

• 骨骼肌肉影像学 •

FRACTURE 序列在中轴型脊柱关节炎骶髂关节结构性病变中的诊断价值

章忆惠,程艺璇,徐磊,徐凌霄,谈文峰,王梦悦,祁良

【摘要】目的:评估限制回波间隔的快速梯度回波类 CT 成像(FRACTURE)序列在检测中轴型脊柱关节炎(SpA)骶髂关节结构病变中的诊断价值。**方法:**回顾性分析 83 例确诊中轴型 SpA 患者在 2021 年 12 月—2022 年 8 月进行骶髂关节 MRI 和 CT 检查的影像资料。评估图像包括 FRACTURE、T₁WI 序列和 CT 平扫图像。对骶髂关节的影像图像进行结构性病变评分:关节间隙变化(0~5 分)、骨质侵蚀(0~3 分)和骨质硬化(0~2 分)。根据修改后的纽约标准评分系统对骶髂关节炎进行综合评分。**结果:**总共有 166 个骶髂关节图像(83 名受试者)可供分析。以 CT 图像作为参考标准,FRACTURE 序列在关节间隙改变、骨质侵蚀、骨质硬化和骶髂关节炎综合评分与 CT 结果表现出较高的一致性,AUC 分别为 0.908、0.943、0.918 和 0.944。与 T₁WI 相比,FRACTURE 在关节间隙变化(91.8% vs. 70.5%)、骨质侵蚀(93.3% vs. 56.4%)、骨质硬化(94% vs. 77.6%)和骶髂关节炎综合评分(98.9% vs. 75.3%)方面具有更高的诊断准确性。**结论:**FRACTURE 成像可以评估中轴型 SpA 患者骶髂关节的结构性病变,并显示出良好的诊断性能。

【关键词】 FRACTURE 序列; 骶髂关节; 脊柱关节病; 磁共振成像; 体层摄影术,X 线计算机

【中图分类号】 R814.42;R684 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2024)07-0929-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.07.013

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The diagnostic value of FRACTURE sequence in structural lesions of the sacroiliac joint in axial spondyloarthritis ZHANG Yi-hui, CHENG Yi-xuan, XU Lei, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

【Abstract】 Objective: To assess the diagnostic performance of FRACTURE (fast field echo resembling a CT using restricted echo-spacing) sequence in detecting structure lesions of the sacroiliac joint (SIJ) in axial spondyloarthritis (SpA). **Methods:** The imaging data of 83 confirmed patients with axial SpA who underwent sacroiliac joint MRI and CT examinations during the period from 2021 to 2022 were retrospectively analyzed. Images of FRACTURE and T₁WI sequence of MRI and CT scan of the SIJ were assessed at the same time. The image of SIJ were scored for structural lesions, including joint space changes (score 0~5), subchondral erosions (score 0~3) and subchondral sclerosis (score 0~2). A comprehensive score of sacroiliitis was also provided according to the scoring system of the modified New York criteria. **Results:** In total, 166 SIJ (83 participants) were available for analysis. Using the CT as the standard, FRACTURE showed a high agreement with an AUC of 0.908, 0.943, 0.918 and 0.944 in joint space changes, subchondral erosions, subchondral sclerosis and comprehensive scores of sacroiliitis. Diagnostic accuracy of FRACTURE was higher than that of T₁WI for joint space changes (91.8% vs. 70.5%), subchondral erosions (93.3% vs. 56.4%), subchondral sclerosis (94% vs. 77.6%), and comprehensive scores of sacroiliitis (98.9% vs. 75.3%). **Conclusion:** FRACTURE imaging of MRI can evaluate structural lesions and show good diagnostic performance of the sacroiliac joint in patients with SpA.

