

• 骨骼肌肉影像学 •

膝关节骨关节炎的磁共振成像

余诚, 李小明, 艾飞, 张炜

【摘要】 目的:探讨膝关节骨关节炎患者运用 MRI 发现膝关节各结构病变的价值以及与疼痛症状之间的关系。**方法:**搜集本院已确诊或拟诊为膝关节骨关节炎的患者 28 例(男 12 例,女 16 例,平均年龄 61.4 岁)共 31 个膝关节为研究对象,运用主诉疼痛分级法对疼痛程度进行分级。运用 1.5T 磁共振仪对上述膝关节行多序列扫描,观察各研究对象磁共振图像中各种病变的出现率。运用统计软件(SPSS 13.0;SPSS,Chicago,III)分别计算本研究对象中上述关节各种结构病变的出现率,并行多组独立样本间 Fisher 精确检验比较不同疼痛程度患者组间出现上述征象的差别,以 $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。**结果:**所有 31 例膝关节骨关节炎患者中磁共振成像显示关节软骨异常、半月板异常、前交叉韧带异常、软骨下骨骨髓水肿样改变、骨赘形成、滑膜增厚、关节积液的出现率分别为 37.1%、32.3%、38.7%、45.2%、100%、15.1% 和 67.7%。其中轻、重度疼痛患者两组间有无关节积液及关节积液 I 级和 II 级的出现率差异均有显著性意义($P = 0.004, 0.001$)。**结论:**磁共振可对膝关节骨关节炎患者行全关节各结构的评价,能很好地显示关节多方面的病理改变。患者的疼痛症状与关节积液有关。

【关键词】 膝关节; 骨关节炎; 磁共振成像; 疼痛

【中图分类号】 R445.2; R684.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2009)10-1134-05

A Study of MRI Imaging in Knee Osteoarthritis YU Chen, LI Xiao-ming, AI Fei, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030

【Abstract】 Objective: To study the joint lesions in knee osteoarthritis by MRI and analyze the relationship between these lesions and pain. **Methods:** A total of 28 patients (31 knees) with osteoarthritis were recruited to this study. The severity of the knee pain was assessed by VRS scores. Multi-sequence scans were performed by 1.5T MR for detecting abnormality of cartilage, menisci and anterior cruciate ligaments, bone marrow edema-like lesion, osteophytes, synovitis and joint effusion. MR findings were compared with the severity of pain with Fisher exact test by SPSS13.0. **Results:** Of the thirty-one eligible knees in this study, the abnormality of menisci and anterior cruciate ligaments, bone marrow edema-like lesion, osteophytes, synovitis and joint effusion were detected in 32.3%, 38.7%, 45.2%, 100%, 15.1% and 67.7% of knees respectively. The difference in prevalence of joint effusion between mild pain group and severe pain group were of statistical significance ($P = 0.004, 0.001$). **Conclusion:** MRI can evaluate the whole joint structure of knee in osteoarthritis and is able to show various pathologic changes clearly. The symptoms of pain are related with joint effusion.

【Key words】 Knee joint; Osteoarthritis; Magnetic resonance imaging; Pain

骨关节炎(osteoarthritis, OA)是老年人群中最常见的关节疾病之一,膝关节受累最为常见,其引起的下肢疼痛、活动受限等症状的概率明显高于其它疾病,局部疼痛是 OA 患者最常见的主诉^[1],部分患者最终不得不接受关节置换,严重影响老年人群的生活质量^[2],因此对于膝关节 OA 的研究显得更为迫切和重要。本研究搜集 2008 年 9~12 月间来本院就诊的部分已确诊或拟诊为膝关节 OA 患者,进行 MR 多序列检查,探讨 MR 在膝关节 OA 中的应用价值并寻找 MR 征象与疼痛症状之间的关系。

材料与方法

1. 研究对象

本组 28 例患者 31 个膝关节(男 12 例,女 16 例,年龄 48~82 岁,平均 61.4 岁),3 例为双膝,其中 7 例行关节镜手术或关节置换手术。对于既往有膝关节手术史,患有其它膝关节关节炎、3 个月内有过明显外伤史以及有 MR 检查禁忌证的患者未纳入此研究,病史 1~30 年。

