

# 心膈角区中脂肪抑制技术的优选

陈智杰, 李新春, 俞家熙

(广州医科大学附属第一医院放射科, 广州 510120)

**摘要** **目的:**比较STIR技术与SPAIR技术在心膈角区的脂肪抑制效能,探讨STIR技术在心膈角区中脂肪与积液鉴别的临床应用。**方法:**采用3.0T MRI对30例患者进行心膈角区成像扫描。测量并比较STIR序列及SPAIR序列图像的信噪比,心膈角脂肪抑制的效率,主观评分及一致性分析。**结果:**STIR序列的信噪比为 $550.05\pm 260.74$ ,SPAIR序列的信噪比为 $625.31\pm 466.32$ ,两者之间无统计学意义( $P=0.441$ )。STIR序列心膈角区脂肪全部抑制,诊断效能100%(30/30),SPAIR序列22例心膈角区脂肪无法抑制,诊断效能27%(8/30)。2名医师对图像质量主观评分结果一致性良好,STIR组Kappa值为0.739,一致性良好,SPAIR组Kappa值为0.756,一致性良好。30例STIR序列中脂肪抑制均有效,主观评分为 $2.18\pm 0.39$ ,SPAIR序列主观评分为 $2.00\pm 0.78$ ,两组间差异具有统计学意义( $P=0.027$ )。**结论:**STIR序列在心膈角脂肪抑制的效率较好,诊断效能及主观评分较SPAIR序列高,能准确反映心膈角区的真实组织形态,更有利于对该区域病变的准确诊断,对心膈角区中脂肪与积液鉴别诊断提供一定帮助。

**关键词** 心膈角;脂肪抑制;一致性分析

中图分类号:R445.2 文献标识码:A 文章编号:2095-9664(2024)01-0007-05

## Optimization of fat suppression technique in the cardiophrenic angle

CHEN Zhijie, LI Xinchun, YU Jiayi

(Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510120, China)

Corresponding author: YU Jiayi, Email: 455103134@qq.com

**Abstract** **Objective:** The aim of this study was to compare STIR technique and SPAIR technique on the efficiency of the fat suppression, the diagnostic efficacy and subjective score of fat suppression in the cardiophrenic angle imaging. **Methods:** 40 patients were scanned the cardiophrenic angle with 3.0T MRI. Parameters including the signal-to-noise ratio (SNR), imaging efficiency, the subjective score of the image quality and the consistency analysis of the two sequences were measured and compared. **Results:** The SNR of STIR sequence was  $550.05\pm 260.74$ , and that of SPAIR sequence was  $625.31\pm 466.32$ . There was no significant difference between them ( $P=0.441$ ). The fat tissue in the cardiophrenic angle was inhibited completely in STIR sequence, the diagnostic efficiency was 100% (30/30). The fat tissue in the cardiophrenic angle was not inhibited in 22 cases in SPAIR sequence, the diagnostic efficiency was 27% (8/30). The subjective scores of two doctors on image quality were consistent. The kappa value of STIR group was 0.739, which was consistent. The kappa value of SPAIR group was 0.756, which was consistent. Fat suppression was effective in 30 cases of STIR sequence, and the subjective score was  $2.18\pm 0.39$ , and the subjective score of spair sequence was  $2.00\pm 0.78$ . The difference between the two groups was statistically significant ( $P=0.027$ ). **Conclusion:** The efficiency in fat suppression in the cardiophrenic angle, diagnostic efficacy and subjective scores of the STIR sequence are higher than those of SPAIR sequence. STIR sequence can accurately reflect the true tissue morphology of the cardiophrenic angle, more conducive to the accurate diagnosis of lesions in this area, and provides more help for the differential diagnosis of fat and effusion in the cardiophrenic angle.

