

## • 骨骼肌肉影像学 •

## 低场磁共振对关节软骨损伤的评价及与关节镜检查结果对照

刘园园, 黄惠珍, 涂茜

**【摘要】 目的:**探讨低场磁共振在关节软骨损伤影像诊断中的应用价值及其可行性。**方法:**30 例有膝关节损伤病史的青少年患者,使用 AIRIS-II 0.3T 永磁开放式磁共振扫描仪,采用 SE 序列 T<sub>1</sub>WI、水脂分离成像(FatSepG)序列对患侧膝关节行矢状面及冠状面扫描。MRI 扫描后 3 周内行关节镜检查或手术治疗。**结果:**①FatSepG 序列对关节软骨损伤的诊断与关节镜检查结果具有较好的一致性,Kappa 值为 0.8693>0.75。②在 29 个异常观察面中有 15 个出现软骨面下骨质及骨髓内异常信号,占总病变部位的 51.7%。**结论:**FatSepG 序列是低场磁共振机诊断关节软骨损伤的最佳序列,但不能作为唯一检查序列,必须与其他序列检查相结合;关节软骨下骨面缺损及骨髓信号异常对关节软骨损伤有很好的提示作用。

**【关键词】** 软骨,关节;创伤和损伤;磁共振成像

**【中图分类号】**R445.2;R681.3 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1000-0313(2009)04-0430-04

**Role of Low Field MR in Diagnosis of Articular Cartilage Injury of Knee and Its Comparision with Arthroscopy** LIU Yuan-yuan, HUANG Hui-zhen, TU Qian. Department of Radiology, the Sendend Affiliated Hospital, Guangdzhou University of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510120, P. R. China

**【Abstract】 Objective:** To probe the value and feasibility of low field MR in the diagnosis of articular cartilage injury of knee in clinical testing. **Methods:** 30 young men were all scanned by SE sequence and FatSepG sequence to do sagittal and coronary scanning for all injured knee joints, using Hitachi 0.3T AIRIS-II MR scanner. In 3 weeks all of them underwent arthroscopy or opertation. **Results:** FatSepG showed the coherence for the MRI diagnosis of articular cartilage injury and the result of arthroscopy, the data of Kappa being 0.8693>0.75. Among 29 inspection sides, there were 15 inspection sides having abnormal signals at subcondral bone and marrow, accounting for 51.7% of the total lesion areas. **Conclusion:** FatSepG is the best sequence for diagnosing articular cartilage injury but can not be an exclusive inspecting sequence, it needs to be combined with other sequences. Abnomal signal in the subchondral bone and marrow is an important indirect sign of articular cartilage injury.

**【Key words】** Cartilage, articular; Wounds and injuries; Magnetic resonance imaging

关节软骨是覆盖在关节表面的一层光亮的结缔组织,其功能是维持正常关节活动。由于关节软骨损伤发病率高,其自身修复能力有限,临床上早期诊断关节软骨损伤的意义重大。了解软骨是否完整、损伤的部位和程度以及软骨下骨质情况等,可为手术提供有力的佐证,并对术后关节恢复情况有一定的提示作用。笔者对 30 例青少年膝关节软骨损伤患者 MRI 及关节镜检查结果进行分析比较,旨在探讨低场磁共振成像对关节软骨损伤的临床诊断价值。

### 材料与方法

搜集本院 2005 年 5 月~2007 年 5 月 30 例青少年膝关节损伤患者的临床资料,所有患者均有不同程

度单侧膝关节疼痛史,病程 5 天~7 个月。左膝 18 例,右膝 12 例。其中男 16 例,女 14 例,年龄 8~20 岁,平均 15.9 岁。有外伤史及运动损伤史者 25 例,无明显外伤史但经常性关节不稳、有弹响并疼痛者 5 例。所有患者膝关节均无开放性损伤,也未经手术治疗。

使用 AIRIS-II 0.3T 永磁开放式磁共振扫描仪(Hitachi 公司),膝关节专用表面线圈,采用 SE T<sub>1</sub>WI 序列(TR 460 ms, TE 26 ms,层厚、层距均为 4 mm,2 次采集)、水脂分离成像(FatSepG)序列(TR 400 ms, TE 17.1 ms,层厚、层距均为 3 mm,翻转角 30°,4 次采集),分别行膝关节矢状面及冠状面扫描。关节镜检查采用 Olympus 关节镜下操作系统。所有患者在 3 周内进行关节镜检查或治疗。

