

论 著

膝关节后外侧角慢性损伤的MRI研究*

史东星 张 卉 李艳若
郝 龔 程留慧*河南中医药大学第一附属医院放射科
(河南 郑州 450000)

【摘要】目的 观察膝关节后外侧角(PLC)在慢性损伤及正常状态下的磁共振成像(MRI)表现。方法 2020年4月至2021年4月,选取本院膝关节PLC慢性损伤患者60例及同期招募的膝关节正常志愿者40例为研究对象,分别记作观察组与对照组。两组均予以膝关节PLC MRI扫描。分析比对两组组成膝关节PLC主要肌腱、韧带的MRI表现及其长度、宽度等信息。结果 对照组膝关节PLC呈现低信号强度的正常生理结构。观察组构成膝关节PLC的部分肌腱/韧带连续性中断,肌腱/韧带部分或完全肿胀,四围呈现不均一混杂信号,膝关节PLC慢性损伤呈不均一长 T_1 、 T_2 信号。观察组腓肌腱(PT)、腓侧副韧带(PFL)、腓侧副韧带(LCL)的平均长、宽度均大于对照组($P<0.05$)。结论 MRI技术可清晰显示膝关节PLC慢性损伤后的形态结构特征,其主要表现为PT、PFL、LCL等软组织结构的完全或完全肿胀/断裂、信号增强等。熟悉和掌握膝关节PLC慢性损伤及正常状态下的MRI表现,有助于放射科医师临床诊断能力的提升。

【关键词】膝关节后外侧角;慢性损伤;磁共振成像
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
【基金项目】河南省中医药科学研究专项课题(2017ZY2056)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.04.058

Magnetic Resonance Imaging Study of Chronic Injury of the Posterolateral Corner of Knee Joint*

SHI Dong-xing, ZHANG Hui, LI Yan-ruo, HAO Yan, CHENG Liu-hui*.

Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To observe the magnetic resonance imaging (MRI) manifestation of the posterolateral corner (PLC) of knee joint under chronic injury and normal condition. **Methods** From April 2020 to April 2021, 60 patients with chronic injury of PLC of knee joint in our hospital and 40 normal volunteers of knee joint recruited during the same period were selected as the research subjects, which were recorded as the observation group and the control group, respectively. PLC MRI scan of knee joint was performed in both groups. The MRI manifestations of main tendons and ligaments that make up PLC of knee joint and their length and width in the two groups were analyzed and compared. **Results** PLC of knee joint in the control group showed normal physiological structure with low signal intensity. In the observation group, the continuity of part of the tendon/ligament constituting PLC of knee joint was interrupted, the tendon/ligament was partially or completely swollen, and there were heterogeneous mixed signals around, and the chronic injury of PLC of knee joint showed heterogeneous T_1 and T_2 signals. The average length and width of the popliteal tendon, popliteofibular ligament and lateral collateral ligament in the observation group were higher than those in the control group ($P<0.05$). **Conclusion** MRI technology can clearly show the morphological and structural characteristics of knee joint after PLC chronic injury, which mainly shows partial or complete swelling/fracture and signal enhancement of PT, PFL, LCL and other soft tissue structures. It is helpful for radiologists to improve their clinical diagnostic ability to be familiar with and master the MRI manifestation of PLC of knee joint under chronic injury and normal condition.

Keywords: Posterolateral Corner of Knee Joint; Chronic Injury; Magnetic Resonance Imaging

膝关节后外侧角(posterolateral corner, PLC)是维持膝关节力线及旋转稳定的重要复合结构,内容包括肌腱、韧带、肌肉、关节囊等多个组织结构,其中,又以腓肌腱(PT)、腓侧副韧带(PFL)及腓侧副韧带(LCL)所组成的三角稳定结构尤为突出^[1]。膝关节PLC损伤后,患者常伴见疼痛、肿胀、过伸不稳、胫骨内翻等相关表现,且其合并其它韧带损伤的事件亦为常见,发生率约为87%,这为临床医师的诊治工作带来挑战^[2-3]。磁共振成像(MRI)是现代放射医学中通过无线电波、强磁场、磁场梯度等原理以显现机体器官状态的一种断层成像技术,具有无电离辐射、软组织结构成像清晰、原生三维断面成像的优点^[4-5]。本研究于膝关节PLC复杂的解剖学结构及其损伤后复杂的合并伤情况,故观察比对膝关节PLC在慢性损伤及正常状态下的MRI表现,以期为临床医师对于膝关节PLC慢性损伤的精准诊治提供参考。总结见下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2020年4月至2021年4月,选取本院膝关节PLC慢性损伤患者60例为研究对象并记作观察组。

