

## • 骨骼肌肉影像学 •

## 膝关节骨性关节炎 MR 分级可重复性研究

陈其春, 王龙胜, 管松, 陈琦

**【摘要】 目的:**探讨 MR 对膝关节骨性关节炎(OA)分级的可重复性。**方法:**回顾性分析 68 例(89 个膝)膝关节骨性关节炎患者的 X 线及 MR 资料,由两名医师独立按照 K/L 分级及 MR 分级标准,对膝关节 OA 进行评级,并按严重程度分为 0~4 级,对结果进行一致性检验及相关分析。**结果:**K/L 分级 0~4 级膝关节数 8~25 个;不同医师 MR 分级 0~4 级膝关节数 7~31 个;两名医师 MR 分级与 K/L 分级一致的膝关节数 74~76 个(83.1%~85.4%)。不同医师间 MR 分级一致的关节数 82 个(92.1%);同一医师前后 MR 分级一致的关节数 81~82 个(91%~92.1%)。K/L 分级与 MR 分级一致性 Kappa 值分别为 0.812、0.783。两名医师 MR 分级组间一致性 Kappa 值为 0.897,组内一致性 Kappa 值分别为 0.882、0.897。两名医师的 MR 分级与 K/L 分级比较差异无统计学意义( $P=0.081$  和  $0.117$ )。**结论:**膝关节骨性关节炎 MR 分级具有良好的可重复性,对膝关节 OA 严重度的评估和研究有指导意义。MR 分级有望替代 K/L 分级作为膝关节 OA 影像学分级方法之一。

**【关键词】** 膝关节; 骨关节炎; 软骨, 关节; 磁共振成像

**【中图分类号】** R323.72; R322.72; R684.3; R445.2 **【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1000-0313(2020)06-0756-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.06.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Preliminary study of reproducibility of MR grading for knee osteoarthritis** CHEN Qi-chun, WANG Long-sheng, GUAN Song, et al. Department of Radiology, the Second Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230601, China

**【Abstract】 Objective:** To investigate the reproducibility of MR grading for osteoarthritis (OA) of knee joints. **Methods:** The X-ray and MR data of 68 patients (89 knees) with knee OA were analyzed retrospectively. According to the K/L scale and MR grading criteria, knee OA was independently assessed by two attending physicians. The results were divided into 0~4 grades according to knee OA severity, and were then analyzed by the consistency test and correlation analysis. **Results:** 8~25 knee joints were considered to be K/L grade 0~4. 7~31 knee joints were considered to be MR grade 0~4 by two different attending physicians. 74~76 (83.1%~85.4%) knee joints were consistent with MR grading system and K/L scores for two readers. The number of joints with consistent MR grade between the two readers was 82 (92.1%). The number of OA joints with intra-observer consistent MR grade for two physicians was 81~82 (91%~92.1%). Kappa value of K/L scores and MR grading consistency equaled 0.812 and 0.783. Inter- and intra-observer consistency for MR grading were excellent. Kappa values were 0.882 and 0.897. There was no significant difference between the MR grading and K/L scores ( $P=0.081, 0.117$ ). **Conclusions:** The MR grading for knee OA has substantial or excellent reproducibility, which is meaningful for the evaluation and research on knee OA severity. It is expected that MR grading will replace K/L scale as one of the radiological evaluation modalities for knee OA.

