

膝关节后外侧角损伤研究进展

吴明凡 江淮 郑权 陈学周 邵松 孙良业

摘要 膝关节后外侧角(PLC)是膝关节重要的动力性与静力性稳定结构,生物力学研究显示其在限制膝内翻、胫骨外旋与后坠等方面起重要作用。PLC解剖结构复杂,主要包括腓侧副韧带、腓侧韧带、腓肌及腓肌腱、豆腓韧带、弓状韧带等一系列的韧带样结构。忽视或延误 PLC 损伤的治疗将导致患者出现膝关节不稳,甚至其他韧带结构手术重建的失败。膝关节体格检查是诊断 PLC 损伤的关键。对于 A 型和部分 B 型 PLC 损伤患者可采用非手术治疗,孤立性或伴发性 C 型 PLC 损伤、非手术治疗失败的患者则需要手术治疗。根据损伤类型不同,手术方式可采用直接修复、邻近肌腱转位加强术、游离肌腱移植重建等。

关键词 膝关节后外侧角;腓侧副韧带;腓侧韧带;重建

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2021.05.006

膝关节后外侧角(PLC)是维持膝关节后外侧稳定性的重要结构,由膝关节后外侧的肌腱、韧带、关节囊共同组成。PLC 损伤占膝关节损伤的 2%~9%^[1],常同时伴交叉韧带、半月板损伤^[2]。与前、后交叉韧带撕裂相关的 PLC 损伤发生率较高^[3]。对于交叉韧带合并 PLC 损伤的联合损伤,若单纯行交叉韧带重建而忽略对 PLC 损伤的处理,会使膝关节稳定性难以有效恢复。研究表明,PLC 结构断裂或缺失可造成严重的胫骨外旋、胫骨后移、膝关节内翻^[4],过度外旋可能引起非正常的膝关节前后松弛以及交叉重建术后临床结果不佳^[5]。慢性膝关节后外侧不稳定可改变膝关节的生物力学行为,增加原有交叉韧带及重建韧带的张力,加速关节软骨磨损,引起慢性疼痛和过早的膝关节骨关节炎^[6]。由于解剖的复杂性和诊断的不确定性,PLC 损伤易被忽视,但随着对 PLC 解剖和生物力学的了解增加,以及物理检查和影像学检查技术的进步,PLC 损伤的诊断能力不断得到提高。本文对 PLC 损伤的诊断和治疗进展进行综述。

1 解剖与生物力学

1.1 解剖学研究

PLC 是维持膝关节后外侧稳定的静力性与动力性结构的统称,其可对抗胫骨的外旋和后移以及膝关节的内翻和过伸。静力性结构包括腓侧副韧带、豆腓韧带、弓状韧带、腓侧韧带、后外侧关节囊

等,动力性结构包括髂胫束、股二头肌肌腱、腓肠肌外侧头、腓肌-肌腱复合体等。其中,腓侧副韧带、腓肌-肌腱复合体、腓侧韧带组成稳定的三角形结构,是对抗膝内翻和胫骨外旋最重要的结构。腓侧副韧带是一种韧带结构,起源于股骨外上髁近端 1.4 mm 和后端 3.1 mm 的凹陷,插入腓骨头前缘向后 8.2 mm 处,平均长度约 7 cm,位于髂胫束浅层下。腓侧副韧带作为膝关节内翻应力的主要对抗结构,在轻度屈曲时可帮助对抗外旋扭力^[7]。腓肌-肌腱复合体斜行于胫骨后内侧,向外侧移行为腱性结构,其股骨止点位于股骨外侧髁关节软骨表面的后面,该插入点与腓侧副韧带插入点之间的平均距离为 18.5 mm。腓侧韧带是 PLC 的恒定结构,起源于腓肌-肌腱连接处,插入腓骨头后内侧,在膝关节屈伸活动中始终维持张力。腓肌-肌腱复合体和腓侧韧带均有助于维持膝关节的外旋稳定性。

