❖影像技术学

Application of MR multiple echo recalled gradient echo sequence in sacroiliac joint cartilage imaging

LIU Yutao[1], *HONG Guobin*[2*], *LI Shuming*[1], *ZHANG Yi*[2]
(1. *Department of Radiology, Zhuhai People's Hospital, Zhuhai* 519000, *China*;
2. *Department of Radiology, the Fifth Affiliated Hospital Sun Yat-sen University, Zhuhai* 519000, *China*)

[**Abstract**] **Objective** To explore the application value of multiple echo recalled gradient echo (MERGE) sequence in sacroiliac joint (SIJ) cartilage imaging. **Methods** A total of 30 healthy volunteers were collected randomly. The MERGE, three-dimensional spoiled gradient recalled echo (3D-FSPGR), proton density weighted imaging-fat suppression (PDWI-FS), T2W1-fat suppression (T2WI-FS) and T1WI-fat suppression (T1WI-FS) sequences were performed respectively for sacroiliac joint cartilage MR scanning. The imaging scores, cartilage SNR and CNR were evaluated. The differences were compared between MERGE and other sequences. **Results** The differences of imaging scores, CNR and SNR had no statistically significance between MERGE sequence and 3D-FSPGR sequence (all $P>0.05$). However, the imaging scores, CNR and SNR of MERGE sequence were higher than those of PDWI-FS, T2WI-FS and T1W1 sequence, and the differences had statistically significance (all $P<0.001$). **Conclusion** MERGE sequence has high imaging quality in showing SIJ cartilage.
[**Key words**] Magnetic resonance imaging; Sacroiliac joint; Cartilage; Healthy volunteers
DOI: 10.13929/j.1003-3289.2016.09.030

MR 多回波回复梯度回波序列在骶髂关节软骨成像中的应用

刘玉涛[1],洪国斌[2*],李淑明[1],张 怡[2]
(1. 珠海市人民医院放射影像科,广东 珠海 519000;
2. 中山大学附属第五医院放射科,广东 珠海 519000)

[**摘 要**] **目的** 探讨 MR 多回波回复梯度回波(MERGE)序列在骶髂关节(SIJ)软骨成像中的应用价值。**方法** 对 30 名健康志愿者 SIJ 软骨行 MERGE、三维扰相梯度回波(3D-FSPGR)、质子密度加权成像脂肪抑制(PDWI-FS)、T2WI 脂肪抑制(T2WI-FS)和 T1WI 脂肪抑制(T1WI-FS)序列成像,比较 MERGE 序列与其他各序列图像显示 SIJ 软骨的图像评分和 SNR、CNR。**结果** MERGE 序列显示 SIJ 软骨的图像评分、CNR 和 SNR 与 3D-FSPGR 序列比较差异均无统计学意义(P 均>0.05),与 PDWI-FS、T2WI-FS、T1WI-FS 序列比较差异有统计学意义(P 均<0.001)。**结论** MERGE 序列显示 SIJ 软骨的图像质量较高。
[**关键词**] 磁共振成像;骶髂关节;软骨;健康志愿者
[**中图分类号**] R322.72; R445.2 [**文献标识码**] A [**文章编号**] 1003-3289(2016)09-1436-04

[**基金项目**] 国家自然科学基金(81271561)、广东省自然科学基金(2015A030313173)、珠海市科技计划医疗卫生项目(2015A1023)。
[**第一作者**] 刘玉涛(1973—),男,湖北十堰人,学士,副主任技师。研究方向:磁共振技术研究。E-mail: lyt0240@126.com
[**通信作者**] 洪国斌,中山大学附属第五医院放射科,519000。E-mail: honggb2003@163.com
[**收稿日期**] 2016-02-04 [**修回日期**] 2016-07-25

MRI 是可直接显示骶髂关节(sacroiliac joint，SIJ)软骨的无创性影像学检查方法，常规 MR 序列虽然可以显示骶髂关节软骨，但组织分辨率较低，显示 SIJ 间隙内的软骨信号欠佳[1-2]。三维扰相梯度回波(three-dimensional spoiled gradient recalled echo，3D-SPGR)序列显示 SIJ 软骨较常规序列好，但成像时间较长。本研究采用多回波回复梯度回波(multiple echo recalled gradient echo，MERGE)序列对 SIJ 软骨进行成像，并与常规 MR 序列和 3D-SPGR 序列对比，探讨 MERGE 序列对 SIJ 软骨成像的可行性。

