

• 骨骼肌肉影像学 •

MRI 不同序列在膝关节骨损伤中的应用

龚美琳, 陈爽, 冯晓源, 李克

【摘要】 目的:评价自旋回波(SE)序列及梯度-短时反转回复(GE-STIR)序列对急性骨损伤的诊断价值。**方法:**回顾性分析 50 例膝关节外伤后行 MRI 检查的病例。所有病例均行 SE 序列矢状面 T_1 WI 及 T_2 WI 加权、GE-STIR 序列矢状面扫描,分析不同序列显示骨挫伤的大小、范围、信号均匀性、边界以及伴随的半月板、软骨、韧带损伤及关节积液的表现,比较不同序列之间的差异。**结果:**50 例病例中有 45 例显示有骨挫伤水肿,共有 54 处,其中 6 例伴有软骨损伤。伴有关节积液 31 例,半月板损伤 23 例,韧带损伤 6 例,其中前交叉韧带 5 例,外侧副韧带 1 例。在骨挫伤病例中,SE 序列、 T_1 WI 显示 43 处, T_2 WI 显示 47 处,GE-STIR 序列显示 54 处。STIR 序列在显示骨挫伤的大小、边界中敏感性均高于 SE 序列,两者之间差异有显著性意义($P < 0.05$)。在关节积液、半月板损伤、韧带损伤中,SE 序列与 GE-STIR 序列比较,两者差异无显著性意义($P > 0.05$)。**结论:**GE-STIR 序列在膝关节骨挫伤显示中有极大价值,明显优于 SE 序列。

【关键词】 关节疾病; 骨疾病; 磁共振成像

【中图分类号】 R445.2; R684 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)10-1079-04

Diagnostic Value of Spin Echo and Gradient Echo-Shot Time Inversion Recovery MRI Sequence in Bone Contusion of Knee Joint

GONG Mei-lin, CHEN Shuang, FENG Xiao-yuan, et al. Department of Radiology, the Affiliated Huashan Hospital, Medical College of Fudan University, Shanghai 200040, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the diagnostic value of spin echo (SE) and GE-short time inversion recovery (GE-STIR) MR sequence in bone injury of knee joint. **Methods:** The MRI data of 50 cases with knee injury was analyzed retrospectively. All cases were performed with SE sequence (Sagittal T_1 W, T_2 W) and Sagittal GE-STIR sequence. The size, signal intensity, margin of bone contusion, MRI features of meniscus, ligaments and fluid were analyzed according to the different MRI Sequence, and also the difference between SE and GE-STIR sequence were compared. **Results:** Among 50 cases, there were 54 foci of bone contusion were demonstrated in 45 cases and there were 6 foci of cartilage injury, 31 cases with joint effusion, 23 cases with injury of meniscus, 5 cases with injury of anterior cruciate ligament, 1 case with fibia collateral ligament. 43 and 47 foci were demonstrated on SE T_1 W, T_2 W respectively, 54 foci were depicted on GE-STIR. The differences of the size, signal intensity homogeneity, border of bone contusions were statistically higher on GE-STIR than that on SE ($P < 0.05$). There were no statistically significant for joint effusion, meniscus injury and ligament injury between SE and GE-STIR imaging ($P > 0.05$). **Conclusion:** GE-STIR Sequence has great diagnostic value in contusion of knee joint, which is superior to SE sequence.

【Key word】 Joint diseases; Bone diseases; Magnetic resonance imaging

膝关节损伤是临床常见疾病,由于膝关节的组成结构复杂,常规 X 线检查不能完全显示骨挫伤、软骨、韧带,给临床诊断和治疗带来困难,随着 MRI 的产生和发展及运用于临床,使膝关节内部微细结构得以显示,成为目前诊断膝关节损伤的重要检查手段。笔者搜集了在本院作 MRI 检查的外伤病例 50 例,分析和评价 MRI 不同序列对骨关节外伤的诊断价值。