2. MR 检查方法

使用 GE 公司 1.5T 超导磁共振(Signa; General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI),线圈采用膝关节线圈,线圈中心对髌骨下缘,膝关节自然伸直,辅以软垫固定。序列及参数:矢状面和冠状面快速自

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介:余诚(1983—),男,安徽黄山人,硕士,住院医师,主要从事骨骼肌肉影像学诊断工作。

通讯作者:李小明, E-mail: lilyboston2002@163.com

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30670605 30870701)

旋双回波序列(TR 3660 ms, TE 120 ms, 层厚 5 mm, 视野 18 cm, 矩阵 320×192 , 激励次数 3, 扫描层数 14 层, 扫描时间 3 min 47 s)和冠状面自旋回波 T_1 WI 序列(TR 360 ms, TE 9 ms, 层厚 5 mm, 视野 18 cm, 矩阵 320×192 , 激励次数 3, 扫描层数 14 层, 扫描时间 3 min 34 s)。矢状面脂肪抑制 3D-SPGR 序列(TR 50 ms, TE 6 ms, 层厚 1.5 mm, 视野 14 cm, 矩阵 256×256 , 激励次数 0.75, 翻转角 40° , 扫描层数 64 层, 扫描时间 7 min 43 s); 矢状面 3D-SSFP 序列(TR 6 ms, TE 2.2 ms, 层厚 1.6 mm, 视野 14 cm, 矩阵 256×256 , 激励次数 2, 翻转角 30° , 扫描层数 64 层, 扫描时间 3 min 34 s)。综上单膝所有序列扫描总时间约 23 min, 不包括准备时间和序列切换及预扫描时间。

3. MR 资料分析

所有 MR 影像资料由两位高年资的影像诊断医师独立评价。

MR 评价的指标包括关节软骨异常、半月板异常、前交叉韧带异常、膝关节构成骨软骨下骨髓水肿样改变(bone marrow edema-like change, BML)、骨赘形成、滑膜增厚、关节积液等。

本研究中膝关节软骨划分为 6 个表面: 髌骨, 股骨内侧髁, 股骨外侧髁, 股骨滑车, 胫骨内侧平台和外侧平台关节软骨面。软骨 MR 分级采用改良的 Noyes 评分标准^[3]: 0 级为正常; I 级为软骨表面正常, 内部见异常信号; II 级为软骨表面缺损(磨损, 糜烂或溃疡)深度 $< 50\%$ 软骨厚度; III 级为软骨表面缺损深度介于 50% 与 100% 软骨厚度之间; IV 级为全层软骨缺损。当一个表面出现多个软骨病变时, 以分级最高者为比较对象。

半月板按如下分级: 0 级为正常或半月板内球形异常信号; I 级为半月板内线样异常信号, 未达关节面; II 级为无移位的半月板撕裂; III 级为伴半月板移位的撕裂及复合型撕裂^[4]。通过矢状面、冠状面图像对内外侧半月板分别评价。

前交叉韧带分级如下: 0 级为正常; I 级为走行正常, 韧带内或周围组织水肿, 未完全中断; II 级为韧带信号完全中断。

BML 磁共振表现为关节软骨下边界不清的 T_1 WI 低信号、 T_2 WI 高信号。依据脂肪抑制 T_2 WI 上范围大小分级如下: 0 级为无 BML; I 级为 BML 的长径 < 1 cm; II 级为 BML 的长径介于 $1 \sim 2$ cm 之间; III 级为 BML 的长径 > 2 cm^[5]。

骨赘表现为 MR 图像上从骨皮质表面向外延伸的局限性突起。测量其底部到顶端的距离, 将骨赘分

级^[6]为: 0 级为无骨赘形成; 1 级为骨赘小于 3 mm; 2 级为骨赘大小介于 $3 \sim 5$ mm 之间; 3 级为骨赘 > 5 mm。

滑膜增厚表现为关节内相应滑膜组织增厚, 可伴有关节积液。滑膜炎定义为髌下脂肪垫内线样结构增多以及脂肪垫的关节软骨缘增厚^[7], 在 FSE 脂肪抑制质子加权序列上表现为相应区域异常的中等、高信号。

