

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyxh.2014.02.029

3.0T MRI 上腹部常规 FSE 序列与 PROPELLER 序列的图像质量对比研究

王秋霞¹, 陈 亮², 罗 馨¹, 胡道予¹, 万常华¹

(1. 华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科, 武汉 430030; 2. 滨州医学院附属医院放射科, 滨州 256603)

【摘要】目的:探讨螺旋桨(periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction, PROPELLER)技术在降低上腹部各种伪影及提高图像质量中的作用。**方法:**2012 年 6 月至 2013 年 1 月间 97 例拟作上腹部 3.0T MRI 扫描的患者纳入本研究(年龄 19~76 岁, 平均年龄 53.8 岁), 常规 FSE T₂WI 序列与 PROPELLER FSE T₂WI 序列的扫描参数一致。2 位读片医师对图像的呼吸运动伪影, 胃肠管蠕动伪影, 血管搏动伪影, 肝、胰腺边缘的锐利度进行 3 等级的评分。等级数据资料的对比采用 Wilcoxon's 秩和检验; 读片医师之间判断结果一致性用 Cohen's Kappa 检验评估。**结果:**常规 FSE T₂WI 与 PROPELLER FSE T₂WI 相比, 后者降低了呼吸运动伪影, 胃肠蠕动伪影, 血管搏动伪影, 增加肝、胰腺边缘锐利度, 2 者间差异均有统计学意义(Z 值分别为 -5.931、-6.245、-6.481、-6.164、-5.745, P 值均 < 0.05); 2 位读片医师对上述指标的判断一致性上, 结果显示为均在中等及以上一致; PROPELLER FSE T₂WI 的扫描时间较 FSE T₂WI 减少 5~15 s。**结论:**与常规 FSE 序列相比, PROPELLER 技术能够显著降低呼吸运动、胃肠蠕动、血管搏动等运动伪影, 增加了解剖细节的显示, 提高了图像诊断质量, 缩短了扫描时间。

【关键词】磁共振成像; 螺旋桨技术; 图像伪影**【中图分类号】**R445.2**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2013-5-15

Comparison on quality between FSE T₂WI and PROPELLER FSE T₂WI for upper abdomen examination with 3.0T MRI

Wang Qiuxia¹, Chen Liang², Luo Xin¹, Hu Daoyu¹, Wan Changhua¹

(1. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology; 2. Department of Radiology, the Affiliated Hospital of Binzhou Medical University)

【Abstract】Objective: To evaluate the effectiveness of periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction (PROPELLER) technique in reducing motion artifact and improving image quality on FSE T₂WI image. **Methods:** Ninety-seven patients with a mean age of 53.8 years (age range, 19–76 years) were underwent upper abdominal examination with 3.0T MRI. The same

作者介绍:王秋霞, Email: guaiqiu1981@163.com,

研究方向: 腹部影像技术。

通信作者:万常华, Email: huahua365@126.com。**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(编号: 30970803); 滨州医学院科技计划资助项目(编号: BY2011KJ041)。scanning parameters were used on axial T₂-weighted PROPELLER sequence and FSE sequence. The respiratory artifacts, gastrointestinal movement artifacts, pulsatility artifacts, overall image quality, and the edge of the liver, pancreas were evaluated by two radiologists using a 3-point scale. The Wilcoxon's

[5] 刘 宇, 张幸平, 吴红宇. 258 例肺癌骨转移患者的临床及治疗相关因素分析[J]. 中国肿瘤临床, 2012, 39(13): 918.

[6] De Ruyscher D, Wanders R, van Baardwijk A, et al. Radical treatment of non-small-cell lung cancer patients with synchronous oligometastases: long-term results of a prospective phase II trial (Nct01282450) [J]. J Thorac Oncol, 2012, 7(10): 1547–1555.

[7] 姚 喧, 贾立群. 恶性肿瘤骨转移的中医临床研究进展[J]. 北京中医药, 2012, 31(1): 67–69.

[8] 陈怀红. 健脾补肾药物治疗肿瘤性骨转移疗效观察[J]. 中国中医药信息杂志, 2004, 11(4): 343.

