

### 3.0T MRI 乳腺 SE-EPI-DWI 与 STIR-DWI 序列图像质量对比研究

林婷婷<sup>1</sup>, 董江宁<sup>1</sup>, 邓克学<sup>2</sup>, 韦 炜<sup>2</sup>, 方 昕<sup>1</sup>, 韦 超<sup>1</sup>, 韦树华<sup>1</sup>, 张 萍<sup>1</sup>

**摘要 目的** 比较 3.0T MRI 自旋回波-平面回波成像的扩散加权成像(SE-EPI-DWI)与短时反转恢复序列的扩散加权成像(STIR-DWI)在乳腺病变检查中的图像质量及表观扩散系数(ADC)值差异。**方法** 回顾性分析行乳腺 MRI 检查,包括 SE-EPI-DWI 与 STIR-DWI 两种序列,并于 DWI 图像可发现病变的 40 例乳腺疾病病例的影像学资料,评价两种序列图像的主观评分、信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR)及病变 ADC 值差异。**结果** 40 例病例中 STIR-DWI 序列图像主观评分高于 SE-EPI-DWI ( $P < 0.001$ ): STIR-DWI 序列中 0、1、2、3 级图像比例分别为 0、7.5%、27.5% 及 65.0%, 图像均满足诊断要求; SE-EPI-DWI 序列中 0、1、2、3 级图像比例分别为 12.5%、25.0%、30.0% 及 32.5%, 其中 5 例图像质量不符合诊断要求。剔除 5 例不合格图像,比较 35 例两种序列均合格图像的 SNR 及 CNR, STIR-DWI 序列图像的 SNR、CNR 均低于 SE-EPI-DWI 序列 ( $P < 0.001$ )。两种序列对于乳腺病变的 ADC 值差异无统计学意义。**结论** 乳腺 SE-EPI-DWI 的 SNR、CNR 明显高于 STIR-DWI 序列,但后者图像伪影少,图像质量合格率高。乳腺 MRI 检查应优选 SE-EPI-DWI 序列,但当生理运动等伪影大时,STIR-DWI 可作为重要补充,二者结合有助于提高乳腺 DWI 图像成功率。

**关键词** 磁共振成像; 扩散加权成像; 乳腺病变; 图像质量

**中图分类号** R 812; R 737.9

**文献标志码** A **文章编号** 1000-1492(2017)08-1188-04  
doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2017.08.019

乳腺数字化 X 线检查与超声是乳腺病变基本和常用的检查方法,但是对于乳腺微小、深部、非肿块性病变及触诊阴性、隐匿性乳腺癌诊断价值有限<sup>[1]</sup>。近年来随着磁共振软硬件的发展, MRI 已成为乳腺精细化检查的重要方法<sup>[2]</sup>。扩散加权成像

(diffusion-weighted image, DWI) 是乳腺 MRI 检查的必须序列,通过评价水分子的随机运动、动态分布,显示水分子的扩散,进而反映病灶的病理生理信息,对于乳腺病变的诊断具有重要意义。传统自旋回波-平面回波成像的扩散加权成像(echo planar image readout module under a spin echo technique-diffusion weighted image, SE-EPI-DWI) 序列是最常用和基本的检查序列<sup>[3]</sup>,但临床工作中发现,该序列对呼吸、心跳等生理运动伪影尤其敏感,使其图像质量及诊断价值受到一定限制。有文献<sup>[4]</sup>报道指出,短时反转恢复序列扩散加权成像(short tau inversion recovery-diffusion weighted image, STIR-DWI) 是比较好的乳腺 DWI 序列。该研究试图通过对 40 例乳腺病变都进行同一 b 值的 2 种方法的 DWI 扫描,比较 SE-EPI-DWI 及 STIR-DWI 的图像质量及病变表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC) 值差异,评估二者对乳腺病变的诊断价值。

#### 1 材料与方法

**1.1 病例资料** 收集 2015 年 7 月~2017 年 1 月于安徽省肿瘤医院经临床触诊、乳腺 X 线摄影或超声显示有乳腺肿块而行 MRI 检查,并经 DWI 可发现病变的 40 例病例,进行回顾性分析,患者均为女性,年龄 24~82(47.83±11.20) 岁。