由两位有经验的放射科医师按双盲法阅片,关节镜结果由一名关节镜专家判读。关节软骨损伤的 MRI 和关节镜检查分级标准借鉴 Outerbridg 分级<sup>[1]</sup>

作者单位:510120 广州,广东省中医院影像科(刘园园、黄惠珍);  
430022 武汉,武汉市第一医院磁共振室(涂茜)  
作者简介:刘园园(1976-),女,湖北武汉人,医师,硕士,主要从事影像诊断工作。

法和 ICRS 分级<sup>[2]</sup>法进行诊断和评价:0 级,正常软骨;1 级,软骨肿胀、软化,软骨内信号异常但软骨表面光整;2 级,软骨表面缺损<软骨全层的 50%;3 级,软骨表面缺损>软骨全层的 50%,但软骨下骨未裸露;4 级,全层软骨缺损,软骨下骨裸露或缺损。将每个膝关节软骨面分为股骨下端内外髁面、髌骨内侧面和胫骨平台内外髁面三个面。

采用 SPSS 12.0 统计软件对分级结果进行统计分析。分别计算关节软骨损伤的 MR 各扫描序列分级与关节镜分级的 Kappa 值,比较检查结果的一致性。两种 MRI 序列诊断价值采用敏感度和特异度,漏诊率和误诊率进行评价。Kappa 值比较采用 U 检验。

结 果

1. 膝关节软骨损伤的低场 MRI 各序列影像表现

30 例患者中,5 例经 MRI 扫描及关节镜确认为盘状半月板,其中 4 例无关节软骨面损伤。有关节软骨面异常者 26 例 29 个观察面,其中包括软骨信号、形态改变及软骨下骨、骨髓信号异常。具体分为:I 级,共 8 个观察面,在 SE T<sub>1</sub>WI 上关节软骨信号稍减低,病灶显示不清;在 FatSepG 序列压水脂肪图像、压脂水图像上仅见软骨信号局部不均(图 1);II 级,共 5 个观

察面,仅见软骨表面缺损(图 2);III 级:共 6 个观察面,其中仅见软骨缺损者 1 个观察面;软骨下骨及骨髓信号异常者 5 个观察面,在 SE T<sub>1</sub>WI 呈低信号,在 FatSepG 水图像呈高信号(图 3a、b),关节镜表现为软骨重度纤维化(图 3c);IV 级,共 10 个观察面,均见软骨下骨髓信号异常,在 SE T<sub>1</sub>WI 呈低信号,在 FatSepG 水图像呈高信号(图 4a、b),关节镜显示软骨大片脱落(图 4c)。

2. 膝关节软骨损伤分级与关节镜分级对照

30 例 90 个膝关节软骨面在 SE T<sub>1</sub>WI、FatSepG 序列表现与关节镜所见对照结果见表 1~3。对 SE T<sub>1</sub>WI、FatSepG 两个序列诊断价值的比较见表 4,两序列 Kappa 值进行两两比较,其 U 值=2.72>2.58,双侧检验 P 值<0.01。

表 1 SE T<sub>1</sub>WI 序列分级结果与关节镜结果对照 (个)

| 分级  | SE T <sub>1</sub> WI 序列分级 |     |     |     |     | 合计 |
|-----|---------------------------|-----|-----|-----|-----|----|
|     | 0 级                       | 1 级 | 2 级 | 3 级 | 4 级 |    |
| 0 级 | 58                        | 2   | 1   | 0   | 0   | 61 |
| 1 级 | 7                         | 1   | 0   | 0   | 0   | 8  |
| 2 级 | 4                         | 0   | 0   | 1   | 0   | 5  |
| 3 级 | 2                         | 0   | 3   | 1   | 0   | 6  |
| 4 级 | 0                         | 0   | 2   | 2   | 6   | 10 |
| 合计  | 71                        | 3   | 6   | 4   | 6   | 90 |