[9] 邓 博, 贾立群, 高福云, 等. 补肾壮骨方药对骨转移癌疼痛大鼠

痛行为及骨质破坏的影响[J]. 国际中医中药杂志, 2010, 32(1): 7–8.

[10] 邓 博, 贾立群, 高福云, 等. 补肾壮骨方药对骨转移癌骨质破坏及骨密度的影响[J]. 吉林中医药, 2010, 32(1): 72–73.

[11] Tsuya A, Kurata T, Tamura K, et al. Skeletal metastases in non-small cell lung cancer: a retrospective study[J]. Lung Cancer, 2007, 57(2): 229–232.

[12] Dat le T, Matsuo T, Yoshimaru T, et al. Identification of genes potentially involved in bone metastasis by genome-wide gene expression profile analysis of non-small cell lung cancer in mice[J]. Int J Oncol, 2012, 40(5): 1455–1469.

(责任编辑: 唐秋姗)

rank sum test was used for statistical analysis. The Cohen's Kappa test was used to determine the agreement between two radiologists. **Results:** On T_2 -weighted PROPELLER images, the respiratory artifacts, gastrointestinal movement artifacts, vascular pulsatility artifact were reduced and the overall image quality, sharpness of the liver, pancreas and renal corticomedullary junction area were improved ($Z=-5.931, -6.245, -6.481, -6.164, -5.745; P<0.05$). The agreement between two radiologists is consistent. **Conclusions:** Compared those of with FSE T_2 WI sequence, the respiratory artifacts, gastrointestinal movement artifacts, vascular pulsatility artifacts are significantly reduced on PROPELLER T_2 WI sequence. PROPELLER T_2 WI can better display the anatomic structure, improve the image quality and shorten the scanning time.

【Key words】magnetic resonance imaging; periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction (PROPELLER); image artifacts

高场强磁共振在临床上的应用越来越广泛,但是,随场强的增加,磁共振运动伪影也在增加^[1]。上腹部脏器更容易受到呼吸运动、血管搏动及胃肠管蠕动等伪影的影响,各种运动伪影均可降低图像质量,从而丢失有意义的信息。螺旋桨(periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction, PROPELLER)技术是一项可以抑制或消除各种运动及磁敏感伪影的 MRI 新技术,在盆腔、心脏、乳腺的检查中已有一定研究^[2-3],但国内外应用在上腹部的文献较少^[4],主要是对正常志愿者进行扫描,病例数不足,而且针对的是呼吸运动伪影和胃肠蠕动伪影,尚未讨论血管搏动伪影对图像质量的影响,本研究利用 3.0T MRI,对 PROPELLER 快速自旋回波序列(fast spin echo, FSE) T_2 WI 及 FSE T_2 WI 序列进行对比研究,探讨 PROPELLER 技术降低上述各种伪影及提高图像质量的作用。

1 材料与方法

1.1 病例选择

2012 年 6 月至 2013 年 1 月间 97 例拟作上腹部 MRI 扫描的患者纳入到本研究。所有患者均签署知情同意书。其中男 63 例,女 34 例,年龄 19~76 岁,平均年龄 53.8 岁。

1.2 扫描技术

所有患者采用 GE DISCOVERY MR750 3.0T 超导磁共振成像系统和 32 通道体部阵列线圈,采用呼吸触发技术采集图像,进行横断位常规 FSE T_2 WI 序列与 PROPELLER FSE T_2 WI 序列扫描,常规 FSE T_2 WI 序列扫描参数为:TE80 ms,带宽:83.3 kHz;矩阵:320×320;激励次数 NEX:2 次,视野 FOV:38 cm,层厚 6 mm,间隔 1 mm,扫描层数 26~40 层。回波链长度:26;TR 的长短由呼吸周期数决定,根据每个患者的呼吸频率扫描层数的不同常设置为 1~4,多数病例设置为 2 或 3。其他扫描包括:横断位 FSPGR T_1 WI、横断位压脂 SE

T_1 WI,扫描定位与 FSE T_2 WI 一致。

常规序列扫描完成后加扫 PROPELLER FSE T_2 WI 序列,参数与上述常规扫描中的参数一致。依据以上参数,每个患者扫描相同的范围,PROPELLER FSE T_2 WI 序列的扫描时间较 FSE T_2 WI 序列扫描时间缩短 5~15 s。

