

DOI:10.3724/SP.J.1008.2012.01383

• 短篇论著 •

PROPELLER 技术对磁共振弥散加权成像中磁敏感伪影改善的评价

刘小艳¹, 刘婷婷¹, 王 骏^{2*}

1. 南通大学附属医院影像科, 南通 226001
2. 南京军区南京总医院影像科, 南京 210002

[摘要] **目的** 评价 PROPELLER 技术对磁共振弥散加权成像(DWI)中磁敏感伪影的改善。**方法** 对40例含有金属义齿的志愿者颅底区域采用 PROPELLER 技术和平面回波成像(EPI)技术进行 DWI 成像。采用四点评分系统对图像质量进行评估,并对结果行 ROC 曲线分析。**结果** ROC 曲线下面积(AUC) = 0.979 ($P < 0.01$),表明金属义齿者颅底的 PROPELLER DWI 成像技术与 EPI DWI 成像技术所产生的磁敏感伪影差异有统计学意义,前者能明显减少磁敏感伪影。**结论** PROPELLER DWI 成像技术能显著改善金属义齿所致的磁敏感伪影,利用 ROC 曲线可对图像质量的主观评价进行量化分析。

[关键词] ROC 曲线;周期性旋转重叠平行采集和增强重建;弥散加权成像;磁敏感伪影

[中图分类号] R 445.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2012)12-1383-03

Performance of PROPELLER technique in reducing susceptibility artifacts in diffusion-weighted MR images

LIU Xiao-yan¹, LIU Ting-ting¹, WANG Jun^{2*}

1. Department of Radiology, Affiliated Hospital of Nantong University, Nantong 226001, Jiangsu, China
2. Department of Radiology, Nanjing General Hospital, PLA Nanjing Military Area Command, Nanjing 210002, Jiangsu, China

[Abstract] **Objective** To evaluate the performance of PROPELLER diffusion-weighted magnetic resonance image (DWI) in reducing image distortion caused by susceptibility artifacts. **Methods** Forty volunteers with metal denture were enrolled in the present study; their PROPELLER and echo-planar DWI were taken for the skull base. The quality of each image was evaluated by using a four-point scoring system. Qualitative comparison of image distortion between PROPELLER DWI and echo-planar DWI was performed by ROC analysis. **Results** The area under the ROC curve was 0.979 ($P < 0.01$), indicating a significant difference in the image distortion between PROPELLER DWI and echo-planar DWI. PROPELLER technique could greatly reduce the image distortion associated with magnetic susceptibility artifacts. **Conclusion** PROPELLER technique can greatly reduce metal denture-induced susceptibility-related image distortion, and ROC curve can be used for quantitative analysis of subjective assessment of image quality.

[Key words] ROC curve; periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction; diffusion-weighted image; magnetic susceptibility artifacts

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2012, 33(12):1383-1385]

弥散加权成像(diffusion-weighted image, DWI)已经广泛应用于早期脑梗死、颅内囊性病变及颅内肿瘤等的诊断或鉴别诊断,并且取得了良好的效果^[1-2]。在 DWI 成像过程中常规使用平面回波弥散加权成像(EPI DWI),但由于受检者口腔内偶有内固定金属义齿、术后颅内留置金属夹等,会导致磁敏感性伪影出现,造成图像扭曲失真,影响图像质量及病变的检出,因此减少磁敏感伪影一直是磁共振成像研究的热门课题之一。本研究利用受试者作业特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,评价螺旋桨成像即周期性旋转

重叠平行采集和增强重建(periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction, PROPELLER)技术对 DWI 成像中磁敏感伪影的改善。

1 材料和方法

1.1 临床资料 对40例含有金属义齿的志愿者颅底区域采用 PROPELLER 技术和平面回波成像(EPI)技术进行 DWI 成像。其中男18例、女22例,年龄17~82岁,中位年龄50岁。

