

# 基于 MRI 技术探讨影响膝骨关节炎病人疼痛的相关因素

肖龙文<sup>1,2,3</sup> 胡海威<sup>3</sup> 桑灏祺<sup>2</sup> 陈玉柳<sup>3</sup> 毕春强<sup>4</sup> 桑志成<sup>3</sup>

**【摘要】** 目的 基于 MRI 探讨膝骨关节炎病人软骨损伤、半月板损伤、骨髓水肿及滑膜炎等常见损伤与疼痛程度的相关性。方法 纳入 2018 年 9 月至 2021 年 1 月于望京医院骨关节二科就诊的膝骨关节炎病人 150 例,近期均无外伤、疼痛明显加重,均行 MRI 检查。采用西安大略和麦克马斯特大学(Western Ontario and McMaster Universities, WOMAC)骨关节炎指数中的疼痛评分表示病人膝关节疼痛程度,与 MRI 检查中的各项关节损伤评分进行相关性分析,从而探讨膝骨关节炎病人疼痛的相关因素。结果 150 例(100%)膝骨关节炎病人均有软骨损伤 MRI 表现,136 例(90.67%)有骨髓水肿影像学表现及明显阳性体征,65 例(43.33%)MRI 示有半月板损伤但仅有 14 例病人有相应临床表现,50 例病人(33.33%)有滑膜炎影像学表现及临床症状。研究表明软骨损伤、骨髓水肿与关节疼痛呈中度相关( $\rho=0.592$ 、 $\rho=0.695$ ),半月板损伤、滑膜炎与关节疼痛呈低度相关( $\rho=0.388$ 、 $\rho=0.452$ )。结论 膝骨关节炎病人的疼痛主要由软骨损伤、骨髓水肿导致,半月板损伤、滑膜炎亦与关节疼痛具有一定联系,临床工作者应合理使用 MRI 检查,明确膝关节疼痛病因,制定科学合理的治疗计划。

**【关键词】** 膝骨关节炎;疼痛;软骨损伤;骨髓水肿;半月板损伤;滑膜炎;MRI

**Related Factors Affecting Pain of Knee Osteoarthritis Based on MRI.** XIAO Long-wen<sup>1,2,3</sup>, HU Hai-wei<sup>3</sup>, SANG Hao-qi<sup>2</sup>, CHEN Yu-liu<sup>3</sup>, BI Chun-qiang<sup>4</sup>, SANG Zhi-cheng<sup>3</sup>. <sup>1</sup>Beijing Fengsheng Special Hospital of Traditional Medical Traumatology and Orthopaedics, Beijing 100033, China; <sup>2</sup>Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China; <sup>3</sup>The Second Department of Orthopaedics, Wangjing Hospital of China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100102, China; <sup>4</sup>The Second Department of Orthopaedics, South Campus of Guang'anmen Hospital of China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 102699, China

Corresponding author: SANG Zhi-Cheng; E-mail: sangzhch@126.com

**【Abstracts】 Objective** To investigate the related factors affecting the pain of knee osteoarthritis patients based on MRI technology. **Methods** A total of 150 patients with knee osteoarthritis who had no recent trauma, and all underwent MRI examination at the Department of Orthopaedics of Wangjing Hospital from September 2018 to January 2021 were included. The degree of knee pain was evaluated by the pain score of Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC). The related factors of pain in patients with knee osteoarthritis were explored by analyzing the correlation between the joint injury score in MRI and the pain score of knee. **Results** 150 (100%) patients with knee osteoarthritis had MRI findings of cartilage damage, 136 (90.67%) patients had bone marrow edema imaging findings and significant positive signs, and 65 (43.33%) patients showed meniscus injury on MRI but only 14 patients had corresponding clinical manifestations, and no obvious synovitis. 50 (33.33%) patients showed the MRI findings of synovitis. Statistical studies indicate that cartilage injury, bone marrow edema and joint pain were moderately related ( $\rho=0.592$ ,  $\rho=0.695$ ). The meniscus injury score and synovitis were lowly correlated with joint pain ( $\rho=0.388$ ,  $\rho=0.452$ ). **Conclusion** The pain in knee osteoarthritis patients is mainly caused by cartilage injury and bone marrow edema. Meniscus injury and synovitis are also related to joint pain. Clinical workers should use MRI examination reasonably to determine the cause of knee joint pain, and make the scientific and reasonable treatment plan.