PLC 的组成还含有其他结构。髂胫束为较厚的筋膜结构,起源于髂前上棘和髂嵴外唇,插入胫骨外侧的 Gerdy 结节处。其位于阔筋膜张肌表面,紧靠皮下组织之下,覆盖所有 PLC 的股骨附着体。髂胫束并非真正的后外侧结构,当屈膝小于 40° 时其主要走行于膝关节前外侧,维持前外侧的稳定性,仅当屈膝大于 40° 时才滑向膝关节后外侧。股二头肌长头腱可分为连接腓骨头后外侧的直臂和扇型包绕腓侧副韧带远侧 1/4 的前臂。股二头肌走行于膝关节后外侧,主要功能是屈曲膝关节,仅在膝关节伸直时对维持后外侧稳定性具有一定作用。PLC 复合

体中位于最后侧的是连接于股骨外侧髁上嵴的腓肠肌外侧头。在 PLC 重建手术中腓肠肌是重要标志,在胫骨隧道钻孔时,必须切开后外侧关节囊并将腓肠肌外侧头向内侧牵拉,以便放置牵开器保护神经血管束。半月板腓骨韧带是被研究较少的 PLC 结构,它自外侧半月板下外侧边缘延伸到腓骨头,位于腓肌肌腱前面,属于 PLC 解剖结构的深层^[8]。半月板腓骨韧带有助于稳定外侧半月板^[9]。

1.2 生物力学研究

PLC 的完整性对于避免膝关节的外侧间隙张开与内侧过载至关重要。由于股骨外侧凸髁与胫骨外侧凸平台缺乏整合,且外侧半月板具有较高的可移动性,膝关节外侧存在先天不稳定性。在正常膝关节中,胫骨后移主要由后交叉韧带控制,但 PLC 在膝关节屈曲早期起次要约束作用^[10]。与单纯后交叉韧带损伤相比,PLC 和后交叉韧带联合损伤时胫骨后移显著增加。腓侧副韧带是内翻应力的主要拮抗结构,PLC 损伤时,腓侧副韧带保持完整则不会发生内翻。合并腓肌复合体损伤的腓侧副韧带损伤与孤立的腓侧副韧带损伤相比,内翻间隙增大更为明显。PLC 的另一重要功能是控制膝关节外旋。Vap 等^[11]进行生物力学研究,分别从后内向后外及后外向后内两个方向切断膝关节周围的稳定结构,研究结果证实,PLC 中的腓肌复合体和腓腓韧带是控制外旋的主要结构。腓肌复合体被认为是抑制膝关节外旋最主要的因素,但 LaPrade 等^[12]的生物力学研究发现,腓侧副韧带在膝关节屈曲早期承受了比腓肌复合体更高的外旋力矩。

理解 PLC 复杂的解剖学结构和生物力学变化对 PLC 损伤的诊断和治疗至关重要。

2 体格检查与影像学检查

准确评估 PLC 损伤非常重要,诊断和治疗 PLC 损伤不及时可导致膝关节不稳定以及其他韧带结构重建失败。PLC 损伤患者通常有机动车事故和运动损伤相关的急性创伤史,伸膝时作用于胫骨前内侧的暴力是最常见损伤机制。急性损伤病例中关节线处的疼痛、瘀斑、肿胀,以及无法行走是主要症状。慢性损伤患者易出现关节不稳感和内甩步态,患者大多不能跑步,或上楼梯时出现打软腿症状。

2.1 体格检查

对膝关节应进行详细检查,以评估关节的活动范围和稳定性,并寻找可能的伴随损伤。用于评估膝关节后外侧不稳定性特殊试验包括内翻应力试

验、后外侧抽屉试验、胫骨外旋试验、反向轴移试验和外旋反屈试验。

内翻应力试验应在膝关节伸直和屈膝 30°位分别进行。检查者将手指放于关节线处,评估相对于对侧膝关节的关节线开口,根据开口程度分为:Ⅰ度,开口为 0~5 mm;Ⅱ度,开口为 5~10 mm;Ⅲ度,开口大于 10 mm。屈膝 30°位检查存在内翻不稳而伸直位稳定,提示孤立性腓侧副韧带损伤;屈膝 30°位和伸直位检查均存在不稳提示严重的 PLC 损伤,损伤包括腓侧副韧带、后外侧关节囊韧带、腓肌腱和髁胫束浅层等,可能伴有交叉韧带损伤。