[收稿日期] 2012-10-20 **[接受日期]** 2012-11-10

[作者简介] 刘小艳,主管技师. E-mail: liuxuyan@126.com

* 通信作者(Corresponding author). Tel: 025-80860187, E-mail: yingsong@sina.com

1.2 扫描技术 采用美国 GE Signa EXCITE 3.0T 超导型磁共振扫描仪,头颈部联合线圈,受检者取仰卧位,对受检者行常规扫描后,均进行 PROPELLER DWI 和 EPI DWI 扫描。PROPELLER DWI 序列扫描参数:扫描视野 (FOV) = 24 cm×24 cm,重复激发时间 (TR) = 5 600 ms,回波时间 (TE) = 76 ms,矩阵 (freq) = 128×128,激励次数 (nex) = 1.5,带宽 (bandwidth) = 83.3 kHz,回波链长度 (echo train length) = 16,层厚 (slice thickness) = 6 mm,层间距 (spacing) = 1.0 mm,扩散敏感系数 (b 值) = 1 000 s/mm²,扩散方向 (diffusion direction) 选 All,使用脂肪饱和技术 (fat saturation),整个扫描过程需要 5 min。EPI DWI 扫描参数:FOV = 24 cm×24 cm,TR = 5 600 ms,TE = minimum,矩阵 = 160×160,激励次数 = 2.0,层厚 = 6 mm,层间距 = 1.0 mm,频率编码方向 (freq DIR) 选 R/L,采用采集空间敏感性编码技术 (array spatial sensitivity encoding technique, ASSET), b 值 = 1 000 s/mm²,扩散方向选 All,使用脂肪饱和技术,整个扫描过程需 30 s。

1.3 评价方法 由 2 名读片经验在 10 年以上的放射科诊断医师分别独立阅片,并采用四点评分系统^[3]对图像质量进行评分,1 分:图像改善明显,无图像伪影;2 分:图像有改善,但有轻度图像伪影;3 分:图像有改善,但有重度图像伪影;4 分:图像无改善。评分差距大的图像经过 2 人讨论后确定最终评分。利用 SPSS 17.0 统计学软件对结果进行 ROC 曲线分析,检验水平 (α) 为 0.05。

2 结果

2.1 MR 成像对比 采用 EPI DWI 成像技术的金属义齿者颅底有明显的磁敏感伪影(图 1A),而 PROPELLER DWI 成像技术能显著改善颅底磁敏感伪影(图 1B)。对 40 例金属义齿者采用 PROPELLER 技术和 EPI 技术进行 DWI 成像的图像质量评分结果见表 1。

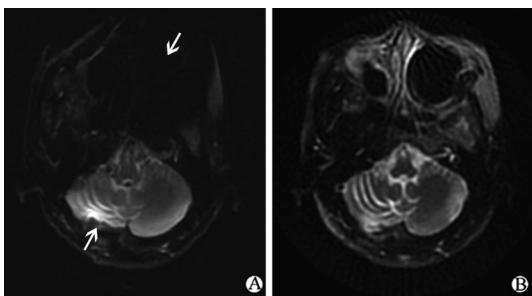


图 1 EPI DWI 图像(A)和 PROPELLER DWI 图像(B)

EPI DWI 图像中的颅底磁敏感伪影(箭头所示)在 PROPELLER DWI 图像中得到改善

2.2 ROC 曲线下面积评估成像质量 ROC 曲线下面积 (AUC) = 0.979、标准误 (Std. Error) = 0.012, P (asymptotic sig. = 0.000) < 0.01, 95% CI (asymptotic 95% CI) 为 (0.953, 1.000), 不包含 0.5, 表明对于金属义齿者 PROPELLER DWI 成像技术与 EPI DWI 成像技术的图像质量差异有统计学意义,前者对磁敏感伪影有明显的改善。

见图 2。

表 1 两种不同 DWI 序列的图像质量评分结果

扫描技术	质量评分			
	1 分	2 分	3 分	4 分
PROPELLER DWI <i>n</i>	30	8	2	0
EPI DWI <i>n</i>	0	4	9	27

N = 40

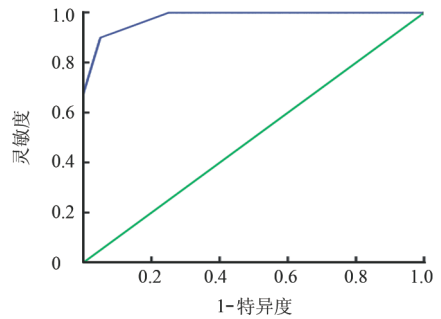


图 2 ROC 曲线对 PROPELLER 技术改善 DWI 磁敏感伪影的评价

3 讨论

体素中水分子在不断随机改变运动的方向和位置, DWI 是当前对活体组织水分子扩散程度进行测量与成像的唯一方法。它通过测量施加扩散敏感梯度场前后组织信号强度的变化,检测出其中水分子扩散状态,从而间接反映组织的微观结构特点及变化。DWI 为良恶性肿瘤、炎症等疾病的诊断与鉴别诊断提供更多、更精确的信息和数据,并克服了磁共振常规扫描的诸多局限^[4]。通常,在敏感梯度场方向上,水分子扩散的自由程度与扩散的距离及所经历的磁场变化程度成正比关系,而与组织的信号强度成反比。