DOI:10.3969/j.issn.1674-8573.2021.04.008

基金项目:中国中医科学院广安门医院南区院级科研基金(Y2019-08)

作者单位:1. 北京市丰盛中医骨伤专科医院,北京 100033;2. 北京中医药大学,北京 100029;3. 中国中医科学院望京医院骨关节二科,北京 100102;4. 中国中医科学院广安门医院南区骨二科,北京 102699

通信作者:桑志成, E-mail: sangzhch@126.com

**【Key words】** Knee osteoarthritis; Pain; Cartilage injury; Bone marrow edema; Meniscus injury; Synovitis; MRI

膝关节是我们人体最重要的屈戌关节之一,由于其生理功能及解剖结构,膝关节在日常生活中较易受损。临床上 X 线检查无法明确解释大部分膝骨关节炎病人的疼痛原因及关节损伤情况, MRI 常可发现一系列膝关节损伤。为明确关节疼痛原因,本研究纳入 2018 年 9 月至 2021 年 1 月于望京医院骨关节二科就诊的膝骨关节炎病人,基于 MRI 检查结果,探讨膝骨关节炎病人疼痛的相关因素。

### 资料与方法

#### 一、纳入标准与排除标准

根据中华医学会骨科学会 2018 年修订的膝骨关节炎诊断标准<sup>[1]</sup>纳入:①近 1 个月内反复膝关节疼痛;②(站立或负重位)X 线片示关节间隙变窄、软骨下骨硬化和(或)囊性变、关节缘骨赘形成;③年龄 $\geq 50$ 岁;④晨僵 $\leq 30$  min;⑤活动时骨摩擦音(感)。综合临床及 X 线检查,凡符合第①条,且②、③、④、⑤中任意两条者,可诊断为膝骨关节炎。

排除标准:①骨折;②前后交叉韧带、内外侧副韧带急性损伤;③类风湿性关节炎、关节结核、化脓性关节炎、血小板减少性紫癜性关节炎、痛风、关节内肿瘤等其他特异性关节病。

#### 二、一般资料

共纳入 150 例作为研究对象,其中男 42 例,女 108 例,年龄为(68.3 $\pm$ 11.2)岁。就诊时均疼痛发作或近期原有疼痛加重,且疼痛发作或加重前 1 个月内无外伤及运动损伤史;临床表现为患处疼痛、可伴有压痛或叩击痛,部分病人伴有关节肿胀,无局部皮肤发红,X 线片见膝骨关节炎改变且未见骨折征象。

### 三、影像学检查

MRI 检查均采用 PHILIPS 1.5T 磁共振设备,采用正交线圈,仰卧位足先进、膝关节自然伸直位,髌骨最下缘为线圈中心定位点。扫描序列为:①横断位、冠状位、矢状位的快速自旋回波质子密度加权脂肪抑制像(TR 3 900 ms, TE 44.3 ms);②矢状位自旋回波 T1WI 序列(TR 360 ms, TE 10 ms);③快速自旋回波 T2WI 序列(TR 4 100 ms, TE 102 ms)。层厚:4.0 mm,层间距:1.0 mm,视野:FOV 160 mm $\times$ 160 mm。每例病人的影像学检查均由 1 名影像科医师与 1 名临床主任医师共同确认。

### 四、临床评价

#### (一)疼痛评分

采用西安大略和麦克马斯特大学(Western Ontario and McMaster Universities, WOMAC)骨关节炎指数中的疼痛评分表示病人膝关节疼痛程度。具体方法是:分别在纸上画 5 条长度为 10 cm 的横线,表示在平坦的路上行走时、上下楼梯时、夜间休息时、坐位或卧位时、直立位时的疼痛程度,横线的一端为 0,表示无痛,另一端为 10,表示剧痛,中间部分表示不同程度的疼痛。让病人根据自我感觉在横线上划一记号,表示疼痛的程度,每一项满分 10 分,总分为 50 分。

#### (二)软骨损伤及骨髓水肿评分

针对软骨损伤及骨髓水肿病变,依据 WORMS 评分法<sup>[2]</sup>将膝关节 MRI 图像分成 15 个亚区,4 个区域(图 1),观察各亚区病变程度进行评分,各亚区评分相加得出总和,并针对骨髓水肿病灶区域分布进行统计、求和。

