

重视半月板后根部撕裂

毕擎

(浙江省人民医院骨科, 浙江 杭州 310014 E-mail: Biqing@hmc.edu.cn)

关键词 半月板; 外科手术; 关节镜

中图分类号: R684

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.12.001

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Focusing on the meniscal posterior root tears BI Qing. Department of Orthopaedics, Zhejiang Provincial People's Hospital, Hangzhou 310014, Zhejiang, China

KEYWORDS Meniscus; Surgical procedures; Arthroscopy



半月板根部是内、外侧半月板在胫骨髁间棘前后区域的附着点,分为前根和后根,将半月板牢固地锚定于胫骨平台,其完整性对维持正常半月板的位置和功能起十分重要的作用。半月板根部撕裂(meniscal root tears, MRTs)是指半月板胫骨附着点的撕脱或者半月

板骨性附着点 1 cm 以内的放射状撕裂^[1],由 Pagnani 等^[2]在 1991 年首次报道。目前临床上半月板前根部撕裂较少见,因此半月板根部撕裂多指后根部撕裂^[3]。由于半月板后根部撕裂位置较为隐匿,操作空间狭小,临床上容易漏诊和忽视,但其对膝关节的功能却有着较大的影响。半月板后根部撕裂会导致半月板丧失将轴向负荷转化为环向应力的功能,从而加速膝关节的退行性变和骨关节炎的发展^[4]。

1 半月板后根部的解剖

胫骨髁间棘是定位半月板后根部最常用的骨性标志。内侧半月板后根部附着于胫骨内侧髁间棘顶点后方 9.6 mm,外侧 0.7 mm,中心点位于后交叉韧带胫骨止点前方 8.2 mm,内侧胫骨平台软骨缘外侧 3.5 mm。外侧半月板后根部则附着于胫骨外侧髁间棘顶点内侧 4.2 mm,后方 1.5 mm,中心点位于后交叉韧带胫骨止点前方 12.7 mm,外侧胫骨平台关节软骨缘内侧 4.3 mm。内、外侧半月板后根部中央主要附着纤维的足印区分别为 30 mm² 和 39 mm²^[5]。

2 生物力学及损伤特点

半月板是楔形结构,站立负重时,半月板受到来自股骨与胫骨轴向上的压力负荷,产生向外挤压的应力。此时半月板内部的环形胶原纤维束受到牵拉,产

生环形张力,对抗使半月板向外突出的应力,并通过半月板根部传导至胫骨,使轴向负荷相对均匀地通过关节面,并保护其下方的关节软骨,半月板通过这一机制能够吸收内、外侧间室 50%~70% 的负荷^[6]。当半月板根部发生撕裂后,将导致这一机制的缺失,使关节软骨暴露于超生理量的负荷,胫骨与股骨接触面积减小,接触压力增大,从而加速关节软骨的退变和损伤。Allaire 等^[4]在一项对尸体的生物力学研究中指出,内侧半月板后根部撕脱的生物力学效应等同于半月板切除,内侧半月板后根部完全撕裂后,内侧间室的峰值接触压力增加了 25%,而当内侧半月板后根部修复之后,峰值接触压力则恢复到正常水平。在外侧间室中,也观察到相似的趋势。Schillhammer 等^[7]报道了外侧半月板后根部撕脱会导致峰值接触压力增大 50%。经过修复后,峰值接触压力也能恢复到自然水平。Ode 等^[8]的研究也表明,在外侧半月板后根部完全撕裂的情况下,外侧间室的峰值接触压力增加了 43%,接触面积减少了 47%。