**【Key words】** Knee joint; Osteoarthritis; Cartilage, articular; Magnetic resonance imaging

膝关节骨性关节炎(osteoarthritis, OA)是一种以

膝关节软骨退变和磨损、关节缘和软骨下骨骨质增生为特征的慢性关节炎疾病,是中老年人群最常见的慢性关节退行性疾病。大多数流行病学研究诊断骨性关节炎主要是依靠影像学资料。常规 X 线片是 OA 临床诊断中最基本和首选的方法,同时也被用于了解病

作者单位:230601 合肥,安徽医科大学第二附属医院放射科

作者简介:陈其春(1986-),男,安徽池州人,硕士,主治医师,主要从事骨关节影像诊断工作。

通讯作者:王龙胜, E-mail: long9y8r@163.com

变进展情况和疗效评估。目前大部分学者均采用 OA 的 X 线诊断标准 (Kellgren-Lawrence classification, K/L 分级)<sup>[1,2]</sup>, 并得到普遍认可。但由于 X 线片为重叠影像, 且主要显示关节骨结构改变, 对于关节间隙未狭窄的早期 OA, K/L 分级有其局限性。与 X 线成像相比, MRI 能够对软骨丢失、骨髓肿胀以及关节内结构紊乱等病理特征进行显像。目前, MRI 已经成为除常规 X 线以外的重要辅助检查手段, 能够更深入的了解 OA 患者病情。部分学者尝试应用 MR 分级评估关节 OA 严重度, 但目前未有公认的 MR 分级标准, 可靠性也有待研究, 国内相关研究甚少。MR 分级评估膝关节 OA 是否可以取代 K/L 分级, 尚需进一步研究。本研究目的是探讨膝关节 OA 的 MR 分级的可行性及可重复性, 期望为临床提供更可靠的 OA 分级方法。

## 材料与方法

### 1. 一般资料

搜集 2017 年 10 月~2018 年 12 月间就诊于我院, 因膝关节疼痛完成 X 线及 MR 检查的住院患者 68 例, 共 89 个膝关节, 其中左膝 52 例, 右膝 37 例, 男 23 例, 女 43 例, 年龄范围 32~91 岁, 中位年龄 62 岁。纳入标准: ①膝关节正侧位 X 片及 MR 资料齐全; ②患者有膝关节疼痛病史, 临床怀疑原发性 OA; ③根据临床及影像资料排除类风湿关节炎、外伤等导致的继发性 OA。

### 2. 设备及扫描

X 线摄影采用 GE (Definium 8000) X 线机, 行标准膝关节正侧位摄影, 电压 70 kV, 毫安 250 mA, 自动电离室控制曝光。

MR 扫描采用西门子 3.0T (MAGNETOM Verio) 磁共振仪, 膝关节专用线圈, 采取仰卧位、脚先进模式行常规矢状面 PDWI (TR 2400 ms, TE 17 ms)、压脂 T<sub>2</sub>WI (TR 3600 ms, TE 52 ms), 冠状面 T<sub>1</sub>WI (TR 700 ms, TE 16 ms) 及压脂 T<sub>2</sub>WI (TR 3600 ms, TE 52 ms) 扫描, 层厚 3 mm, 层间距 3.3 mm, 层数 18 层, 视野 160 mm×160 mm, 矩阵 384×384, 采集次数 1, 翻转角 140°。

### 3. 图像评价方法

由 2 名具有 5 年以上肌骨影像诊断经验的放射医师分别采用盲法 (无临床资料及影像报告) 对图像进行评级。首先对膝关节 X 线图像进行分级, 标准依据 K/L 分级法<sup>[1]</sup>, 并将 K/L 分级作为金标准, 意见不一致时进行讨论确定。K/L 分级标准: 0 级, 正常; 1 级, 可疑或轻度唇样骨赘; 2 级, 有明确的骨赘, 可出现关节间隙狭窄; 3 级, 中度多发骨赘形成和 (或) 关节间隙