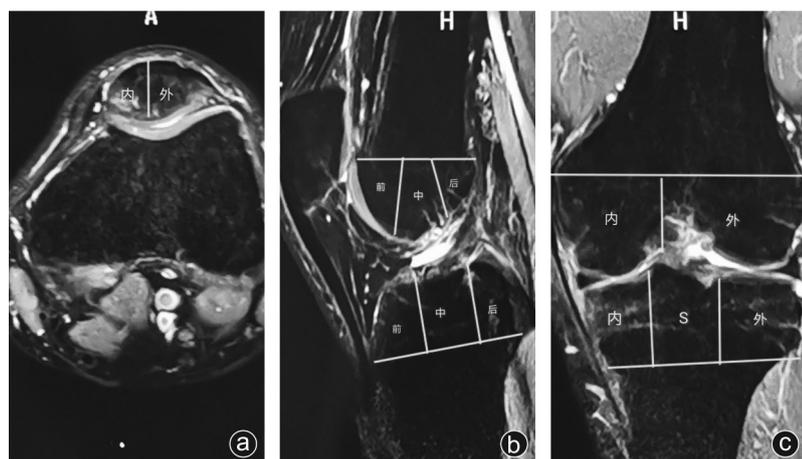


图 1 按 WORMS 评分法将膝关节分为 15 个观察区域 a: 髌骨分为内侧面和外侧面; b、c: 股骨内侧面、股骨外侧髌胫骨平台内侧及胫骨平台外侧均分别分为前、中、后 3 个区域, 无软骨覆盖的胫骨髌间嵴为 S 区, 髌骨及股骨内外侧面髌的前份构成髌股关节, 股骨内侧面髌中、后份及胫骨平台内侧构成内侧胫股关节, 股骨外侧髌中、后份及胫骨平台外侧构成外侧胫股关节

### (三)半月板损伤评分

半月板损伤评分依据 Stoller 标准<sup>[3]</sup>进行,0分:正常半月板;1分:类圆形或圆形的高信号影;2分:线性的高信号,且延伸到半月板关节囊缘,但不累及关节面;3分:线状或弥漫性高信号并延伸至关节面;4分:半月板信号不规整,部分缺损,不规则变薄,形态消失或半月板与关节囊分离。

### (四)滑膜炎评分

滑膜炎评分依据 Ostergaard 滑膜厚度评级<sup>[4]</sup>进行,0分:正常,或在MRI上滑膜组织无增厚或增强;1分:滑膜增厚 < 2 mm;2分:滑膜厚度为 2~4 mm;3分:滑膜厚度 > 4 mm 或有结节状改变。

### 五、统计学处理

采用 SPSS 20.0 软件(IBM 公司,美国)行数据统计分析,正态分布的计量资料用均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,非正态分布数据则用中位数[M(P25, P75)]表示,计数资料用百分比表示;软骨损伤、骨髓水肿、半月板损伤及滑膜炎等关节损伤评分与 WOMAC 骨关节炎指数中疼痛评分的关系分别采用 Spearman 相关性分析, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、损伤病灶分布

根据 MRI 报告,150 例(100%)均有不同程度软骨损伤,共计 231 处。髌股关节:42 处(18.18%);内侧胫股关节:123 处(53.25%);外侧胫股关节:66 处(28.57%);S 区无软骨损伤病灶。

骨髓水肿可单发或多发存在,136 例(90.67%)发现骨髓水肿病灶 181 处。髌股关节:17 处(9.39%);内侧胫股关节:102 处(56.35%);外侧胫股关节:60 处(33.15%);S 区:2 处(1.11%)。其中同侧股骨、胫骨同时发生骨髓水肿损伤病人 26 例(内侧 18 例,外侧 8 例)。

65 例(43.33%)MRI 示半月板损伤病灶 82 处,其中内侧病灶 52 处(63.41%),仅有 14 例病人有相应临床体征。内外侧半月板同时损伤病人 17 例,同侧股骨及胫骨髌骨骨髓水肿伴同侧半月板损伤 20 例(内侧 14 例,外侧 6 例),5 例病人同侧股骨及胫骨髌骨骨髓水肿伴对侧半月板损伤;有 61 例同时存在骨髓水肿。

50 例(33.33%)发现滑膜炎影像学表现。滑膜炎影像学表现主要观察膝关节 MRI 中髌上囊及内、外侧间沟病变情况,因滑膜炎表现为关节内滑膜增生以及关节内的肿胀,无法准确区别病变部位,故在