1　资料与方法

1.1　一般资料　收集 2015 年 6 月—2015 年 12 月间健康志愿者 30 名，年龄 16～29 岁，中位年龄 25 岁，男 19 名，女 11 名，无腰痛症状、无骶髂关节炎及骶髂关节手术病史。本研究符合珠海市人民医院伦理学规范，志愿者均对 MR 检查知情同意。

1.2　仪器与方法　采用 GE HD 1.5T 超导型 MR 扫描仪，8 通道腹部线圈。嘱受试者取仰卧位，足先进，行双侧 SIJ 斜冠状位(平行于 S1 和 S3 背侧连线)扫描，以双侧髂前上棘连线上方约 5 cm 处为线圈定位中心，扫描序列为二维 MERGE 序列、3D-SPGR 序列、质子密度加权成像脂肪抑制(proton density weighted imaging-fat suppresion，PDWI-FS)序列、T2W 脂肪抑制(T2 weighted imaging-fat suppresion，T2WI-FS)序列和 T1W 脂肪抑制(T1 weighted imaging-fat suppresion，T1WI-FS)序列，成像参数见表 1。

1.3　图像评价　观察每名志愿者右侧 SIJ，共 30 幅 SIJ 图像。

1.3.1　主观评分　参考刘丙木等[3]的方法。5 分：软骨显示清晰，信号均匀，可清晰分辨骶侧软骨、关节间隙及髂侧软骨，边缘清晰；4 分：软骨较清晰，信号均匀性一般，半数以上层面可分辨出骶侧软骨、关节间隙及髂侧软骨，边缘比较清晰；3 分：软骨显示尚清晰，仅能分辨软骨，仅少数层面可分辨出骶侧软骨、关节间隙和髂侧软骨；2 分：软骨能显示，均不能分辨出骶侧软骨、关节间隙和髂侧软骨；1 分：软骨能显示，但较模糊。由 2 名中高年资影像诊断医师按照上述标准分别对 5 个序列的图像进行双盲法评分，结果不一致时，通过协商达成一致。

1.3.2　SNR 和 CNR　采用 GE ADW4.4 工作站进行图像分析，选择可同时显示关节软骨、软骨下骨以及背景无伪影的层面，由 2 名高年资 MR 医师分别对 5 个序列图像通过双盲法，测量各序列软骨和骨髓的信号强度(signal intensity，SI)和背景噪声的标准差($SD_{背景}$)，$SD_{背景}$为相位编码方向上无伪影的背景区域信号强度的标准差。ROI 为圆形且面积均为 3 mm^2，软骨 ROI 置于较厚的骶侧软骨，骨髓 ROI 置于软骨下骨髓。软骨和骨髓的信号强度以 ROI 的平均信号强度(mean)表示，分别重复测量 3 次后取平均值，2 名测量者计算结果的均数作为最终结果。计算各序列软骨的 SNR 和 CNR：$SNR_{软骨}=SI_{软骨}/SD_{背景}$、$CNR_{软骨}=(SI_{软骨}-SI_{骨髓})/SD_{背景}$。

1.4　统计学分析　采用 SPSS 18.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示，对 5 个序列的图像评分、SNR 和 CNR 整体差异的比较采用随机区组设计多个样本的单因素方差分析，MERGE 序列与其他序列两两比较采用 *LSD-t* 检验，$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　各序列图像主观评分　MERGE 序列显示 SIJ 软骨呈稍高信号，关节间隙为低信号；3D-FSPGR 序列 SIJ 软骨显示清晰，呈稍高信号；PDWI-FS 序列显示 SIJ 软骨呈中等或稍高信号；T2WI-FS 序列显示 SIJ 软骨呈线样低信号，不能分辨骶、髂侧软骨及二者间隙；T1WI-FS 序列 SIJ 软骨呈中等或略高信号，可显示 SIJ 软骨，不能分辨骶髂关节软骨及其间隙(图 1、2)。