少量的生理性关节滑液判定为正常。通过积液在外侧隐窝、内侧隐窝和髌上囊内的分布将关节积液分为轻、中、重度 3 级。

患者疼痛分级参照主诉疼痛分级法(VRS): 0 级为无疼痛或偶有轻度不适; I 级为轻度疼痛可耐受, 正常生活基本不受限; II 级为重度疼痛, 影响正常生活。

4. 统计学分析

运用统计软件(SPSS 13.0; SPSS, Chicago, III)分别统计本研究患者上述关节软骨异常、半月板异常、前交叉韧带异常、软骨下骨 BML、滑膜增厚、关节积液等征象的出现率, 行多组独立样本间 Fisher 精确检验比较不同疼痛程度患者间出现上述征象的差别, 以 $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

结 果

所有纳入研究的 28 例患者的 31 个膝关节中, 轻度疼痛者 11 个(11 例患者), 重度疼痛者 20 个(18 例患者)。

31 个膝关节的 186 个关节软骨区域中, 软骨异常出现率为 37.1% ($69/186$)。17 个关节的 69 个关节软骨区域分级高于 0 级(图 1), 0~IV 级软骨分级中, 轻度疼痛组分别为 37、6、11、9、3 个; 重度疼痛组 80、6、16、14、4 个(组间 $P=0.592$), 术中发现 5 例膝关节 14 个关节软骨区域有程度不等的缺损, 其中 2 个关节区域 MR 未发现, 5 个关节区域 MR 评分低估缺损程度。半月板异常出现率为 32.3% ($20/62$), 其中内侧半月板 0~3 级分级结果为轻度疼痛组 8、1、1、1 例; 重度疼痛组 13、2、4、1 个(组间 $P=0.918$), 其中 3 例行手术治疗, 与 MR 评价相符, II 级表现(图 2); 外侧半月板 0~III 级分级情况分别为轻度疼痛组 8、1、2、0 个; 重度疼痛组 13、6、1、0 个(组间 $P=0.253$), 1 例行关节镜手术, 与 MR 表现相符; 膝关节前交叉韧带异常出现率为 38.7% ($12/31$)。MRI 分级结果如下: 0 级 19 个、I 级 12 个、无 II 级表现者(组间 $P=0.423$), 4 个前交叉韧带部分性撕裂行手术治疗, 其中 2 个 MR 未提示损伤; BML(图 3)出现率为 45.2% ($14/31$), 0~III 级分级结果分别为轻度疼痛组 6、2、0、3 个; 重度疼

