

## 论 著

## 髌下脂肪垫大小及信号强度与髌股关节结构损伤相关性的MRI研究

赵倩 朱丽平 张秀莉\*  
李绍东  
徐州医科大学附属医院影像科  
(江苏 徐州 221000)

**【摘要】目的** 探究髌下脂肪垫(IPFP)大小及信号强度与髌股关节结构损伤之间的关系。**方法** 回顾性分析100例同时行膝关节X线和MRI检查受试者的临床和影像学资料,于矢状位PDWI-FS图像上测量IPFP厚度及最大横截面积(CSA),半定量评估IPFP信号强度,并对髌骨软骨缺损、骨赘及骨髓病变三种结构损伤进行评估,分析IPFP大小及信号强度与髌股关节结构损伤的相关性。进一步根据K-L分级(Kellgren-Lawrence grading)将研究对象分为ROA组和非ROA组,比较两组间IPFP的差异。**结果** IPFP厚度、最大CSA与髌骨软骨缺损、骨赘呈显著负相关( $P<0.05$ ),IPFP信号强度与髌骨软骨缺损、骨赘呈显著正相关( $P<0.05$ ),ROA组的IPFP厚度及最大CSA小于非ROA组,ROA组的IPFP信号强度高于非ROA组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** IPFP大小及信号增高与髌股关节结构损伤存在相关性,可能是髌股骨关节炎发生和发展的潜在影响因素。

**【关键词】** 髌下脂肪垫; 骨关节炎; 磁共振成像  
**【中图分类号】** R455.2  
**【文献标志码】** A  
**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2024.10.046

## MRI Study on Correlation between Size and Signal Intensity of IPFP and Patellofemoral Joint Structural Damage

ZHAO Qian, ZHU Li-ping, ZHANG Xiu-li\*, LI Shao-dong.  
Department of Medical Imaging, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, Jiangsu Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To investigate the associations between size and signal intensity of Infrapatellar fat pad(IPFP) and patellofemoral joint structural damage. **Methods** The clinical and imaging data of 100 subjects who both underwent knee of X-ray and MRI were retrospectively collected and analyzed. The thickness and maximum cross-sectional area(CSA) of IPFP were measured on sagittal PDWI-FS sequence images, and the signal intensity of IPFP were evaluated semiquantitatively. MRI was used to assess patellar cartilage defects, osteophytes and bone marrow lesions, and their correlations with the IPFP size and signal intensity were analyzed. According to the K-L classification on X-ray films, the participants were further divided into ROA and non-ROA group to compare the differences of IPFP between them. **Results** The thickness and maximum CSA of IPFP were negatively correlated with patellar cartilages and osteophytes( $P<0.05$ ), the signal intensity of IPFP was positively associated with patellar cartilages and osteophytes( $P<0.05$ ). IPFP thickness and maximum CSA were smaller in the ROA group compared to the non-ROA group, IPFP signal intensity was higher in the ROA group compared to the non-ROA group, and the differences were statistically significant( $P<0.05$ ). **Conclusion** IPFP size and increased signal are associated with patellofemoral joint structural damage, suggesting that IPFP may be the potential influencing factors for the development and progression of patellofemoral joint osteoarthritis.

**Keywords:** Infrapatellar Fat Pad; Osteoarthritis; Magnetic Resonance Imaging

髌股骨关节炎(patellofemoral joint osteoarthritis, PFJ OA)是膝关节骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)的亚型之一,是一种以软骨损伤、骨髓病变(bone marrow lesion, BML)、骨赘形成等结构损伤为主要病理特征的关节退行性疾病<sup>[1]</sup>。PFJ OA发病率高<sup>[2]</sup>并且与膝关节疼痛和功能障碍密切相关<sup>[3]</sup>。但PFJ OA的病因及发病机制尚不完全清楚<sup>[4]</sup>,目前大量的研究主要集中在髌股关节力学失衡和髌骨运动轨迹方面。因此,阐明PFJ OA的发病机制并及时采取干预措施尤为重要。