各序列图像评分组间总体差异有统计学意义($F=81.768$，$P<0.001$，表 2)。MERGE 序列图像评分与 3D-SPGR 序列图像评分比较差异无统计学意义($F=-0.813$，$P=0.371$)，与 PDWI-FS、T1WI-FS、

表 1　MR 扫描各序列成像参数

序列	TR (ms)	TE (ms)	FOV (cm)	层厚 (mm)	层间隔 (mm)	矩阵	回波链长度	NEX	翻转角 (°)	带宽(Hz)	扫描时间
MERGE	600	5.0～10.4	20×20	2.0	0.2	224×320	2	2	30	41.67	4 min 34 s
3D-SPGR	17.6	1.9～11.0	20×20	2.0	0	224×320	19	2	10	15.62	6 min 36 s
PDWI-FS	3 500	35	20×20	2.0	0.2	224×320	10	2	—	20.83	2 min 36 s
T2WI-FS	3 500	35	20×20	2.0	0.2	224×320	19	2	—	31.25	3 min 24 s
T1WI-FS	525	5.8	20×20	2.0	0.2	224×320	2	2	—	25.00	2 min 54 s

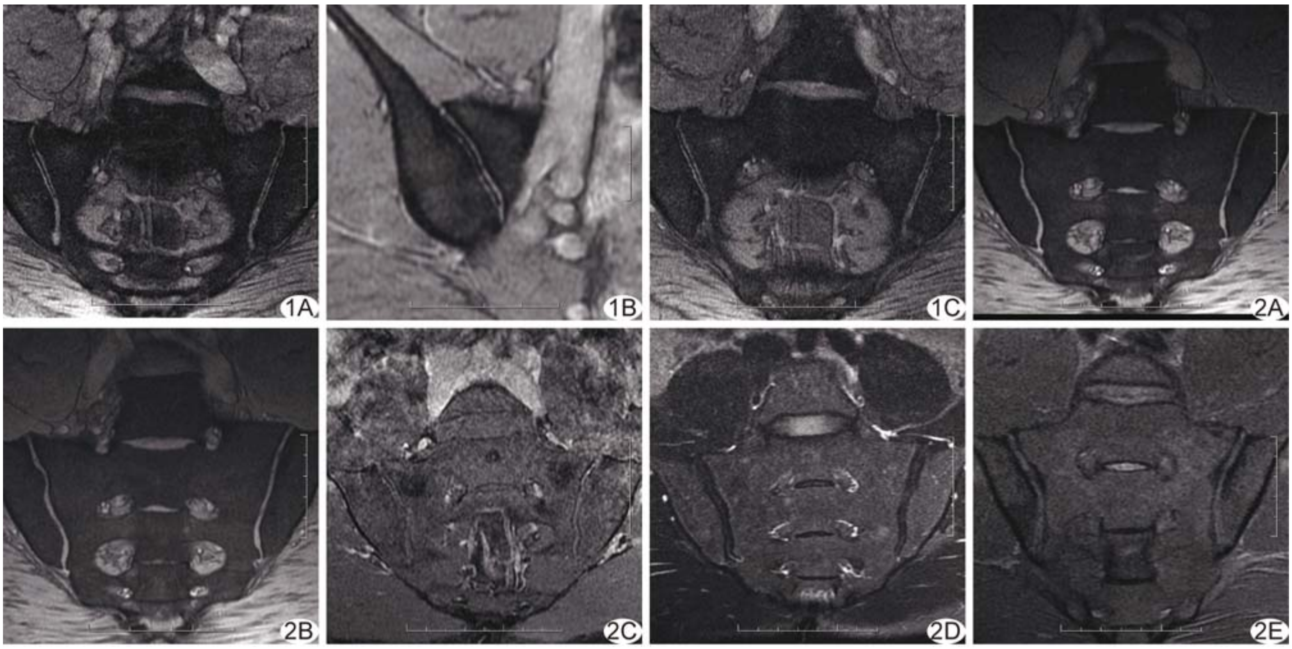

图 1　志愿者男,21 岁　A. MERGE 序列,评分为 5 分,SIJ 软骨呈稍高信号,可清晰分辨出骶侧、髂侧软骨及关节间隙;B. 局部放大图像;C. 3D-SPGR 序列,评分为 5 分,软骨呈稍高信号,软骨及关节间隙显示清晰　**图 2**　志愿者,男,22 岁　A. MERGE 序列,评分为 4 分,关节间隙显示模糊;B. 3D-SPGR 序列,评分为 4 分;C. PDWI-FS 序列图像,评分为 2 分,软骨呈中等信号,软骨及关节间隙显示不清;D. T2WI-FS 序列图像,评分为 1 分,软骨表现为稍低信号,显示模糊;E. T1WI-FS 序列图像,评分为 2 分,软骨呈中等信号,不能分辨骶侧、髂侧软骨

T2WI-FS 序列图像评分比较差异均有统计学意义(F=71.373、71.353、71.353,P 均<0.001),MERGE 序列图像评分高于 PDWI-FS、T1WI-FS、T2WI-FS 序列。

2.2 各序列图像 SNR 和 CNR 比较　5 种序列图像 SNR 和 CNR 组间总体差异均有统计学意义(F=248.50、99.50,P 均<0.001;表 3)。MERGE 序列与 3D-FSPGR 序列图像的 SNR、CNR 差异均无统计学意义(F=0.006、1.414,P=0.937、0.239);MERGE 序列与 PDWI-FS、T2WI-FS 和 T1WI-FS 序列图像的 SNR 比较差异均有统计学意义(F=117.831、248.509、175.657,P 均<0.001),且与 PDWI-FS、T2WI-FS 和 T1WI-FS 序列图像的 CNR 比较差异亦均有统计学意义(F=158.860、186.819、105.690,P 均<0.001)。