明显变窄, 有些骨质硬化; 4 级, 巨大骨赘, 关节间隙显著变窄, 骨质严重硬化, 明显骨质磨损。

MR 图像评估: 将 89 个膝关节 MR 资料 3 次随机编为 1~89, 形成 3 份资料。2 名医师独立在 PACS 系统 (深圳蓝网) 分别对其中 2 份资料进行 MR 评级。MR 分级采用最新的 Park 分级法<sup>[3]</sup>分为 5 级: 0 级, 无软骨损伤或者极少量骨赘 (<5 mm); 1 级, 软骨损伤 1 级伴至少一项 (骨赘 >5 mm, 骨髓水肿 >10 mm, 软骨下囊肿 >10 mm); 2 级, 软骨损伤 2 级至少伴一项 (骨赘 >5 mm, 骨髓水肿 >10 mm, 软骨下囊肿 >10 mm); 3 级, 软骨损伤 3 级至少伴一项 (骨赘 >5 mm, 骨髓水肿 >10 mm, 软骨下囊肿 >10 mm); 4 级, 软骨损伤 3 级伴半月板三度撕裂。其中软骨损伤参照 Noyes 分级<sup>[4]</sup>: 0 级, 正常; 1 级, 软骨内部信号改变, 软骨肿胀; 2 级, 软骨缺损 <99% 层厚; 3 级, 全层软骨损伤伴或不伴软骨下骨水肿或溃疡。选取髌股关节、内外侧股关节各亚区软骨损伤最严重亚区作为该侧膝关节软骨损伤分级。如果软骨损伤相符但其他 3 项条件均不符, 则分级降低一级。半月板损伤参照 Stoller 分级<sup>[5]</sup>: 0 级, 半月板内无高信号; 1 级, 圆点状高信号; 2 级, 线状高信号未达半月板的关节面; 3 级, 线状高信号延伸至半月板的关节面。将 MR 分级与 K/L 分级进行组间比较。10 天后 1 号医师按照同样的方法对第 3 份资料进行 MR 分级, 并比较组内一致性。

### 4. 统计学分析

采用 SPSS 24.0 统计软件, 计量资料用均数±标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示。应用加权 Kappa 分析方法评价不同观察者之间及同一观察者不同时间分级的一致性。Kappa 系数的接受范围: Kappa 值 <0 为一致性极差; 0~0.20 为一致性微弱; 0.21~0.40 为一致性弱; 0.41~0.60 为一致性中度; 0.61~0.80 为一致性高度; 0.81~1.00 为一致性最强<sup>[6]</sup>。对两名医师 MR 评级与 K/L 评级差异显著性采用 McNemar 检验,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 1. OA 影像分级情况 (图 1~3)

两名医师对 89 个膝关节 OA 评级情况见表 1。

表 1 膝关节 OA 患者 KL 分级及 MR 分级情况 (个)

| 分级    | 0 级 | 1 级 | 2 级 | 3 级 | 4 级 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| K/L   | 8   | 17  | 19  | 20  | 25  |
| MR1   | 8   | 15  | 14  | 21  | 31  |
| MR1 # | 7   | 14  | 17  | 20  | 31  |
| MR2   | 7   | 16  | 15  | 21  | 30  |
| MR2 # | 8   | 14  | 14  | 22  | 31  |

注: MR1、MR2 分别为 1 号和 2 号医师 MR 评级; MR1 #、MR2 #: 两名医师第二次 MR 评级

2. 一致性检验

两种影像学评分方法的一致性及各名医师 MR 分级的组间及组内一致性见表 2。两名医师对膝关节 OA 的 K/L 分级与 MR 分级一致性 Kappa 值分别为 0.812(一致性最强)、0.783(一致性高度)。两名医师 MR 分级组间一致性 Kappa 值为 0.897(一致性最强)。组内一致性 Kappa 值分别为 0.882、0.897(一致性最强)。MR 分级与 K/L 分级差异显著性评价,  $P>0.05$ ( $P=0.081$  和  $0.117$ ), 两种影像学分级方法间无显著性差异。