在头颅的 DWI 成像中,常规使用 EPI 序列进行成像。EPI 是目前最快的 MR 信号采集方式,利用一次或多次射频脉冲激发,可在较短时间内完成一幅图像的采集。但 EPI 序列极易出现不同程度的磁敏感伪影,即磁化率伪影,往往出现在不同磁化率的交界面,如颅骨-组织、组织-气体的交界面。磁化率差异会导致局部磁场环境的变化,造成自旋失相位,从而产生信号损失或错误描绘。尤其在颅底区域,颅骨、鼻窦含气体,特别是受检者在该部位又存在较大磁化率的铁磁性物质,如固定的金属义齿、术后留置的金属夹等,常导致 EPI 图像发生严重的扭曲失真,给诊断带来不便。为了减少甚至完全消除这种伪影所造成的影响,2002 年 Pipe 等^[5]把 PROPELLER 技术和弥散梯度整合到多次激发快速自旋回波 (FSE) 序列中,以辐射状的“叶片”用螺旋的方式采集数据并填充 K 空间,明显降低了磁敏感伪影,提高了图像的分辨率。本研究对志愿者分别采用 PROPELLER DWI 序列和 EPI DWI 序列技术进行扫描成像,结果显示,与 EPI DWI 图像相比,PROPELLER DWI 序列成像能显著消除颅底金属义

齿者的磁敏感伪影,减少图像扭曲失真,可以使 EPI DWI 图像上的磁敏感伪影得到不同程度的改善。当然, PROPELLER DWI 相对于 EPI DWI 存在着扫描时间较长的弊端。

图像的优劣与否有客观评价、主观评价及其综合评价,但在日常工作中,图像质量往往是通过主观进行定性评价。ROC 曲线能够将这些主观评价进行量化分析,具有一定的科学性,成为连接主观评价与量化分析的桥梁。AUC 作为衡量和评价某一诊断或检查方法准确性的指标,其取值范围为 0~1。AUC=0.5 认为完全无诊断价值,AUC=1 为最完美的诊断。由于 ROC 曲线方法克服了其他准确性评价指标的局限性,为判断的准确性提供了直观的视觉印象,因而,被广泛应用于诊断准确性的评价,特别应用于临床医学最佳决策的评价^[6]。目前国内已有的报道未涉及利用 ROC 曲线对 PROPELLER DWI 成像技术与 EPI DWI 成像技术进行比较,且往往仅局限在 PROPELLER 技术对运动伪影的改善上^[7-8]。而本研究将 ROC 曲线引入到影像技术学中,通过绘制 ROC 曲线,计算并比较 AUC,以此来判定 PROPELLER DWI 成像技术对金属义齿磁敏感伪影的改善。结果显示,与 EPI DWI 成像技术相比,PROPELLER DWI 成像技术能够明显改善金属义齿的磁敏感伪影。当然,量化的精确性在于 ROC 曲线选取分类位点的多少,通常五点式所作 ROC 曲线的精确性要高于三点式所作的 ROC 曲线。而本研究为了比较容易地对磁敏感伪影的改善情况做出较为准确的评价,采用了四点评分系统。

综上所述,PROPELLER DWI 成像技术对金属义齿磁敏感伪影有显著地改善,利用 ROC 曲线能对图像质量的主观评价进行量化分析。

4 利益冲突

所有作者声明本文不涉及任何利益冲突。

[参考文献]

- [1] Fiebach J B, Schellinger P D, Jansen O, Meyer M, Wilde P, Bender J, et al. CT and diffusion-weighted MR imaging in randomized order; diffusion-weighted imaging results in higher accuracy and lower interrater variability in the diagnosis of hyperacute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2002, 33: 2206-2210.
- [2] 刘鹏飞, 邓贺民, 王晓睿, 那 婧. 磁共振 DWI 对脑脓肿与坏死囊变性胶质瘤的鉴别诊断价值[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2006, 12: 711-714.
- [3] Juan C J, Chang H C, Hsueh C J, Liu H S, Huang Y C, Chung H W, et al. Salivary glands: echo-planar versus PROPELLER diffusion-weighted MR imaging for assessment of ADCs[J]. *Radiology*, 2009, 253: 144-152.
- [4] 燕树林, 王鸣鹏, 余建明. 全国医用设备使用人员上岗考试指南[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 2009: 30-39.
- [5] Pipe J G, Farthing V G, Forbes K P. Multishot diffusion-weighted FSE using PROPELLER MRI[J]. *Magn Reson Med*, 2002, 47: 42-52.
- [6] 王 骏, 吴虹桥. ROC 曲线在医学影像技术学中的应用及科研设计[J]. *医学影像学杂志*, 1999, 9: 59-61.
- [7] 戈明媚, 王秋良, 刘志钦, 刘晓林, 廖玉珍, 孙 玮, 等. MR 螺旋桨扫描技术在消除伪影方面的临床应用[J]. *中华放射学杂志*, 2006, 2: 208-212.
- [8] 孟春玲, 有 慧, 冯 逢, 金征宇. 对比分析螺旋桨与线性 k 空间填充方式在颅脑 MRI 中的应用[J]. *中国医学影像技术*, 2007, 4: 487-490.

[本文编辑] 贾泽军