] Li Y, Zhang H, Zhang J, et al. The clinical outcome of arthroscopic versus open popliteal tendon reconstruction combined with posterior cruciate ligament reconstruction in patients with type A posterolateral rotational instability[J]. *Arthroscopy*, 2019, 35(8): 2402-2409.
- [29] Frings J, Kolb JP, Drenck TC, et al. Anatomic reconstruction of the posterolateral corner: an all-arthroscopic technique[J]. *Arthrosc Tech*, 2019, 8(2): e153-e161.
- [30] Ridley TJ, McCarthy MA, Bollier MJ, et al. The incidence and clinical outcomes of peroneal nerve injuries associated with posterolateral corner injuries of the knee[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(3): 806-811.
- [31] Li X, Song G, Li Y, et al. The “diagonal” lesion: a new type of combined injury pattern involving the impingement fracture of anteromedial tibial plateau and the injury of posterior cruciate ligament and posterolateral corner[J]. *J Knee Surg*, 2020, 33(6): 616-622.
- [32] Freychet B, Kennedy NI, Sanders TL, et al. No difference between single and staged posterolateral corner surgical procedures in the multiligament injured/dislocated knee[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28(7): 2170-2176.
- [33] Hinckel BB, Demange MK, Gobbi RG, et al. The effect of mechanical varus on anterior cruciate ligament and lateral collateral ligament stress: finite element analyses [J]. *Orthopedics*, 2016, 39(4): e729-e736.
- [34] Tischer T, Paul J, Pape D, et al. The impact of osseous malalignment and realignment procedures in knee ligament surgery: a systematic review of the clinical evidence[J]. *Orthop J Sports Med*, 2017, 5(3): 2325967117697287.
- [35] Helito CP, Sobrado MF, Giglio PN, et al. Posterolateral reconstruction combined with one-stage tibial valgus osteotomy: technical considerations and functional results [J]. *Knee*, 2019, 26(2): 500-507.
- [36] Kang KT, Koh YG, Nam JH, et al. Biomechanical evaluation of the influence of posterolateral corner structures on cruciate ligaments forces during simulated gait and squatting[J]. *PLoS One*, 2019, 14(4): e0214496.
- [37] Temponi EF, de Carvalho Júnior LH, Saithna A, et al. Incidence and MRI characterization of the spectrum of posterolateral corner injuries occurring in association with ACL rupture[J]. *Skeletal Radiol*, 2017, 46(8): 1063-1070.
- [38] Lee HJ, Park YB, Ko YB, et al. The necessity of clinical application of tibial reduction for detection of underestimated posterolateral rotatory instability in combined posterior cruciate ligament and posterolateral corner deficient knee[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(10): 3062-3069.
- [39] Jiang W, Yao J, He Y, et al. The timing of surgical treatment of knee dislocations: a systematic review[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(10): 3108-3113.
- [40] Vicenti G, Solarino G, Carrozzo M, et al. Major concern in the multiligament-injured knee treatment: a systematic review[J]. *Injury*, 2019, 50(Suppl 2): S89-S94.
- [41] Moatshe G, Chahla J, Brady AW, et al. The influence of graft tensioning sequence on tibiofemoral orientation during bicruciate and posterolateral corner knee ligament reconstruction: a biomechanical study[J]. *Am J Sports Med*, 2018, 46(8): 1863-1869.
- [42] Chahla J, Murray IR, Robinson J, et al. Posterolateral corner of the knee: an expert consensus statement on diagnosis, classification, treatment, and rehabilitation[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(8): 2520-2529.

(收稿:2020-04-18)

(本文编辑:卢千语)