讨 论

骨性关节炎(OA)是一种临床上常见的慢性退行性骨关节病,膝关节与髋关节最常受累。病理表现为关节软骨变性、破坏、软骨下骨硬化,关节边缘和软骨下骨增生,骨赘形成,可以引起疼痛、关节活动障碍和致残。自 1957 年首次提出以 X 线片评估大关节 OA 的 K/L 分级标准以来,临床和科研关于 OA 分级方法, K/L 分级一直沿用至今<sup>[2,3,7]</sup>, 得到普遍认同,这也是本研究将 K/L 分级作为金标准原因。但 K/L 分级

表 2 两种方法评估膝 OA 组内及组间一致性数目及 Kappa 值及 P 值

| 分级比较                 | 分级一致数目(例) |     |     |     |     |          | Kappa 值 | P 值   |
|----------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|----------|---------|-------|
|                      | 0 级       | 1 级 | 2 级 | 3 级 | 4 级 | 合计(%)    |         |       |
| MR1-K/L              | 8         | 15  | 12  | 16  | 25  | 76(85.4) | 0.812   | 0.081 |
| MR2-K/L              | 7         | 14  | 11  | 17  | 25  | 74(83.1) | 0.783   | 0.117 |
| MR1-MR2              | 7         | 13  | 12  | 20  | 30  | 82(92.1) | 0.897   |       |
| MR1-MR1 <sup>#</sup> | 7         | 13  | 13  | 18  | 30  | 81(91.0) | 0.882   |       |
| MR2-MR2 <sup>#</sup> | 7         | 13  | 12  | 20  | 30  | 82(92.1) | 0.897   |       |

注:MR1-K/L、MR2-K/L 分别为 1 号、2 号医师 MR 分级和 K/L 分级比较;MR1-MR2:两名医师 MR 分级组间比较;MR1-MR1<sup>#</sup>、MR2-MR2<sup>#</sup>:两名医师组内比较



图 1 女,54 岁,左膝。a)矢状面 T<sub>2</sub>WI 示 MR 分级 3 级。髌软骨损伤 3 级(箭),骨赘>5 mm,骨髓水肿>10mm,无半月板撕裂;b)K/L 分级 3 级。髌股关节间隙明显狭窄,明显骨质增生,关节面硬化(箭)。  
图 2 女,70 岁,右膝。a)冠状面 T<sub>2</sub>WI 示 MR 分级 4 级。股骨内髌软骨损伤 3 级(箭),骨赘>5 mm,骨髓水肿>10 mm 伴内侧半月板撕裂;b)K/L 分级 4 级。巨大骨赘,内侧关节间隙显著变窄,骨质严重硬化(箭)。  
图 3 男,63 岁,右膝。a)冠状面 T<sub>2</sub>WI 示 MR 分级 3 级。股骨内髌软骨损伤 3 级(箭),骨髓水肿>10 mm); b)K/L 分级 2 级。有明确的骨赘,关节间隙轻度狭窄(箭)。

有其局限性。Schipphof 等<sup>[2]</sup>提出由于影像学工作者采用 K/L 分级法描述图像过程中会使用不同的词汇描述,导致形成多个不同版本的“K/L 分级”,甚至对同一个患者会有不同的 K/L 分级。另外,K/L 分级受设备条件、年龄及操作影响,不同文章的观察者间信度波动范围比较广(0.51~0.89)<sup>[8,9]</sup>。因 K/L 分级强调骨质增生程度,对于软骨退变存在关节间隙狭窄但无骨质增生的患者,无法给予 OA 诊断。且平片无法直接评估关节软骨、骨髓水肿及半月板损伤程度,忽略了膝关节 OA 的重要病理征象,存在“假阳性”<sup>[10]</sup>。

MRI 软组织分辨率高,能够全面评估膝关节软骨、骨髓及半月板、关节腔积液、关节滑膜及游离体等情况,功能成像序列能够发现关节软骨形态发生改变前的分子结构成分的退变,为早期 OA 诊断提供可能<sup>[11,12]</sup>。目前,MRI 已经成为除常规 X 线以外的重要辅助检查手段。Lee 等<sup>[7]</sup>证实 MR 半定量评级髌关节 OA 方法(SHOMRI 法)具有良好可重复性,且与 K/L 分级及临床指标具有显著相关性。临床急需一种实用、可靠的 MR 评分系统用于评价膝关节 OA 的严重程度,目前国内相关研究几近空白。