材料与方法

搜集 50 例膝关节外伤后疼痛患者,男 30 例,女 20 例,年龄 19~85 岁,平均 43.74 岁。其中左膝 25 例,右膝 25 例。病程为外伤后 1 天~3 个月。所有患

者行 MRI 检查前均行普通 X 线检查,未见明确骨折征象,所有病例均作了自旋回波(spin echo, SE)序列及梯度-短时反转恢复(Gradient echo-shot time inversion recovery, GE-STIR)序列平扫,5 例同时进行了 3D-FS-SPGR 序列扫描。

MRI 检查采用 ESAOTE 公司 ARTOSCAN 0.2T 四肢关节专用 MRI 成像仪,选用膝关节专用表面线圈,常规行 SE 序列矢状面 T_1 WI 及 T_2 WI、GE-STIR 序列矢状面,高分辨力 GE 序列冠状面及横断位扫描。矢状面 T_1 WI 及 T_2 WI 条件: T_1 WI TR 740 ms, TE 26 ms; T_2 WI TR 3000 ms, TE 80 ms,层厚 4.5 mm,间距 0.4 mm,激励次数 2,视野 180 cm×180 cm,采集矩阵 256×192。GE-STIR 序列矢状面 TR 1240 ms, TI 75 ms, TE 16 ms,层厚 4.5 mm,间距 0.4 mm,激

作者单位: 200040 上海,复旦大学附属华山医院放射科

作者简介: 龚美琳(1964-),女,江苏海门人,主治医师,主要从事神经系统及胃肠道疾病的诊断工作。

励次数 2, 视野 $190\text{ cm} \times 170\text{ cm}$, 采集距阵 $192\text{ cm} \times 136\text{ cm}$ 。其中 5 例同时进行了三维脂肪抑制毁损梯度回波(three dimension fat suppressed-spoiled gradient recall, 3D-FS-SPGR)序列扫描, 采用 GE 1.5T MR 扫描仪。

由 2 位有经验的放射科医师读片并测量分析骨挫伤的大小、范围、信号均匀性及边界, 以及伴随的半月板、韧带及关节积液情况。

统计采用 STATE 7.0 软件处理, 计量资料采用两样本均数 t 检验, 计数资料采用 χ^2 检验。

结 果

50 例病例中, 有 45 例骨显示有水肿挫伤(图 1~3), 共有 54 处, 其中 6 例伴有髌股关节面软骨损伤(图 2, 3)。主要分布于股骨外侧髁 22 例, 股骨内侧髁 18 例, 胫骨外侧髁 6 例, 胫骨内侧髁 3 例, 髌骨 4 例, 腓骨上段 1 例。伴有关节积液 31 例; 半月板损伤 23 例(图 2c), 其中内侧半月板 15 例, 外侧半月板 8 例; 韧带损伤 6 例, 其中前交叉韧带损伤 5 例, 外侧副韧带损伤 1 例。