**1.2 检查方法** 采用 GE HDxt 3.0T 超导 MRI 扫描仪,8 通道乳腺专用线圈,扫描时受检者俯卧于线圈上,使双侧乳房自然悬垂于线圈洞穴内,并在背部用宽带固定使之保持同一姿势静止不动,嘱咐患者平静呼吸。所有病例在常规平扫及增强的基础上同时采用 EPI-DWI 及 STIR-DWI 两种扩散加权序列,两种序列设置相同参数。乳腺横轴位 DWI 参数:扩散敏感系数 b 值均分别取 0、1 000 s/mm<sup>2</sup>,重复时间 6 400 ms,回波时间 69.6 ms,视野 32 cm×32 cm,层厚 4 mm,层间距 1 mm,矩阵 128×128。

#### 1.3 MRI 图像后处理及分析

**1.3.1 主观评分** 由 2 位具有 4 年以上乳腺 MR

2017-05-03 接收

基金项目:安徽省科技厅公益性技术应用研究联动计划项目(编号:15011d04028);国家自然科学基金青年科学基金项目(编号:81501468)

作者单位:<sup>1</sup>安徽省肿瘤医院(安徽医科大学附属省立医院西区)影像科,合肥 230001

<sup>2</sup>安徽医科大学附属省立医院 CT 室,合肥 230001

作者简介:林婷婷,女,硕士,主治医师;

董江宁,男,硕士,主任医师,责任作者,硕士生导师, E-mail: dongjn@163.com

诊断经验的副主任以上医师分别对 40 例病例两种序列图像进行独立评分,意见不一致时协商统一。据生理运动或化学位移伪影对正常腺体及病变显示的影响及图像颗粒的粗细采用 4 级法评分标准:3 级图像无明显伪影,图像颗粒较细;2 级图像可见伪影但不影响正常腺体及病灶的观察,图像颗粒稍增粗;1 级图像伪影范围较大,影响部分正常腺体的观察,但不影响病灶的观察,图像颗粒较粗;0 级图像伪影严重影响病变观察。0 级图像不能满足诊断要求。

**1.3.2 测定两种序列图像的信噪比(signal to noise ratio, SNR)、对比噪声比(contrast to noise ratio, CNR)及病变 ADC 值** 所有数据传入 GE ADW 4.5 工作站,运用 Functool 功能软件包对图像进行处理。由两位高年资放射科乳腺影像诊断医师共同观察测量分析。两种序列均选用病灶最大显示层面分别画感兴趣区(region of interest, ROI),ROI 大小取 19 ~ 75 mm<sup>2</sup>(平均 37.5 mm<sup>2</sup>),同一病例两种序列 ROI 大小及测量层面相同,每个病灶均于 DWI 高信号区及 ADC 图低信号区测量 3 次取均值,尽量避开伪影、囊变坏死及出血区域,测定病灶的信号强度及 ADC 值。复制上述 ROI,于同一层面病灶周围正常富含纤维腺体组织测定乳腺组织信号强度;选择相同层面视野内腺体外背景区域无伪影处测得信号强度作为标准差。根据公式计算两种序列图像的 SNR 及 CNR。SNR = SI 正常乳腺组织/SD; CNR = (SI 病灶 - SI 正常乳腺组织)/SD。SI 病灶代表病灶的信号强度,SI 正常乳腺组织代表乳腺组织的信号强度,SD 代表背景噪声信号强度的标准差。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS 17.0 软件进行分析。两组资料图像质量评分采用非参数秩和检验,SNR、CNR 及病变 ADC 值比较采用配对样本 *t* 检验, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 主观评分** 40 例病例中 STIR-DWI 序列图像主观评分明显高于 SE-EPI-DWI ( $P < 0.001$ ),见表 1、图 1A ~ F: STIR-DWI 序列中 0、1、2、3 分图像比例分别为 0、7.5%、27.5% 及 65.0%,图像均满足诊断要求;SE-EPI-DWI 序列中 0、1、2、3 分图像比例分别为 12.5%、25.0%、30.0% 及 32.5%。

**2.2 SNR、CNR 及病变 ADC 值比较** 剔除 5 例不合格图像,比较 35 例两种序列均合格图像的 SNR、CNR 及病变 ADC 值,STIR-DWI 序列图像的 SNR、

CNR 均低于 SE-EPI-DWI 序列( $P < 0.001$ );两种序列对于乳腺病变的 ADC 值差异无统计学意义,见表 2、图 1G ~ H。

表 1 以伪影为基础两序列扫描所得图像质量评分比较(*n*)

检查方法	图像质量评分				合计	Z 值	P 值
	0	1	2	3			
SE-EPI-DWI	5	10	12	13	40	-4.261	<0.001
STIR-DWI	0	3	11	26	40		