外侧半月板后根部撕裂好发于年轻患者,并常与前交叉韧带撕裂伴随发生^[9]。这可能是由于膝关节外旋外翻伤时,股骨外侧髁与外侧胫骨平台后缘相撞击,容易导致外侧半月板后根部与前交叉韧带同时撕裂损伤^[10]。内侧半月板后根部撕裂则好发于中年女性,常伴有慢性、退行性骨关节病变^[11]。这可能是由于内侧半月板后根部位置相对固定,变形能力小,在膝关节外旋时,股骨内侧髁相对于胫骨平台向后方移位,使内侧半月板后根部承受了较大的压应力,容易导致其撕裂^[12]。有研究表明,外侧半月板后根部撕裂的患者合并发生前交叉韧带撕裂的风险较普通患者高 10 倍,而内侧半月板后根部撕裂的患者发生 2 度以上膝关节软骨损伤的风险则较一般人高 6 倍^[13]。

3 诊断

半月板后根部撕裂在临床上总体可以分为创伤性撕裂和退变性撕裂两大类。创伤性撕裂一般有外伤史,好发于运动需求较高的年轻患者,多为外侧半月板后根部撕裂,常同时合并有膝关节韧带的损伤。退变性撕裂临床上较多见,约占 70% 左右,大多是由慢性、低能量的磨损机制引起,比如老年人经常下蹲,多为内侧半月板后根部撕裂^[11]。

3.1 临床表现

半月板后根部损伤的临床表现不是很典型,最常见的症状是膝关节后方疼痛、关节间隙压痛等非特异性症状^[14]。有时在上楼梯、下蹲时还会出现痛性弹响^[15]。Seil 等^[16]介绍了一项简单有效的用于诊断内侧半月板后根部撕裂的查体方法。检查者将拇指置于关节间隙前内侧,在膝关节放松伸直时做内翻应力试验,当触诊到半月板向外突出时应怀疑有内侧半月板后根部撕裂。

3.2 MRI 特征

MRI 检查对于半月板后根部撕裂具有较高的敏感度和特异度,T2 加权序列是最常用也是最有价值的序列。诊断时既要根据后根部撕裂的直接 MR 征象,也要借助于后根部撕裂的伴随 MR 征象,以进一步提高诊断的准确率^[17]。

MRI 诊断半月板后根部撕裂的直接征象主要包括以下 3 种:轴位的放射状撕裂,冠状位的“裂隙征”,以及矢状位的“幽灵征”。半月板后根部撕裂垂直于半月板,并与横断面垂直,因此其在轴位上呈放射状高信号。冠状位的“裂隙征”是指半月板后根部出现达到关节面的垂直线状高信号,呈宽窄不一的裂隙样改变。矢状位的“幽灵征”是指位于后交叉韧带胫骨止点前方的半月板后根部正常低信号的消失,或呈明显的高信号改变^[18-19]。

MRI 的伴随征象主要是指半月板脱位。正常情况下,冠状位上半月板边缘应与胫骨平台边缘齐平。当半月板根部撕裂后,环形张力丧失,受到股骨和胫骨挤压的半月板即向外周脱位。若内侧半月板外缘与胫骨平台边缘间的水平距离 ≥ 3 mm,即定义为内侧半月板脱位^[20];而外侧半月板由于板股韧带的作用,脱位则定义为外侧半月板外缘与胫骨平台边缘的水平距离 ≥ 1 mm^[21]。也有学者将半月板突出长度/半月板最大径比值超过 10% 定义为半月板脱位^[22]。其他的 MRI 伴随征象还包括前交叉韧带损伤,特别是外侧半月板后根部撕裂的病例。

3.3 分型

LaPrade 等^[23]根据半月板后根部撕裂的形态,将其分为 5 型:1 型,后根部稳定性的部分撕裂;2 型,

距离根部附着处 9 mm 范围内的完全放射状撕裂;3 型,桶柄状撕裂伴后根部附着处完全断裂;4 型,后根部附着处完全斜行或纵向撕裂;5 型,半月板后根部附着处的撕脱骨折。其中,以 2 型撕裂最为常见。因此根据撕裂部位离后根部附着处的距离又将 2 型撕裂细分为 3 种亚型:2A 型,距离根部附着处 0~3 mm 内的撕裂;2B 型,距离根部附着处 3~6 mm 的撕裂;2C 型,距离根部附着处 6~9 mm 的撕裂。