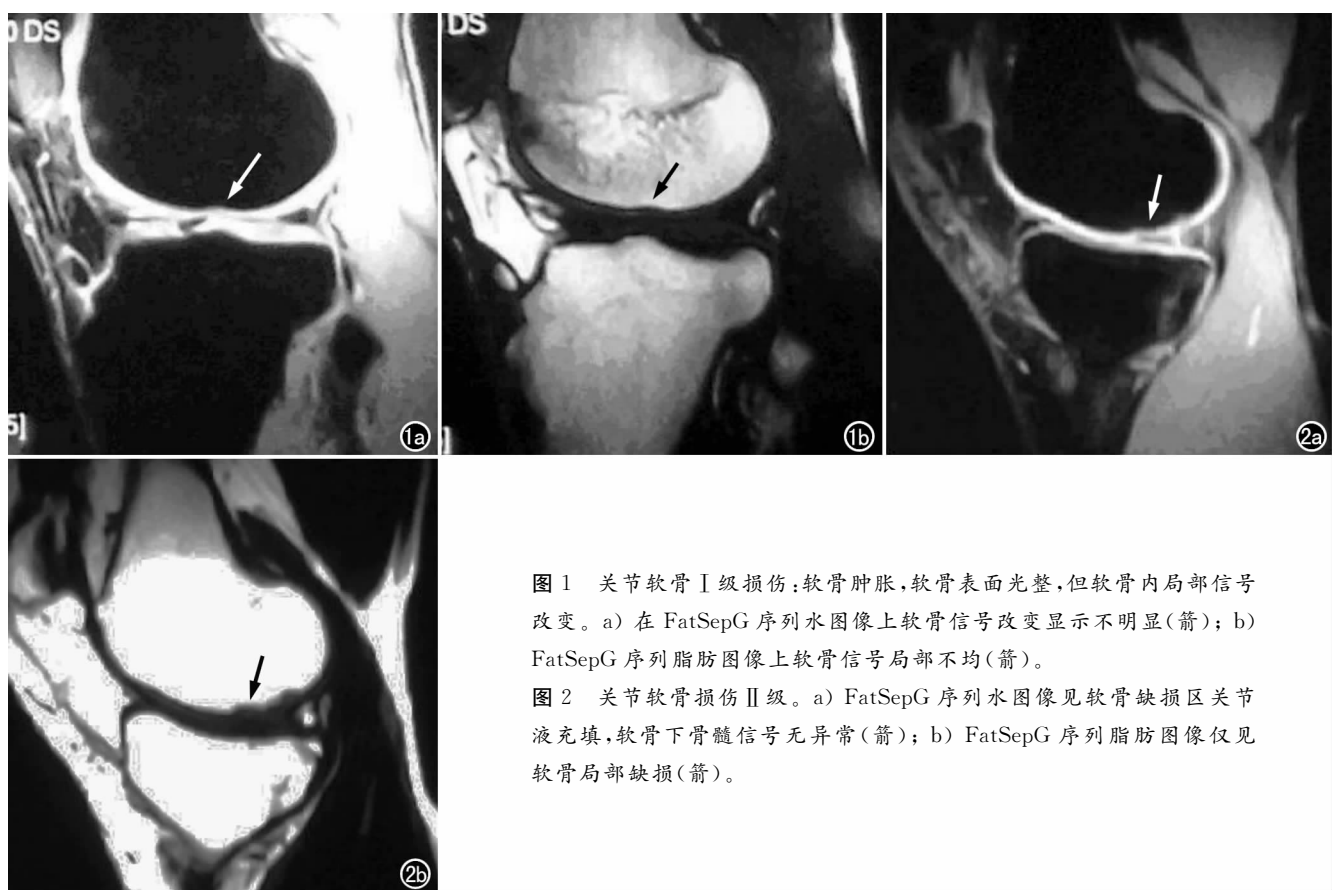


图 1 关节软骨 I 级损伤:软骨肿胀,软骨表面光整,但软骨内局部信号改变。a) 在 FatSepG 序列水图像上软骨信号改变显示不明显(箭); b) FatSepG 序列脂肪图像上软骨信号局部不均(箭)。