表 2　各序列图像评分结果[名(%),n=30]

序列	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分
MERGE	8(23.67)	8(23.67)	14	0	0
3D-SPGR	9(30.00)	8(23.67)	13(43.33)	0	0
PDWI-FS	0	0	9(30.00)	20(66.67)	1(3.33)
T2WI-FS	0	0	0	27(90.00)	3(10.00)
T1WI-FS	0	0	0	23(76.67)	7(23.33)

表 3　各序列显示 SIJ 软骨的 SNR 和 CNR($\bar{x}\pm s$)

序列	SNR	CNR
MERGE	79.63±10.20	38.90±8.89
3D-SPGR	79.43±9.32	41.83±10.16
PDWI-FS	50.30±10.70	15.65±4.78
T2WI-FS	37.85±10.32	14.12±4.44
T1WI-FS	44.07±10.56	17.24±7.34

3　讨论

SIJ 位置深,关节间隙窄,关节面不规则,骶侧和髂侧软骨均较薄,常规二维序列对 SIJ 软骨成像质量欠佳[4-6],很难清晰区分双侧软骨及关节间隙。

目前,3D-SPGR 序列被广泛应用于软骨成像,有较高的空间分辨率及 CNR,还可进行多平面重建。在该序列中,关节液呈低信号,软骨表现为中高信号,对软骨内部病变的显示敏感,但其缺点是扫描时间较长,约需 6～10 min。本研究采用并行扫描技术、缩小激励次数等方法优化 3D-SPGR 序列后,平均扫描时间仍为 6 min 36 s。扫描时间长不利于高龄及腰痛严重的患者,缩短检查时间,保证图像质量是临床对 SIJ 患者 MR 扫描中急切需要解决的问题。

因常规序列显示 SIJ 软骨成像质量欠佳和 3D-SPGR 序列扫描时间相对较长,本研究采用成像时间

相对较短的 MERGE 序列(平均 4 min 34 s)对 SIJ 软骨进行成像。MERGE 序列是一种多回波合并的二维扰相 GRE 回波技术,一次小角度射频脉冲激发后,利用读出梯度场的多次切换,在同一相位编码上采集多个梯度回波,并压缩在 k 空间的同一相位编码线上进行成像,图像的 CNR 和对比度均较高[6]。有学者[7-8]应用该技术对颈椎间盘和腕关节软骨成像,发现其显示脊髓灰、白质和腕关节软骨较常规二维序列清晰,但对 SIJ 软骨成像的报道鲜见。