4 治疗

目前半月板后根部撕裂的治疗方法主要包括非手术治疗和手术治疗两大类。非手术治疗的适应证主要是老年患者或者伴有膝关节相应间室严重退变的患者(Kellgren-Lawrence 分级 >2 级)。改善症状的治疗包括休息,冰敷,物理治疗,非甾体类抗炎药物,关节腔注射药物,非负重支具保护,功能锻炼等。非手术治疗虽然对一部分患者短期内能够改善症状,但骨关节炎的进展仍在继续,后期需行关节置换手术的概率较高^[24-25]。因此,目前大多数学者都主张手术治疗。

通过膝关节镜手术治疗半月板撕裂已经是十分成熟的技术,本期史文骥等^[26]报道了 86 例老年半月板损伤患者采用关节镜治疗的术后疗效,认为即使对于老年患者也能取得满意的疗效。而对于半月板后根部撕裂这一特定类型,传统的手术方式包括半月板部分切除或次全切除术。如果患者存在明显的机械性撞击引起的绞锁和疼痛,那么半月板部分切除或次全切除术可以明显改善这类患者的症状。但半月板部分切除也会进一步加重膝关节的退变,Han 等^[27]报道对 46 例半月板部分切除术患者进行了 5 年以上的随访研究,结果显示术后仅有 56% 的患者疼痛缓解,67% 的患者对手术效果满意,高达 35% 的患者发生关节软骨不同程度的退变。Hulet 等^[28]也认为,部分半月板切除术治疗半月板后根部撕裂会影响半月板结构的完整性,进一步导致关节软骨的退变和骨关节炎的发生。Krych 等^[29]对 26 例行半月板部分切除术的患者进行了 2 年以上的随访,结果显示骨关节炎持续进展,5 年后有超过 50% 的患者进行了全膝关节置换术。因此近年来,临床上多主张采用半月板后根部修复术。由于半月板后根部血运相对较丰富,修复后愈合的可能性高,因此对于急性、创伤性的半月板后根部撕裂患者,或者有症状的慢性半月板后根部撕裂,但无严重骨性关节炎(Kellgren-Lawrence 分级 ≤ 2 级)的中、青年患者,半月板后根部修复术会是更好的选择。目前最常用的半月板后根部撕裂修复手术方法主要包括经胫骨隧道技术和带线锚钉技术。

4.1 经胫骨隧道缝合修补术

1995 年 Shino 等^[30]首次报道了 2 例经胫骨隧道缝合外侧半月板后根部撕裂的术式。2006 年, Raustol 等^[31]首次应用类似的方法,通过增加的后内侧间室入路,修复了 1 例内侧半月板后根部撕裂。此后,各种在此基础上衍生出来的术式层出不穷,主要包括胫骨隧道的钻取和半月板后根部缝合方式的改进。Kim 等^[32]采用 2 根 Ethibond 缝线缝合撕裂的半月板后根部,再通过钻取 5 mm 的胫骨单隧道将缝线拉出胫骨近端皮质,最后用 3.5 mm 螺钉固定。Ahn 等^[33]认为胫骨单隧道技术为单点固定,接触面积有限,力量小且不均匀,因此采用了胫骨双隧道技术,通过建立跨纵隔入路用 2 根缝线缝合半月板后根,再分别通过双隧道引出,打结固定于胫骨近端两隧道间的骨桥。本期刘晓宁等^[34]也报道了采用胫骨双隧道牵引拉出修复技术治疗内侧半月板后根部撕裂,利用缝合钩仅通过前方入路进行操作,也取得了满意的效果。LaPrade 等^[35]通过对比配对的 10 对尸体分别应用单隧道和双隧道技术修复内侧半月板后根部,发现两种方法在生物力学性能上无明显差异。半月板后根部的缝合方式包括简单垂直褥式缝合、水平褥式缝合、十字缝合等,均有学者报道。通过前方入路进行缝合操作时,由于内后间室空间狭小,视野不佳,操作困难,易造成医源性软骨损伤。而后内侧入路或跨纵隔入路对于一些医生来说技术上并不太熟悉,并且有可能破坏后纵隔血供,因此有学者通过针刺松解膝内侧副韧带浅层(pie-crusting)带来增加后内侧间室的操作空间^[36]。本期彭奇等^[37]认为 pie-crusting 松解的效率不高,且有损伤神经、血管的风险,因而推荐使用小针刀进行膝内侧副韧带浅层的松解。总体来说,采用胫骨骨道技术可以有效修补撕裂的半月板后根部,固定牢固,且钻取骨道所产生的生长因子、骨髓间充质干细胞等能促进半月板的愈合,因而是一种较好的方法。其缺点是需建立胫骨隧道,可能会影响交叉韧带重建术的骨道;并且悬吊固定存在蹦极效应,可能会影响愈合。最近也有学者认为单纯的经胫骨隧道缝合修补技术不足以解决内侧半月板后根部撕裂后向外脱位的问题,需结合后内侧关节囊附着部的松解和内侧半月板中心化技术(centralization technique)^[38-39]。