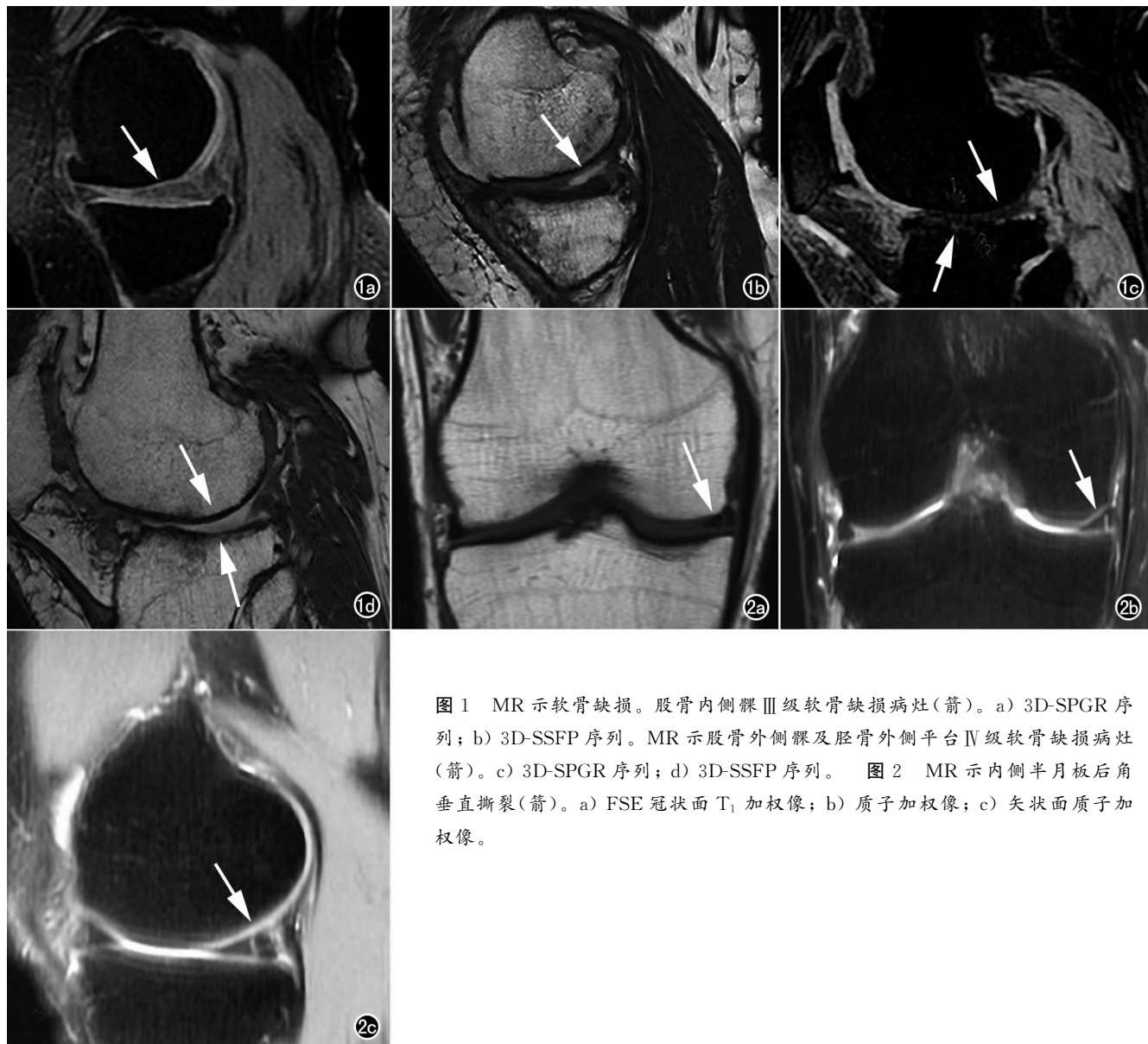


图 1 MR 示软骨缺损。股骨内侧髁Ⅲ级软骨缺损病灶(箭)。a) 3D-SPGR 序列; b) 3D-SSFP 序列。MR 示股骨外侧髁及胫骨外侧平台Ⅳ级软骨缺损病灶(箭)。c) 3D-SPGR 序列; d) 3D-SSFP 序列。图 2 MR 示内侧半月板后角垂直撕裂(箭)。a) FSE 冠状面 T_1 加权像; b) 质子加权像; c) 矢状面质子加权像。

痛组分别为 11、1、4、4 个(组间 $P=0.33$); 骨赘形成(图 4)出现率为 100%(31/31), I ~ III 级分级结果分别为轻度疼痛组 1、10、0 个, 重度疼痛组 5、11、4 个(组间 $P=0.166$)。提示轻、重度疼痛组间改变差异均无显著性意义。有滑膜增厚或滑膜炎表现者 5 例, 占总数的 15.1%。

31 个膝关节关节积液出现率为 67.7%(21/31), 0 ~ III 级分级结果中, 轻度疼痛组仅有 I 级 11 个, 中度疼痛组分别为 10、2、6、2 个, 组间有无关节积液者间存在差异($P=0.004$), 同时这两组间关节积液 I 级与 II 级的出现率差异也存在显著性意义($P=0.001$)。

讨 论

膝关节 OA 被普遍认为是一种多因素的疾病, 累

及全膝关节, 包括局灶或弥漫性关节透明软骨丧失, 软骨下骨质改变, 边缘及中央性骨赘形成, 半月板损伤, 韧带松弛, 滑膜炎症及关节周围肌肉活力减低等改变^[8]。磁共振能多序列、多平面的显示这些病理改变, 从而对膝关节 OA 进行全面评价。