在骨挫伤病例中, SE 序列显示 39 例, GE-STIR

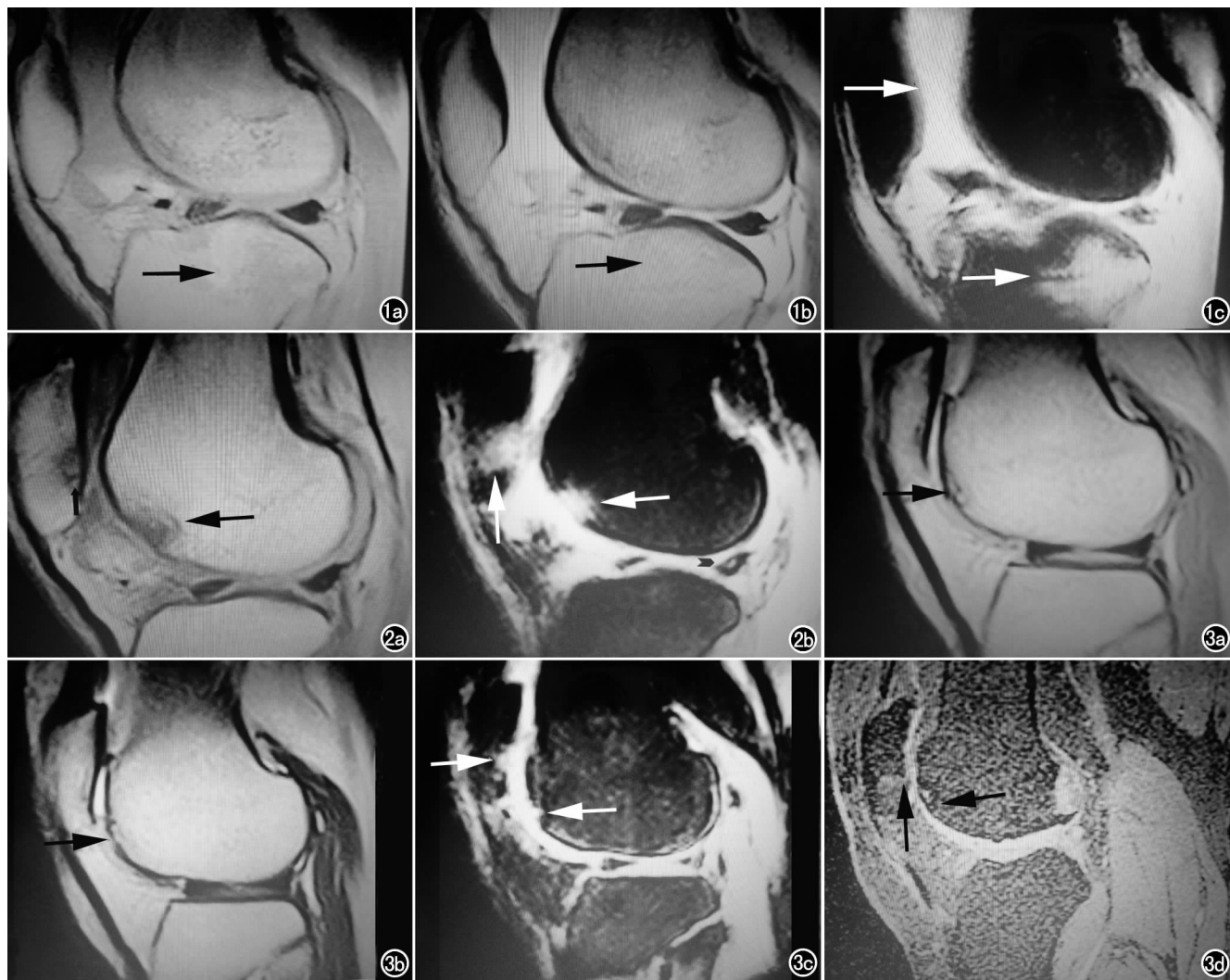


图 1 男, 36 岁, 左膝外伤伴疼痛 3 周, 左胫骨外侧髁骨挫伤。a) SE T_1 WI, 示左胫骨外侧髁低信号区, 边界尚清(箭); b) SE T_2 WI, 示左胫骨外侧髁高信号, 边界不清, 见有关节积液(箭); c) GE-STIR, 示左胫骨外侧髁高信号(箭), 边界清晰, 见有关节积液。图 2 女, 58 岁, 右膝外伤后痛 1 周, 右髌骨后方及右股骨下端骨挫伤伴右股骨下段软骨损伤, 外侧半月板后角损伤。a) SE T_1 WI, 示右髌骨后方及右股骨下端低信号区, 边界尚清; b) GE-STIR 示右髌骨后方及右股骨下端高信号区(箭), 边界清晰。外侧半月板后角高信号。图 3 女, 51 岁, 右膝外伤后痛 1 个月, 右股骨前下骨挫伤伴髌股间软骨损伤。a) SE T_1 WI, 示右股骨前下小片略低信号, 局部软骨内高信号(箭); b) SE T_2 WI, 示右股骨前下小片略高信号, 局部软骨内高信号(箭); c) GE-STIR, 示右股骨前下及髌股后方高信号(箭); d) 1.5T MRI 3D-FS-SPGR 序列, 髌骨间软骨厚薄不均匀(箭)。