【Key words】 FRACTURE sequence; Sacroiliac joint; Spondyloarthropathy; Magnetic resonance imaging; Tomography, X-ray computed

作者单位:210029 南京,南京医科大学放射影像学(章忆惠,程艺璇),南京医科大学第一附属医院放射科(徐磊、王梦悦、祁良),风湿免疫科(徐凌霄、谈文峰)

作者简介:章忆惠(1999—),女,浙江绍兴人,硕士研究生,主要从事肌肉骨骼影像诊断工作。

通讯作者:祁良,E-mail:qiliang1120@126.com

中轴型脊柱关节炎(spondyloarthritis, SpA)是一种与自身免疫相关的慢性炎症性疾病,通常影响中轴骨骼,即脊柱和骶髂关节(sacroiliac joint, SIJ),尤其是

骶髂关节^[1]。中轴型 SpA 早期发病多见于青年或中年人,随着疾病进展,最后可导致关节的融合和功能障碍^[2],国际脊柱关节炎协会(Assessment of SpondyloArthritis International Society, ASAS)推荐在 axSpA 中使用 X 线片来评估结构性病变^[3]。由于骶髂关节解剖复杂以及肠道气体干扰,X 线评估骶髂关节改变有时存在一定的困难。虽然 CT 较 X 线有更高的敏感性和特异性,但是 CT 检查具有较高的辐射^[4]。

常规 MRI 具有良好的软组织对比度,但其显示骨质结构能力欠佳。最近,有研究报道了一种新的 MRI 序列,即限制回波间隔的快速梯度回波类 CT 成像(fast field echo resembling a CT using restricted echo-spacing, FRACTURE)序列,在显示皮质和小梁骨结构上比常规 MRI 序列效果更好^[5]。该序列是一种基于高分辨率 3D 梯度回波的技术,以精准的回波间隙来采集多个回波,利用同相位回波时间减少化学位移,减少边缘模糊,使骨质显示更锐利;还可以减少 T₂* 衰减引起的额外的失相位,从而减少骨组织的信号丢失,获得更高信噪比的图像。并且已有报道该技术已被成功运用于骨质外伤、炎症和肿瘤的 MRI 诊断^[5,6]。因此,本研究旨在评估 FRACTURE 序列对中轴型 SpA 骶髂关节结构性病变的诊断价值。

材料与方法

1.一般资料

对 2021 年 12 月—2022 年 8 月接受骶髂关节 MRI 和 CT 扫描并确诊为 SpA 的 91 名患者进行回顾性分析,所有患者均由本院风湿科确诊。纳入标准为:①年龄≥16 岁;②同时对骶髂关节进行 MRI 和 CT 检查(检查间隔不超过 1 周);③满足国际脊柱关节炎协会(ASAS)对中轴型 SpA 的评估标准。排除标准:①MRI 图像质量差(n=3);②MRI 无 FRACTURE 序列(n=3);③临床资料缺失或不完整(n=2)。最终有 83 名患者纳入本研究。

2.检查设备与方法

所有骶髂关节的 MRI 扫描机器为 Philips 3T Eliciton(Best, Netherlands)。三维各向同性 FRACTURE 序列扫描参数:TR 50 ms, TE 2.3 ms、4.6 ms、6.9 ms、9.2 ms、11.5 ms、13.8 ms, 水脂位移为最小 0.881 像素, 视野 160 mm×278 mm, 分辨率 0.8 mm×0.8 mm, 扫描时间 4 分 56 秒。斜冠状面包括 T₁WI 序列(TR 580 ms, TE 12 ms)和 T₂WI-FS 序列(TR 2800~4500 ms; TE 75~92 ms);视野 320 mm×320 mm, 层厚 3 mm, 层间距 1 mm;分辨率 1.2 mm×1.2 mm。后处理:首先对所有回波进行求和,用求和后的图像减去最后一个回波图像。然后在与骶髂关节

纵轴平行的斜冠状面上进行图像重建,层厚为 2 mm。

所有骶髂关节的 CT 图像均在双源扫描仪(Somatom Definition Flash, Siemens, Erlangen, Germany)上获取。扫描参数:准直 377×377 mm, 层厚 2 mm, 机架旋转时间 1 s/r, 螺距 0.9。在平行于骶髂关节纵轴的斜冠状面上进行 CT 图像重建,层厚为 2 mm。

MRI 检查由三名放射科医生进行并评分。一名高级职称放射科医生(评分者 1, 有 20 年肌肉骨骼影像学诊断经验)、一名中级职称放射科医生(评分者 2, 有 10 年的肌肉骨骼影像学诊断经验)和一名低年资放射科医生(评分者 3, 有 5 年的影像学诊断经验)作为观察员分析图像。在评分过程中,隐藏患者的所有特征和临床信息。观察者按照随机的顺序分别对 MR 图像评分。