图 2 关节软骨损伤 II 级。a) FatSepG 序列水图像见软骨缺损区关节液充填,软骨下骨髓信号无异常(箭); b) FatSepG 序列脂肪图像仅见软骨局部缺损(箭)。

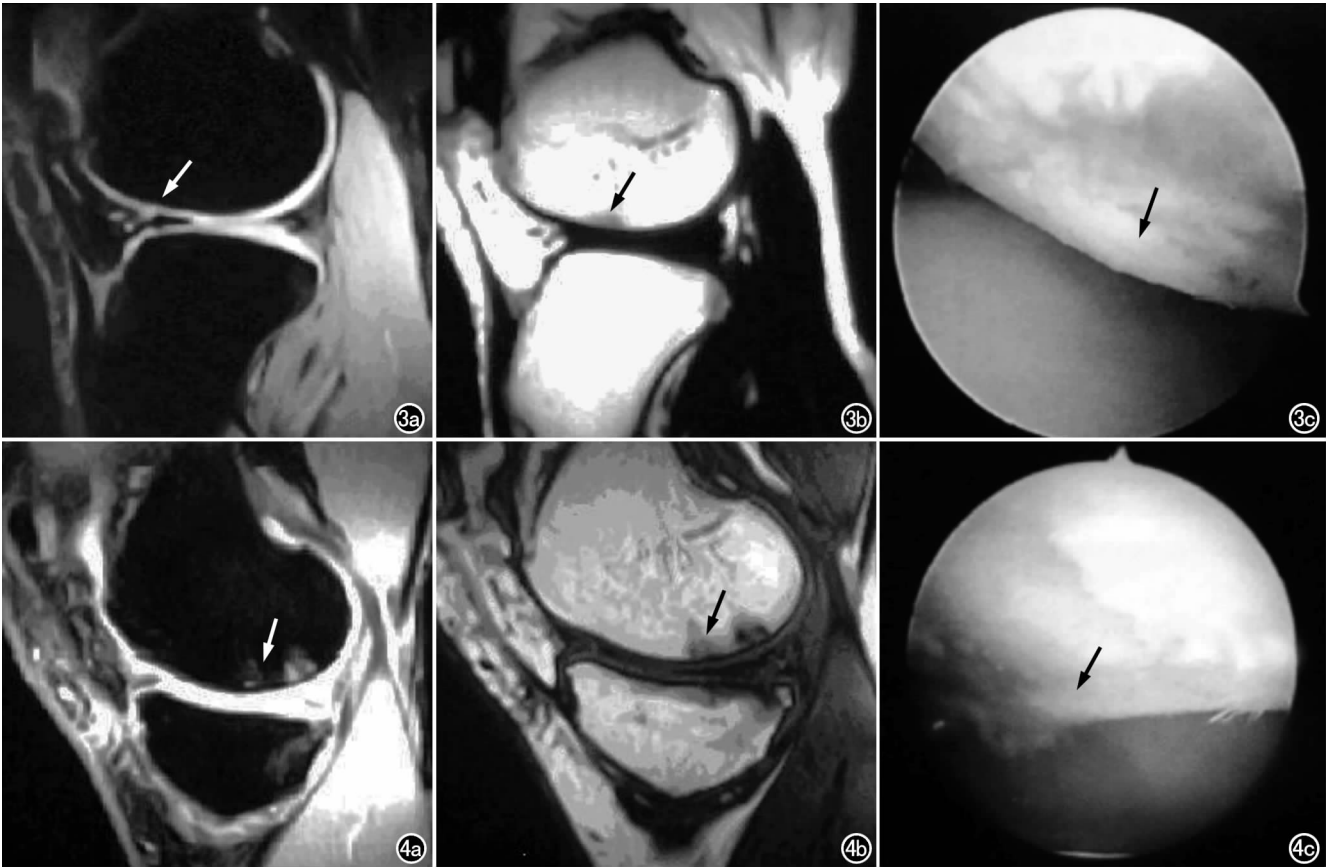


图 3 关节软骨损伤Ⅲ级:软骨表面凹凸不平、不光整。a) FatSepG 序列水图像显示软骨缺损区(箭); b) FatSepG 脂肪图像显示软骨下骨及骨髓信号异常(箭),呈低信号; c) 关节镜显示软骨重度纤维化,呈鱼肉样改变(箭)。图 4 关节软骨损伤Ⅳ级:软骨连续性中断,全层缺损,软骨下骨髓信号异常(箭)。a) 在 FatSepG 水图像呈高信号; b) 在 FatSepG 脂肪图像上呈低信号; c) 关节镜显示软骨大片脱落,软骨下骨裸露、硬化(箭)。