序列显示 45 例(表 1),两者统计学差异有显著性意义($\chi^2=6.00, P=0.0143<0.05$)。

不同序列显示骨挫伤、骨水肿大小、范围见表 1、2。

表 1 不同序列显示骨挫伤比较

GE-STIR 序列	SE 序列		合计
	+	-	
+	39	6	45
-	0	5	5
合计	39	11	50

表 2 不同序列显示骨挫伤大小、范围比较

组别	骨挫伤大小	范围
SE T ₁ WI	1.278±1.019	0~4.98
SE T ₂ WI	1.613±1.113	0~5.01
GE-STIR	2.305±1.228	0.76~5.87

对各序列进行统计学两两比较:SE 序列 T₁ WI 与 T₂ WI 差异无显著性意义($t=1.5744, P=0.1213>0.05$)。SE 序列 T₁ WI 与 GE-STIR 差异有显著性意义($t=4.4371, P<0.05$)。SE 序列 T₂ WI 与 GE-STIR 差异有显著性意义($t=7.8761, P<0.01$)。

不同序列显示信号均匀性如下:SE T₁ WI 序列显示为低信号,边界不清;SE T₂ WI 序列显示为略低信号、略高信号或高低混杂信号,边界欠清;GE-STIR 均显示为高信号,边界清晰(表 3)。

表 3 骨挫伤不同序列显示边界比较

组别	清晰	不清	合计
GE-STIR	50	4	54
SE	7	47	54

注: $\chi^2=68.69, P<0.05$,两者差异有显著性意义。

伴随关节积液、半月板损伤及韧带损伤情况(表 4),SE 序列与 STIR 序列差异无显著性意义($P>0.05$)。

表 4 不同序列显示关节积液、半月板损伤及韧带损伤比较

MRI 序列	关节积液		半月板损伤		韧带损伤	
	+	-	+	-	+	-
SE	31	19	23	27	6	44
STIR	31	19	18	32	5	45

注: $P>0.05$

讨 论

1. 膝关节损伤的检查方法

外伤后膝关节疼痛是非常常见的,这种疼痛的病因多种多样,包括韧带、半月板肌腱损伤等,MRI 影像可发现这些病变。虽然这些损伤也可通过具有创伤性的关节镜来发现,然而,MRI 可无创性地发现,避免不必要的手术。MRI 具有良好的软组织对比度,是目前唯一能在活体上显示肌腱、韧带、软骨结构的影像诊断技术,因而具有任意方位成像能力,能沿肌腱或韧带走

行方向更准确地显示其结构,是唯一具有综合价值的无创性的检查^[1]。

关节 MRI 检查常规序列包括 SE 序列 T₁ WI、快速自旋回波(fast spin echo, FSE)序列 T₂ WI 或质子加权(proton density weighted imaging, PDWI)、梯度回波(gradient echo, GE)序列、脂肪抑制技术中的 STIR 序列、3D-FS-SPGR 序列等,以上序列均已应用于膝关节外伤的诊断中,其中 STIR 序列是目前为止被认为诊断骨髓损伤最为有效的影像检查手段。而 3D-FS-SPGR 序列对软骨的显示具有特异性。

关节组成骨的骨髓腔内充满脂肪组织,关节部位的骨髓腔信号对比主要由脂肪的短 T₁ 和中长 T₂ 弛豫时间决定,当骨损伤或挫伤时,造成骨髓的水肿、充血改变,具有明显的长 T₁、长 T₂ 信号,常规的 SE 序列 T₁ WI、T₂ WI 扫描均可显示骨损伤,能明确显示骨折部位、骨折深度、骨折片大小、移位情况及其游离部位和各断端之间的病变情况。在 T₁ WI 上呈形态各异的地图样非线性的低信号,在 T₂ WI 上呈高信号,与周围软组织形成明显的信号差别。Arndt 等^[2]发现使用脂肪抑制快速自旋回波(FSE-FS)和 SE-STIR 序列脂肪抑制技术的 T₂ WI 可提高骨挫伤的检出率。