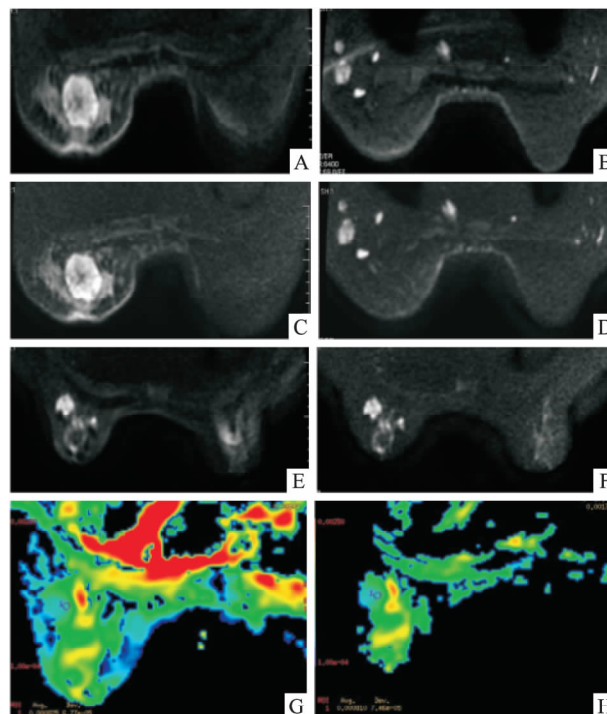


图 1 SE-EPI-DWI 及 STIR-DWI 图像主观评分及 ADC 值比较

图 A ~ D 为同一患者,女,44 岁,左乳中央区肿块;图 A、B 为 SE-EPI-DWI 图像;图 C、D 为 STIR-DWI 图像,两者主观评分为 3 级图像,右侧乳腺均无明显伪影;图 A 左侧乳腺有少许化学位移;图 B 呼吸运动伪影较明显但不影响腋窝淋巴结的观察;图 C、D 为无化学位移及呼吸运动伪影。图 E ~ H 为同一患者,女,59 岁,左乳外上象限肿块,图 E 为 SE-EPI-DWI 图像,右乳有轻微运动伪影,不影响左乳病灶及腺体的观察,主观评分为 2 级;图 F 为 STIR-DWI 图像,无明显伪影,主观评分为 3 级图像;图 G ~ H 分别为两种序列 ADC 值测量,差异无统计学意义。

表 2 两种序列图像 CNR、SNR 和 ADC 值比较( $n = 35, \bar{x} \pm s$ )

项目	EPI-DWI	STIR-DWI	<i>t</i> 值	P 值
CNR	89.567 ± 93.506	40.349 ± 36.452	3.144	0.003
SNR	26.709 ± 31.900	12.304 ± 7.358	3.647	0.001
ADC( $\times 10^{-3}$ mm <sup>2</sup> /s)	1.318 ± 0.324	1.313 ± 0.316	0.325	0.747

## 3 讨论

高场磁共振尤其是 3.0T MRI 乳腺扫描技术已

广泛的应用于临床,有研究<sup>[5]</sup>拟将乳腺 MRI 检查做为常规筛查手段。DWI 应用于乳腺检查逐渐广泛,研究<sup>[6-7]</sup>表明该序列在体部疾病及乳腺癌的方面具有重要价值,一般常规应用 SE-EPI-DWI 序列,更有研究<sup>[4]</sup>证实 STIR-DWI 可做为乳腺 MRI 检查的扫描序列。

**3.1 SE-EPI-DWI 及 STIR-DWI 的原理、各自优势及初步应用价值** DWI 是目前唯一能检测活体水分子微观扩散运动的最理想方法,能从分子水平反映人体组织的空间组成信息和病理生理状态下各组成成分之间交换水分的功能状态,从而检出与组织含水量改变有关的形态学、病理学早期改变,受水分子扩散及微循环血液运动影响,主要是水分子扩散的影响<sup>[8]</sup>。多数恶性肿瘤由于水分子扩散受限,在 DWI 上表现为高信号,在 ADC 图上显示为低信号。

乳腺组织结构特殊,含大量高信号脂肪成分影响病灶的检出率;被检者的宏观运动,水脂肪界面的化学位移伪影,降低了图像的对比度。因此为了突出病灶的对比度,提高检出率并消除运动伪影,将脂肪抑制技术用在乳腺 DWI 中尤为重要。