**Key words** cardiophrenic angle; fat suppression; consistency analysis

MRI上腹部检查中,传统该区域的成像使用呼吸触发频率衰减反转恢复(spectral attenuated inversion recovery, SPAIR)脂肪抑制技术<sup>[1-3]</sup>,随着磁共振技术的日益发展及为了进一步减轻呼吸伪影的影响,目前采用呼吸触发或膈肌导航的刀锋技术(BLADE)或螺旋桨技术(PELLER)结合脂肪抑制技术<sup>[3-4]</sup>。但尽管皮下脂肪已经抑制成功,往往心膈角区会出现高信号,这是脂肪抑制不均匀导致还是本身该部位存在异常,对于疾病的正确判断存在一定干扰,对患者的治疗带来一定影响。原因可能是心膈角区成像由于受到呼吸运动及心跳的影响,成像效果不理想,特别是在脂肪抑制序列当中。而脂肪抑制效果的成败,直接关系到疾病的诊断。SPAIR技术受胸部气体的影响,且对磁场均匀性较敏感,脂肪抑制效果往往不稳定,导致心膈角区往往出现高信号影,容易误诊为积液,因此需要找出一种更好的脂肪抑制技术来满足诊断的准确性。短时间反转恢复序列(short T1 inversion recovery, STIR)技术是一种非频率选择性脂肪抑制技术,是最早应用最广泛的脂肪抑制技术,其优点在于不受磁场均匀性的影响,可以进行大范围的脂肪抑制,抑制效果均匀;在胸部的应用主要为对肺癌患者的纵隔淋巴结转移进行评估分析,敏感度及准确度较高,可为早期评估纵隔淋巴结转移提供客观评价依据<sup>[5-9]</sup>。鉴于目前尚未有在该区域成像中的应用研究报道,本研究通过对30例患者不同的脂肪抑制序列进行比较,旨在优选在心膈角区中脂肪与积液鉴别诊断的序列。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究对象

排除磁共振相关禁忌证后,前瞻性地对30例患者(男10例,女20例;年龄范围28岁到73岁,平均48.3岁)进行腹部成像序列扫描,经过同意并书面签订知情同意书。

### 1.2 MRI扫描技术及成像参数

30例患者均采用Philips Ingenia CX 3.0 T超导型MRI扫描仪,仰卧位,双手上举,使用腹部线圈及呼吸门控技术。脂肪抑制成像序列扫描范围包括心膈角区上下缘;STIR成像序列扫描参数为:TR/TE=1300 ms/75 ms,层厚/层间距5 mm/0.5 mm,FOV=300 mm×370 mm,矩阵=288×168,重建体素0.87 mm×0.87 mm×5 mm,NSA=1。SPAIR成像序列

扫描参数为:TR/TE=637 ms/65 ms,层厚/层间距5 mm/0.5 mm,FOV=300 mm×370 mm,矩阵=220×220,重建体素0.72 mm×0.72 mm×5 mm,NSA=1。

### 1.3 数据处理及分析

分别将30例STIR序列与SPAIR序列的原始图像,选取心膈角区,测量该层面相应竖脊肌的信号强度SI(signal intensity)及该层面空气标准差(standard deviation, SD),采用下列公式分别计算两种序列的信噪比(signal to noise ratio, SNR): $SNR=SI/SD$ 。为消除误差,以上所有测量均进行三次,取平均值。

### 1.4 图像质量的主观评价

由两名副高以上长期从事MRI诊断的医师对上述两种序列进行主观评分,图像质量评分为优良差,分别为3、2、1分,图像评价标准为图像信噪比良好3分,心膈角区显示清晰,脂肪抑制效果好;2分为心膈角区显示稍模糊,脂肪抑制效果一般;1分为心膈角区脂肪抑制失败。

### 1.5 统计学方法

所有数据均采用 $\bar{x} \pm s$ 表示。STIR序列与SPAIR序列有效例数比较采用 $\chi^2$ 检验,STIR序列与SPAIR序列图像比较采用 $t$ 检验,采用Kappa分析对2名医师在STIR序列与SPAIR序列间主观评分进行一致性分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。Kappa值在0.81~1.00为一致性极好,0.61~0.80为一致性良好,0.41~0.60为一致性中等,0.21~0.41为一致性较差, $< 0.20$ 认为两者之间不一致,两组序列主观评分比较采用卡方检验。统计学分析采用SPSS 13.0软件。