此不作相应描述。

### 二、关节损伤及疼痛评分及相关性

150 例病人各项关节损伤评分与 WOMAC 骨关节炎指数中的疼痛评分数值如表 1 所示,各项损伤评分与疼痛评分的 Spearman 相关性检验结果如表 2 所示。通过对 150 例病人临床资料的相关性分析,我们可知软骨损伤、骨髓水肿与关节疼痛呈中度相关( $\rho=0.592, \rho=0.695, P$  均  $< 0.001$ );半月板损伤、滑膜炎与关节疼痛呈低度相关( $\rho=0.388, \rho=0.452, P$  均  $< 0.05$ )。

表 1 各项关节损伤评分与疼痛评分( $\bar{x}\pm s$ ,分)

损伤类型	例数	损伤评分	疼痛评分
软骨损伤	150	7.18±1.36	32.28±4.36
骨髓水肿	136	8.05±0.56	34.31±4.05
半月板损伤	65	1.47±0.66	27.96±5.17
滑膜炎	50	2.15±0.87	29.18±4.72

表 2 各项关节损伤评分与疼痛评分的相关性分析

损伤类型	例数	$\rho$ 值	$P$ 值
软骨损伤	150	0.592	<0.001
骨髓水肿	136	0.695	<0.001
半月板损伤	65	0.388	0.001
滑膜炎	50	0.452	0.001

### 三、体格检查表现

136 例骨髓水肿病人中患处均有明显叩击痛(++);65 例半月板损伤病人中有 14 例患处麦氏征(+),半月板摇摆试验(+),患侧间隙压痛(+);51 例无明显相关阳性体征;50 例滑膜炎病人均伴有不同程度的关节肿胀。

## 讨 论

### 一、软骨损伤与疼痛

膝关节软骨具有吸收震荡和缓冲压力的作用,因其长期负重致使软骨损伤在膝关节损伤中较为常见,同时也是引起膝关节疼痛的原因之一<sup>[5]</sup>。一旦软骨发生损伤,由于软骨血运不足,自我修复能力差,损伤的软骨往往不能靠人体自身内环境完成修复。若不早期进行诊治,软骨损伤程度进一步加重将演变为膝骨关节炎。虽然软骨无神经纤维,但 Stoppiello 等<sup>[6]</sup>认为软骨完整性的丢失和软骨形态的改变会暴露软骨下骨、改变骨应力致使膝关节疼痛。此外,关节液进入骨小梁间隙造成骨内压增高也是导致膝关节疼痛的因素之一,此研究中 150 例

病人(100%)均有软骨损伤,而膝关节软骨损伤的诊断金标准为关节镜检查<sup>[7]</sup>,但关节镜探查属于有创检查手段,围手术期处理要求较高,还存在麻醉及手术风险、病人术后康复周期长、费用高等不利因素,不便广泛应用于关节软骨的诊断,MRI 检查费用相对低廉,操作简便,风险低,优势突出,更容易被接受。

## 二、骨髓水肿与疼痛

骨髓水肿是一种非特异的、基本的临床病理现象,可由外伤、膝骨关节炎、骨质疏松、局部血管或神经损伤、服用药物及骨肿瘤等多种因素引发,表现为炎症细胞浸润、骨基质水肿及纤维组织的增生,其中由膝骨关节炎诱发的应力性骨髓水肿的病理表现为骨小梁的断裂,局部出血、水肿,其升高的骨内压、释放的炎症因子是导致膝关节疼痛的重要原因之一<sup>[8]</sup>。有研究表明膝关节骨髓水肿与膝骨关节炎关系密切,在膝骨关节炎加重骨髓水肿的同时,骨髓水肿亦可加重膝骨关节炎的病变<sup>[9]</sup>,MRI 是诊断骨髓水肿的金标准,其特点为髓内 T1 像信号减弱,T2 像、压脂像信号增强,其中压脂像对骨髓水肿信号更加敏感。本研究中 90.67% 的病人(136/150)有不同程度的骨髓水肿 MRI 表现及相应症状、体征;内侧间室发生骨髓水肿比率相对较高,这可能与中老年人膝内翻发病率较高有关;余病灶分布情况按比例由高到低依次为外侧间室、髌股关节及胫骨髁间嵴,其中胫骨平台广泛骨髓水肿病人占 3.68%(5/136),此类病人胫骨平台疲劳骨折的可能性较大,19.11% 的病人(26/136)同侧股骨、胫骨髁同时出现骨髓水肿(内侧 18 例,外侧 8 例),此类病人或可考虑膝关节是否有对吻损伤,在临床实践中,MRI 可清晰展现骨、软组织等关节内部的结构关系、形态及诸多病理改变,并且我们可由影像学表现推测其损伤机制。