4.2 带线锚钉修补术

2007 年,Engelsohn 等^[40]首次介绍了在后内侧入路的辅助下采用带线可吸收锚钉修补内侧半月板后根部撕裂的手术方法,通过在半月板后根胫骨附着点拧入 1~2 枚带线锚定,利用锚钉缝线直接缝合半月板根部并打结固定。2008 年,Choi 等^[41]报道了采

用带双股缝线的金属锚钉来修补内侧半月板后根部的手术技术。此后, Kim 等^[42]、Jung 等^[43]也都相继报道了类似的方法,并取得了较好的疗效。此项技术需建立高位后内侧入路,使锚钉有一个合适的置钉角度,并避免与股骨内髁相撞击。带线锚钉修补术的优点是属于原位固定,不需要建立胫骨隧道,减少骨质创伤,避免影响伴随的交叉韧带的重建,同时也不用在胫骨近端植入内植物,避免了软组织激惹。但对于骨质疏松患者,锚钉产生松动、脱出的风险增大,可能导致固定失败。并且锚钉尖端较锐利,置钉过程中可能损伤半月板和软骨。此外,锚钉缝合的线结较大,在关节内有可能引起卡压,因此最近有学者更倾向于采用无结技术修补撕裂的半月板后根部^[44-45]。

4.3 其他

边对边缝合技术是利用半月板后根部止点残留的半月板与断端半月板组织进行直接缝合,然后两端打结固定。Wang 等^[46]报道了镜下直接缝合修补半月板后根部撕裂的手术方式,取得了优良的结果。Ahn 等^[47]采用全内技术缝合外侧半月板后根部撕裂,临床疗效满意,半月板脱位明显减少。边对边缝合技术对半月板后根部撕裂类型有一定的要求,适用于后根部止点留有较多稳定的残余半月板,且近、远端半月板组织形状良好,无明显缺损的患者。而对于半月板根部的撕脱或完全撕裂的患者,还是更推荐经胫骨隧道技术和带线锚钉技术。也有学者采用自体股薄肌来加强重建撕裂的内侧半月板后根部,使其重新附着于解剖足印区,恢复环形张力,提供软骨保护^[48]。此外,近期还有部分学者报道了胫骨高位截骨术对于内侧半月板后根部损伤合并内翻畸形的患者有不错的疗效, Nha 等^[49]对 31 例符合条件的患者实行了胫骨高位截骨术,其中 20 例进行了 2 次关节镜探查,发现 10 例完全愈合,6 例不完全愈合,4 例未愈合,说明即使不修复半月板,只纠正下肢力线对于半月板后根部撕裂也能有较好的愈合率。也有报道可同时采用半月板后根修补术和胫骨高位截骨术来治疗半月板后根部撕裂合并膝内翻畸形^[50]。