常规的 SE-EPI-DWI 序列由于其扩散梯度场的运用, T1 值相对较长,在运用了并行采集技术后,所需采集的相位编码减少从而加快了采集速度;在脂肪抑制技术上为选择性水激发技术,其基于脂肪和水分子中质子的进动频率的差异来选择激发和采集,通常采用频率和空间选择的二项脉冲(22.5°、45°和 22.5°)组合而成。通过 3 次不同脉冲的激发和采集,使脂肪中的氢质子正好处于 B0 方向,不产生信号,水的氢质子处于 XY 平面,因此只有水的信号可以采集,从而达到脂肪抑制的效果。但由于呼吸、心跳等生理运动易造成图像扭曲及患者不能长时间耐受产生运动伪影。这些均可以导致中心频率发生偏移而造成脂肪抑制不均匀不能完好的反映出病灶。SE-EPI-DWI 对磁场均匀度要求高。本研究显示,SE-EPI-DWI 序列图像 SNR 及 CNR 均高于 STIR-DWI,但由于对伪影敏感,造成 5 例病例扫描失败,图像主观评分低于 STIR-DWI 序列。

Takahara et al<sup>[9]</sup>于 2004 年首次提出背景抑制 DWI 这一概念,采用自由呼吸,短反转恢复回波平面成像,行全身大范围扫描,获取三维成像。该成像通过背景抑制及黑白反转技术,可直观、立体显示病灶大小、形态、部位以及范围,达到类 PET 的效果,对于肿瘤影像诊断具有较好前景,其良好的背景抑制效果使病变呈高对比明确显示<sup>[10]</sup>。本研究采用

的 STIR-DWI 序列,利用脂肪组织短 T1 的特性,在 90°脉冲前予以 180°的反转脉冲使纵向磁化矢量达到反向最大,待脂肪组织纵向磁化矢量到零时再给予 90°脉冲激发,则该组织由于没有宏观纵向磁化矢量也就没有横向磁化矢量的产生,从而抑制脂肪信号。该技术基于脂肪组织的 T1 值对磁场的均匀度要求较低,对伪影不敏感,脂肪抑制全面,用于大范围脂肪抑制也能取得较好效果。其不足之处在于选择性较低,如果组织的 T1 值接近于脂肪,其信号也被抑制,在脂肪抑制同时也将水的信号抑制到 51% 以下,从而造成图像噪声大,颗粒增粗,SNR 明显下降。本研究显示,STIR-DWI 序列虽 SNR、CNR 低于 SE-EPI-DWI 序列,但对乳腺病变的显示与 SE-EPI-DWI 序列相同,同时由于脂肪抑制全面,对呼吸运动伪影不敏感,更有利于对腋窝淋巴结的观察。本组研究也显示了 STIR-DWI 的图像噪声大,颗粒增粗,SNR 及 CNR 明显降低;但当生理等运动伪影大时,STIR-DWI 可降低运动伪影对图像质量的影响,忽略磁场均匀度不足的缺陷,提高 DWI 序列图像质量和 ADC 值测量的可靠性。

**3.2 SE-EPI-DWI 和 STIR-DWI 序列对 ADC 值的影响** ADC 值即 DWI 序列所反映水分子运动强度的量化值,乳腺恶性肿瘤细胞密度较正常组织高,水分子扩散受限,DWI 序列信号增高,ADC 值降低,ADC 值越低,肿瘤细胞增殖活性越强<sup>[11]</sup>。有研究报告<sup>[12]</sup>,多 b 值 DWI 中,ADC 值随 b 值的增大而逐渐缩小;不同层厚测得 ADC 值也不相同;且对于乳腺病变,b = 1 000 s/mm<sup>2</sup> 时最有诊断价值。本研究是相同 b 值(b = 1 000 s/mm<sup>2</sup>)、相同层厚、相同视野、不同扫描方法测量同一病变的 ADC 值,得出的结果是于自由呼吸状态下进行扫描的 STIR-DWI 序列与屏气扫描的 SE-EPI-DWI 序列所测病变 ADC 值相似,差异无统计学意义。

不足与展望:本研究样本量较小,所得数据不一定能代表大样本数据的测量结果;同时由于受样本量的限制,关于 ADC 值的测量未能分别对良、恶性病变及不同 b 值进行统计对比分析。上述问题将在以后的临床工作中做进一步的大样本研究及临床验证。

综上所述,SE-EPI-DWI 序列图像 SNR、CNR 高,显示病变敏感,可作为乳腺 DWI 检查的优选序列;STIR-DWI 序列脂肪抑制全面,图像伪影少,图像合格率高,且病变 ADC 值与 SE-EPI-DWI 序列无明显差异,可作为乳腺 MRI 检查的重要补充手段。