髌下脂肪垫(infrapatellar fat pad, IPFP)是膝关节囊内、滑膜外的一种以弹性纤维为网架支架的脂肪组织,它位于髌骨的下方,髌腱、股骨髁和胫骨平台之间,并且填充了这些结构之间的潜在空间<sup>[5]</sup>。近年来,IPFP因其潜在的力学、代谢作用被认为在KOA的发生和发展中发挥重要作用<sup>[6]</sup>。而关于探究IPFP与PFJ OA相关结构损伤关系的相关文献较少,且观点存在争议。MRI具有无创、精确的优点,可进行多序列、多方位、多参数成像,较清晰地显示软骨缺损、BML及骨赘等异常关节结构改变<sup>[7]</sup>。故本文拟利用MRI成像来评估IPFP大小及信号强度并分析其与髌股关节结构损伤之间的关系。

## 1 资料和方法

**1.1 一般资料** 回顾性收集2022年1月至2023年7月于徐州医科大学附属医院就诊且符合以下标准的受试者。

纳入标准:连续行膝关节X线及MRI检查(两项检查间隔2周内)的无症状健康志愿者或慢性膝关节疼痛者。排除标准:有膝关节外伤或手术史、强直性脊柱炎、类风湿性关节炎、肿瘤或骨关节感染、代谢性骨病、先天性骨关节病、滑车发育不良、髌骨复发性脱位及影像资料不全或图像质量不佳者。最终共纳入100例研究对象,男性33例,女性67例,年龄范围41~78岁。收集患者临床资料,包括性别、年龄、体重、体重指数(body mass index, BMI)等。

**1.2 MRI成像** 采用美国GE公司生产的Discovery MR 750W 3.0 T磁共振扫描仪对膝关节进行MRI成像,配有16通道膝关节专用线圈,扫描序列包括:矢状位FSE-T<sub>1</sub>WI序列,矢状位、冠状位及轴位PDWI-FS序列。

**1.3 指标测量和图像分析** 膝关节前后位X线片:根据K-L分级(Kellgren-Lawrence Grading)标准<sup>[8]</sup>评估每个膝关节,分级标准如下:0级(正常:无骨赘及关节间隙狭窄);I级(关节间隙无狭窄,可疑骨赘);II级(关节间隙正常或可疑狭窄,轻度骨赘);III级(中度骨赘,关节间隙狭窄,软骨下骨部分硬化);IV级(重度骨赘,关节间隙明显狭窄,软骨下骨严重硬化,明显关节畸形)。其中K-L分级 $\geq$ II级定义为放射学骨关节炎(radiographic osteoarthritis, ROA)<sup>[9]</sup>。根据K-L分级将研究对象分为ROA组(K-L $\geq$ II级)和非ROA组(K-L 0级及I级)。

MRI定量测量:将全部研究对象MRI原始DICOM数据导入3D Slicer软件:(1)IPFP厚度:在矢状面PDWI-FS序列图像上从IPFP前表面至后表面画一条垂直于髌腱的线(图1),

【第一作者】赵倩,女,在读研究生,主要研究方向:影像诊断。E-mail: 1013607719@qq.com

【通讯作者】张秀莉,女,副主任医师,主要研究方向:骨与关节影像诊断。E-mail: zhangxl201103@163.com

取其最大值<sup>[10]</sup>。(2)IPFP最大横截面积(cross-sectional area, CSA):在矢状面PDWI-FS序列图像上,手动逐层绘制IPFP边界以测量IPFP的横截面积(图2),取其最大值<sup>[11]</sup>。

MRI半定量评估:在矢状面PDWI-FS序列图像上选择IPFP信号增加最显著的层面作为研究的感兴趣平面,根据高信号区域面积在当前层面所占比率分为以下4个等级:0级,无信号强度改变;1级,<10%;2级,10-20%;3级,>20%<sup>[12]</sup>。