本研究采用基于 Poddubnyy 等^[7]先前工作的评分系统,对骶髂关节的结构性病变进行评分,包括关节间隙改变(0~5 分)、骨质侵蚀(0~3 分)和骨质硬化(0~2 分)。根据修改后的 New York 标准评分系统对骶髂关节炎分级进行综合评分^[8](表 1)。首先由评分者 2 和评分者 3 分别进行 MRI 图像评价,MRI 图像评估两个序列为 FRACTURE 图像和 T₁WI 图像。出现分歧时,由第三位放射科医生(评分者 1)决定结构变化的等级。最后的诊断为基于三个小组成员的一致性诊断。评分者 1 在 MRI 评分两周后对骶髂关节 CT 图像的结构变化评分,以此评分作为参考标准(图 1、2)。

表 1 关节间隙改变、骨质侵蚀及骨质硬化评分系统

关节间隙改变、骨质侵蚀及骨质硬化评分系统	
关节间隙改变	0 无关节间隙改变 1 可疑关节间隙改变 2 关节间隙变宽 3 关节间隙变窄 4 部分强直 5 完全强直
骨质侵蚀	0 无骨质侵蚀 1 可疑骨质侵蚀或小的单一侵蚀(1~2 处侵蚀) 2 明确的单一骨质侵蚀(3~5 处侵蚀) 3 多发骨质侵蚀(>5)或大的融合侵蚀
骨质硬化	0 无骨质硬化 1 可疑或小的骨质硬化(≥5mm) 2 明显骨质硬化(≥10 mm)
骶髂关节炎综合评分	0 正常 1 可疑改变 2 轻微异常-小的局部侵蚀或硬化,不伴关节间隙改变 3 明显异常-中度或晚期骶髂关节炎,伴有 1 处或多发侵蚀,伴硬化、关节间隙增宽或变窄,或部分强直 4 严重异常-完全强直



图 1 髂髂关节正常者。a)CT 显示双侧髂髂关节间隙正常(0 分)、无骨质侵蚀(0 分)、无骨质硬化(0 分), 髂髂关节综合评分为 0 分;b)FRACTURE 序列显示双侧髂髂关节间隙正常(0 分)、无骨质侵蚀(0 分)、无骨质硬化(0 分), 髂髂关节综合评分为 0 分;c)T₁WI 序列显示双侧髂髂关节间隙正常(0 分)、无骨质侵蚀(0 分)、无骨质硬化(0 分), 髂髂关节综合评分为 0 分。

图 2 髂髂关节炎 3 级患者。a)CT 显示双侧髂髂关节间隙变窄(3 分)、关节面下多发骨质侵蚀(3 分)伴少许硬化(1 分), 髂髂关节炎综合评分为 3 分;b)FRACTURE 序列显示双侧髂髂关节间隙变窄(3 分)、关节面下多发骨质侵蚀(3 分)伴少许硬化(1 分), 髂髂关节炎综合评分为 3 分;c)T₁WI 序列显示右侧髂髂关节间隙可疑变窄(1 分)、关节面下少许骨质侵蚀(1 分)、未见骨质硬化(0 分);左侧髂髂关节间隙正常(0 分)、关节面未见骨质侵蚀(0 分)及骨质硬化(0 分), 髂髂关节炎综合评分为 2 分。

3.统计分析

采用统计学软件 GraphPad Prism (GraphPad Prism 8; GraphPad) 和 MedCalc(version 15.6.1, Mariakerke, Belgium) 进行统计学分析。采用 Kappa 分析评估 FRACTURE、T₁WI 序列和 CT 评分检测结果的一致性。以 CT 为参考标准, 采用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC) 曲线和 ROC 曲线下面积(area under curve, AUC) 评价 FRACTURE 序列的诊断效能。以最大约登指数(约登指数=敏感性+特异性-1)确定最佳临界值。采用 DeLong 检验比较各检查序列 AUC 的差异。

结 果

本研究 83 例患者(共 166 例髂髂关节)中, 57 例男性、26 例女性, 平均年龄分别为 36.1 岁(21~60 岁)和 39.7 岁(21~57 岁)。

CT、FRACTURE 序列和 T₁WI 的结构性病变数量情况见表 2。FRACTURE 与 CT 在关节间隙改变评分(Kappa=0.832)、侵蚀评分(Kappa=0.841)、硬化评分(Kappa=0.776)和髂髂关节炎综合评分(Kap-