纳入标准:伴见膝关节后外侧部疼痛、肿胀及胫骨内翻、外旋程度增大、过伸不稳、反向轴移试验阳性等相关表现者。排除标准:伴见其它部位病变者。其中,男44例,女16例;年龄24~40岁,平均 (33.68 ± 4.95) 岁;疼痛程度:隐痛者47例,剧痛者13例。另外选取本院同期招募的膝关节正常志愿者40例为对照组。纳入标准:膝关节功能正常且无肿胀、疼痛、畸形、交锁等相关表现;临床体格检查无异常者;自愿参与者。排除标准:膝关节外伤或手术史者。其中,男28例,女11例;年龄25~40岁,平均 (32.31 ± 4.87) 岁。两组性别、年龄差异比较无统计学意义($P>0.05$)。有可比性。本研究已获所有受检对象同意及伦理委员会审批。

1.2 MRI扫描及图像分析 两组均采用Philips Ingenia3.0T MR扫描仪进行膝关节PLC的MRI扫描。扫描体位:受检者仰卧,固定膝关节于自然伸直位,对于不能伸直的慢性损伤者可适当垫高后固定。扫描顺序:先扫描轴位,然后以此为定位相扫描矢状面与冠状面。扫描序列:轴位快速自旋回波(FSE)序列 T_2 加权成像(T_2WI) (不压脂);矢状位自旋回波(SE)序列 T_1 加权成像(T_1WI)、 T_2WI ;质子密度加权成像(PDWI)序列(脂肪抑制);冠状位短时反转恢复(STIR)序列或FSE序列 T_2WI (脂肪抑制)。扫描参数:矩阵 256×256 ,层厚3mm~4mm,视野 $160mm\times 160mm$ 。本研究MRI扫描及图像分析均由本科室对骨关节MRI熟悉且临床经验丰富的2名副主任医师进行,每序列指标均测2次后取均值,图像分析软件为Siemens Syngo(MMWP VE40A)。

1.3 观测项目及测量方法 MRI下,观测膝关节PLC主要结构(PT、PFL、LCL)的形态、走形、起止点、位置毗邻、信号特点、长宽度信息。测量方法:在PDWI冠状位下显示韧带

【第一作者】史东星,男,副主任技师,主要研究方向:放射技术。E-mail: SDX13592667273@163.com

【通讯作者】程留慧,男,副主任医师,主要研究方向:放射诊断。E-mail: chengliahui2006@sina.com

长径层面并观察该层面下各肌腱、韧带起止点；连续测量各层面下各肌腱、韧带起止点之间的距离，各测量值总和即为各肌腱、韧带全长；宽度测量取冠状位下轴位PDWI上各肌腱、韧带的最大横径值，即PT的腓肌裂孔水平层面、PFL与LCL的中点层面；以同层面中等强度的肌肉信号为准，观察各肌腱、韧带的信号强度。

1.4 统计学方法 处理数据应用SPSS 22.0软件。计数资料用(%)表示，实施 χ^2 检验。计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，实施t检验。 $P<0.05$ 为差异存在统计学意义。

2 结果

2.1 对照组PT、PFL、LCL的MRI表现 连续轴位及冠状位PDWI序列下，对照组腓肌、PT形态结构清晰，均在空间形态上呈螺旋状结构且走行复杂，腓肌自胫骨近端后内侧面行向外上方移行为低信号的PT，再经弓状韧带、豆腓韧带深面，止附于LCL股骨止点前下方、股骨外侧髁腓肌沟前方。斜矢状位及冠状位PDWI序列下，PFL走行清晰且呈扁平扇形的低信号结构，PFL自PT出发沿远外侧移行，经弓状韧带、豆腓韧带深面，止附于腓骨头后侧茎突，此外，腓肌和PFL在冠状位序列下呈锐角走行，这区别于膝关节PLC其它接近垂直走行的相关结构。LCL是位于膝关节PLC最浅层的关节囊外结