髌骨软骨缺损分级:0级,正常软骨;1级,局部起泡和低信号改变,表面和底部完整;2级,表面或底部不规则,厚度减薄,厚度缺损<50%;3级,深度溃疡,厚度缺损>50%;4级,全层软骨缺损,软骨下骨外露。

髌骨BML分级:0级,无骨髓水肿;1级,骨髓水肿占整个区域的1%~25%;2级,骨髓水肿占整个区域的26%~50%;3级,骨髓水肿大于整个区域的50%。

MRI骨关节炎膝关节评分(MRI osteoarthritis knee score, MOAKS)<sup>[13]</sup>对髌骨上侧、下侧、外侧和内侧骨赘大小进行评分:0=无、1=小、2=中、3=大。

**1.4 统计学分析** 应用SPSS 26.0 进行统计分析。计量资料符合正态分布以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,为偏态分布时用中位数(四分位数间距)[M(P<sub>25</sub>, P<sub>75</sub>)]描述。分别采用多元线性回归及有序多分类 Logistic 回归分析探索IPFP 厚度、最大CSA及IPFP信号强度与研究对象一般情况的相关性。分析IPFP厚度、最大CSA及信号强度与髌股关节结构损伤(软骨缺损、骨赘、BML)的相关性采用有序多分类Logistic回归。两组间性别比较采用 $\chi^2$ 检验,两组间年龄、身高、体重、BMI比较采用t检验,两组间IPFP差异性比较采

用多元线性回归及有序多分类 Logistic 回归。P<0.05认为差异具有统计学意义。

2 结 果

**2.1 一般资料** 本研究共纳入100例研究对象,非ROA组39例,ROA组61例,男33例,女67例,年龄41~78(57.4±7.7)岁,身高(163.3±7.4)cm,体重(68.4±9.7)kg,BMI(25.7±3.3)kg/m<sup>2</sup>,IPFP厚度(26.6±5.1)mm,IPFP最大CSA(62.6±12.3)mm<sup>2</sup>,IPFP信号强度为2(1, 3)。

**2.2 IPFP厚度、最大CSA及IPFP信号强度与研究对象一般情况的相关性** 多元线性回归分析显示IPFP厚度及最大CSA与年龄呈显著负相关,与身高呈显著正相关(P<0.05),但与性别、体重、BMI均无显著性相关(P>0.05);IPFP信号强度仅与年龄呈显著正相关(P<0.05),与性别、身高、体重、BMI均无显著性相关(P>0.05)(表1)。

**2.3 IPFP厚度、最大CSA及信号强度与髌股关节结构损伤、K-L分级的相关性** 有序多分类 Logistic 回归分析显示消除混杂因素后,IPFP厚度及最大CSA与髌骨软骨缺损、髌骨骨赘、K-L分级呈显著负相关(P<0.05),IPFP信号强度与髌骨软骨缺损、髌骨骨赘、K-L分级呈显著正相关(P<0.05),IPFP厚度、最大CSA及信号强度与髌骨BML均无显著性相关(P>0.05)(表2)。

**2.4 ROA组与非ROA组一般情况、IPFP大小及信号强度比较** 根据K-L分级把全体研究对象分为非ROA组(39例),ROA组(61例),研究对象一般情况、IPFP大小及信号强度等信息见表3,多因素分析显示两组间IPFP厚度、最大CSA及信号强度差异性显著(P<0.05)(表3)。