表 2 CT、FRACTURE 及 T₁WI 显示的结构性病变数量

病变/评分	CT	FRACTURE	T ₁ WI
关节间隙改变(n=166)			
0	19(11.5%)	20(12.1%)	33(19.9%)
1	38(22.9%)	37(22.3%)	57(34.3%)
2	2(1.2%)	6(3.6%)	0(0%)
3	64(38.6%)	60(36.1%)	48(28.9%)
4	32(19.3%)	32(19.3%)	21(12.7%)
5	11(6.6%)	11(6.6%)	7(4.2%)
骨质侵蚀(n=166)			
0	23(13.9%)	24(14.4%)	46(27.7%)
1	28(16.9%)	28(16.9%)	54(32.5%)
2	23(13.9%)	30(18.1%)	26(15.7%)
3	92(55.4%)	84(50.6%)	40(24.1%)
骨质硬化(n=166)			
0	54(32.5%)	48(28.9%)	106(63.9%)
1	85(51.2%)	95(57.2%)	58(34.9%)
2	27(16.3%)	23(13.9%)	2(1.2%)
髂髂关节炎总体评分(n=83)			
0	9(10.8%)	8(9.6%)	9(10.8%)
1	4(4.8%)	9(10.8%)	9(10.8%)
2	13(15.7%)	14(16.9%)	26(31.3%)
3	51(61.5%)	45(54.2%)	36(43.5%)
4	6(7.2%)	7(8.4%)	3(3.6%)

pa=0.669)方面一致性良好。而 T₁WI 与 CT 在关节间隙改变、骨质侵蚀、骨质硬化、髂髂关节炎总体评分

方面的 Kappa 指数分别为 0.461、0.287、0.168、0.474，均不高于 0.5。结果表明 FRACTURE 序列与 CT 评估结果的一致性明显高于 T₁WI 序列。Delong 检验显示 FRACTURE 与 T₁WI 序列在评估关节间隙改变 ($P < 0.05$)、骨质侵蚀 ($P < 0.05$) 和骨质硬化 ($P < 0.05$) 方面差异均具有统计学意义。

ROC 曲线分析结果显示，FRACTURE 对关节间隙改变、骨质侵蚀、骨质硬化和骶髂关节炎总体评分的 AUC 分别为 0.908 (95% CI: 0.825 ~ 0.991)、0.943 (95% CI: 0.880 ~ 1.000)、0.918 (95% CI: 0.869 ~ 0.966) 和 0.944 (95% CI: 0.836 ~ 1.000)。T₁WI 的关节间隙改变、骨质侵蚀、骨质硬化和骶髂关节炎分级总体印象评分的 AUC 分别为 0.776 (95% CI: 0.564 ~ 0.782)、0.673 (95% CI: 0.564 ~ 0.782)、0.530 (95% CI: 0.484 ~ 0.577) 和 0.764 (95% CI: 0.480 ~ 1.000)，见图 3。两种序列的敏感度、特异度和准确率见表 3。CT 标准下 FRACTURE 序列对关节间隙改变、骨质侵蚀、骨质硬化和骶髂关节炎总体评分的最佳临界值分别为 0.816、0.885、0.828、0.889。