## 2 结果

### 2.1 两组序列信噪比的比较

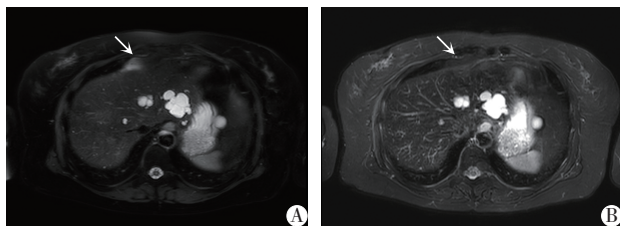
30例STIR序列的信噪比为 $550.05 \pm 260.74$ , SPAIR序列的信噪比为 $625.31 \pm 466.32$ ,两者之间无统计学意义( $P=0.441 > 0.05$ ,  $t=-0.782$ )。见图1、图2。

### 2.2 两组序列成像效率的比较

STIR序列脂肪抑制全部有效,成像效率100%(30/30), SPAIR序列22例脂肪抑制失败,成像效率27%(8/30)。

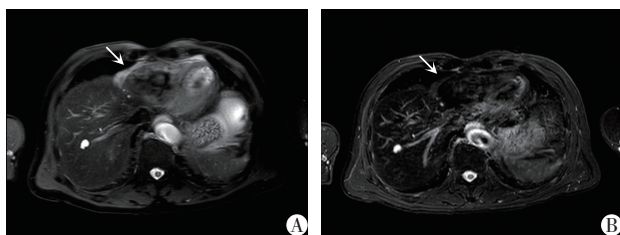
### 2.3 图像质量的主观评价结果对比

2名医师对图像质量主观评分结果一致性良好。STIR序列组Kappa值为0.739,一致性良好,评



注:A: SPAIR 图像, B: STIR 图像; A 的 SPAIR 图像心膈角区(白箭显示)为高信号,对比 B 的 STIR 图像心膈角区(白箭显示)为低信号,说明该处为脂肪组织, SPAIR 图像脂肪抑制失败。

图1 横断脂肪抑制病例1



注:A: SPAIR 图像, B: STIR 图像; A 的 SPAIR 图像心膈角区(白箭显示)为高信号,对比 B 的 STIR 图像心膈角区(白箭显示)为低信号,说明该处为脂肪组织, SPAIR 图像脂肪抑制失败。

图2 横断脂肪抑制病例2

分2分占81.7% (49/60), 而 SPAIR 组 Kappa 值为0.756, 一致性良好, 评分3分占42.5% (17/30), 评分为2分占41.50% (17/40)。30例 STIR 序列中心膈角脂肪均能抑制, STIR 序列的主观评分为  $2.18 \pm 0.39$ 。SPAIR 序列中22例图像心膈角区脂肪无法抑制, 其主观评分为  $2.00 \pm 0.78$ , 两组间差异具有统计学意义 ( $P=0.027 < 0.05$ ,  $t=-2.275$ )。

### 3 讨论

在 MRI 检查当中, 使用脂肪抑制技术能够更好地显示组织器官的病变, 更好地发现及突出病灶, 对于疾病的正确诊断有着不可或缺的作用。所有器官的成像序列离不开脂肪抑制技术, 其临床应用极其广泛。随着磁共振技术的日益发展, 脂肪抑制技术不断推陈出新。STIR 技术是短时间反转恢复序列, 应用非常广泛, 结合弥散成像技术可以应用于全身弥散成像当中, 相当于类 PET 的效果, 对于肿瘤患者可以及早地发现骨转移及淋巴结转移病灶<sup>[10-12]</sup>; 结合可变反转角实现最优化采集 (sampling perfection with application optimized contrasts with by using different flip angle evolutions, SPACE) 技术可以