蛙腿试验是内翻应力试验的辅助检查,对检测 PLC 损伤具有较高敏感性(91.7%)和特异性(94.5%),有助于 PLC 损伤的诊断。结合蛙腿试验,内翻应力试验的敏感性可由 83.3%提高至 90.0%^[13]。在蛙腿试验中,股骨外侧旋转的同时脚底旋转,使胫骨处于相对的内旋位置,此时应力仅作用于腓侧副韧带,无法对腓肌腱复合体和腓腓韧带施压,因此适合于诊断孤立的腓侧副韧带损伤,而不是完全的 PLC 损伤^[14]。

后外侧抽屉试验阳性为外侧胫骨平台相对于股骨外髁的外旋,这意味着后外侧复合体损伤。然而该试验假阴性率较高,合并后交叉韧带损伤的患者存在胫骨后坠,使后外侧抽屉试验可能变微弱,不易观察到外侧胫骨平台相对于股骨外髁的外旋。

胫骨外旋试验应分别在屈膝 30°和屈膝 90°位进行,将患侧与健侧对比,胫骨外旋角度增大 10°以上为阳性。胫骨外旋试验若在屈膝 30°位阳性而屈膝 90°位阴性,则提示单纯的 PLC 损伤;若屈膝 30°和屈膝 90°位均为阳性,则提示后交叉韧带合并 PLC 损伤^[15]。

反向轴移试验在正常人膝关节中有 35%的阳性率,因此健侧阴性者出现患侧阳性才有临床意义。检查时患者取仰卧位,膝关节屈曲至 90°,在外翻和外旋力作用下,同时缓慢伸直膝关节。如果存在 PLC 损伤,应力可导致胫骨平台后外侧半脱位,当膝关节屈曲约 30°时,髁胫束牵拉胫骨突然复位。由于该试验假阳性率较高,不建议单独使用进行诊断,需要结合其他检查方法进行评估。

外旋反屈试验阳性表现为与健侧对比患侧膝关节出现内翻、过伸、外旋。单纯 PLC 损伤表现为弱阳性,若表现为明显内翻过伸,提示 PLC 损伤合并交叉韧带损伤。

2.2 影像学检查

常规 X 线检查可观察关节间隙异常及伴随的撕脱骨折。PLC 损伤在 X 线片上可表现为外侧关节间隙增宽,可伴有腓骨头骨折、Gerdy 结节撕脱骨折、胫骨平台外侧关节囊撕脱骨折(Segond 骨折)。Segond 骨折通常提示前交叉韧带损伤,但也常出现于 PLC 损伤患者中。内翻应力位 X 线片则提供了一种可重复测量膝关节间隙的方法,有助于客观记录损伤程度^[1]。慢性损伤患者还应拍摄负重位下肢全长正位 X 线片,用于重建前评估是否需要截骨以纠正内外翻畸形。

磁共振成像(MRI)检查是发现 PLC 损伤的有效方法^[16],对髌胫束、股二头肌肌腱、腓侧副韧带和腓肌腱的显示率均在 80% 以上^[17]。MRI 对于腓肌腱及其股骨止点处的损伤可以较好显示,然而腓肌腹或肌腹-肌腱交界处损伤则显示困难,这也是造成 PLC 损伤漏诊的重要原因。而腓侧副韧带在未受伤膝也不易很好地显示,故应用 MRI 检查评估 PLC 损伤时,其作用不如膝关节其他韧带样结构^[18]。

3 治疗

PLC 损伤的治疗原则取决于损伤分级,损伤为急性或慢性,以及有无伴发损伤。有学者创建了一个描述旋转不稳定性的分类系统,根据体格检查结果将 PLC 损伤分为 3 度:A 型,主要为旋转不稳定(腓肌腱、腓侧副韧带撕裂);B 型,旋转不稳定伴轻度内翻不稳(腓肌腱、腓侧副韧带、腓侧副韧带的损伤,多见于孤立的后交叉韧带损伤);C 型,明显内翻不稳,外旋不稳定(PLC 结构完全中断,多伴有交叉韧带损伤)^[19]。对于 PLC 损伤 A 型和部分 B 型患者,采用非手术治疗取得了良好的临床结果。而 C 型患者采用非手术治疗则可出现持续性不稳定和后期退行性关节炎改变^[20]。手术治疗一般用于孤立性或伴发性 C 型 PLC 损伤、非手术治疗失败的患者。于损伤急性期修复或可避免力线不良者后续的截骨矫形。对于肌腱起止点的腓侧副韧带和腓侧副韧带损伤患者可在 2~3 周内修复,3 周后解剖结构不清,几乎难以再修复。对难以修复的急、慢性损伤患者必须进行韧带重建。