1.3 图像分析

由 2 位 5 年以上工作经验的腹部放射诊断医师(以后的叙述简称“读片医师”)各自在工作站上分析常规扫描的横断位 FSE T_2 WI 和 PROPELLER FSE T_2 WI 图像。读片时,患者的临床信息及图像的采集参数信息被隐藏或删除,读片医师的分析遵循双盲原则。

评价指标包括:呼吸运动伪影,胃肠蠕动伪影,血管搏动伪影,肝、胰腺边缘的锐利度等解剖结构的显示。

将各评价指标分成 3 个等级^[2]:1=严重的伪影,肝、胰腺边缘极度模糊,无法区分正常结构,评分为 1 分;2=中度伪影:肝、胰腺边缘模糊,与周围结构分界清但不锐利,评分为 2 分;3=无伪影:肝、胰腺边缘清晰、锐利,与周围结构分界清晰,评分为 3 分。

1.4 统计学分析

使用 SPSS 16.0 软件进行统计学分析。PROPELLER FSE T_2 WI 与 FSE T_2 WI 间等级数据资料的对比采用配对 Wilcoxon's 秩和检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。读片医师之间判断结果是否一致用 Cohen's Kappa 检验评估, κ 值在 0.81~1.00 认为显著一致,0.61~0.80 认为一致性良好,0.41~0.60 认为中等性一致,0.21~0.41 认为一致性较差,小于 0.20 认为不一致。

2 结果

2.1 读片医师间一致性分析

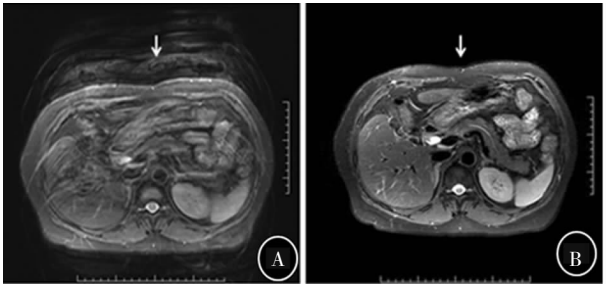
采用 Cohen's Kappa 检验对 2 位读片医师间进行一致性分析,结果显示 2 位医师对各项指标(呼吸运动伪影、胃肠蠕动伪影、血管搏动伪影以及解剖结构清晰情况)的判断,其 κ 值均在 0.7 以上($P<0.05$),提示一致性良好(表 1、2)。

表 1 关于 MRI 伪影 2 位读片医师间一致性分析							
Tab.1 Consistency analysis between the two readers concerning the artifarcets and overall imaging quality							
		读片医师 1					
		FSE			PROPELLER		
		1	2	3	1	2	3
呼吸运动伪影							
读片医师 2	1	7	1	0	0	0	0
	2	0	64	4	0	45	9
	3	0	0	21	0	0	43
Cohen's Kappa 检验	κ 值	0.890			0.816		
	P 值	0.000			0.000		
胃肠道蠕动伪影							
读片医师 2	1	7	1	0	0	0	0
	2	0	60	0	0	45	3
	3	0	9	20	0	0	49
Cohen's Kappa 检验	κ 值	0.788			0.938		
	P 值	0.000			0.000		
血管搏动伪影							
读片医师 2	1	7	0	0	0	0	0
	2	0	75	1	0	47	3
	3	0	0	14	0	0	47
Cohen's Kappa 检验	κ 值	0.972			0.938		
	P 值	0.000			0.000		

表 2 关于解剖结构 2 位读片医师间一致性分析							
Tab.2 Consistency analysis between the two readers concerning the anatomic structure							
		读片医师 1					
		FSE			PROPELLER		
		1	2	3	1	2	3
肝脏边缘							
读片医师 2	1	3	0	0	1	0	0
	2	1	74	0	0	43	2
	3	0	1	18	0	0	51
Cohen' s Kappa 检验	κ 值	0.943			0.959		
	P 值	0.000			0.000		
胰腺边缘							
读片医师 2	1	4	0	0	1	0	0
	2	2	67	0	0	40	0
	3	0	0	24	0	4	52
Cohen' s Kappa 检验	κ 值	0.954			0.918		
	P 值	0.000			0.000		