| 表 2 FatSepG 序列分级结果与关节镜结果对照 (个) |              |     |     |     |     |    |
|--------------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|----|
| 分级                             | FatSepG 序列分级 |     |     |     |     | 合计 |
|                                | 0 级          | 1 级 | 2 级 | 3 级 | 4 级 |    |
| 0 级                            | 60           | 1   | 0   | 0   | 0   | 61 |
| 1 级                            | 3            | 2   | 2   | 1   | 0   | 8  |
| 2 级                            | 1            | 1   | 1   | 2   | 0   | 5  |
| 3 级                            | 0            | 2   | 1   | 3   | 0   | 6  |
| 4 级                            | 0            | 0   | 0   | 1   | 9   | 10 |
| 合计                             | 64           | 6   | 4   | 7   | 9   | 90 |

| 表 3 SE T <sub>1</sub> WI 和 FatSepG 序列诊断结果 (个) |                      |    |         |    |  |
|-----------------------------------------------|----------------------|----|---------|----|--|
| 关节镜                                           | SE T <sub>1</sub> WI |    | FatSepG |    |  |
|                                               | 阳性                   | 阴性 | 阳性      | 阴性 |  |
| 阳性                                            | 16                   | 13 | 25      | 4  |  |
| 阴性                                            | 3                    | 58 | 1       | 60 |  |

| 表 4 SE T <sub>1</sub> WI 和 FatSepG 序列诊断价值比较 |                      |         |
|---------------------------------------------|----------------------|---------|
| 统计值                                         | SE T <sub>1</sub> WI | FatSepG |
| 敏感度                                         | 0.55                 | 0.86    |
| 特异度                                         | 0.95                 | 0.98    |
| 漏诊率                                         | 0.45                 | 0.14    |
| 误诊率                                         | 0.05                 | 0.02    |
| Kappa 值                                     | 0.5525               | 0.8693  |

3. MRI 对关节软骨损伤区软骨下骨及骨髓异常信号的显示

本组 29 个异常关节面中有 15 个病变部位出现软骨面下骨质及骨髓内异常信号,占 51.7%,其中尤以 FatSepG 序列上软骨面下骨质及骨髓信号减低最明显。

讨 论

1. 膝关节软骨损伤的低场 MRI 表现  
膝关节软骨损伤,根据发病时间长短可以分为急性损伤和慢性损伤。不论急性还是慢性损伤,MRI 上的表现基本可分为 2 种,即软骨信号的改变和软骨形态的改变。其 MRI 表现依赖与软骨受损程度、残余软骨组织的数量及软骨下骨累及程度,一般可分为单纯软骨损伤和骨软骨损伤。  
对于单纯软骨损伤中软骨外形没有改变或缺损很浅的 1、2 级损伤,本次两组检查序列对其诊断的敏感度都不如关节镜高,存在假阴性,主要是由于损伤的软

骨和关节积液信号间的部分容积效应,或软骨内异常信号区的信号强度介于正常软骨信号和液体信号之间。

对于软骨局部缺损有着清楚边缘的,即 3、4 级软骨损伤,本试验 MRI 容易辨认,SE T<sub>1</sub>WI 表现为关节软骨局部缺损,液体填充显示不明显;在 FatSepG 序列的压水图像上可见明显软骨缺损区。

骨软骨的损伤是指关节软骨合并软骨下骨的较大范围的损伤。文献报道伴有软骨下骨损伤的关节软骨病损可达 50% 以上。Grunder 认为软骨下骨损伤,对于判断软骨损伤的预后有重要意义<sup>[3]</sup>。急性创伤多引起软骨下骨骨折和软骨下骨挫裂伤,表现为软骨下骨皮质断裂和骨髓内的水肿信号<sup>[4]</sup>。本组病例 29 个异常观察面中有 15 个观察面出现软骨面下骨质及骨髓内异常信号,占总病变部位的 51.7%,与文献报道大致相仿。提示软骨下骨及骨髓损伤在关节软骨损伤患者中的发病率很高,可作为诊断关节软骨损伤的重要间接征象。