构，其在轴位PDWI序列下呈近乎卵圆的低信号结构，冠状位PDWI序列下呈自股骨远端后外侧至腓骨近端的低信号条带状结构，其自股骨外上髁顶点后方朝外远侧斜下止附于腓骨茎突前下方、腓骨头外侧，并于腓骨头处与股二头肌腱交合成联合腱，见图1。

2.2 观察组PT、PFL、LCL的MRI表现 PDWI及T₂WI压脂序列下，观察组膝关节PLC形态结构清晰，且其在T₁WI、T₂WI下分别为不均一长T₁、T₂信号；构成膝关节PLC的部分肌腱/韧带连续性中断、合并出血，周围呈不均一混杂信号，肌腱/韧带部分或完全肿胀，呈片条状压脂高信号，膝关节周围软组织肿胀，呈不均一片状压脂高信号，伴见血肿者呈混杂信号。其中，同时合并PT、PFL、LCL信号异常者35例，同时合并PT、LCL信号异常者13例，其余12例均为单独LCL信号异常。观察组合并关节周围软组织肿胀、前交叉韧带慢性撕裂、关节腔及髌上囊内积液、胫骨外侧平台边缘骨质增生、后交叉韧带慢性撕裂、股骨远端外髁骨髓水肿、前后交叉韧带慢性撕裂的发生率分别为100.00%(60/60例)、43.33%(26/60例)、41.67%(25/60例)、18.33%(11/60例)、18.33%(11/60例)、16.67%(10/60例)、13.33%(8/60例)，见图2。

2.3 两组PT、PFL、LCL长、宽度比较 观察组PT、PFL、LCL的平均长、宽度均大于对照组，差异均见统计学意义($P<0.05$)，见表1。

表1 两组PT、PFL、LCL长、宽度比较(mm)

组别	PT		PFL		LCL	
	长度	宽度	长度	宽度	长度	宽度
对照组(n=40)	45.33±1.67	3.27±0.44	11.61±0.76	3.24±0.34	50.85±4.75	4.74±0.46
观察组(n=60)	59.89±5.38	12.60±1.42	12.56±1.46	6.24±1.05	69.01±4.52	8.41±2.74
t值	16.568	40.228	3.783	17.445	19.286	8.379
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