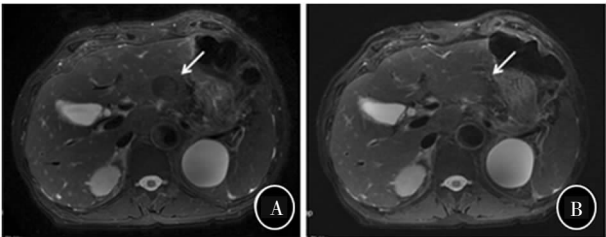
2.2 MRI 伪影

与 FSE T₂WI 相比,PROPELLER 技术显著降低了检查部位的伪影(图 1~3),2 位读片医师分别采用 2 种技术对呼吸运动伪影、胃肠蠕动伪影、血管搏动伪影评分,具体结果见表 3。



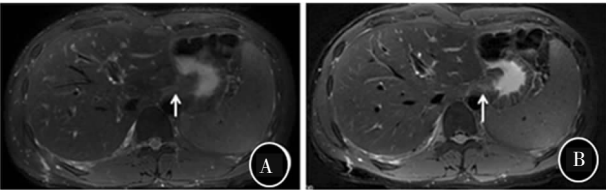
患者,男,59 岁,上腹痛 1 月;A. 压脂 FSE T₂WI,运动伪影明显(短箭),图像质量差;B. 横断位压脂 PROPELLER T₂WI,呼吸运动伪影消失(短箭),正常解剖结构及肝、胰腺边缘显示清晰,图像质量明显改善

图 1 FSE 与 PROPELLE 序列对呼吸运动伪影的对比
Fig.1 Comparison between FSE T₂WI and PROPELLER T₂WI concerning the respiratory artifacts



患者,女,52 岁,双肾囊肿;A. 横断位压脂 FSE T₂WI,肝左叶外侧段出现腹主动脉产生的类圆形血管搏动伪影(长箭);B. 横断位压脂 PROPELLER T₂WI,血管搏动伪影消失(长箭)

图 2 FSE 与 PROPELLE 序列对血管搏动伪影的对比
Fig. 2 Comparison between FSE T₂WI and PROPELLER T₂WI concerning the pulsatility artifacts



患者,女,38 岁,胆囊炎复查患者;A. 横断位压脂 FSE T₂WI,胃蠕动伪影致肝左叶边缘模糊(短箭);B. 横断位压脂 PROPELLER T₂WI,胃蠕动伪影明显被抑制,肝左叶边缘清晰、锐利(长箭)

图 3 FSE 与 PROPELLE 序列对胃肠蠕动伪影的对比
Fig.3 Comparison between FSE T₂WI and PROPELLER T₂WI concerning the gastrointestinal movement artifacts

从表 3 中可以看出,2 位读片医师采用 FSE T₂WI 和 PROPELLER FSE T₂WI 的评分经 Wilcoxon's 秩和检验,结果显示不论是呼吸运动伪影,还是胃肠蠕动或血管搏动伪影,2 种技术间差异均有统计学意义($P<0.05$)。

2.3 解剖结构的显示

FSE T₂WI 序列中,肝、胰腺边缘出现不同程度的模糊效应,读片医师 1 认为 4 例患者肝、6 例患者胰腺边缘极度模糊,分辨不清,不能用于诊断,其余为轻到中度模糊(图 1A);

表 3 关于 MRI 伪影 FSE T₂WI 与 PROPELLER T₂WI 2 种方法的比较Tab.3 Comparison between FSE T₂WI and PROPELLER T₂WI concerning MRI artifacts

	FSE			PROPELLER			Z 值	P 值
	1	2	3	1	2	3		
呼吸运动伪影								
读片医师 1	7	65	25	0	45	52	-5.931	0.000
读片医师 2	8	68	21	0	54	43	-5.477	0.000
胃肠道蠕动伪影								
读片医师 1	7	70	20	0	45	52	-6.245	0.000
读片医师 2	8	62	27	0	48	49	-5.292	0.000
血管搏动伪影								
读片医师 1	7	75	15	0	49	48	-6.481	0.000
读片医师 2	9	76	12	0	50	47	-6.325	0.000