讨 论

骨质结构改变对中轴型 SpA 的诊断和分类非常重要^[9]。MRI 被认为是中轴型 SpA 诊断和评估治疗

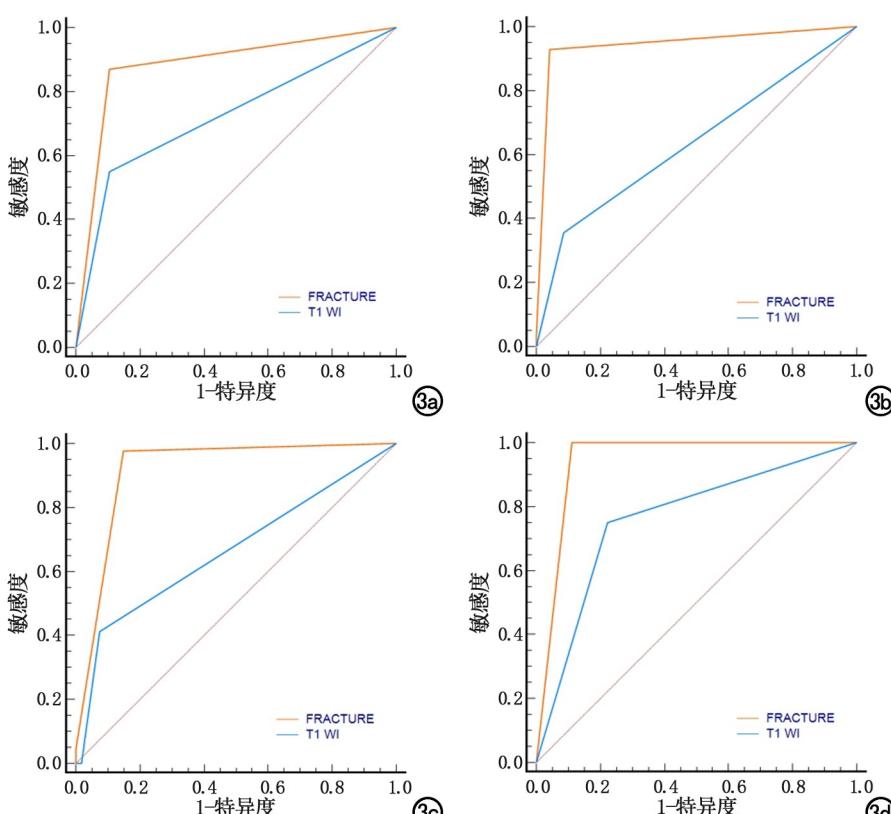


图 3 FRACTURE 和 T₁WI 诊断病变的 ROC 曲线图。a) 关节间隙改变；b) 骨质侵蚀；c) 骨质硬化；d) 骶髂关节炎分级的总体印象评分。

表 3 CT 标准下 FRACTURE 和 T₁WI 的诊断效能

病变	敏感度	特异度	准确率	AUC
FRACTURE				
关节间隙改变	92.11%	89.47%	91.8%	0.908
骨质侵蚀	92.86%	95.65%	93.3%	0.943
骨质硬化	97.65%	85.19%	94.0%	0.918
骶髂关节炎分级	100%	88.89%	98.9%	0.944
T ₁ WI				
关节间隙改变	65.79%	89.47%	70.5%	0.776
骨质侵蚀	42.86%	91.67%	56.4%	0.673
骨质硬化	41.18%	98.15%	77.6%	0.665
骶髂关节炎分级	75.0%	77.78%	75.3%	0.764

效果的重要方法^[10-12]。既往研究发现 MRI 的 T₁WI 图像检测骶髂关节的结构变化与 X 线相比具有更高的效能^[13,14]。然而与 CT 相比，常规 MRI 序列在检测 SpA 结构性病变上是否具有足够的敏感度和特异度仍存在争议。在本研究中，T₁WI 对骨质侵蚀和骨质硬化的检测虽然特异度较高 (91.67%，98.15%)，但是敏感度较低 (42.86%，41.18%)，从而影响了诊断的准确性，结果与既往研究相似^[15,16]。最近，一种新的 MRI 序列即 FRACTURE，由于其能很好显示骨质与周围结构的对比度，并且该技术已被成功运用于外伤性损伤、炎症和肿瘤的 MRI 诊断^[5]。因此笔者尝试用 FRACTURE 序列来评估骶髂关节结构性改变。迄今为止，本研究是首个使用该序列检测骶髂关节结构病变的研究。

本研究发现在评估骶髂关节结构性病变时，FRACTURE 影像表现与 CT 有很强的相关性。新 MRI 序列对关节间隙改变、骨质侵蚀、骨质硬化及骶髂关节炎综合评分的 AUC 分别为 0.908、0.943、0.918、0.944，具有较好的诊断效能。对于关节间隙变化，FRACTURE 的敏感度和准确率 (92.11%、91.8%) 均高于 T₁WI (65.79%、70.5%)，特异度与 T₁WI 相当 (89.47%)。对于骨质侵蚀，FRACTURE 的敏感度、特异度和准确率 (92.86%、95.65% 和 93.3%) 均高于 T₁WI (42.86%、91.67% 和 56.4%)。对于骨质硬化，虽然 FRACTURE 的特异度 (85.19%) 略低于 T₁WI (98.15%)，但是敏感度和准确率 (97.65%、94.0%) 均高于 T₁WI (41.18%、77.6%)。对于骶髂关节炎的综合评分，FRACTURE 的