GE-STIR 序列是在 GE 序列基础上,进行短 TI 反转恢复。使用非常短的翻转时间(TI)时间,将 TI 值预定在两种组织的 TI 转折点上,使组织的对比度丧失以获得选择性抑制的效果。在膝关节成像时,脂肪组织与水常难以区分,通过合适的 TI 时间,GE-STIR 成像可将脂肪信号衰减至 0,因而短时反转回波序列具有提高病变组织信号,降低周围正常组织信号的特征,抑制骨髓腔内脂肪信号,能使骨水肿组织显示更为清楚的高信号,与周围组织、背景组织形成良好对比,因而与 SE 序列比较,骨挫伤与正常骨组织的对比明显高于 SE T₁ WI 和 SE T₂ WI 序列的骨挫伤与脂肪组织的信号比。因此 STIR 序列更易于显示骨水肿,显示病灶边缘更优于 SE 序列。

2. 各序列检查的比较

本组资料使用 GE-STIR 序列与 SE 序列 T₁ 和 T₂ 加权进行比较,发现 GE-STIR 序列在发现骨挫伤及显示骨挫伤的边界方面,敏感性明显高于 SE 序列,达到 90%,与 SE 序列差异有显著性意义($P<0.05$)。而 SE 序列 T₁ 和 T₂ 加权两者比较,差异无显著性意义($P>0.05$)。几乎所有骨挫伤在 GE-STIR 序列上均显示边缘清晰。与 SE 序列差异有显著性意义,其原因是 SE 序列 T₁ 和 T₂ 加权均无脂肪抑制,水肿在富含脂肪的组织中对比度差,难以清晰显示,而 GE-

STIR 序列能将骨髓内脂肪组织明显抑制,骨水肿与周围组织背景形成鲜明对比,更易于病灶的显示。这与 Arndt 等^[2]使用 FSE-FS 和 SE-STIR 序列脂肪抑制技术的 T_2W 像来提高骨挫伤的检出率的结果基本相同。由此可见,所有具有脂肪抑制技术的 MRI 序列均有利于骨挫伤的检出。

文献报道大部分骨挫伤易发生于膝关节外侧,主要与关节承重面有关^[3]。本组资料显示 54 处骨挫伤中有 22 处位于股骨外侧髁,18 处位于股骨内侧髁,6 例位于胫骨外侧,3 处位于胫骨内侧,外侧约占 52%,基本与文献报道相符。

常见的膝关节损伤中,交叉韧带损伤和膝关节周围韧带的损伤占相当高的比例。膝关节韧带的损伤往往是韧带、半月板、关节囊等结构复杂损伤的一部分。因此,正确评价膝关节韧带损伤,对临床诊断、治疗非常重要。大多数骨挫伤胫骨平台后缘^[4],常合并其他结构损伤,其中以交叉韧带撕裂最常见(约 100%),其次为内侧半月板后角(约 62%)^[3,5],同时骨挫伤也是引起膝关节疼痛的来源之一。本组资料中伴有前交叉韧带损伤 5 例(SE 序列与 GE-STIR 序列相同),半月板损伤 23 例(SE 序列显示 23 例,GE-STIR 序列显示 18 例),虽然两序列不同,但经统计学检验,两者差异无显著性意义($P>0.05$),这可能是在 GE-STIR 窗宽调节上造成假阴性。

本组资料显示 SE 序列与 GE-STIR 序列对关节积液的显示均为 31 例,两者差异无显著性意义,说明 SE 序列与 GE-STIR 序列在显示积液方面基本相同。两者对积液均敏感。