因此,低场 MR 图像对此类关节软骨损伤显示不佳时,当检测到病灶骨髓处异常信号,应仔细检查相邻的关节软骨是否有损伤。

## 2. 膝关节软骨损伤 MRI 与关节镜结果对照分析

本组病例 SE T<sub>1</sub>WI 序列对关节软骨损伤的检查结果与关节镜结果一致性差,对病变的敏感度不高,为 55%,漏诊率达 45%,有较多假阴性。对关节软骨损伤的评价有明显低估病变等级的趋势。在检查中,损伤的半月板、关节积液、充血的滑膜及关节囊肿胀均会与邻近的关节软骨分界不清,使关节软骨信号偏高,影响分级的准确性。同时,图像的信噪比较低,层面较厚及部分容积效应也会影响病灶与正常组织分界的显示。

FatSepG 序列是在梯度回波序列基础上的脂肪、水抑制序列。文献报道脂肪抑制序列对软骨损伤有非常高的敏感度(96%)和特异度(95%)<sup>[5,6]</sup>。与常规 GRE 序列比较,对软骨表面与关节液的分界显示有所改善,但对关节软骨内信号改变及轻微形态改变显示

仍不甚理想,故对 1~2 级病变有低估病变等级或漏诊的缺点;但对 3~4 级特别是 4 级病变有很好的显示作用,检查结果与关节镜结果比较,Kappa 值 0.8693>0.75,诊断价值显著。

以上结果显示在梯度回波基础上的水、脂分离成像序列诊断结果与关节镜诊断结果有极高的一致性。这于高场磁共振对关节软骨损伤诊断以附加脂肪抑制的三维扰相梯度回波序列(3D-FS-SPGR)最佳的结论一致。特别是对于关节软骨 3~4 期损伤的敏感度很高,对临床的提示作用不容忽视。

综上所述,梯度回波基础上的水、脂分离成像序列能较好地显示软骨损伤后的形态和信号异常,但仍有扫描时间长,部分容积效应导致对病变的低估及漏诊率偏高、对自由水和结合水不能分辨等缺点,故仅用梯度水脂分离序列是不够的,还应结合其他序列对关节软骨及周围组织进行综合评价,才能得出全面完整的诊断结论。相信随着磁共振检查技术的不断完善,不论低场还是高场磁共振机会有扫描时间更短,图像信噪比更高,敏感度更强的新的序列出现。

## 参考文献:

- [1] Grunder W, Siesold M, Wsrner A, et al. Improved Nuclear Resonance Microscopic Visualization of Joint Cartilage Using Liposome Entrapped Contrast Agents[J]. Invest Radiol, 1998, 33(4): 193-202.
- [2] Brittberg M, Winalski CS. Evaluation of Cartilage Injuries and Repair[J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85-A(suppl 2): 58-69.
- [3] 赵涛, 翁磊, 尤玉华, 等. 膝关节外伤性骨软骨骨折的 X 线和 MRI 表现[J]. 中华放射学杂志, 2003, 37(11): 985-988.
- [4] Rubin DA, Harner CD, Costello JM. Treatable Chondral Injuries in the Knee: Frequency of Associated Focal Subchondral Edema[J]. AJR, 2000, 174(4): 1099.
- [5] Tervonen O, Dietz MJ, Carmichael SW, et al. MR Imaging of Knee Hyaline Cartilage: Evaluation of Two- and Three-dimensional Sequences[J]. J Magn Reson Imaging, 1993, 3(4): 663-668.
- [6] Reiser MF, Bongartz G, Frlemann R, et al. Magnetic Resonance in Cartilaginous Lesions of the Knee Joint with Three-dimensional Gradient-echo Imaging[J]. Skeletal Radiol, 1988, 17(7): 465-471.

(收稿日期: 2008-08-11 修回日期: 2008-10-13)