5 展望

总而言之,随着半月板后根部撕裂后引起的膝关节退变问题日趋严重,人们正逐渐提高对半月板后根部的重视,其诊断和治疗已成为近年来运动医学界研究的热点之一。相信随着医疗技术的进步,对于半月板后根部撕裂将有更深入的认识和更好的处理方式。

参考文献

- [1] Koenig JH, Ranawat AS, Umans HR, et al. Meniscal root tears: diagnosis and treatment[J]. Arthroscopy, 2009, 25(9): 1025-1032.
- [2] Pagnani MJ, Cooper DE, Warren RF. Extrusion of the medial meniscus

- cus[J]. *Arthroscopy*, 1991, 7(3):297-300.
- [3] De Smet AA, Blankenbaker DG, Kijowski R, et al. MR diagnosis of posterior root tears of the lateral meniscus using arthroscopy as the reference standard[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2009, 192(2):480-486.
- [4] Allaire R, Muriuki M, Gilbertson L, et al. Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus. Similar to total meniscectomy[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2008, 90(9):1922-1931.
- [5] Johannsen AM, Civitaresse DM, Padalecki JR, et al. Qualitative and quantitative anatomic analysis of the posterior root attachments of the medial and lateral menisci[J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40(10):2342-2347.
- [6] Bhatia S, LaPrade CM, Ellman MB, et al. Meniscal root tears: significance, diagnosis, and treatment[J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42(12):3016-3030.
- [7] Schillhammer CK, Werner FW, Scuderi MG, et al. Repair of lateral meniscus posterior horn detachment lesions: a biomechanical evaluation[J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40(11):2604-2609.
- [8] Ode GE, Van Thiel GS, McArthur SA, et al. Effects of serial sectioning and repair of radial tears in the lateral meniscus[J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40(8):1863-1870.
- [9] Krych AJ. Editorial commentary: knee medial meniscus root tears: "You may not have seen it, but it's seen you" [J]. *Arthroscopy*, 2018, 34(2):536-537.
- [10] De Smet AA, Mukherjee R. Clinical MRI, and arthroscopic findings associated with failure to diagnose a lateral meniscal tear on knee MRI[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 190(1):22-26.
- [11] Pache S, Aman ZS, Kennedy M, et al. Meniscal root tears: current concepts review[J]. *Arch Bone Jt Surg*, 2018, 6(4):250-259.
- [12] Boxheimer L, Lutz AM, Treiber K, et al. MR imaging of the knee: position related changes of the menisci in asymptomatic volunteers [J]. *Invest Radiol*, 2004, 39(5):254-263.
- [13] Matheny LM, Ockuly AC, Steadman JR, et al. Posterior meniscus root tears: associated pathologies to assist as diagnostic tools [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(10):3127-3131.
- [14] Feucht MJ, Salzmann GM, Bode G, et al. Posterior root tears of the lateral meniscus[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(1):119-125.
- [15] Lee DW, Ha JK, Kim JG. Medial meniscus posterior root tear: a comprehensive review[J]. *Knee Surg Relat Res*, 2014, 26(3):125-134.
- [16] Seil R, Dück K, Pape D. A clinical sign to detect root avulsions of the posterior horn of the medial meniscus[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011, 19(12):2072-2075.
- [17] 黄晓斌, 靳激扬. 半月板后根部损伤的 MRI 诊断研究进展[J]. *国际医学放射学杂志*, 2017, 40(4):419-423.
HUANG XB, JIN JY. Posterior meniscal root injuries: advances of MRI diagnosis[J]. *Guo Ji Yi Xue Fang She Xue Za Zhi*, 2017, 40(4):419-423. Chinese.
- [18] Lee SY, Jee WH, Kim JM. Radial tear of the medial meniscal root: reliability and accuracy of MRI for diagnosis[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 191(1):81-85.