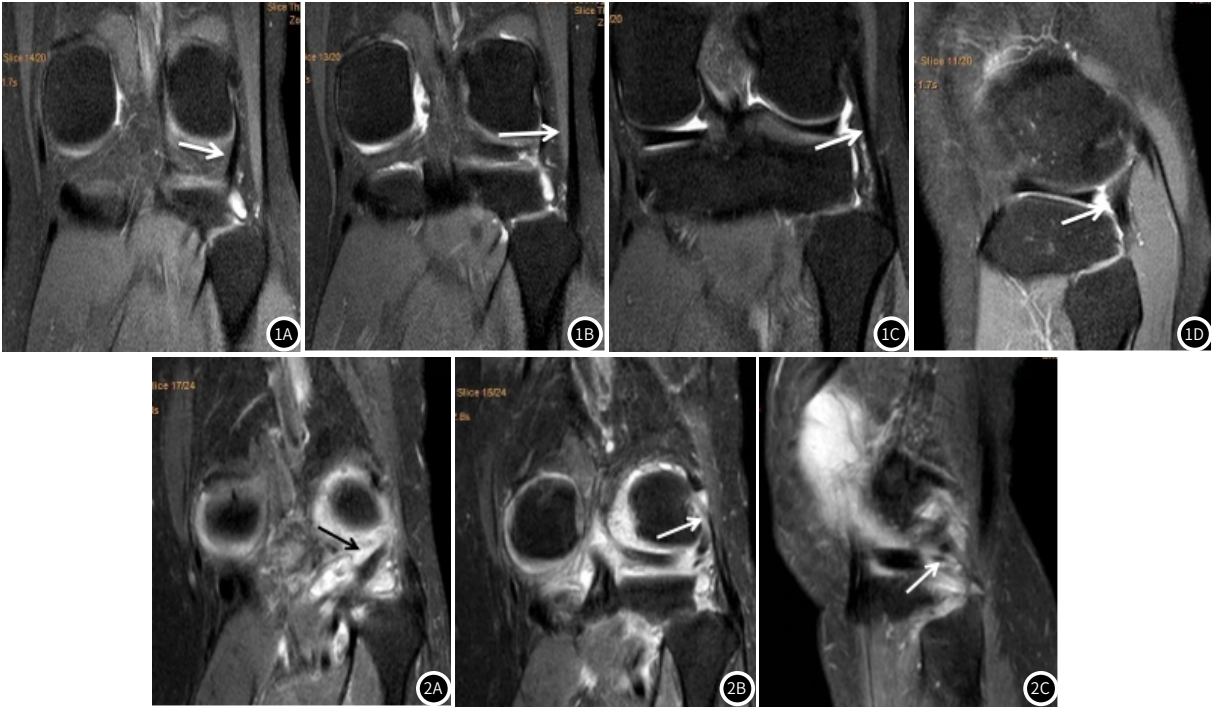


图1 正常膝关节PLC相关结构的MRI表现。图1A：白色箭头示正常腓肌腱。图1B：白色箭头示正常股二头肌肌腱。图1C：白色箭头示正常外侧副韧带。图1D：白色箭头示正常弓状韧带。图1E：白色箭头示正常前交叉韧带。图1F：白色箭头示正常后交叉韧带。

图2 慢性损伤膝关节PLC相关结构的MRI表现。图2A：黑色箭头示损伤腓肌腱，腓肌腱全程增粗，信号增高，周围大量积水。图2B：白色箭头示损伤外侧副韧带，外侧副韧带近段肿胀，信号增高。图2C：白色箭头示损伤弓状韧带，弓状韧带结构不清，增粗，信号增高。

3 讨论

膝关节PLC是膝关节诸多结构组织中晚被认识的重要稳定结构，该部位的损伤可由高能量暴力所致，亦可表现为慢性病程，且其形成的关节不稳等问题极易累及周围毗邻组织，致使髌骨炎、滑膜炎、半月板损伤、创伤性关节炎等膝关节病变^[6-7]。此外，膝关节PLC损伤漏诊率高，目前临床用于检查膝关节损伤的影像学技术主要有X线及MRI等，前者对于骨折诊断灵敏度更高，

后者诊断软组织损伤更为优越^[8-9]。

本研究观察膝关节PLC在慢性损伤及正常状态下的MRI表现，并重点观察了由PT、PFL、LCL所构成的三角稳定结构，其在维持膝关节解剖结构稳定与关节活动正常方面发挥着不可或缺的作用，具体表现为PT、PFL协同作用以限制胫骨外旋，LCL限制胫骨内翻与后移并抵抗外旋应力^[10-11]。本研究结果发现，组成膝关节PLC的解剖结构形态走行复杂，其在空间上多呈立体向排布，部分结构间

甚至存在融合交互现象, 这为研究中该区域解剖形态学的观察及其慢性损伤后的鉴别诊治带来困难。此外, 本研究观察组中, PLC损伤时, 亦有部分患者合并前、后交叉韧带损伤。据报道^[12], 当PLC损伤合并后者时, 亦常致使PLC损伤程度的低估。上述结果提示, 当临床医师应用影像学技术观察诊断膝关节PLC损伤时, 毗邻韧带等其它软组织结构的损伤状态亦应有所重视。

本研究对照组的MRI信号均为低信号强度,且轴位、斜矢状位、冠状位PDWI序列下,胸肌、PT、PFL的形态走形显示清晰;轴位、冠状位PDWI序列下,LCL的形态走形与连续性显示清晰。这提示当存在高度怀疑的损伤异常时,临床在实施不同方位MRI扫描时,可重点观察轴位、矢状位、冠状位T₂WI、PDWI序列下肌腱、韧带的信号及形态改变,以提高确诊率,降低漏诊率。本研究结果还显示,观察组构成膝关节PLC的部分肌腱/韧带连续性中断,肌腱/韧带部分或完全肿胀,四围呈现不均一混杂信号,膝关节PLC慢性损伤呈不均一长T₁、T₂信号。观察组PT、PFL、LCL的平均长、宽度均大于对照组。这提示膝关节PLC慢性损伤的MRI表现多以肌腱、韧带等软组织信号不均一增高,肌腱/韧带部分或完全性断裂、肌腹增大等为主。且结果中,观察组膝关节PLC的慢性损伤,多为多条韧带联合参与的合并性损伤,且其损伤时,多伴有关节周围软组织肿胀、前/后交叉韧带慢性撕裂、关节腔及髌上囊内积液、胫骨平台边缘骨质增生等其它病变。符合既往报道^[13]。