本研究主要从 SIJ 软骨图像的空间分辨力、软骨 SNR 及软骨与软骨下骨髓间的 CNR,评估 MERGE 序列的成像效果,为增加对比性,统一了部分序列的扫描参数,如 FOV、层厚、矩阵和 NEX 等,结果显示,MERGR 序列显示 SIJ 软骨呈稍高信号,软骨下骨和关节间隙呈低信号,MERGE 序列与 3D-SPGR 序列图像的主观评分、SNR 和 CNR 差异均无统计学意义(P 均>0.05)。MERGE 序列对多个 TE 回波进行平均,在相同的 TR 内,可提高 SNR,多梯度回波数据采集提高了图像的 SNR 和对比度。同时,带宽的提高,减少了磁敏感伪影、化学位移伪影及血管搏动伪影等对图像质量的影响。MERGE 序列利用磁化传递技术、饱和脉冲序列使含结合水的组织信号增强,而含饱和状态的自由水的组织信号衰减,从而增加了软骨与软骨下骨髓间的信号对比。因此,MERGE 序列在图像评分、SNR 和 CNR 方面均优于 PDWI-FS、T2WI-FS 和 T1WI-FS 序列,差异均有统计学意义(P 均<0.001),后三者可能与单回波 2D 图像对较薄的 SIJ 软骨的显示能力较差有关[2,4,9],仅部分层面能够分辨 SIJ 两侧软骨及其间隙,且软骨表面显示较模糊。

本研究为前瞻性初步研究,局限性在于仅对青年健康志愿者 SIJ 软骨进行成像,且样本量偏少,未纳入病例,同时 MERGE 序列参数有待进一步优化。

总之,MERGE 序列与常规二维序列相比显示 SIJ 骶、髂侧关节软骨及其二者间隙图像质量更佳,与 3D-SPGR 序列相比,在图像质量相当的前提下缩短了成像时间。通过扫描参数的进一步优化,MERGE 序列必将显示更广阔的临床应用前景。

[参考文献]

[1] Boy FN, Kayhan A, Karakas HM, et al. The role of multi-parametric MR imaging in the detection of early inflammatory sacroiliitis according to ASAS criteria. Eur J Radiol, 2014, 83(6):989-996.

[2] Evangelisto A, Wakefield R, Emery P. Imaging in early arthritis. Best Pract Res Clin Rheumatol, 2004,18(6):927-943.

[3] 刘丙木,王淑梅,崔建岭,等.10～20 岁健康志愿者骶髂关节软骨 MRI 序列对照研究.临床放射学杂志,2008,27(12):1786-1789.

[4] Cibulka MT. The treatment of the sacroiliac joint component to low back pain: A case report. Phys Ther, 1992, 72(12):917-922.

[5] Maksymowicz H, Kowalewski K, Lubkowska K, et al. Diagnostic value of gadolinium-enhanced MR imaging of active sacroiliitis in seronegative spondyloarthropathy. Pol J Radiol, 2010,75(2):58-65.

[6] 杨正汉,冯逢,王霄英.磁共振成像技术指南——检查规范、临床策略及新技术(修订版).中国医学影像学杂志,2010,18(4):312.

[7] 崔丽贺,李松柏.正常腕关节 3.0T MR 多序列成像对比.中国医学影像技术,2012,28(3):570-574.

[8] 邢小炜,林敏,钱琦,等.1.5 T 磁共振 FSE、MERGE 序列横断位 T2WI 在颈椎病检查中的应用研究.现代实用医学,2014,26(8):975-976.

[9] Sittek H, Eckstein F, Gavazzeni A, et al. Assessment of normal patellar cartilage volume and thickness using MRI: An analysis of currently available pulse sequences. Skeletal Radiol, 1996, 25(1):55-62.

消 息

《中国医学影像技术》作者投稿请登录本刊网站(www.cjmit.com)主页,点击左上角"作者登录"进入,第一次投稿需完成作者注册;专家审稿请点击"审稿登录"进入。

为了便于广大作者、读者查阅本刊文献,本站提供从 1985 年起的过刊和现刊上午全文检索。