- [19] Lerer DB, Umans HR, Hu MX, et al. The role of meniscal root pathology and radial meniscal tear in medial meniscal extrusion [J]. *Skeletal Radiol*, 2004, 33(10):569-574.
- [20] Costa CR, Morrison WB, Carrino JA. Medial meniscus extrusion on knee MRI: is extent associated with severity of degeneration or type of tear[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2004, 183(1):17-23.
- [21] Brody JM, Lin HM, Hulstyn MJ, et al. Lateral meniscus root tear and meniscus extrusion with anterior cruciate ligament tear [J]. *Radiology*, 2006, 239(3):805-810.
- [22] Park HJ, Kim SS, Lee SY, et al. Medial meniscal root tears and meniscal extrusion transverse length ratios on MRI [J]. *Br J Radiol*, 2012, 85(1019):e1032-1037.
- [23] LaPrade CM, James EW, Cram TR, et al. Meniscal root tears: a classification system based on tear morphology [J]. *Am J Sports Med*, 2015, 43(2):363-369.
- [24] Krych AJ, Reardon PJ, Johnson NR, et al. Non-operative management of medial meniscus posterior horn root tears is associated with worsening arthritis and poor clinical outcome at 5-year follow-up [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25(2):383-389.
- [25] Neogi DS, Kumar A, Rijal L, et al. Role of nonoperative treatment in managing degenerative tears of the medial meniscus posterior root [J]. *J Orthop Traumatol*, 2013, 14(3):193-199.
- [26] 史文骥, 毛宾尧. 老年膝关节半月板损伤关节镜手术方式选择及疗效评估[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(12):1085-1089.
SHI WJ, MAO BY. Selection of arthroscopic surgical methods for meniscus tear in the elderly and evaluation of curative effect [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32(12):1085-1089. Chinese with abstract in English.
- [27] Han SB, Shetty GM, Lee DH, et al. Unfavorable results of partial meniscectomy for complete posterior medial meniscus root tear with early osteoarthritis: a 5-to 8-year follow-up study [J]. *Arthroscopy*, 2010, 26(10):1326-1332.
- [28] Hulet C, Menetrey J, Beaufils P, et al. Clinical and radiographic results of arthroscopic partial lateral meniscectomies in stable knees with a minimum follow up of 20 years [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(1):225-231.
- [29] Krych AJ, Johnson NR, Mohan R, et al. Partial meniscectomy provides no benefit for symptomatic degenerative medial meniscus posterior root tears [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(4):1117-1122.
- [30] Shino K, Hamada M, Mitsuoka T, et al. Arthroscopic repair for a flap tear of the posterior horn of the lateral meniscus adjacent to its tibial insertion [J]. *Arthroscopy*, 1995, 11(4):495-498.
- [31] Raustol OA, Poelstra KA, Chhabra A, et al. The meniscal ossicle revisited: etiology and an arthroscopic technique for treatment [J]. *Arthroscopy*, 2006, 22(6):687.e1-3.
- [32] Kim YM, Rhee KJ, Lee JK, et al. Arthroscopic pullout repair of a complete radial tear of the tibial attachment site of the medial meniscus posterior horn [J]. *Arthroscopy*, 2006, 22(7):795.e1-4.
- [33] Ahn JH, Wang JH, Lim HC, et al. Double transosseous pull out suture technique for transection of posterior horn of medial meniscus [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2009, 129(3):387-392.
- [34] 刘晓宁, 于海驰, 李颖智, 等. 关节镜下经胫骨双隧道牵引拉出修复技术治疗内侧半月板后根部损伤[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(12):1094-1096.
LIU XN, YU HC, LI YZ, et al. Arthroscopic pullout suture repair of posterior root tear of the medial meniscus via the double tibial tunnels [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32