另外,膝关节的股骨髁、胫骨髁及髌骨的表面均有一层关节软骨覆盖,几乎所有的膝关节损伤都会造成不同程度的关节软骨损害。本组资料中有 6 例骨挫伤伴有软骨的损伤,表现为局部软骨信号改变,SE 序列 T_1WI 软骨低信号区变薄, T_2WI 显示为略高信号,甚至软骨低信号中断,而骨挫伤是膝关节疼痛的唯一来源;如果严重,它们可以引起骨软骨缺损和早期退行性变,进一步可影响关节功能。所以,骨挫伤的早期发现,特别是软骨损伤的早期发现,对于患者的治疗,早期减少运动,防止关节早期退变具有重要意义^[3]。而 GE-STIR 在骨损伤检查中具有敏感性高于 SE 序列的特点,在骨损伤诊断中具有重要作用,是常规检查中必需的检查序列之一。当然,GE-STIR 序列对出血、水肿、缺血等的鉴别尚有一定局限性,需要结合临床和其它 MR 序列。目前,人们对于软骨的研究越来越深入,已经从宏观水平向分子水平进展,早先已进行了

3D-FS-SPGR 序列研究,证实该序列在显示软骨厚度改变,软骨缺损方面具有重要价值,敏感性和特异性明显高于其它序列。众多文献报道的 FS-SPGR 序列诊断软骨缺损敏感度在 90%~95%左右,特异度在 80%~95%^[6]。本组资料中因经济原因,仅 5 例同时在 1.5T MRI 扫描仪上进行了 3D-FS-SPGR 序列的检查,有 3 例显示有软骨的部分缺损,并经关节镜证实。因此,在条件许可的情况下,对于关节外伤患者,可以运用 3D-FS-SPGR 技术来提高软骨损伤的诊断阳性率。由于 MR 软件及硬件的快速发展,对软骨研究已进入分子水平,现在,扩散加全成像(diffusion weighted imaging, DWI)已成为热点,在蛋白多糖和胶原崩解时,软骨表现扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)会增加^[7]。DWI 序列能发现常规 MR 软骨信号尚未改变的更早期软骨病变^[8]。但其需超高场 MR 设备和图像后处理技术支持。本组资料仅在 0.2T 和 1.5T MRI 上检查,无法进行 DWI 序列检查。

总之,SE 序列和 GE-STIR 序列在骨与软骨损伤诊断中具有重要价值,GE-STIR 序列明显优于 SE 序列。而要在分子水平上进行早期诊断,还有待于进行软件及硬件的改进后进行进一步研究。

参考文献:

- [1] 江浩. 骨与关节 MRI[M]. 上海:上海科学技术出版社. 1999. 249-253.
- [2] Arndt WF, Truax AL, Barnett FM, et al. MR Diagnosis of Bone Contusions of the Knee: Comparison of Coronal T_2 -weighted Fast Spin-echo with Fast Saturation and Fast Spin-echo STIR Images with Conventional STIR Images[J]. AJR, 1996, 166(1): 119-124.
- [3] Kaplan PA, Gehl RH, Dussault RG, et al. Bone Contusions of the Posterior Lip of the Medial Tibial Plateau (Contrecoup Injury) and Associated Internal Derangements of the Knee at MR Imaging [J]. Radiology, 1999, 211(3): 747-753.
- [4] Kwanseop Lee, Marilyn J, Siegel, et al. Anterior Cruciate Ligament Tears: MR Imaging Based Diagnosis in a Pediatric Population [J]. Radiology, 1999, 213(3): 697-704.
- [5] Farooki S, Seeger LL. Magnetic Resonance Imaging in the Evaluation of Ligament Injuries [J]. Skeletal Radiol, 2001, 28(1): 61-74.
- [6] 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.
- [7] Glaser C. New Techniques for Cartilage Imaging: T_2 Relaxation Time and Diffusion-weighted MR Imaging [J]. Radiol Clin North Am, 2005, 43(4): 641-653.
- [8] 刘斯润, 朱天缘, 陈汉方, 等. MR 扩散加权成像诊断膝关节骨关节病髌骨软骨病变的价值 [J]. 中华放射学杂志, 2006, 40(10): 1098-1101. (收稿日期: 2006-11-15 修回日期: 2007-02-14)