表1 IPFP厚度、最大CSA及信号强度与研究对象一般情况相关性的多因素分析

|     | IPFP厚度                |       | IPFP最大CSA             |        | IPFP信号强度             |        |
|-----|-----------------------|-------|-----------------------|--------|----------------------|--------|
|     | β值(95%CI)             | P值    | β值(95%CI)             | P值     | β值(95%CI)            | P值     |
| 性别  | 0.101(-1.204,3.385)   | 0.348 | 0.133(-1.603,8.520)   | 0.178  | 0.460(-0.623,1.542)  | 0.405  |
| 年龄  | -0.298(-0.304,-0.088) | 0.001 | -0.208(-0.568,-0.092) | 0.007  | 0.100(0.044,0.156)   | <0.001 |
| 身高  | 0.365(0.093,0.408)    | 0.002 | 0.536(0.541,1.237)    | <0.001 | -0.025(-0.099,0.049) | 0.513  |
| 体重  | 0.121(-0.029,0.156)   | 0.179 | 0.011(-0.191,0.218)   | 0.897  | -0.036(-0.036,0.052) | 0.730  |
| BMI | 0.016(-0.233,0.284)   | 0.846 | -0.094(-0.952,0.244)  | 0.243  | 0.048(-0.065,0.161)  | 0.404  |

表2 IPFP厚度、最大CSA及信号强度与髌股关节结构损伤、K-L分级相关性的多因素分析

|        | IPFP厚度                |        | IPFP最大CSA             |        | IPFP信号强度            |        |
|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|---------------------|--------|
|        | β值(95%CI)             | P值     | β值(95%CI)             | P值     | β值(95%CI)           | P值     |
| 髌骨软骨缺损 | -0.161(-0.264,-0.059) | 0.002  | -0.084(-0.133,-0.036) | 0.001  | 1.143(0.656,1.630)  | 0.001  |
| 髌骨骨赘   | -0.173(-0.273,-0.074) | 0.001  | -0.087(-0.134,-0.040) | <0.001 | 1.134(0.654,1.614)  | <0.001 |
| 髌骨BML  | -0.074(-0.173,0.024)  | 0.140  | -0.037(-0.083,0.009)  | 0.114  | 0.201(-0.229,0.632) | 0.359  |
| K-L分级  | -0.255(-0.370,-0.141) | <0.001 | -0.113(-0.164,-0.062) | <0.001 | 1.180(0.702,1.658)  | <0.001 |

表3 ROA组与非ROA组一般情况、IPFP大小及信号强度比较

|                             | 非ROA组     | ROA组      | P值     |
|-----------------------------|-----------|-----------|--------|
| 人数(例)                       | 39        | 61        |        |
| 性别(女/男)                     | 21/18     | 46/15     | 0.025  |
| 年龄(岁)                       | 52.4±5.1  | 60.7±7.4  | <0.001 |
| 身高(cm)                      | 167.4±7.2 | 160.7±6.3 | <0.001 |
| 体重(kg)                      | 69.2±10.1 | 67.9±9.5  | 0.509  |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> )     | 24.6±2.6  | 26.3±3.4  | 0.009  |
| IPFP厚度(mm)                  | 29.9±4.2  | 24.5±4.4  | 0.004  |
| IPFP最大CSA(mm <sup>2</sup> ) | 71.8±9.2  | 56.6±10.2 | <0.001 |
| IPFP信号强度                    | 1(1,2)    | 3(2,3)    | <0.001 |