- (12): 1094–1096. Chinese with abstract in English.
- [35] LaPrade CM, LaPrade MD, Turnbull TL, et al. Biomechanical evaluation of the transtibial pull-out technique for posterior medial meniscal root repairs using 1 and 2 transtibial bone tunnels [J]. *Am J Sports Med*, 2015, 43(4): 899–904.
- [36] Park YS, Moon HK, Koh YG, et al. Arthroscopic pullout repair of posterior root tear of the medial meniscus: the anterior approach using medial collateral ligament pie-crusting release [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011, 19(8): 1334–1336.
- [37] 彭奇, 李晓东, 曹广杰, 等. 关节镜结合小针刀松解膝内侧副韧带浅层治疗退行性膝关节内侧半月板损伤 [J]. *中国骨伤*, 2019, 32(12): 1090–1093.
- PENG Q, LI XD, CAO GJ, et al. Treatment of degenerative medial meniscus injury of knee joint by arthroscopy combined with small needle knife to release superficial medial collateral ligament of knee joint [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32(12): 1090–1093. Chinese with abstract in English.
- [38] DePhillipo NN, Kennedy MI, Chahla J, et al. Type II Medial Meniscus Root Repair With Peripheral Release for Addressing Meniscal Extrusion [J]. *Arthrosc Tech*, 2019, 8(9): e941–e946.
- [39] Koga H, Watanabe T, Horie M, et al. Augmentation of the Pullout Repair of a Medial Meniscus Posterior Root Tear by Arthroscopic Centralization [J]. *Arthrosc Tech*, 2017, 6(4): e1335–e1339.
- [40] Engelsohn E, Umans H, Difelice GS. Marginal fractures of the medial tibial plateau: possible association with medial meniscal root tear [J]. *Skeletal Radiol*, 2007, 36(1): 73–76.
- [41] Choi NH, Son KM, Victoroff BN. Arthroscopic all-inside repair for a tear of posterior root of the medial meniscus: a technical note [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2008, 16(9): 891–893.
- [42] Kim JH, Shin DE, Dan JM, et al. Arthroscopic suture anchor repair of posterior root attachment injury in medial meniscus: technical note [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2009, 129(8): 1085–1088.
- [43] Jung YH, Choi NH, Oh JS, et al. All-inside repair for a root tear of the medial meniscus using a suture anchor [J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40(6): 1406–1411.
- [44] Eun SS, Lee SH, Sabal LA. Arthroscopic repair of the posterior root of the medial meniscus using knotless suture anchor: a technical note [J]. *Knee*, 2016, 23(4): 740–743.
- [45] Tapasvi SR, Shekhar A, Patil SS. Knotless medial meniscus posterior root repair [J]. *Arthrosc Tech*, 2018, 7(5): e429–e435.
- [46] Wang KH, Hwang DH, Cho JH, et al. Arthroscopic direct repair for a complete radial tear of the posterior root of the medial meniscus [J]. *Clin Orthop Surg*, 2011, 3(4): 332–335.
- [47] Ahn JH, Lee YS, Yoo JC, et al. Results of arthroscopic all-inside repair for lateral meniscus root tear in patients undergoing concomitant anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Arthroscopy*, 2010, 26(1): 67–75.
- [48] Holmes SW, Huff LW, Barnes AJ, et al. Anatomic reinforced medial meniscal root reconstruction with gracilis autograft [J]. *Arthrosc Tech*, 2019, 8(3): e209–e213.
- [49] Nha KW, Lee YS, Hwang DH, et al. Second-look arthroscopic findings after open-wedge high tibia osteotomy focusing on the posterior root tears of the medial meniscus [J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(2): 226–231.
- [50] Nakamura R, Takahashi M, Kuroda K, et al. Suture anchor repair for a medial meniscus posterior root tear combined with arthroscopic meniscal centralization and open wedge high tibial osteotomy [J]. *Arthrosc Tech*, 2018, 7(7): e755–e761.

(收稿日期: 2019-11-26 本文编辑: 连智华)