本研究两名医师对膝关节 OA 的 MR 分级与 K/L 分级一致性检验 Kappa 值分别为 0.812(一致性最强)、0.783(一致性高度)。MR 分级组间一致性 Kappa 值为 0.897(一致性最强),组内一致性 Kappa 值分别为 0.882、0.897(一致性最强),均提示该 MR 分级具有良好的可重复性。MR 分级与 K/L 分级差异无显著性( $P>0.05$ ),提示 MR 能够替代 X 线作为膝关节 OA 影像学分级方法之一。

本研究参考的 MR 分级指标包括关节软骨损伤程度、骨赘、骨髓水肿、软骨下骨囊变、半月板撕裂情况五项内容,能够综合评估膝关节 OA 严重程度。之前有学者利用 MR 研究膝关节 OA,主要研究关节软骨。Cicuttini 等<sup>[13]</sup>发现内外侧胫骨平台软骨体积与膝关节间隙程度呈明显负相关,提示关节软骨的破坏是导致 OA 患者关节间隙狭窄主要原因。K/L 评分以关节间隙狭窄程度评价 OA 严重程度,间接评估关节软骨损伤程度,但对于早期软骨损伤而关节间隙未出现狭窄病人容易低估。高分辨 MR 成像能直接评价软骨形态、体积,能够更真实的反应 OA 严重程度,这也是 MR 优势所在,这也是研究 MR 评估 OA 时均未包含关节间隙测量的原因<sup>[7,14]</sup>。但软骨体积计算繁杂,需要扫描 3D 薄层序列,临床上不适合作为 MR 分级指标,而软骨损伤的形态改变作为分级的半定量标准更简单、实用。Hayes 等<sup>[15]</sup>统计了 OA 膝关节滑膜增生、半月板异常、软骨缺损、关节积液、软骨下骨病变、骨赘等 MR 征象与 K/L 评分之间的关系,发现随着

K/L 评分越高,MR 显示的骨赘 $>5\text{mm}$ 、骨髓水肿 $>10\text{mm}$ 、软骨下囊肿 $>10\text{mm}$ 等征象越常见,故本文参考的 MR 评分也将此 3 项征象作为评分指标。与 Hunter 等<sup>[14]</sup>报道的 MR 评分含 13 项指标相比,本文应用的评分指标更简洁、实用且重复性良好,适合临床推广。

本研究不足:首先,只应用了 MR 常规序列扫描,对软骨骨损显示没有 3D 薄层序列清晰,下一步需结合高分辨序列如三维脂肪抑制扰相梯度回波序列(3D-FS-SPGR)更精准的诊断软骨损伤程度。其次,诊断结果缺乏关节镜和病理证实,但本研究重心不在于 MR 诊断软骨损伤准确性,而是以公认的 K/L 分级结果作为金标准进行 MR 分级,验证 MR 分级可重复性。

本研究证实新的 MR 分级标准评估膝关节 OA 严重程度,具有良好的可靠性和可重复性,将来或许可以替代以平片为基础的 K/L 分级,为影像及临床医生提供更准确的 MR 分级方法,且有望应用于除膝关节外的大关节(髋关节等)OA 的诊断。