OA 患者中关节软骨退变缺损是一个极其重要的初始病理改变。此研究主要采用 3D-SPGR 和 3D-SSFP 序列对膝关节 OA 患者的关节软骨进行评价, 31 个膝关节中, 17 个膝关节的 69 个关节表面(37.1%)发现不同程度的软骨异常改变, 与术中评价相对应。部分外侧胫骨平台边缘和股骨滑车的病灶, 因局部解剖结构复杂, 软骨本身厚度不均匀, 使得 MRI 评价常低估此类病灶。磁共振对于 OA 患者半月板的病理改变具有较高的敏感性和特异性。本研究结果中 I ~ III

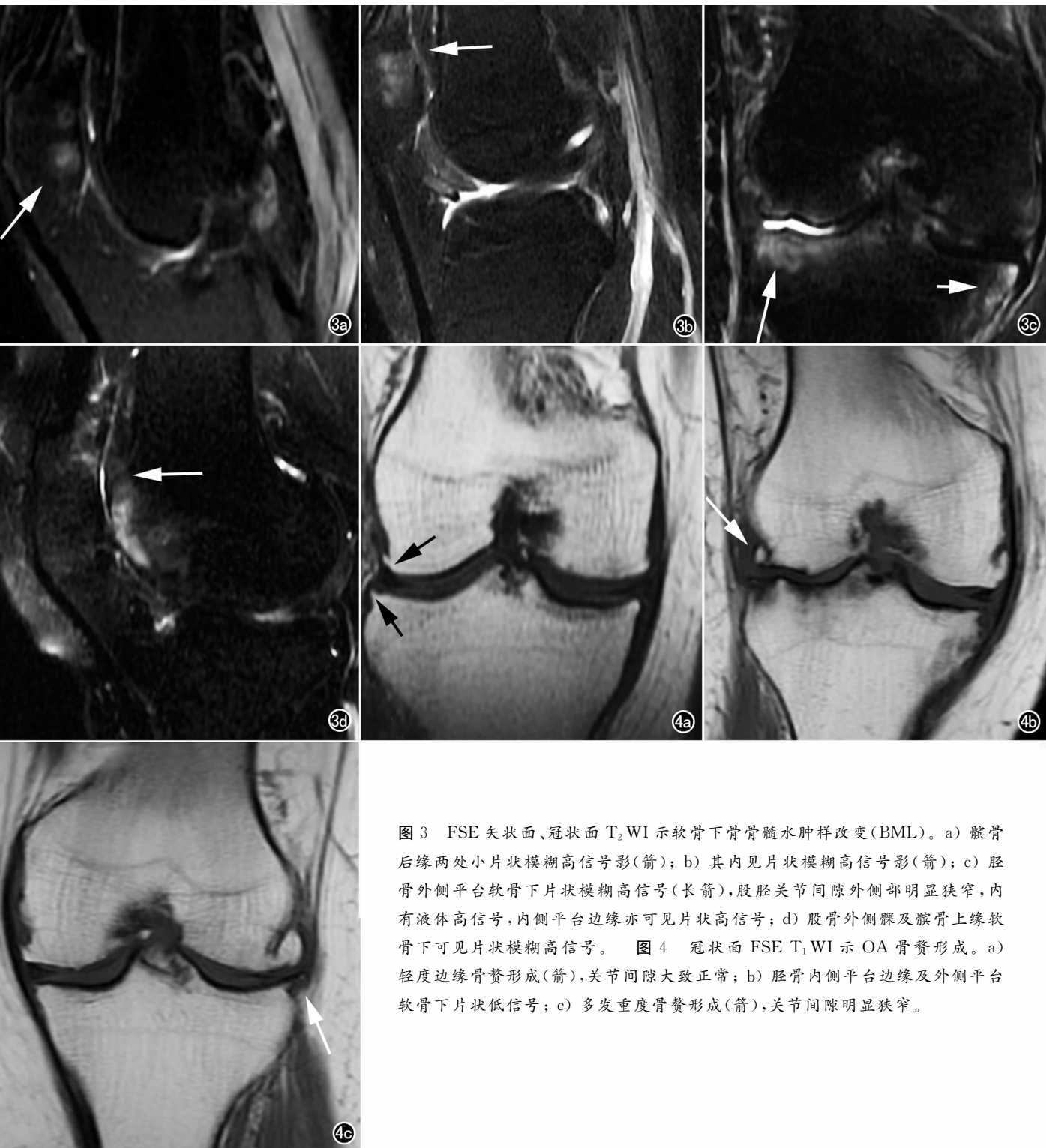


图 3 FSE 矢状面、冠状面 T_2 WI 示软骨下骨髓水肿样改变(BML)。a) 髌骨后缘两处小片状模糊高信号影(箭); b) 其内见片状模糊高信号影(箭); c) 胫骨外侧平台软骨下片状模糊高信号(长箭), 股胫关节间隙外侧部明显狭窄, 内有液体高信号, 内侧平台边缘亦可见片状高信号; d) 股骨外侧髁及髌骨上缘软骨下可见片状模糊高信号。图 4 冠状面 FSE T_1 WI 示 OA 骨赘形成。a) 轻度边缘骨赘形成(箭), 关节间隙大致正常; b) 胫骨内侧平台边缘及外侧平台软骨下片状低信号; c) 多发重度骨赘形成(箭), 关节间隙明显狭窄。

级异常者占 32.3%, 但未发现有或无半月板异常的 OA 患者之间的疼痛程度有差别。磁共振对 ACL 完全撕裂的敏感度和特异度可达到 96% 和 98%^[9], 对 ACL 部分撕裂的敏感度和特异度不高。本研究中 ACL 部分撕裂患者达 38.7%。7 例手术患者中 4 例 ACL 部分撕裂(57.1%), 其中 2 例术前 MR 漏诊, 但