综上所述, MRI技术可清晰显示膝关节PLC慢性损伤后的形态结构特征, 其主要表现为PT、PFL、LCL等软组织结构的部分或完全肿胀/断裂、信号增强等。熟悉和掌握膝关节PLC慢性损伤及正常状态下的MRI表现, 有助于放射科医师临床诊断能力的提升。

(收稿日期: 2022-03-17)

(校对编辑：谢诗婷)

(上接第 160 页)

本次调查研究还发现,内外侧半月板损伤发生率没有统计学差异,但后角较前角更容易损伤。半月板损伤多发生于后角^[6],从解剖层面来说,是由于内侧半月板与内侧副韧带后部相连,外侧半月板后角与腓肌腱相连,因而当受到牵拉时易导致后角损伤。尤其是当人体扭转时,导致股骨突然内旋,小腿外展外旋,极易出现损伤。大量研究表明前交叉韧带的损伤会导致半月板的损伤^[11-12],当发生急性前交叉韧带撕裂时,半月板损伤最常见的部位是外侧半月板,尤其是外侧半月板根部,因其与前交叉韧带关系密切,而慢性前交叉韧带缺损的膝关节常导致内侧半月板损伤,也有研究认为内侧根部的损伤具有具有退行性,常与肥胖和内翻畸形有关^[13]。从生物力学角度来看,外侧半月板疏松地附着在关节上,与外侧副韧带不相连,活动性大、不牢固^[14];内侧半月板后1/3有抵抗膝关节外旋的作用,也是损伤好发的原因。此外,对于膝横韧带在MR上的认识以及对外侧半月板前角内的正常高信号^[15]认识,也降低了前角损伤的误诊率。膝关节屈曲的角度也影响着半月板的运动,麦春华^[16]等研究得出,在伸直状态下,外侧半月板后角高于前角,随着屈膝的角度增加,半月板高度随之增加,且外侧半月板高度变化大于内侧,可能为导致外侧半月板损伤的原因。目前大多数学者认为,外侧半月板损伤几率更高,而冯磊等^[17]认为是内侧半月板居多,且多为纵行撕裂。本文所得结果内外半月板损伤差异没有统计学意义,这可能与调查对象所做运动的形式和特点有关,不同的运动可能有其固定的旋转或屈曲方式,故而导致损伤部位不同。即在长跑人群中,过快的速度、突然的撞击、频繁的扭转、屈膝以及体重过重,均可导致内外侧半月板损伤,尤其是后角。

本研究也存在一些不足之处。第一, 本次调查范围的平均年龄约为34岁, 对于高年龄段的样本量较少, 可能对结果也有一定的影响。第二, 没有依托膝关节镜作为诊断的金标准, 在半月板损伤分级诊断中可能存在一定误差。第三, 本研究为回顾性研究, 存在固有的混杂偏倚以及选择偏倚。

综上所述,本研究通过分析北方寒区长跑人群膝关节损伤患者MRI检查结果,进一步明确了半月板损伤的特点。即其半月板损伤随着年龄的增长具有一定的相关性,半月板后角较前角更容易

参考文献

- [1]Porrino J,Sharp J W,Asimolowo 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.
- [2]柳宜,姚五华,滕盛华.膝关节术后外侧复合体损伤的研究进展[J].中医正骨,2019,297(12):40-42.
- [3]Nannapragari M,Mortada S,Wiik A,et al.Posterolateral corner injuries: Epidemiology ,anatomy, biomechanics and diagnosis[J]. Injury, 2018, 49(6):1024-1031.
- [4]杨现奎,曹晓红. MRI检查和CT检查诊断膝关节损伤的效果分析[J]. 黑龙江医学, 2020,423(1):115-116.
- [5]张亚林,廖荣信,周理超. MSCT与MRI对肩关节外伤的诊断价值分析[J]. 罕少疾病杂志,2018,25(4):3.
- [6]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):4.
- [7]吴明凡,江淮,郑权,等. 膝关节后外侧角损伤研究进展[J]. 国际骨科学杂志,2021,42(5):5.
- [8]夏艳芬. 膝关节损伤的磁共振成像(MRI)检查及诊断价值分析[J]. 影像研究与医学应用,2020,4(10):82-83.
- [9]董素萍. 多层螺旋CT与MRI在肋骨骨折诊断价值对比分析[J]. 罕少疾病杂志,2019,26(1):4.
- [10]邵鸿,戴刚,李玉吉,等. 腓肌腱损伤的临床研究进展[J]. 中国老年学杂志,2019,39(3):761-764.
- [11]任鹤鹤,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.
- [12]叶梓鹏,徐俊杰,董士奎,等. 膝关节后外侧结构损伤研究进展[J]. 国际骨科学杂志,2020,41(5):275-279.
- [13]Franciozi C E,Albertoni L J B,Kubota M S,et al.A Hamstring-Based Anatomic Posterolateral Knee Reconstruction With Autografts Improves Both Radiographic Instability and Functional Outcomes[J]. Arthroscopy, 2019, 35(6):1676-1685.