表 4 关于解剖结构 FSE T₂WI 与 PROPELLER T₂WI 2 种方法的比较Tab.4 Comparison between FSE T₂WI and PROPELLER T₂WI concerning the anatomic structure

	FSE			PROPELLER			Z 值	P 值
	1	2	3	1	2	3		
肝脏边缘								
读片医师 1	4	75	18	1	43	53	-6.164	0.000
读片医师 2	3	75	19	1	47	49	-5.831	0.000
胰腺边缘								
读片医师 1	6	67	24	1	44	52	-5.745	0.000
读片医师 2	4	69	24	1	40	56	-5.916	0.000

采用 PROPELLER 技术后,肝、胰腺边缘的锐利度明显改善(图 1B),PROPELLER 技术与 FSE 序列之间进行 Wilcoxon's 等级符号秩和检验,结果均显示 $P < 0.001$,差异具有统计学意义(表 4)。

3 讨 论

上腹部各实质脏器紧邻胸部,因而易受呼吸运动的影响。FSE T₂WI 序列在采用了呼吸门控技术之后,很大程度上减少了呼吸运动对上腹部实质脏器的影响,但是由于患者病情所限,呼吸节律及呼吸幅度不可能完全一致,还是存在不同程度的呼吸运动伪影,从而或多或少地降低了图像质量;上腹部实质脏器周围还分布有胃、肠管、腹主动脉等,胃肠管的蠕动、血管的搏动也会对图像造成一定的影响,这些伪影,MRI 常规扫描技术都不能很好的解决。

PROPELLER 技术是 GE 公司开发的一种能显著降低各种运动伪影及磁敏感伪影的技术^[3-8],与传统的 FSE 采集技术相比,PROPELLER 技术主要是改变了 K 空间的采集、填充方式^[1]。FSE 采集序列在 K 空间填充上是一种平行、顺序填充;而 PROPELLER

技术是平行填充与放射状填充相结合,K 空间的中心区域有大量的数据重叠,为数据校正提供了更多的机会,提高了信噪比;而且运动伪影不在相位编码方向重建,而是沿着放射状的方向被抛射出了视野之外^[1],从而使得运动伪影被最大程度的抑制或消除,明显提高图像质量。

3.1 PROPELLER 技术在降低各种伪影中的作用

Pipe^[8]于 1999 年首次报道了 PROPELLER 技术可以降低颅脑 MRI 成像时头部自主运动伪影和纠正心肌 MRI 成像时呼吸运动伪影。Hirokawa 等^[4]对 20 例志愿者进行上腹部 BLADE(西门子公司技术,类似于 GE 公司 PROPELLER)T₂WI 和快速自旋回波序列 T₂WI 序列的对比研究,结果显示前者能够显著降低呼吸、肠管运动等伪影。Lane 等^[2]对 26 例女性患者的盆腔结构进行 BLADE T₂WI 与 FSE T₂WI 的对比研究,3 位观察者均认为在降低呼吸运动伪影方面 BLADE T₂WI 要明显优于 FSE T₂WI 序列。本研究结果显示,与 FSE T₂WI 相比,PROPELLER FSE T₂WI 图像上呼吸运动伪影明显降低或被抑制;并且 2 位读片医师对两种技术评分结果的

一致性良好。因而认为,与 FSE T₂WI 相比,PROPELLER 技术显著降低了呼吸运动伪影,这与 PROPELLER 技术的 K 空间中心区域有大量重叠数据,易于将呼吸运动造成的模糊效应消除有关。

肠管蠕动是正常的生理活动,在 MRI 数据采集中会对图像造成运动伪影,主要是模糊效应。Lane 等^[2]对 26 例女性患者的盆腔结构进行 BLADE T₂WI 与 FSE T₂WI 的对比研究时,2 位观察者认为 BLADE 技术在降低肠蠕动伪影方面优于 FSE 序列,但是第 3 位观察者却认为 FSE 序列优于 BLADE 技术。本研究中,2 位读片医师均认为由肠管蠕动造成的伪影 PROPELLER FSE T₂WI 要明显少于 FSE T₂WI 序列,对同一患者的 2 套图像,2 位读片医师对伪影的评分结果中等性一致。