3.1 邻近肌腱转位

对于不完全的 PLC 损伤,可利用邻近肌腱组织(股二头肌肌腱、髌胫束等)转位进行重建。许多学者对此进行了有益尝试。Clancy 的股二头肌肌腱转位术是经典的膝后外侧结构加强方法,该方法保

留股二头肌肌腱在腓骨的附着,将近端适度游离后固定于股骨外上髁,重建了腓侧副韧带限制内翻的作用。这种重建方式能够明显增强膝关节外侧稳定性,但是其对膝关节外侧结构的过度紧缩会造成一定程度不适,同时该方法完全牺牲了股二头肌肌腱原有的动态稳定功能^[21]。赵金忠等^[22]采用股二头肌肌腱重建 PLC 的 3 组结构,包括利用后侧半肌腱条重建腓侧副韧带和腓肌腱,以及利用前侧半肌腱条重建腓侧副韧带,该方法取得了满意的临床疗效。

3.2 游离肌腱重建

PLC 损伤大多为严重膝关节损伤,股二头肌肌腱和髌胫束为后外侧结构的组成部分,其被切取后会使得不稳定的膝关节进一步失稳。此外,部分患者的股二头肌肌腱和髌胫束可能同时损伤而无法利用,此时需要进行游离肌腱(自体腓绳肌腱、自体腓骨长肌腱、异体肌腱等)移植重建^[23]。依据是否重建腓肌腱,手术可分为基于腓骨的重建和基于胫、腓骨的重建^[24]。

Larson 技术和 Arciero 技术为基于腓骨重建的技术,两种技术均重建了 PLC 三组结构中的腓侧副韧带和腓侧副韧带。Larson 技术是非解剖重建方式,其使用移植肌腱重建腓侧副韧带和腓侧副韧带,并将移植体固定于股骨外髁等距点,形成一个三角形单平面稳定结构^[25]。吴明凡等^[26]采用 Larson 术式重建 18 例患者的 PLC,术后患者膝关节的稳定性提高,膝关节功能评分优良,均获得满意的临床疗效。Arciero 技术为解剖重建腓侧副韧带和外侧副韧带在股骨外髁的止点,可形成一个“8”字交叉稳定结构,可以较好地恢复膝内翻和胫骨外旋稳定性^[27]。

2004 年,LaPrade 等^[28]发表了基于 PLC 解剖重建的生物力学研究结果。他们在 10 具尸体标本上采用胫骨和腓骨联合重建技术,分别利用 2 个同种异体跟腱重建 PLC 的腓侧副韧带、腓肌腱和腓侧副韧带三组结构。他们的研究表明,在任何屈曲角度下,重建的膝关节与完好膝关节在膝内翻和胫骨外旋方面均无显著差异。国内学者基于中国人股骨外髁较小的特点对 LaPrade 术式进行改良,使用股骨单隧道固定取得满意的临床疗效^[29-30]。

许多学者对以上两种重建技术进行了比较。Treme 等^[31]对 Arciero 技术和 LaPrade 技术进行对比研究发现,两者在恢复膝内翻和胫骨外旋稳定性上无差异。van Gennip 等^[32]的研究发现,采用 Larson 技术与 LaPrade 技术重建后,患者在功能和

影像学结果上均无差异。

腓肌腱重建与否是目前争论的焦点。一些学者认为,腓肌腱这一动力性结构无法通过静态移植重建而恢复,重建的腓肌腱可能影响膝关节伸屈过程中胫骨的旋转,从而造成膝关节活动受限。Nau等^[33]的研究显示,Arciero技术和LaPrade技术均可将膝关节内翻和外旋恢复至接近正常水平,但LaPrade技术可造成膝关节屈曲过程中胫骨的异常内旋。

3.3 微创术式应用

传统手术方式的手术切口为后外侧弧形大切口,为减少创伤许多学者倾向于行微创手术,然而无监视微创手术有损伤腓总神经的风险^[34]。近年随着关节镜技术的进步,许多学者采用关节镜辅助或全关节镜下手术重建PLC^[20,35-36]。李岳等^[37]对关节镜手术与开放手术重建腓肌腱的疗效进行对比研究,结果显示关节镜手术可获得与开放手术同样的临床疗效。