损伤, 内外半月板损伤没有统计学差异。有利于长跑人群在训练中半月板损伤的预防, 为减少半月板损伤的发生提供有效依据。

参考文献

- [1] 盛雪霞, 闵志刚, 张萍. 青年膝关节半月板损伤的MR分级表现及特点探讨[J]. 现代医用影像学, 2021, 30(7): 1304-1306.
- [2] 曾志斌, 沈比先, 高德宏, 等. MRI分级诊断膝关节半月板损伤对手术的指导作用[J]. 生物医学工程学进展, 2018, 39(01): 35-37.
- [3] Stoller D W, Martin C, Crues J V, et al. Meniscal tears: Pathologic correlation with MR imaging. [J]. Radiology, 1987, 163(3): 731-735.
- [4] 赵以坤, 董学平, 张新涛. 膝外侧半月板后根止点解剖变异病例报告[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(03): 8-9.
- [5] 田明波, 刑琳, 李守峰, 等. CT与MRI在不同分期膝半月板和关节软骨损伤患者中的诊断对比[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17(01): 133-136.
- [6] 王兵, 王德广, 董桂芝. 军事训练致膝半月板损伤的MRI所见[J]. 实用医药杂志, 2012, 29(11): 1007-1008.
- [7] 盛雪霞, 闵志刚, 张萍. 青年膝关节半月板损伤的MR 分级表现及特点探讨[J]. 现代医用影像学, 2021, 30(7): 1304-1306.
- [8] 王磊, 许文静, 资力, 等. 武警部队官兵膝关节MRI检查结果分析[J]. 武警医学, 2019, 30(12): 1075-1078.
- [9] 行海涛. 膝骨关节炎周围骨髓水肿与股四头肌面积、半月板分级的相关性分析[J]. 罕少疾病杂志, 2021, 28(04): 90-91.
- [10] Dillon E H, Pope C F, Jokl P, et al. Follow-up of grade 2 meniscal abnormalities in the stable knee[J]. Radiology, 1991, 181(3): 849-852.
- [11] Katz JN, Brophy RH, Chaisson CE, et al. Surgery versus physical therapy for a meniscal tear and osteoarthritis[J]. New England Journal of Medicine, 2013, 369(18): 677-678.
- [12] 郑崐, 李旭, 洪雷, 等. 前交叉韧带撕裂合并外侧半月板后角根部损伤导致膝关节高度前外旋转不稳定[J]. 中国运动医学杂志, 2019, 38(8): 643-651.
- [13] Emeritus W P E. Editorial Commentary: Medial and Lateral Meniscus Root Injuries Are Distinct, and Indications for Repair May Differ: Get Down to the Root of the Problem! [J]. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2021, 37(7): 2217-2219.
- [14] 何瑜, 韩景茹. 膝关节半月板的形态学研究进展[J]. 局解手术学杂志, 2000, 9(3): 255-257.
- [15] Shankman S, Beltran J, Melamed E, et al. Anterior horn of the lateral meniscus: another potential pitfall in MR imaging of the knee[J]. Radiology, 1997, 204(1): 181-184.
- [16] 麦春华, 蔡泽银, 钟如玉, 等. 不同屈膝角度下半月板运动及形态改变的MRI研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(2): 119-121, 124.
- [17] 冯磊, 王敬学, 王国华, 等. 磁共振成像评价膝关节半月板损伤[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(30): 5545-5550.

(收稿日期: 2022-03-10)

(校对编辑：谢诗婷)