#### 参考文献:

- [1] Kellgren J, Lawrence J. Radiological assessment of osteoarthritis [J]. *Ann Rheum Dis*, 1957, 16(4): 494-501.
- [2] Schipphof D, Boers M, Bierma-Zeinstra SM. Differences in descriptions of Kellgren and Lawrence grades of knee osteoarthritis [J]. *Ann Rheum Dis*, 2008, 67(7): 1034-1036.
- [3] Park HJ, Kim SS, Lee SY, et al. A practical MRI grading system for osteoarthritis of the knee: association with Kellgren-Lawrence radiographic scores [J]. *Eur J Radiol*, 2013, 82(1): 112-117.
- [4] Noyes FR, Stabler CL. A system for grading articular cartilage lesions at arthroscopy [J]. *Am J Sports Med*, 1989, 17(4): 505-513.
- [5] Stoller DW, Martin C, Cruess JV, et al. Meniscal tears: pathologic correlation with MR imaging [J]. *Radiology*, 1987, 163(3): 731-735.
- [6] Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data [J]. *Biometrics*, 1977, 33(1): 159-174.
- [7] Lee S, Nardo L, Kumar D, et al. Scoring hip osteoarthritis with MRI (SHOMRI): A whole joint osteoarthritis evaluation system [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2015, 41(6): 1549-1557.
- [8] Gossec L, Jordan JM, Mazuca SA, et al. Comparative evaluation of three semi-quantitative radiographic grading techniques for knee osteoarthritis in terms of validity and reproducibility in 1759 X-rays: report of the OARSI-OMERACT task force [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2008, 16(7): 742-748.
- [9] Wright RW. Osteoarthritis classification scales: interobserver reliability and arthroscopic correlation [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(14): 1145-1151.
- [10] Chan WP, Lang P, Stevens MP, et al. Osteoarthritis of the knee: comparison of radiography, CT, and MR imaging to assess extent and severity [J]. *AJR*, 1991, 157(4): 799-806.
- [11] 陈其春, 邹月芬, 王德杭, 等. 磁共振 T<sub>2</sub>-mapping 成像在膝关节早

- 期骨性关节炎中的应用[J].临床放射学杂志,2012,31(1):81-85.
- [12] 杨海涛,王仁法,李锋,等.膝关节骨关节炎软骨磁共振 T<sub>2</sub>-mapping 成像与 X 线分级的对照研究[J].放射学实践,2007,22(11):1158-1160.
- [13] Cicuttini FM, Wluka AE, Forbes A, et al. Comparison of tibial cartilage volume and radiologic grade of the tibiofemoral joint [J]. Arthritis Rheum, 2003, 48(3): 682-688.
- [14] Hunter DJ, Lo GH, Gale D, et al. The reliability of a new scoring system for knee osteoarthritis MRI and the validity of bone marrow lesion assessment: BLOKS (Boston Leeds Osteoarthritis Knee Score) [J]. Ann Rheum Dis, 2008, 67(2): 206-211.
- [15] 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(3): 998-1007.

(收稿日期:2019-07-08 修回日期:2019-10-17)

## 本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕,已于 2008 年 3 月 1 号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下:请登录《放射学实践》网站(<http://www.fsxsj.net>)点击进入首页 → 点击“作者投稿” → 按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息,同时记住用户名和密码,以便查询稿件处理进度) → 用新注册的用户名和密码登录 → 点击“作者投稿”进入稿件管理页面 → 点击“我要投稿” → 浏览文件 → 上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮,只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作,文章须以 WORD 格式上传,图表粘贴在文章中) → 录入稿件标题、关键词等 → 最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(100 元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度,不必打电话或发邮件查询,具体步骤如下:用注册过的用户名和密码登录 → 点击“作者查稿”进入稿件管理页面 → 点击左侧导航栏“我的稿件库” → “稿件状态”显示稿件处理进度 → 点击“查看” → 选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到,作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿),本刊须花费大量精力将稿件录入系统中,部分稿件重复多次处理,这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿,如果通过邮箱或邮局投稿,本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足,网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处,希望各位影像同仁不吝赐教,多提宝贵意见,予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题,或者对本系统及网站有好的意见和建议,请及时联系我们。

联系人:石鹤 明桥 联系电话:027-69378385 15926283035