## 三、半月板损伤与疼痛

半月板是膝关节中重要的支撑体<sup>[9]</sup>,在股骨、胫骨之间产生矛盾运动时十分容易受到损伤,MRI 检查对于半月板损伤的诊断正确率较高<sup>[10]</sup>,早期诊治半月板损伤有利于膝关节功能的维持及恢复<sup>[11]</sup>。在我们观察的 150 例病人中,43.33% 的病人(65/150)可见半月板损伤,17 例病人内外侧半月板均有损伤信号,半月板损伤位置多集中于内侧,占 63.41%(52/82);但 65 例病人中仅 14 例具有半月板损伤阳性体征,其余 51 例病人仅有半月板损伤影像学表现,却无明显阳性体征。有文献表明部分半月板损伤病人即便经过手术治疗,关节内疼痛减轻效果并

不显著<sup>[12]</sup>;仅有部分新鲜的、严重的半月板损伤引起膝关节疼痛症状,大部分半月板损伤为退变性损伤,无明显阳性体征,并不会引起膝关节疼痛<sup>[13]</sup>。

## 四、滑膜炎与疼痛

膝关节滑膜为膝关节囊和滑膜腔之间的一层薄膜,可通过分泌滑液以减少关节表面的摩擦力、防止表面粘连,又可为关节软骨提供营养成分<sup>[14]</sup>,常因滑膜受到创伤、骨质增生、感染、色素沉着绒毛结节等原因使滑膜细胞分泌过多炎性介质及细胞因子导致局部充血、渗出<sup>[15]</sup>,多表现为关节的红肿热痛和功能障碍<sup>[16]</sup>,其分泌的炎症介质和细胞因子可对关节软骨造成破坏,在膝骨关节炎的发展中有着重要作用<sup>[17]</sup>,因此在膝骨关节炎诊疗过程中我们要对滑膜炎予以充分的重视。在我们观察的 150 例病人中,33.33% 的病人(50/150)伴有滑膜炎影像学表现,且伴有不同程度的关节肿胀,部分病人局部皮肤略有红肿,目前滑膜炎尚无诊断金标准,相关诊断通过体征(关节肿胀度)、查体(浮髌试验)、病史及一系列辅助检查等完成,其中影像学检查中 X 线检查可见髌上囊肿胀但无法量化评价,通过 MRI 可测量滑膜厚度进而相对准确评价滑膜炎的严重程度。

## 五、预后

膝骨关节炎多发人群为中老年人,骨科保健意识较差,往往于膝关节产生重度疼痛时就诊。早期关节内损伤程度较轻、症状不明显时病人往往不予重视;中后期膝关节软骨损伤、结构改变常发生应力性骨髓水肿造成重度疼痛,就诊时股骨远端、胫骨近端往往已发生更加严重的病变,治疗更加困难,且中老年人常伴有骨质疏松,或可加重骨髓水肿损伤程度,甚至引发应力性骨折。相关文献报道膝骨关节炎与骨髓水肿相互影响,骨髓水肿或可加重软骨损伤情况<sup>[18]</sup>,而软骨损伤、软骨下骨暴露则可加重骨髓水肿病情,骨髓水肿影响着膝骨关节炎病人的远期预后,但部分临床工作者常常将骨髓水肿视为一种自限性的影像学表现,从而忽视相关诊疗,需引起我们的重视。

综上所述,膝骨关节炎病人的疼痛主要由软骨损伤、骨髓水肿导致,骨髓水肿是导致关节疼痛的重要因素之一;半月板损伤与滑膜炎亦与关节疼痛具有一定联系,若伴有关节局部的肿胀常可考虑伴有滑膜炎。普通 X 线检查对于评估关节内其他结构作用有限,而膝关节镜探查成本高、有一定手术风险,对于膝骨关节炎疼痛急性期病人的治疗具有局限性<sup>[19]</sup>。作为临床工作者,我们应合理使用 MRI 检