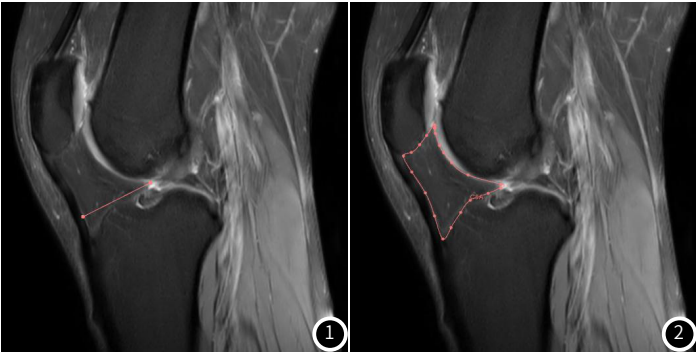


图1 髌下脂肪垫厚度测量示意图。图2 髌下脂肪垫横截面积测量示意图。

### 3 讨论

肥胖/体脂含量被认为是OA的重要危险因素<sup>[14]</sup>, IPFP作为膝关节内的最大的区域性脂肪组织结构, 其在OA发生和发展中的作用却不十分明确。由于IPFP的特殊位置, 理论上认为其在运动过程中起到减轻膝关节负荷, 同时与髌韧带协同, 通过稳定髌骨增加关节的稳定性, 限制膝关节过度活动, 从而对膝关节起保护作用<sup>[5]</sup>。本研究中, IPFP厚度、最大CSA与髌骨软骨缺损、髌骨骨赘、K-L等级存在显著负相关, 同样, 一项大样本量(n=977)横断面研究<sup>[11]</sup>证实了IPFP最大CSA与ROA、膝关节结构异常呈负相关。更大的IPFP体积与更大的膝关节软骨体积和更少的膝关节结构异常(软骨缺损、骨赘、BML)有关<sup>[15]</sup>。在本研究中发现IPFP厚度、最大CSA与髌骨BML之间也存在负相关, 尽管差异未达到统计学显著性, 但它们的趋势是一致的。此外, 本研究指出ROA组IPFP厚度、最大CSA小于对照组。类似的, Fontanella等<sup>[16]</sup>发现中晚期KOA患者的IPFP体积、厚度均较对照组减小。Liu等<sup>[17]</sup>研究报道相较于非OA组, OA组具有较小的IPFP厚度及最大CSA。以上研究结果均表明IPFP可能通过力学作用保护膝关节免受机械损伤。IPFP靠近髌骨, 由于其柔软和灵活的特性可充当膝关节内的局部减震器, 更大的IPFP可能减震效果更好, 从而防止PFJ OA的发生和进展。与此相反, Chuckpaiwong等<sup>[18]</sup>指出KOA患者(n=15)和对照组(n=15)之间IPFP大小没有显著差异。Cowan等<sup>[19]</sup>报道患有PFJ OA的患者(n=35)的IPFP体积高于对照组(n=11), 表明较大的IPFP可能对髌股关节是有害的。这可能归因于他们的研究受到样本量较小的限制。此外, 多种因素可能影响IPFP的大小, 在本研究中, IPFP大小与年龄、身高有关, 但与性别、体重及BMI无关, 与先前发表的数据不完全一致<sup>[11]</sup>, 我们没有发现IPFP大小与体重之间有显著性关联, 未来需要基于更大样本量健康人群进一步探究。研究<sup>[20]</sup>显示, 身体肥胖指标(皮下脂肪、躯干脂肪)与IPFP大小之间缺乏显著性关联。基于以上结果更加反映的IPFP主要作用不是储能, 而是起着重要的结构性作用。本研究同时测量IPFP厚度、最大CSA作为描述IPFP大小的指标, 发现二者均与髌骨软骨缺损、髌骨骨赘、K-L等级显著相关, 而厚度的测量方法相比较于最大CSA测量更加简捷、可重复性高, 提示IPFP厚度可能被用作PFJ OA比较好的影像标志物之一。