应用于神经的成像当中, 对骨折合并神经损伤有重要价值, 可以用于评价神经病变的损伤程度, STIR 的信号强度和下肢局灶性神经病变的严重程度相关, 及对盆腔子宫内膜异位症患者骶丛神经异常的显示更有优势<sup>[13-15]</sup>。Dalto 等<sup>[16]</sup>比较 STIR 和 SPAIR 序列在炎性骶髂炎诊断效能和信噪比, 研究发现 STIR 和 SPAIR 序列的敏感性和特异性在诊断具有活动性炎症的骶髂关节炎时没有显示任何统计学显著差异; 曾国飞等<sup>[17]</sup>对比分析 STIR 技术和 SPAIR 技术在心脏磁共振成像中评价心肌水肿, 对于怀疑心肌水肿的患者, 为了获得清晰满意的左心室壁的 T2WI 抑脂序列图像, 应优先采用 SPAIR 技术扫描, STIR 技术可作为补充。本研究中 STIR 序列与 SPAIR 序列图像比较, 两者信噪比无统计学意义, 信噪比并不优于 SPAIR 序列, 但在诊断特殊部位脂肪抑制的时候, 其脂肪抑制的效能远远比 SPAIR 好, 在脂肪抑制不均匀的部位, STIR 技术可作为一种重要补充, 与以上研究结论一致, 此外, 本研究利用 STIR 技术特点, 对脂肪抑制的敏感性进行成像对比, STIR 脂肪抑制的效能为 100%, 而 SPAIR 序列的脂肪抑制效率仅有 27%, 结论与上述研究一致。因为 STIR 技术是利用  $180^\circ$  非选择性反转脉冲, 把所有进动频率相近的组织都进行反转, 从而达到脂肪抑制的效果, 因此脂肪抑制的效果最彻底。STIR 序列的优点在于对脂肪抑制效果好, 对磁场均匀性不敏感, 特别适用于含气较多的区域及大范围的脂肪抑制, 还可以做偏中心部位的脂肪抑制; 因此在特殊部位的脂肪抑制当中, 比如心膈角区中, STIR 序列的应用具有重要意义; 此外, 此序列不推荐用于增强检查, 因为使用造影剂后, 重复时间 TR 及回波时间 TE 都明显缩短, 强化的病灶有可能被抑制导致漏诊。

脂肪抑制技术是磁共振成像中必不可少的部分, 对于疾病的正确诊断与鉴别诊断有着极其重要的作用。随着磁共振设备性能的不不断提升, 脂肪抑制技术逐步应用于全身各部位的研究当中, 由于心脏搏动及胸腔充满空气, 脂肪抑制在这个领域脂肪能否抑制彻底, 这个挑战是最大的。心膈角应用最广泛的技术是频率选择预饱和序列 (spectral presaturation with inversion recovery, SPIR) 技术或 SPAIR 技术。Kishida 等<sup>[18]</sup>在 3.0T 胸部成像中, 对比 DIXON 技术, SPAIR 技术及 STIR 技术的脂肪抑制能力, 研究发现, DIXON 技术及 STIR 技术的总图像质

量和脂肪抑制能力显著高于 SPAIR; 在脂肪抑制和病变可视化方面 DIXON 技术不能替代 STIR 技术。因此在本研究当采用 SPAIR 技术及 STIR 技术在心膈角区的脂肪抑制能力进行对比, 研究得出 STIR 技术脂肪抑制效果最明显, 脂肪抑制最彻底, 与以上研究相符, 可以更好地满足临床诊断。陈静雯等<sup>[19]</sup>利用 SPAIR 技术对比 SPIR 技术及 STIR 技术, 研究发现在除胸部及颈胸部以外的部位, SPAIR 的脂肪抑制效果好, 图像质量佳; 徐俊峰等<sup>[20]</sup>利用 SPIR、STIR 和 SPAIR 的 T2 加权像序列对肘关节进行扫描, 比较 3 种脂肪抑制方法下的尺神经信号强度、信号噪声比和对比噪声比, 研究得出 SPAIR 主观评分均高于 STIR 和 SPIR, 但 3 种序列均能显示肘管段尺神经, SPAIR 抑可取得更好的图像质量。但以上 2 种技术的缺点在于对磁场均匀性要求较高, 除了对设备的本身要求之外, 对病人体位及线圈的摆放也有一定要求。常规上腹部检查, 一般把肝脏置于线圈中心, 因此肝顶的位置及心膈角区位置不可避免地无法在线圈及磁体中心, 因此偏离了磁场强度最均匀的地方, 往往会导致脂肪抑制效果不理想, 该区域部分无法抑制的脂肪组织会成高信号, 这时候会导致诊断为积液, 导致误诊的出现。因此本研究中, 利用 SITR 技术不受磁场均匀性的影响的特点, 可以把 SPIR 及 SPAIR 技术脂肪抑制失败的脂肪组织也轻松抑制, 从而提高诊断效能。STIR 技术在心膈角区的研究并不多见, 未有关于此技术在此区域的相关报道。