查,明确膝关节疼痛病因,避免误诊、漏诊,制定科学合理的治疗计划,合理用药,帮助病人早日康复。

### 参 考 文 献

- [1] Ru N, Zou WB, Wu H, et al. Chinese guidelines for the diagnosis and treatment of pancreatic exocrine insufficiency (2018 edition)[J]. *J Dig Dis*, 2019, 20(11): 567-571.
- [2] Peterfy CG, Guermazi A, Zaim S, et al. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis[J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2004, 12(3): 177-190.
- [3] 张根赫. 膝关节半月板损伤磁共振成像诊断价值分析[J]. *影像研究与医学应用*, 2019, 3(19): 67-68.
- [4] 陈宁杰, 赵卉, 郝风云, 等. 晚期膝骨关节炎滑膜MRI厚度与疼痛及功能评分相关性[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2019, 13(4): 412-418.
- [5] 李胜, 刘魏, 季卫锋, 等. 补肾活血方加减对膝骨关节炎大鼠模型疼痛及软骨损伤的影响[J]. *中国中医急症*, 2018, 27(5): 777-780.
- [6] Stoppio LA, Mapp PI, Wilson D, et al. Structural associations of symptomatic knee osteoarthritis[J]. *Arthritis Rheumatol*, 2014, 66(11): 3018-3027.
- [7] Lee SY, Kim JM, Kim SK, et al. Differentiation between grade 3 and grade 4 articular cartilage defects of the knee: fat-suppressed proton density-weighted versus fat-suppressed three-dimensional gradient-echo MRI[J]. *Acta Radiol*, 2010, 51(4): 455-461.
- [8] 苗贵强, 高立华, 臧学慧, 等. 骨髓水肿与膝骨关节炎疼痛程度的相关性分析[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2018, 11(8): 606-608, 613.
- [9] Roemer FW, Neogi T, Nevitt MC, et al. Subchondral bone marrow lesions are highly associated with, and predict subchondral bone attrition longitudinally: the MOST study[J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2010, 18(1): 47-53.
- [10] Jerban S, Chang EY, Du J. Magnetic resonance imaging (MRI) studies of knee joint under mechanical loading: Review[J]. *Magn Reson Imaging*, 2020, 65(1): 27-36.
- [11] 凌岳, 叶小玲, 阮兵, 等. 3.0T MRI 3D-SPACE序列对膝关节半月板损伤的诊断价值[J]. *中国中西医结合影像学杂志*, 2019, 17(5): 477-479.
- [12] 陈雍华, 杨阳, 陈曲. 关节镜治疗膝关节半月板损伤的临床研究[J]. *局解手术学杂志*, 2019, 28(4): 329-331.
- [13] 马聪, 陈茜, 仇立春, 等. 膝关节炎患者全膝关节磁共振成像评分与疼痛关系研究[J]. *实用放射学杂志*, 2019, 35(6): 943-947.
- [14] Bartok B, Firestein GS. Fibroblast-like synoviocytes: key effector cells in rheumatoid arthritis[J]. *Immunol Rev*, 2010, 233(1): 233-255.
- [15] 宋朋飞, 阚卫兵, 袁琴, 等. 滑膜病变在骨关节炎中的表现[J]. *中国骨伤*, 2012, 25(5): 442-444.
- [16] 杨威, 康武林, 袁普卫, 等. 滑膜炎在骨关节炎发病机制中作用的研究进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2015, 21(5): 530-533.
- [17] 史鹏博, 赵如意, 赵利敬, 等. 膝骨关节炎疼痛机制研究进展[J]. *风湿病与关节炎*, 2016, 5(3): 63-66.
- [18] Karantanas AH, Drakonaki E, Karachalios T, et al. Acute non-traumatic marrow edema syndrome in the knee: MRI findings at presentation, correlation with spinal DEXA and outcome[J]. *Eur J Radiol*, 2008, 67(1): 22-33.
- [19] 秦超. 关节镜联合黏弹性补充对膝关节退行性骨关节炎的治疗效果观察[J]. *现代诊断与治疗*, 2018, 29(20): 3323-3324.

(收稿日期: 2021-01-06)

(本文编辑: 陈姗姗)

### 引用格式

肖龙文, 胡海威, 桑灏祺, 等. 基于MRI技术探讨影响膝骨关节炎病人疼痛的相关因素[J]. *骨科*, 2021, 12(4): 334-338. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.04.008.