IPFP不仅是膝关节腔内的结构性脂肪组织, 也具有类似皮下脂肪组织的内分泌功能。研究证实<sup>[21]</sup>IPFP可以通过抑制基质金属蛋白酶MMP-1、MMP-3的产生和II型胶原蛋白基因表达来抑制软骨分解代谢。与此相反, 多个研究<sup>[5-22]</sup>指出异常的IPFP可产生多种促炎细胞因子, 如IL-1 $\beta$ 、TNF- $\alpha$ 、IL-6及IL-8等, 以及脂肪因子如瘦素、抵抗素等, 参与了软骨的退化和降解, 在KOA中起有害作用。既往研究<sup>[23]</sup>认为在脂肪抑制质子密度加权MRI图像上观察到IPFP信号增高是IPFP炎症的表现, 在本研究中发现IPFP信号越高, 髌骨软骨缺损和骨赘越多, 提示发生炎性改变的IPFP可能通过内分泌作用促进髌股关节软骨的损伤及骨赘的形成, 这与之前的研究结果类似<sup>[11]</sup>。有研究<sup>[24]</sup>认为MRI上的IPFP高信号可以预测ROA的发生, 本研究结果与之类似: IPFP信号增加总伴随着K-L等级的增加, 且ROA组的IPFP信号显著高于对照组。这表明病变的IPFP可能会促进PFJ OA的进展。有趣的是, 在我们收集影像资料的过程中发现一些病例没有ROA, 但是IPFP信号发生改变。一项为期2年的随访研究发现IPFP信号强度改变而无ROA的患者可能处于加速型OA的高风险中, 其主要特征可能是局部炎症<sup>[25]</sup>。高龄是OA的独立危险因素<sup>[26]</sup>, 本研究发现IPFP信号增加与年龄显著相关。基于以上研究我们推测IPFP信号增高可能是PFJ OA潜在的危险因素, 并且可以作为诊断与预测PFJ OA发生和发展的结果指标。

此次研究存在一些局限性。首先研究样本量较小, 可能会导致统计学结果存在一定偏倚。其次, 本研究测量了IPFP的厚度及最大CSA用以描述其大小, 而不是体积, 体积测量更为耗时, 且没有前两者准确。最后, 本研究为横断面研究, 不能推断IPFP与髌股关节结构损伤及PFJ OA之间的因果关系, 因此有待于大规模的纵向研究以进一步探讨。

总之, 本研究发现IPFP厚度、最大CSA及信号增高与髌股关节结构损伤相关, 较大的IPFP对PFJ OA具有保护性作用, 而IPFP信号增高对PFJ OA的进展具有促进作用。因此, 临床医生在日常工作中应提高对IPFP的重视, 尤其在膝关节手术中应避免切除正常的IPFP。