本研究的局限性: 样本量不够大, 可能会导致数据偏倚, 在今后的研究中应当加大样本量; 为进一步保证图像质量, 应该增加心电门控进行同步采集, 才能进行更深入的研究。

总之, STIR 技术在心膈角成像中能准确抑制脂肪信号, 更有利于对该区域病变的准确诊断, 对心膈角区中脂肪与积液鉴别诊断提供一定帮助, 在特殊部位脂肪抑制失败后可以作为替代序列应用, 具有广阔的临床应用前景。

#### 参考文献

- [1] Lauenstein TC, Sharma P, Hughes T, et al. Evaluation of optimized inversion-recovery fat-suppression techniques for T2-weighted abdominal MR imaging [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2008, 27(6): 1448-1454.
- [2] 杨晶, 单艺, 李琼阁, 等. 频率衰减反转恢复脉冲和水激发压脂技术在胸部前纵隔疾病扩散加权成像中的应用价值[J]. *实用放射学杂志*, 2023, 39(2): 199-203.
- [3] Hirokawa Y, Isoda H, Maetani YS, et al. MRI artifact reduction and quality improvement in the upper abdomen with PROPELLER and prospective acquisition correction (PACE) technique [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 191(4): 1154-1158.
- [4] 宋云龙, 张挽时, 王忠, 等. BLADE 技术消除磁共振成像运动伪影的临床应用 [J]. *放射学实践*, 2007, 22(11): 1228-1231.
- [5] Hirokawa Y, Isoda H, Maetani YS, et al. Evaluation of motion correction effect and image quality with the periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction (PROPELLER) (BLADE) and parallel imaging acquisition technique in the upper abdomen [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2008, 28(4): 957-962.
- [6] 张鲁, 卢瑞沾, 唐运成, 等. 磁共振 DWI、STIR 及 SET1WI+C 在鼻咽癌颈部淋巴结转移中的应用 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2013, 24(12): 888-890.
- [7] 史征, 刘继伟, 和燕斐, 等. 磁共振短时间反转恢复序列技术对非小细胞肺癌患者纵隔淋巴结转移的评估分析 [J]. *实用医学影像杂志*, 2022, 23(1): 44-46.
- [8] 张蔚蔚. 磁共振扩散加权成像及 18F-FDG PET/CT 对肺癌淋巴结转移的评估价值 [D]. 苏州: 苏州大学, 2018.
- [9] 马晓玲, 周舒畅, 夏黎明. 扩散加权成像对肺癌术前纵隔淋巴结的评价研究 [J]. *放射学实践*, 2015, 30(1): 25-28.
- [10] Schmidt GP, Reiser MF, Baur-Melnyk A. Whole-body MRI for the staging and follow-up of patients with metastasis [J]. *Eur J Radiol*, 2009, 70(3): 393-400.
- [11] Beiderwellen K, Grueneisen J, Ruhlmann V, et al. [(18)F]FDG PET/MRI vs. PET/CT for whole-body staging in patients with recurrent malignancies of the female pelvis: initial results [J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2015, 42(1): 56-65.
- [12] Ohno Y, Yui M, Takenaka D, et al. Computed DWI MRI Results in Superior Capability for N-Stage Assessment of Non-Small Cell Lung Cancer Than That of Actual DWI, STIR Imaging, and FDG-PET/CT [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2023, 57(1): 259-272.
- [13] 许道洲, 罗树彬, 夏好成, 等. 磁共振 SPACE-STIR 序列扫描对骶骨骨折合并骶神经损伤的诊断价值 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2011, 21(7): 545-549.
- [14] Deroide N, Bousson V, Mambre L, et al. Muscle MRI STIR signal intensity and atrophy are correlated to focal