敏感度、特异度和准确率(100%、88.89% 和 98.9%)均高于 T₁WI(75.0%、77.78% 和 75.3%)。本研究结果表明,FRacture 对于骶髂关节结构的评估明显优于 T₁WI,与 CT 影像评估结果高度一致。

SpA 早期的骶髂关节改变主要表现为小的孤立骨侵蚀或小的骨硬化^[17,18]。笔者发现,与常规 MRI 相比,FRacture 序列可以检测到骶髂关节的微小变化,这具有重要的临床意义。Hahn 等^[19]报道,超短回波时间(ultra-short echo time, UTE)成像对 SpA 的骶髂关节骨侵蚀有较好的诊断价值,三位观察者的特异度分别为 0.86、0.93 和 0.79。而本研究中 FRacture 序列检测骨质侵蚀的敏感度、特异度和准确率分别为 92.86%、95.65% 和 93.3%,均高于 Hahn 等^[19]报道的 UTE 成像研究结果。因此,笔者认为 FRacture 序列为评估骶髂关节结构性变化的更可行的方法。

UTE 和零回波时间(zero echo time, ZTE)方法已被应用于检测皮质骨和小梁骨信号^[20-23]。然而,由于硬件、软件等限制,利用 UTE 和 ZTE 方法的临床研究相对较少。而 FRacture 序列设计简单,对硬件及软件要求均较低,在目前市场大多数品牌的机器上均可使用,而且越来越多的文献证实了此序列在评估骨质病变的实用性。在一些病例报道中如前孟唇骨折和撕脱性骨折中,FRacture 序列与 CT 诊断结构高度一致^[8]。本研究的扫描时间较短,为 4 分 56 秒,在临床应用中是可行的。FRacture 序列另一个优点是后处理步骤少且操作简单。另外 FRacture 序列是一种基于三维梯度回波的高分辨率技术,可以多角度重建以观察骨质的微小变化。

然而,本研究存在一些不足。首先,本研究的总样本量不够大,在以后的研究中需要进一步扩大样本量;其次,由于本研究为回顾性研究,可能会出现潜在的选择偏差;第三,本研究仅在同一台机器进行,还需要在大多数品牌的 MRI 扫描仪上进行测试和验证;最后,由于扫描时间的考虑和商业序列的限制,本研究没有将 FRacture 序列与 UTE/ZTE 进行比较,而只与 T₁WI 进行了比较。

综上所述,FRacture 序列在评估骶髂关节骨质方面提供了类似 CT 的图像质量,可以评估 SpA 患者骶髂关节结构的改变,具有较好的诊断效能。

参考文献:

- [1] Hayward RJ, Machado PM. Classification criteria in axial spondyloarthritis: what have we learned; where are we going? [J]. Rheum Dis Clin North Am, 2020, 46(2): 259-274.
- [2] 中国研究型医院学会关节外科学专业委员会. 中轴型脊柱关节炎诊断和治疗的专家共识(2019 年版)[J/CD]. 中华关节外科杂志
- [3] (电子版), 2019, 13(3): 261-266.
- [4] Rudwaleit M, Van DHD, Landee R, et al. The development of Assessment of Spondylo Arthritis international Society classification criteria for axial spondyloarthritis (part II): Validation and final selection[J]. Ann Rheum Dis, 2009, 68(6): 777-783.
- [5] 牛艳妮. CT 平扫在强直性脊柱炎骶髂关节病变诊断中的应用价值[J]. 中国实用医刊, 2023, 50(4): 71-74.
- [6] Johnson B, Alizai H, Dempsey M. Fast field echo resembling a CT using restricted echo-spacing (FRacture): A novel MRI technique with superior bone contrast[J]. Skeletal Radiol, 2021, 50(8): 1705-1713.
- [7] Gascho D, Zoelch N, Tappero C, et al. FRacture MRI: Optimized 3D Multi-echo in-phase sequence for bone damage assessment in craniocerebral gunshot injuries[J]. Diagn Interv Imaging, 2020, 101(9): 611-615.
- [8] Poddubnyy D, Gaydukova I, Hermann KG, et al. Magnetic resonance imaging compared to conventional radiographs for detection of chronic structural changes in sacroiliac joints in axial spondyloarthritis[J]. J Rheumatol, 2013, 40(9): 1557-1565.
- [9] van der Linden S, Valkenburg HA, Cats A. Evaluation of diagnostic criteria for ankylosing spondylitis. A proposal for modification of the New York criteria[J]. Arthritis Rheum, 1984, 27(4): 361-368.
- [10] Baraliakos X, Ghadir A, Fruth M, et al. Which magnetic resonance imaging lesions in the sacroiliac joints are most relevant for diagnosing axial spondyloarthritis? A prospective study comparing rheumatologists' evaluations with radiologists' findings[J]. Arthritis Rheumatol, 2021, 73(5): 800-805.
- [11] 王炎焱, 黄烽. 脊柱关节炎早期诊断的机遇与挑战: 磁共振成像判断骶髂关节炎的利与弊[J]. 中华内科杂志, 2021, 60(3): 187-191.
- [12] 黄志坚, 米存东, 杜昱, 等. 骶髂关节磁共振炎症评分及骶髂关节结构损伤评分在活动期中轴型脊柱关节炎病情评估中的价值[J]. 中华风湿病学杂志, 2019, 23(9): 612-616.
- [13] 王娟, 张家雄, 周守国. 扩散加权成像及动态增强 MRI 在强直性脊柱炎骶髂关节炎疗效评估中的价值[J]. 放射学实践, 2019, 34(1): 60-64.
- [14] Poddubnyy D, Diekhoff T, Baraliakos X, et al. Diagnostic evaluation of the sacroiliac joints for axial spondyloarthritis: should MRI replace radiography? [J]. Ann Rheum Dis, 2022, 81(11): 1486-1490.
- [15] Weber U, Lambert RG, Pedersen SJ, et al. Assessment of structural lesions in sacroiliac joints enhances diagnostic utility of magnetic resonance imaging in early spondylarthritis[J]. Arthritis Care Res, 2010, 62(12): 1763-1771.
- [16] Jans LBO, Chen M, Elewaut D, et al. MRI-based synthetic CT in the detection of structural lesions in patients with suspected sacroiliitis: comparison with MRI[J]. Radiology, 2021, 298(2): 343-349.
- [17] 黄伟博, 龚兆阳, 李泽煜, 等. 基于 MRI 和(或)CT 的颈椎退变性疾病术前骨质量评估方法及其诊断效能[J]. 中华骨科杂志, 2023, 43(11): 697-704.
- [18] 雷其良, 董志辉, 高鹏. 多排螺旋 CT 与磁共振应用于早期强直性脊柱炎骶髂关节病变的诊断价值及影像特点分析[J]. 实用医学影像杂志, 2022, 23(5): 446-450.

- [18] Geijer M, Gadeholt GG, Göthlin JH. Diagnosis and progression of sacroiliitis in repeated sacroiliac joint computed tomography[J]. *Arthritis*, 2013;659487.
- [19] Hahn S, Song JS, Choi EJ, et al. Can bone erosion in axial spondyloarthritis be detected by ultrashort echo time imaging? A comparison with computed tomography in the sacroiliac joint[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2022, 56(5):1580-1590.
- [20] 刘俊谷, 张进. 超短回波时间磁共振成像技术在骨肌系统中的应用进展[J]. 磁共振成像, 2020, 11(2):158-160.
- [21] Bharadwaj UU, Coy A, Motamed D, et al. CT-like MRI: a qualitative assessment of ZTE sequences for knee osseous abnormalities[J]. *Skeletal Radiol*, 2022, 51(8):1585-1594.
- [22] Hou B, Liu C, Li Y, et al. Evaluation of the degenerative lumbar osseous morphology using zero echo time magnetic resonance imaging (ZTE-MRI)[J]. *Eur Spine J*, 2022, 31(3):792-800.
- [23] 王聪, 鲁毅, 欧阳治强, 等. ZTE 成像技术评估神经根型颈椎病椎间孔骨性狭窄的价值[J]. 放射学实践, 2021, 36(11):1424-1429.

(收稿日期:2023-09-08 修回日期:2024-01-08)

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