未发现 ACL 部分撕裂者与无撕裂者之间疼痛程度有差别。磁共振检查对骨髓的病理改变十分敏感。Zanetti 等对 16 例行膝关节置换的重度 OA 患者的磁共振与病理对照研究发现磁共振上骨髓水肿样改变信号区对应的病理改变包括骨髓坏死、骨髓纤维化、重塑的骨小梁结构, 而骨髓水肿却不是主要构成^[10]。Fel-

son 等在 330 例样本的研究中发现 BML 范围的扩大与 OA 疼痛症状加重之间存在相关性^[11]。而 Link 等对 50 例不同 KL 分级的 OA 磁共振研究发现其中 30 例出现 BML, 与疼痛程度之间无相关性^[5]。本研究显示 OA 患者 BML 的出现率为 45.2%。轻度疼痛组 45.5% (5/11), 重度组 45% (9/20), 而两组患者间 BML 出现率差异无显著性意义。骨赘形成是 OA 的重要病理表现, 它能一定程度上代偿并稳定关节。磁共振能对骨赘进行良好的显示, 以 T₁ 加权序列显示较佳。Kornaat 等^[6]研究显示髌股关节的骨赘形成与 OA 患者膝关节疼痛有关, 当膝关节骨赘数目超过 4 个时, 骨赘数目与疼痛之间存在关联。Felson 等^[12]研究显示大的骨赘与对应侧的关节失稳间存在明显相关, 与 OA 的进展关联性不大。本组研究中患者均有不同程度的骨赘形成, 以中度骨赘形成的比例最高, 达 67.7%。但未发现轻、重度疼痛组患者间骨赘形成的差异显著性意义。滑膜炎是 OA 早期的一种常见表现, 被认为是一种继发性的反应性炎症。本组研究中 15.1% 的对象观察到滑膜增厚或滑膜炎的表现。