- lower limb neuropathy severity[J]. Eur Radiol, 2015, 25(3):644-651.
- [15] 毛丽娟,何绍富,王朝阳,等. 对比增强3D STIR SPACE序列对子宫内膜异位症患者骶丛神经异常的显示[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2021, 42(1):66-72.
- [16] Dalto FV, Assad LR, Lorenzato MM, et al. Comparison between STIR and T2-weighted SPAIR sequences in the evaluation of inflammatory sacroiliitis: diagnostic performance and signal-to-noise ratio[J]. Radiol Bras, 2020, 53(4):223-228.
- [17] 曾国飞,杨华,郭大静. 不同抑脂技术结合T2WI黑血技术在心肌水肿诊断价值的对比研究[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(2):403-407.
- [18] Kishida Y, Koyama H, Seki S, et al. Comparison of fat suppression capability for chest MR imaging with Dixon, SPAIR and STIR techniques at 3 Tesla MR system[J]. Magn Reson Imaging, 2018, 47:89-96.
- [19] 陈静雯,陈宏伟,汤群锋. SPAIR脂肪抑制技术在MR扫描中的优势及应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2009, 7(5):73-74.
- [20] 徐俊峰,王林,王天乐. 脂肪抑制方法对肘管尺神经磁共振神经成像的影响[J]. 江苏医药, 2016, 42(14):1564-1566, 1569.
- (收稿日期:2023-10-12)  
(本文编辑:张翔)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 本刊对来稿中统计学处理的有关要求

### 1 统计学符号

按GB/T 3358.1-2009、GB/T 3358.2-2009、GB/T 3358.3-2009的有关规定书写,一律采用斜体排印。

### 2 研究设计

应交代研究设计的名称和主要方法。如调查设计(前瞻性、回顾性还是横断面调查研究);临床试验设计(应交代属于第几期临床试验);实验设计(应交代具体的设计类型,如自身配对、成组设计、交叉设计、析因设计、正交设计)。主要做法应围绕4个基本原则(随机、对照、重复、均衡)概要说明,尤其要交代如何控制非试验因素的干扰和影响。

### 3 资料的表达与描述

用 $\bar{x} \pm s$ 表达近似服从正态分布的定量资料,用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表达呈偏态分布的定量资料;用统计表时,要合理安排纵横标目,并将数据的含义表达清楚;用统计图时,所用统计图的类型应与资料性质相匹配,并使数轴上刻度值的标法符合数学原则;用相对数时,分母不宜小于20,要注意区分百分率与百分比。

### 4 统计学分析方法的选择

对于定量资料,应根据所采用的设计类型、资料所具备的条件和分析目的,选用合适的统计学分析方法,不应盲目套用 $t$ 检验和单因素方差分析;对于定性资料,应根据所采用的设计类型、定性变量的性质和频数所具备的条件及分析目的,选用合适的统计学分析方法,不应盲目套用 $\chi^2$ 检验。对于回归分析,应结合专业知识和散布图,选用合适的回归类型,不应盲目套用直线回归分析;对于多因素、多指标资料,要在一元分析的基础上,尽可能运用多元统计分析方法,以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系做出全面、合理的解释和评价。

### 5 统计结果的解释和表达

当 $P < 0.05$ 时,应说对比组之间的差异具有统计学意义,而不应说对比组之间具有显著性(或非常显著性)差异;应写明所用统计分析方法的具体名称(如:成组设计资料的 $t$ 检验、两因素析因设计资料的方差分析、多个均数之间两两比较的 $q$ 检验等),统计量的具体值(如: $t=3.45, \chi^2=4.68, F=6.79$ 等);在用不等式表示 $P$ 值的情况下,一般情况下选用 $P > 0.05, P < 0.05$ 这2种表达方式即可满足需要,无须再细分。当涉及总体参数(如总体均数、总体率等)时,在给出显著性检验结果的同时,再给出95%可信区间。