关节镜下重建PLC与开放手术相比有如下优势:①可精确定位腓肌-肌腱连接处,可在直视下定位腓肌腱以重建胫骨定位点;②后交叉韧带损伤常与PLC损伤并存,可同时进行关节镜下后交叉韧带重建和PLC重建;③切口小,组织干扰小,镜下操作可降低感染风险。不过关节镜下行PLC重建需要有丰富的手术经验,学习曲线较长,且镜下解剖结构辨别并非易事。此外,也可能发生软组织过度肿胀、积液,甚至骨筋膜隔室综合征。

4 总结

PLC对维持膝关节稳定性至关重要,而PLC组织结构众多,解剖复杂,其他韧带损伤时常伴发PLC损伤。一旦漏诊PLC损伤,重建前、后交叉韧带终将失败。尽管PLC的解剖和生物力学研究不断深入,但对其了解仍有限。治疗PLC损伤的手术方式较多,多数学者推崇解剖重建,然而由于腓肌-肌腱复合体结构的特殊性,是否需要重建腓肌-肌腱复合体、腓侧副韧带全部三组结构仍存在争议。腓肌-肌腱复合体结构的解剖和生物力学重建将会是未来研究的重点。

参 考 文 献

[1] Chahla J, Kennedy NI, Cinque ME, et al. Posterolateral corner injuries of the knee at the National Football League combine: an imaging and outcomes analysis[J]. *Arthroscopy*, 2018, 34(3): 687-692.

[2] Sanders TL, Johnson NR, Pareek A, et al. Satisfactory knee function after single-stage posterolateral corner reconstruction in the multi-ligament injured/dislocated knee using the anatomic single-graft technique [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(4): 1258-1265.

[3] Li Y, Hong L, Wang XS, et al. Midterm clinical outcome of combined posterior cruciate ligament reconstruction and posterolateral corner surgery using second-look arthroscopic "lateral gutter drive-through" test as an adjunctive evaluation [J]. *Orthop Surg*, 2019, 11(3): 422-430.

[4] Kang KT, Koh YG, Son J, et al. Biomechanical influence of deficient posterolateral corner structures on knee joint kinematics: a computational study[J]. *J Orthop Res*, 2018, 36(13): 2202-2209.

[5] 朱涛,肖斌,白登彦,等. 膝关节生理性后外侧旋转松弛对膝前交叉韧带重建术后效果的影响[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2018, 26(11): 17-20.

[6] Hermanowicz K, Góralczyk A, Malinowski K, et al. Arthroscopic posterolateral corner stabilization with popliteus tenodesis[J]. *Arthrosc Tech*, 2018, 7(6): e669-e674.

[7] Kurtys K, Gonera B, Olewnik LH, et al. Case report of a bifurcated fibular (lateral) collateral ligament: which band is the dominant one?[J]. *Folia Morphol (Praha)*, 2020, 13(8): 1-7.

[8] Natsis K, Karasavvidis T, Kola D, et al. Menisofibular ligament: how much do we know about this structure of the posterolateral corner of the knee: anatomical study and review of literature[J]. *Surg Radiol Anat*, 2020, 42(10): 1203-1208.

[9] Goto K, Duthon V, Menetrey J. An isolated posterolateral corner injury with rotational instability and hypermobile lateral meniscus: a novel entity[J]. *J Exp Orthop*, 2020, 7(1): 95.

[10] 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. e1.

[11] 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.

[12] LaPrade RF, Tso A, Wentorf FA. Force measurements on the fibular collateral ligament, popliteofibular ligament, and popliteus tendon to applied loads[J]. *Am J Sports Med*, 2004, 32(7): 1695-1701.

[13] Ellera Gomes JL, Ma LE, 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.