## 参考文献

- [1] 董江宁, 韦超, 方昕, 等. 3.0T MRI 结合全数字化乳腺 X 线诊断触诊阴性乳腺癌的价值 [J]. 安徽医科大学学报, 2017, 52(1): 135-8.
- [2] Gulko E, Collins L K, Murphy R C, et al. MRI findings in pediatric patients with scurvy [J]. *Skeletal Radiol*, 2015, 44(2): 291-7.
- [3] 谢传森, 尹韶晗, 李卉, 等. 扩散加权成像中表观扩散系数和相对表观扩散系数对乳腺恶性肿瘤的诊断价值 [J]. 中华肿瘤杂志, 2010, 32(3): 217-20.
- [4] Ouyang Z, Ouyang Y, Zhu M, et al. Diffusion-weighted imaging with fat suppression using short-tau inversion recovery: Clinical utility for diagnosis of breast lesions [J]. *Clin Radiol*, 2014, 69(8): e337-44.
- [5] Lourenco A P, Donegan L, Khalil H, et al. Improving outcomes of screening breast MRI with practice evolution: initial clinical experience with 3T compared to 1.5T [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2014, 39(3): 535-9.
- [6] 张春燕, 王霄英, 蒋学祥. 扩散加权成像在全身肿瘤性病变中的应用 [J]. 中国医学影像技术, 2006, 22(11): 1762-6.
- [7] 贾文霄, 杨利霞, 邵华, 等. 乳腺疾病磁共振扫描方案的优化选择 [J]. 中国医学计算机成像杂志, 2008, 14(6): 516-22.
- [8] Kim S H, Cha E S, Kim H S, et al. Diffusion-weighted imaging of breast cancer: correlation of the apparent diffusion coefficient value with prognostic factors [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2009, 30(3): 615-20.
- [9] Takahara T, Imai Y, Yamashita T, et al. Diffusion weighted whole body imaging with background body signal suppression (DWIBS): technical improvement using free breathing, STIR and high resolution 3D display [J]. *Radiat Med*, 2004, 22(4): 275-82.
- [10] 李茗, 张冰, 周正扬, 等. MR 背景抑制扩散加权成像在乳腺癌的应用 [J]. 中华放射学杂志, 2009, 43(1): 32-7.
- [11] 赵茹, 赵红, 邹立巍, 等. 乳腺癌 TIC II、III 型曲线类型及 ADC 值与 Ki-67 相关性研究 [J]. 安徽医科大学学报, 2015, 50(2): 220-3.
- [12] Bogner W, Gruber S, Pinker K, et al. Diffusion-weighted MR for differentiation of breast lesions at 3.0T: how does selection of diffusion protocols affect diagnosis [J]. *Radiology*, 2009, 253(2): 341-51.

## Comparison study of the imaging quality of SE-EPI-DWI and STIR-DWI in breast lesions

Lin Tingting<sup>1</sup>, Dong Jiangning<sup>1</sup>, Deng Kexue<sup>2</sup>, et al

(<sup>1</sup>Dept of Radiology, Anhui Provincial Cancer Hospital, West Branch of Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001; <sup>2</sup>Dept of CT, The Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001)

**Abstract** *Objective* To compare the image quality and ADC values of SE-EPI-DWI and STIR-DWI in breast lesions. *Methods* Magnetic resonance imaging (MRI) images of 40 patients (both SE-EPI-DWI and STIR-DWI performed) were retrospectively analysed. Parameters compared between SE-EPI-DWI and STIR-DWI were image artefacts, image signal-to-noise (SNR), contrast-to-noise (CNR), and apparent diffusion coefficient (ADC). *Results* The rates of image artefacts was significantly higher for SE-EPI-DWI ( $P < 0.001$ ): quality levels 0, 1, 2, and 3 (best) accounted for 0, 7.5%, 27.5% and 65.0% of STIR-DWI images, and 12.5%, 25.0%, 30.0% and 32.5% of SE-EPI-DWI images, respectively. Excepted for 5 cases of unqualified images, the SNR and CNR were significantly lower of STIR-DWI images ( $P < 0.001$ ). The ADC values of breast lesions were not significantly different. *Conclusion* The SNR and CNR of SE-EPI-DWI is higher than STIR-DWI, while the image artefacts of STIR-DWI is less than SE-EPI-DWI. STIR-DWI is an important supplementary sequence for clinical use in breast MRI investigations. Combine the two sequences can improve the success rate for breast DWI.

**Key words** magnetic resonance imaging; diffusion-weighted imaging; breast lesion; image quality