### 参考文献

- [1] Martel-Pelletier J, Barr AJ, Cicuttini FM, et al. Osteoarthritis [J]. Nat Rev Dis Primers [J]. 2016, 2: 16072.
- [2] 马岩, 陈传新, 崔强, 等. 单纯髌股关节炎的MRI诊断 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2014, 12 (8): 105-108.
- [3] Stefanik JJ, Gross KD, Guermazi A, et al. The relation of MRI-detected structural damage in the medial and lateral patellofemoral joint to knee pain: the multicenter and framingham osteoarthritis studies [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2015, 23 (4): 565-570.
- [4] Crossley KM, Hinman RS. The Patellofemoral joint: the forgotten joint in knee osteoarthritis [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2011, 19 (7): 765-767.
- [5] 顾玉彪, 常瑞龙, 雷宁波, 等. 髌下脂肪垫与膝骨性关节炎相关性研究进展 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2021, 27 (5): 376-379.
- [6] 吴松, 巴宏亮, 何金深, 等. 髌下脂肪垫MRI信号与膝关节骨关节炎相关性的横断面研究 [J]. 中南大学学报 (医学版), 2017, 42 (5): 536-541.
- [7] 陈钰深, 罗建彬. MRI、超声及X线诊断行性膝关节炎临床价值比较 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20 (10): 153-154, 186.
- [8] Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis [J]. Ann Rheum Dis, 1957, 16 (4): 494-502.
- [9] Kumar D, Karampinos DC, MacLeod TD, et al. Quadriceps intramuscular fat fraction rather than muscle size is associated with knee osteoarthritis [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2013, 22 (2): 226-234.
- [10] Ricatti G, Veronese N, Gangai I, et al. Hoffa's fat pad thickness: a measurement method with sagittal MRI sequences [J]. Radiol Med, 2021, 126 (6): 886-893.
- [11] Han W, Cai S, Liu Z, et al. Infrapatellar fat pad in the knee: is local fat good or bad for knee osteoarthritis [J]. Arthritis Res Ther, 2014, 16 (4): R145.
- [12] Han W, Aitken D, Zhu Z, et al. Signal intensity alteration in the infrapatellar fat pad at baseline for the prediction of knee symptoms and structure in older adults: a cohort study [J]. Ann Rheum Dis, 2015, 75 (10): 1783-1788.
- [13] Runhaar J, Schiphoof D, van Meer B, et al. How to define subregional osteoarthritis progression using semi-quantitative MRI osteoarthritis knee score (MOAKS) [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2014, 22 (10): 1533-1536.
- [14] Wang T, He C. Pro-inflammatory cytokines: The link between obesity and osteoarthritis [J]. Cytokine Growth Factor Rev, 2018, 44: 38-50.
- [15] Cai J, Xu J, Wang K, et al. Association between infrapatellar fat pad volume and knee structural changes in patients with knee osteoarthritis [J]. J Rheumatol, 2015, 42 (10): 1878-1884.
- [16] Fontanella CG, Belluzzi E, Rossato M, et al. Quantitative MRI analysis of infrapatellar and suprapatellar fat pads in normal controls, moderate and end-stage osteoarthritis [J]. Ann Anat, 2019, 221: 108-114.
- [17] Liu Z, Wu J, Xiang W, et al. Correlation between the signal intensity alteration of infrapatellar fat pad and knee osteoarthritis: a retrospective, cross-sectional study [J]. J Clin Med, 2023, 12 (4): 1331.
- [18] Chuckpaiwong B, Charles HC, Kraus VB, et al. Age-associated increases in the size of the infrapatellar fat pad in knee osteoarthritis as measured by 3T MRI [J]. J Orthop Res, 2010, 28 (9): 1149-1154.
- [19] Cowan SM, Hart HF, Warden SJ, et al. Infrapatellar fat pad volume is greater in individuals with patellofemoral joint osteoarthritis and associated with pain [J]. Rheumatol Int, 2015, 35 (8): 1439-1442.
- [20] Teichtahl AJ, Wuldasari E, Brady SR, et al. A large infrapatellar fat pad protects against knee pain and lateral tibial cartilage volume loss [J]. Arthritis Res Ther, 2015, 17: 318.
- [21] Bastiaansen-Jenniskens YM, Clockaerts S, Feijt C, et al. Infrapatellar fat pad of patients with end-stage osteoarthritis inhibits catabolic mediators in cartilage [J]. Ann Rheum Dis, 2011, 71 (2): 288-294.
- [22] Eymard F, Chevalier X. Inflammation of the infrapatellar fat pad [J]. Joint Bone Spine, 2016, 83 (4).
- [23] Dragoo JL, Johnson C, McConnell J. Evaluation and treatment of disorders of the infrapatellar fat pad [J]. Sports Med, 2012, 42 (1): 51-67.
- [24] Wang X, Blizzard L, Halliday A, et al. Association between MRI-detected knee joint regional effusion-synovitis and structural changes in older adults: a cohort study [J]. Ann Rheum Dis, 2014, 75 (3): 519-525.
- [25] Davis JE, Ward RJ, MacKay JW, et al. Effusion-synovitis and infrapatellar fat pad signal intensity alteration differentiate accelerated knee osteoarthritis [J]. Rheumatology (Oxford), 2019, 58 (3): 418-426.
- [26] Liu Y, Zhang Z, Li T, et al. Senescence in osteoarthritis: from mechanism to potential treatment [J]. Arthritis Res Ther, 2022, 24 (1): 174.

(收稿日期: 2023-10-29)

(校对编辑: 翁佳鸿)