[14] Norris R, James MM. In response to: 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*, 2017, 27(3): e33.
- [15] Slichter ME, Wolterbeek N, Auw YK, et al. Rater agreement reliability of the dial test in the ACL-deficient knee [J]. *J Exp Orthop*, 2018, 5(1): 18.
- [16] 孙玲玲, 邢伟, 陈杰, 等. 正常膝关节后外侧角 MRI 表现 [J]. *中华解剖与临床杂志*, 2017, 22(6): 441-447.
- [17] 黄梦全, 李裕标, 廖春来, 等. 膝关节前交叉韧带合并后外侧角损伤的 MRI 分析 [J]. *医学研究杂志*, 2020, 49(2): 163-166.
- [18] Pękala PA, Mizia E, Mann MR, et al. The popliteofibular ligament: a cadaveric ultrasound study [J]. *Skeletal Radiol*, 2021, 19(09): 1-7.
- [19] 仲鹤鹤, 孙鹏鹏, 桑鹏, 等. 模拟重建膝关节后外侧复合体核心韧带后膝关节稳定性评估 [J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(6): 821-825.
- [20] 张辉, 刘心, 洪雷, 等. 全关节镜下腓肌腱重建与切开腓韧带重建治疗膝关节后外旋转不稳定的对比 [J]. *北京大学学报(医学版)*, 2016, 48(2): 237-243.
- [21] Kim SJ, Shin SJ, Choi CH, et al. Reconstruction by biceps tendon rerouting for posterolateral rotatory instability of the knee: modification of the Clancy technique [J]. *Arthroscopy*, 2001, 17(6): 664-667.
- [22] 赵金忠. 股二头肌长头腱重建膝关节后外侧角韧带结构 [J]. *中华骨科杂志*, 2004, 24(3): 16-20.
- [23] Tapasvi SR, Shekhar A, Patil SS. Anatomic posterolateral corner reconstruction with autogenous peroneus longus Y graft construct [J]. *Arthrosc Tech*, 2019, 8(12): 1501-1509.
- [24] Xie H, Kim K, Aglyamov SR, et al. Correspondence of ultrasound elasticity imaging to direct mechanical measurement in aging DVT in rats [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2005, 31(10): 1351-1359.
- [25] Larson RV, Belfie DJ. Lateral collateral ligament reconstruction utilizing semitendinosus tendon [J]. *Tech Knee Surg*, 2003, 2(3): 190-199.
- [26] 吴明凡, 江淮, 陈学周, 等. Larson 术式重建膝关节后外侧结构的治疗体会 [J]. *实用骨科杂志*, 2020, 26(6): 556-559.
- [27] Arciero RA. Anatomic posterolateral corner knee reconstruction [J]. *Arthroscopy*, 2005, 21(9): 1147.
- [28] LaPrade RF, Johansen S, Wentorf F, et al. An analysis of an anatomical posterolateral knee reconstruction; an in vitro biomechanical study and development of a surgical technique [J]. *Am J Sports Med*, 2004, 32(6): 1405-1414.
- [29] 周鹏, 刘俊才, 邓翔天, 等. 改良 LaPrade 术式重建膝关节后外侧复合体联合关节镜下重建后交叉韧带的早期疗效分析 [J]. *华西医学*, 2019, 34(9): 974-979.
- [30] 周红星, 宋书杰, 张保健. 自体腓绳肌腱同时重建膝关节后交叉韧带和后外侧复合体 [J]. *中国现代手术学杂志*, 2019, 23(1): 54-57.
- [31] Treme GP, Salas C, Ortiz G, et al. A biomechanical comparison of the arciero and LaPrade reconstruction for posterolateral corner knee injuries [J]. *Orthop J Sports Med*, 2019, 7(4): 2325967119838251.
- [32] van Gennip S, van der Wal WA, Heesterbeek P, 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.
- [33] Nau T, Chevalier Y, Hagemester N, et al. Comparison of 2 surgical techniques of posterolateral corner reconstruction of the knee [J]. *Am J Sports Med*, 2005, 33(12): 1838-1845.
- [34] Hermanowicz K, Malinowski K, Góralczyk A, et al. Minimally invasive, arthroscopic-assisted, anatomic posterolateral corner reconstruction [J]. *Arthrosc Tech*, 2019, 8(3): e251-e257.
- [35] 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.
- [36] Ahn JH, Wang JH, Lee SY, et al. Arthroscopic-assisted anatomical reconstruction of the posterolateral corner of the knee joint [J]. *Knee*, 2019, 26(5): 1136-1142.
- [37] 李岳, 张辉, 张志军, 等. 关节镜下与切开腓肌腱重建术治疗 A 型膝关节后外侧旋转不稳定的疗效对比 [J]. *中国运动医学杂志*, 2018, 37(11): 910-915.

(收稿日期:2021-04-18)

(本文编辑:杨晓娟)