磁共振对评价关节积液有较大价值, 在质子加权、T₂WI 上表现为关节腔内的高信号。研究表明 OA 中关节积液很常见。Hill 等^[13]学者发现在 OA 患者中, 疼痛症状的患者出现中、重度积液的比例明显要高于无疼痛症状者。Link 等^[5]研究表明 OA 患者的积液虽然与临床症状没有相关性, 但有关节积液患者其疼痛更加明显。本研究对象中出现积液的比例为 67.7%, 其中以轻度积液为主 (41.9%), 统计学检验发现轻、重度疼痛组患者间关节积液的出现率的差异有显著性意义 ($P=0.004$), 轻度积液组与中度积液组之间的疼痛程度的差异有显著性意义, 但中、重度积液组间的差异无显著性意义。现在多认为 OA 中关节积液引起疼痛的主要原因是关节积液引起关节囊受牵拉, 刺激其内分布的神经末梢从而产生疼痛。

本研究证实磁共振成像对于膝关节 OA 患者全关节结构的评价具有明显优势, 能很好地显示 OA 患者关节软骨缺损、半月板异常、前交叉韧带撕裂、膝关节软骨下骨髓水肿样改变、骨赘形成、滑膜增厚、关节积液等病理改变, 为膝关节 OA 患者临床提供更全面翔实的资料, 有助于针对性的治疗计划的制定。同时, 本

研究表明关节积液是造成患者疼痛症状的主要因素。

参考文献:

- [1] Hunter DJ, Lo GH. The Management of Osteoarthritis; an Overview and Call to Appropriate Conservative Treatment[J]. Rheum Dis Clin North Am, 2008, 34(3): 689-712.
- [2] Guccione AA, Felson DT, Anderson JJ, et al. The Effects of Specific Medical Conditions on the Functional Limitations of Elders in the Framingham Study[J]. Am J Public Health, 1994, 84(2): 351-358.
- [3] Noyes FR, Stabler CL. A System for Grading Articular Cartilage Lesions at Arthroscopy[J]. Am J Sports Med, 1989, 17(3): 505-513.
- [4] Hayes CW, Jamadar DA, Welch GW, et al. Osteoarthritis of the Knee Comparison of MR Imaging Findings with Radiographic Severity Measurements and Pain in Middle-aged Women[J]. Radiology, 2005, 237(5): 998-1007.
- [5] Link TM, Steinbach LS, Ghosh S, et al. Osteoarthritis: MR Imaging Findings in Different Stages of Disease and Correlation with Clinical Findings[J]. Radiology, 2003, 226(2): 373-381.
- [6] Kornaat PR, Bloem JL, Ceulemans RY, et al. Osteoarthritis of the Knee Association between Clinical Features and MR Imaging Findings[J]. Radiology, 2006, 239(4): 811-817.
- [7] Schweitzer ME, Falk A, Pathria M, et al. MR Imaging of the Knee: Can Changes in the Intracapsular Fat Pads be Used as a Sign of Synovial Proliferation in the Presence of an Effusion? [J]. AJR, 1993, 160(4): 823-826.
- [8] Felson DT, Gale DR, Gale ME, et al. Osteophytes and Progression of Knee Osteoarthritis[J]. Rheumatology, 2005, 44(1): 100-104.
- [9] Ha TPT, Li KC, Beaulieu CF, et al. Anterior Cruciate Ligament Injury: Fast Spin-echo MR Imaging with Arthroscopic Correlation in 217 Examinations[J]. AJR, 1998, 170(6): 1215.
- [10] Zanetti M, Bruder E, Romero J, et al. Bone Marrow Edema Pattern in Osteoarthritic Knees: Correlation between MR Imaging and Histologic Findings[J]. Radiology, 2000, 215(4): 835-840.
- [11] Felson DT, Niu J, Guermazi A. Correlation of the Development of Knee Pain with Enlarging Bone Marrow Lesions on Magnetic Resonance Imaging[J]. Arthritis Rheum, 2007, 56(12): 2986-2992.
- [12] Felson DT, Gale DR, Gale ME, et al. Osteophytes and Progression of Knee Osteoarthritis[J]. Rheumatology, 2005, 44(1): 100-104.
- [13] Hill CL, Seo GS, Gale D, et al. Cruciate Ligament Integrity in Osteoarthritis of the Knee[J]. Arthritis Rheum, 2005, 52(4): 794-799.

(收稿日期: 2009-05-19)