FSE T₂WI 序列图像上血管搏动伪影主要是由于腹主动脉搏动所造成的,一般比较轻微,主要出现在横断位图像上。本研究中,搏动伪影均在横断位上明显,主要分布于腹主动脉的前后方向上并且与腹主动脉平行分布,这些伪影尽管轻微,但如果与病灶重叠,不利于病灶细节的显示,使用 PROPELLER 技术后这些伪影也得到了很好的抑制和消除。Dietrich 等^[9]在对肩关节的 MRI 成像进行研究时认为血管搏动伪影在标准 TSE 图像上主要出现在矢状位和冠状位上,这与腋血管的走行分布有关,进行 PROPELLER 技术扫描后,这些伪影也被很好地抑制或消除。

3.2 PROPELLER 技术在解剖细节显示中的作用

本研究中,为了对比解剖细节的显示,选取了对肝脏、胰腺边缘进行观察评分。研究结果显示,在 FSE T₂WI 序列上,由于各种伪影的影响,肝、胰腺边缘出现不同程度的模糊效应,使得肝、胰腺与周围结构的分界不清,影响了结构细节的显示;使用 PROPELLER 技术后,由于各种伪影得到了不同程度的抑制或消除,使得肝、胰腺边缘变得更加清晰、锐利,与周围结构分界也较为清晰,从而解剖结构显示得更加细腻、清晰。Hirokawa 等^[4]研究认为由于呼吸节律的不完全一致,TSE 序列使得肝边缘变得模

糊,而 BLADE 技术由于降低了呼吸运动伪影,使肝边缘显示得更加清晰。

综上所述,PROPELLER 技术可以明显降低呼吸运动伪影、胃肠蠕动伪影以及血管搏动伪影,提高图像质量,使上腹部实质脏器的边缘显示更加清晰,增加了与周围结构的对比,在上腹部 MRI 成像中具有重要的价值。

参 考 文 献

- [1] 杨正汉,冯 逢,王霄英.磁共振成像技术指南—检查规范、临床策略及新技术应用[M].北京:人民军医出版社,2010.
- [2] Lane BF, Vandermeer FQ, Oz RC, et al. Comparison of sagittal T2-weighted BLADE and fast spin-echo MRI of the female pelvis for motion artifact and lesion detection[J]. Am J Roentgenol, 2011, 197(2): 307-313.
- [3] Huang TY, Tseng YS, Tang YW, et al. Optimization of PROPELLER reconstruction for free-breathing T1-Weighted cardiac imaging[J]. Med Phys, 2012, 39(8): 4896-4902.
- [4] 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]. Am J Roentgenol, 2008, 191(4): 1154-1158.
- [5] Junping W, Tongguo S, Yunting Z, et al. Discrimination of axillary metastatic from nonmetastatic lymph nodes with PROPELLER diffusion-weighted MR imaging in a metastatic breast cancer model and its correlation with cellularity[J]. J Magn Reson Imaging, 2012, 36(3): 624-631.
- [6] Nyberg E, Sandhu GS, Jesberger J, et al. Comparison of brain MR images at 1.5T using BLADE and rectilinear techniques for patients who move during data acquisition[J]. Am J Neuroradiol, 2012, 33(1): 77-82.
- [7] Tan H, Hoge WS, Hamilton CA, et al. 3D GRASE PROPELLER: improved image acquisition technique for arterial spin labeling perfusion imaging[J]. Magn Reson Med, 2011, 66(1): 168-173.
- [8] Pipe JG. Motion correction with PROPELLER MRI: application to head motion and free-breathing cardiac imaging[J]. Magn Reson Med, 1999, 42(5): 963-969.
- [9] Dietrich TJ, Ulbrich EJ, Zanetti M, et al. PROPELLER technique to improve image quality of MRI of the shoulder[J]. Am J Roentgenol, 2011, 197(6): 1093-1100.

(责任编辑:冉明会)